

Campus Duque de Caxias

Licenciatura em Química

Henrique Cesar A.N.T
Rodrigues

O uso da temática
Nanociência e
Nanotecnologia no
Ensino de Química

Duque de Caxias

2018

HENRIQUE CESAR ABREU DO NASCIMENTO TELLES RODRIGUES.

O USO DA TEMÁTICA DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA
NO ENSINO DE QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal do Rio de
Janeiro, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Orientadores: Prof. Me Everton Tomaz da
Silva
Prof^a. Ma Carla Mohamed
G. Falcão Silva

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e documentação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

R696uRodrigues, Henrique Cesar Abreu do Nascimento Telles

O uso da temática da Nanociência e Nanotecnologia no ensino de Química /Henrique Cesar Abreu do Nascimento Telles Rodrigues. - Duque de Caxias, RJ, 2018.

1 CD ROM.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Licenciatura em Química, 2018.

Orientação: Everton Tomaz da Silva

1. Nanociência – Química.2.Nanotecnologia – Química

CDU:54

HENRIQUE C. A. DO N. T. RODRIGUES.

O uso da temática de Nanociência e Nanotecnologia
no ensino de Química

Monografia apresentada à coordenação do curso
de Licenciatura em Química, como cumprimento
parcial das exigências para a conclusão do curso.

Aprovada em 3 de julho de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Everton Tomaz da Silva

Prof. Me Everton Tomaz da Silva (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Teixeira

Prof.a Dra Aline Maria dos Santos Teixeira - (membro interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

João Carlos Santos Silva Júnior

Prof. Me João Carlos Santos Silva Júnior - (membro interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Andrea Silva do Nascimento

Prof.a Dra Andrea Silva do Nascimento - (membro suplente interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Dedico esse trabalho a meu pai Fernandes Cesar Telles Rodrigues (*in memoriam*), que foi uma grande inspiração para minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por ter me dado força durante toda a minha vida, e pela força e conforto que tem me dado durante a graduação.

Agradeço a meus orientadores o professor Everton Tomaz e a professora Carla Mahomed pela ajuda e por terem me aceitado me orientar, sem suas contribuições esse trabalho não poderia ter sido feito.

A minha mãe Joaquina Abreu do Nascimento Rodrigues pelo incentivo desde quando eu era criança nos estudos. Ela me ensinou a seguir meus sonhos e a confiar na minha capacidade. Agradeço por tudo que passou comigo nos bons e nos maus momentos. Onde sempre esteve presente.

A minha namorada Ester Gomes Pais por me aturar. Sempre ser tão atenciosa mesmo também tendo sua própria graduação a fazer. Agradeço ao apoio mesmo antes de começar o curso.

Os meus amigos da faculdade, Marcelo Gonzaga, Thayse, Ianize Novais, Gabriela Almeida, Daniele Lima, Lucas Dias e os demais que sempre me ajudaram tanto nos estudos e quando estava desmotivado quase para desistir. Se conseguir chegar até aqui, foi porque tiveram grande contribuição na estrada da minha graduação.

Ao Colégio Estadual Jardim Meriti, sua direção e a professora Carla Marques por terem cedido o espaço e a turma para que pudesse realizar o trabalho. Aos alunos das turmas 3001 e 3002 que participaram do projeto e contribuíram para que o mesmo pudesse ser realizado.

Aos membros da banca Aline Teixeira, João Calors e Andrea do Nascimento por terem aceito o convite, e por me ajudarem a trilhar a minha jornada durante a graduação

A todos os professores do Instituto, e especialmente os professores(as) Livia Tenório, Jupter Martins, André Von Held, Ana Paula Estevão, Vanessa Nogueira, pelo carinho, ajuda nas horas das dúvidas e por poderem me escutar sobre alguns assuntos. Gostaria que na minha vida escolar tivesse mais professores assim.

O universo tem um começo, mas não tem um fim. Infinito. As estrelas têm um começo, mas seus próprios poderes levam a sua destruição. Finito. A história diz que os mais sábios são os mais tolos. Poderíamos chamar isso do ultimo aviso de Deus, para aqueles que resistem. (Rintaro Okabe, 2009).

RESUMO

Muitos alunos possuem dificuldade para aprender Química, pois muitas vezes ela limita-se a teorias e cálculos que não tem relação direta com a vivência do aluno levando a uma desmotivação. Este trabalho tem como objetivo usar a temática de nanociência e nanotecnologia como elemento motivador para o Ensino de Química aliando também as ferramentas da experimentação e divulgação científica. Foi realizada a pesquisa para encontrar experimentos e textos de divulgação científica relacionadas à nanociência. Foram selecionados três experimentos, entretanto apenas o experimento de produção de magnetita se tornou viável com o uso de materiais de baixo custo para serem usados em sala de aula. Para os textos buscou-se textos de linguagem simples e que chamassem a atenção dos alunos. O conteúdo dos textos possui idéias opostas para estimular o pensamento crítico dos estudantes. A aplicação foi realizada em três momentos em duas turmas do terceiro ano do ensino médio regular no Colégio Estadual Jardim Meriti. No primeiro momento foi realizada uma apresentação da temática e sondagem do conhecimento prévio dos alunos. O segundo consistiu na atividade experimental e no terceiro foi realizada uma atividade com os textos de divulgação científica sobre o tema. Pelo questionário prévio verificou-se que a grande maioria dos alunos tem uma visão superficial da N&N ligada somente à indústria eletrônica. Os estudantes foram mais receptivos aos conteúdos quando se interligava a aplicação no cotidiano com os conceitos que estavam sendo trabalhados. Por fim, os alunos, em geral, mostraram-se mais motivados durante a realização das atividades propostas com uso da temática nanociência evidenciando que esta, aliada à experimentação e à divulgação científica, pode ser uma arma poderosa capaz de melhorar o Ensino de Química.

Palavras-Chave: Nanociência e Nanotecnologia. Experimentação. Ensino de Química. Divulgação Científica.

ABSTRACT

Many students still found chemistry hard to learn because it is limited to theories and calculations that haven't connection direct with life students. The aim of present study was to use nanoscience and nanotechnology subject as motivational element for teaching of chemistry together with experimentation and science popularization tools. Was realized research for to find experiments and texts of science popularization associated nanoscience. Three experiments were selected, but only the magnetite experiment showed feasible with use of low cost experiments in classroom. The information of the texts has opposite ideas for stimulated critical thinking of the students. The application was held in three moments. In the first moment was held a presentation of the thematic and research of student's prior knowledge. The second consisted in experimental activity and the third was held activity with the popular science's texts on the subject. By the questionnaire it was found that most students have a superficial vision of the N&N linked only to the electronics industry. The students were more receptive to the content to when you connected the application in everyday life with the concepts that were being worked. In general students demonstrated be more motivated during the implementation of the proposed activities with the use of nanoscience theme. Become evident that this, combined with experimentation and science popularization, can be a powerful strategy capable of improving the chemistry teaching.

Keywords: Nanoscience and Nanotechnology. Experimentation. Chemistry teaching. science popularization.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ESCALA EM NANÔMETRO.....	23
FIGURA 2- LOGOMARCA DA IBM EM ESCALA NANOMÉTRICA.....	24
FIGURA 3- DIFERENTES MORFOLOGIAS DE NANOESTRUTURAS.....	25
FIGURA 4- FORMAS ALOTRÓPICAS DO CARBONO.....	26
FIGURA 5- MATERIAIS USADOS NA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	45
FIGURA 6- SOLUÇÕES DE Fe^{3+} E Fe^{2+}	48
FIGURA 7- NANOPARTÍCULAS DE MAGNETITA PRODUZIDAS PELOS ALUNOS.....	49

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	20
QUADRO 2- REAGENTES E MATERIAIS ALTERNATIVOS UTILIZADOS PARA O EXPERIMENTO.....	31
QUADRO 3- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE O QUE É NANOTECNOLOGIA.....	40
QUADRO 4- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A DIFERENÇA ENTRE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA.....	41
QUADRO 5- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A NANOCIÊNCIA SER RECENTE.....	42
QUADRO 6- RESPOSTAS DOS ALUNOS SE EXISTEM NANOMATERIAIS NA NATUREZA.....	43
QUADRO 7- RESPOSTA DOS ALUNOS SOBRE PRODUTOS QUE USAM NANOTECNOLOGIA.....	44
QUADRO 8- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE O QUE OCORREU NA SOLUÇÃO DE VINAGRE DEPOIS DE 12 HORAS.....	46
QUADRO 9- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE O QUE OCORREU DEPOIS DA ADIÇÃO DA ÁGUA OXIGENADA COMERCIAL.....	47
QUADRO 10- RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE A COMPROVAÇÃO DA FORMAÇÃO DE MAGNETITA.....	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFM Atomic Force Microscope

DC Divulgação Científica

N&N Nanociência e Nanotecnologia

NPMs Nanopartículas magnéticas

PCN+ Parâmetros Curriculares Nacionais

STM Scanning Tunneling Microscope

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1	EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	17
3.2	DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	21
3.3	NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA.....	23
3.3.1	Aspectos históricos da nanociência e nanotecnologia.....	23
3.3.2	Nanomateriais e nanoestruturas.....	25
4	METODOLOGIA.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA DOS EXPERIMENTOS E TEXTOS DE DC.....	30
5.2	SELEÇÃO, TESTES E ADAPTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E TEXTOS DE DC.....	30
5.3	APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	33
5.3.1	Primeiro momento: apresentação e avaliação prévia dos conhecimentos dos alunos sobre a temática	33
5.3.2	Segundo momento: Atividade experimental.....	35
5.3.3	Terceiro momento: Atividade com os textos.....	38
5.4	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO.....	39
5.5	ANÁLISE DO ROTEIRO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL.....	45
6	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	53
	APÊNDICES.....	62
	ANEXOS.....	69

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, os alunos do ensino médio têm uma grande dificuldade na disciplina de Química, pois o Ensino de Química, infelizmente, ainda é pautado na utilização do quadro e do livro didático somente. Além disso, não valoriza os conhecimentos do aluno e não traz a conexão com a Química e a vivência diária do aluno. (COSTA; SOUZA, 2013; MALDANER, 2006 apud LIMA e BARBOSA, 2015; TREVISAN; MARTINS, 2006)

Outro fator importante a ser observado, como relata Cardoso e Colinviaux (2000), é a motivação dos alunos para a disciplina de Química. Esta motivação está intimamente relacionada com o processo de aprendizagem (CORRÊA, 2009). No trabalho de Cardoso e Colinviaux (2000) observou-se que os alunos estariam mais dispostos a aprender dependendo da dinâmica do professor em sala de aula.

Nessa perspectiva, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002) afirmam que o Ensino de Química deve propiciar ao aluno o entendimento das transformações Químicas com o contexto diário e dos diferentes processos tecnológicos que envolvem química. Sendo assim, com base em Matias e colaboradores (2017) e Valadares (2001) não será apenas com a utilização de aulas expositivas, que somente utilizam quadro e livro que se poderá chegar com o que foi proposto. Para isso é preciso que o professor venha se atualizar e assim busque metodologias alternativas e novas estratégias para sua aula.

Cavalcanti e colaboradores (2010) afirmam que o uso de temas para aulas de Química é um grande aliado do professor, pois com eles se pode ensinar um grande número de conteúdos de Química e fomentar a participação dos alunos em aula, já que o tema pode estar dentro do contexto do aluno.

Vários trabalhos foram publicados onde relatam o uso de temas para ser utilizado no Ensino de Química. O trabalho de Zappe e Braibante (2015) utilizou o tema agrotóxico para alunos da zona rural filhos de agricultores. Martins e colaboradores (2003) trabalharam com o tema drogas, onde um dos conteúdos que foram abordados é o de funções orgânicas.

Um tema relevante na atualidade é a nanociência e nanotecnologia, uma vez que este é frequentemente abordado nas mídias. Já existe um grande

número de produtos que utilizam nanotecnologia no mercado, como por exemplo, o desodorante que usa nanopartículas de prata, o spray que deixam superfícies impermeáveis, além de diversos produtos na área de cosméticos e na área da saúde usados para tratamento e diagnósticos de doenças. Como a nanociência e nanotecnologia estão intimamente relacionadas com as ciências da natureza, podemos separar alguns conteúdos que podem ser abordados junto com a temática em aulas de Química no ensino médio como ligações químicas, forças intermoleculares, reações químicas, funções inorgânicas e orgânicas, entre outros.

Uma das estratégias que também vem dando bons resultados no Ensino de Química é a utilização de atividades experimentais (BENITE; BENITE, 2009; GONDIM; MÓL, 2007). Temos o exemplo de Sampaio e Colaboradores (2015) que realizaram um experimento onde se verificava o entendimento de viscosidade e forças intermoleculares usando garapa (Extrato da cana-de-açúcar).

Outro trabalho foi de Fragal e Colaboradores (2011) onde realizaram uma atividade experimental em uma turma do segundo ano do ensino médio, abordando conceitos de eletroquímica aplicada à reatividade dos metais. Foram feitos uma série de experimentos com materiais de baixo custo para observar esses fenômenos.

Outra ferramenta que pode ser utilizada no Ensino de Ciências, em específico, o Ensino de Química é a utilização de texto de divulgação científica. Isso pode proporcionar a melhora nas habilidades de leitura, domínio de conceitos de forma mais clara, domínio nas terminologias científicas e o desenvolvimento nas formas de argumentação (MARTINS et al., 2001).

Fatareli e Colaboradores (2014) usaram Textos de divulgação científica nas aulas de Química para abordar o tema radioatividade. Foram usados dois textos da revista Ciência Hoje: “A rica polêmica sobre o urânio empobrecido” e “Angra 3: uma decisão polêmica”. Durante a aplicação verificou o nível dos argumentos dos alunos, bem como os conhecimentos químicos relacionados ao tema.

Portanto, o uso das ferramentas: experimentação e divulgação científica, aliadas à temática nanociência e nanotecnologia devem ajudar os alunos a

estarem motivados e interessados para aprender Química, facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimular o aprendizado no Ensino de Química em turmas do ensino médio regular com a temática Nanociência e Nanotecnologia com as ferramentas experimentação e divulgação científica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma pesquisa bibliográfica de experimentos e textos de divulgação científica relacionados à nanociência
- Realizar a adaptação dos experimentos selecionados com materiais do cotidiano.
- Propor e aplica uma sequência didática no Ensino de Química.
- Avaliar a estratégia aplicada por meio de questionários e relatório da atividade experimental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Foi a partir de 1960 que o Brasil começou a ter uma preocupação maior com o Ensino de Ciências. Durante essa época iniciou-se pesquisas para a melhoria no Ensino de Ciências realizadas por um grupo de docentes da Universidade de São Paulo (USP), com a elaboração de materiais didáticos e kits para experimentos (FERNANDES; MENDONÇA; NASCIMENTO, 2010).

O Ensino de Ciências além de incluir socialmente o indivíduo deve propiciar conhecimentos básicos da natureza, assim como sua aplicação em situações reais, fazendo o com que o indivíduo conheça melhor o mundo e a sociedade que está inserido (CHASSOT, 2003, FRACALANZA et al., 1989 apud BERTUCCI; OVIGLI, 2009). É através do Ensino de Ciências que iremos formar um cidadão crítico e reflexivo que possa debater temas científicos que afetem a sociedade (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2008)

Santos (2011) afirma que o processo de ensino e aprendizagem deve observar as particularidades do indivíduo para que o mesmo tenha melhor compreensão dos assuntos abordados. Driver e colaboradores (1994) complementam ao dizer que a aprendizagem é um processo de construção e reconstrução de conceitos.

A partir dessa perspectiva acima demonstrada, o papel do professor é auxiliar os alunos na linguagem científica, transpondo as barreiras da linguagem, assim sendo o mediador entre o mundo científico e o mundo cotidiano. O professor deve encorajar e fornecer o ambiente para que o aluno possa refletir sobre a ciência e se aproprie do que foi abordado (DRIVER et al., 1994)

Dentro do Ensino de Ciências temos a Química, Biologia e Física, as três ciências da natureza que são apresentadas no ensino médio.

Historicamente o Ensino de Química não tem conseguido conectar teoria e prática com o cotidiano do aluno, isso atrapalha a relação de diálogo de aluno-professor, e assim compromete o processo de ensino (ADORNI e NUNES, 2010; VALADARES, 2001). Lima e colaboradores (2000) reforçam essa observação quando afirmam que o Ensino de Química está sendo

pautado apenas em fórmulas matemáticas e memorização de nomenclaturas de compostos químicos, em detrimento da aplicação do conhecimento no cotidiano. Dentro desse contexto o Ensino de Química precisa ser pensado a fim de se elaborar estratégias e recursos pedagógicos que possam ser usados em sala de aula, fazendo conexão entre o conteúdo trabalhado com o contexto social do aluno. Isso fará com que o distanciamento da Química e o aluno diminuam, despertando-lhe o interesse (COSTA, 2015)

Dentre as várias estratégias para o Ensino de Química, uma é a experimentação, que pode ser utilizada para ensinar conceitos químicos. Além disso, Giordan (1999) afirma que para os alunos a experimentação proporciona um aspecto lúdico e motivador na sala de aula.

A experimentação tem uma grande participação no processo de aprendizagem, principalmente na área de ciências da natureza. A Química é uma ciência primordialmente experimental, pois é através dela que se observa os fenômenos e a partir desses que se originam as hipóteses, teorias e os fundamentos da ciência (SALESSE, 2012). Entretanto, realizar uma atividade experimental não garante que o aluno irá compreender o assunto, pois se a prática for o “experimento pelo experimento” sem uma reflexão, o aluno só terá a diversão e não irá desenvolver o seu conhecimento. O experimento é uma ferramenta aliada do professor no processo de aprendizagem, mas deve ser mediada por ele para que assim o conhecimento seja construído (AKAHOSHI et al., 2013).

Muitos professores acabam utilizando as atividades experimentais somente para comprovar a teoria, não fazendo uma ligação do que está sendo abordado com o cotidiano (LIMA, 2004). Muitos autores como Gondim e Mól (2007) e Tosin e Wilsek (2012) concordam que uma forma mais significativa do aluno gerar o conhecimento é realizar atividades que problematizem alguma situação, que podem ser do cotidiano. Nesse tipo de atividade o aluno terá que usar suas hipóteses para resolver aquele problema que lhe foi proposto.

No trabalho de Silva e colaboradores (2013) realizou-se atividades experimentais com a temática alimentos, mais especificamente alimentos enriquecidos com ferro. Eles observaram que os alunos se sentiram mais motivados e participaram ativamente durante toda a aula com o uso desta abordagem.

Gondin (2016) em sua dissertação de mestrado elaborou um trabalho experimental para iniciar os conceitos de ácidos e bases, usando materiais do cotidiano para serem analisados utilizando extratos de repolho roxo e hibisco. A atividade serviu para confrontar os conceitos prévios que os alunos tinham sobre ácidos e bases e que depois foi trabalhado com outras atividades.

Batinga e Souza (2013) realizaram uma atividade experimental com o tema produtos de limpeza para ensinar os conteúdos de pH, processos físico-químicos e como esses produtos são produzidos pela indústria de limpeza. Os alunos conseguiram observar as transformações químicas envolvidas na atividade e nas características macroscópicas da fabricação do sabão.

Existem diversas classificações de atividades experimentais. Abib e Araújo (2003), afirmam que podemos separar em três tipos de experimentação: demonstrativas, de verificação e investigativa.

Na atividade experimental demonstrativa o professor é o personagem ativo, pois é ele que realiza todos os procedimentos do experimento sozinho enquanto os alunos observam e no final da demonstração o professor informar sobre o que ocorreu. Assim leva o aluno a não pensar o porquê do ocorrido no experimento, pois o professor já lhe deu a resposta (ALVEZ FILHO, 2000).

A atividade experimental de verificação geralmente é realizada depois que um conteúdo foi dado. Os alunos realizam o experimento, mas seguem um roteiro do tipo “receita de bolo”. Pereira (2010) faz sua crítica dizendo que nesse tipo de atividade o aluno deve seguir todos os procedimentos do roteiro, o que acaba não trazendo significância para eles, pois só seguem o que o roteiro diz sem fazer os questionamentos. Como o próprio nome diz, ela serve para verificar o que foi discutido na sala de aula.

A atividade experimental investigativa pode ser utilizada para iniciar um tópico ou depois, desde que os alunos tenham conhecimentos prévios suficientes para que consigam resolver o problema dado (OLIVEIRA, 2010; FERREIRA et al., 2010). Nela os alunos são apresentados a uma situação problema que devem resolver utilizando seus conhecimentos. Geralmente são utilizados temas reais e contextualizados para que o aluno se sinta mais familiarizado com o assunto e assim possa construir a solução (PRSYBYCIEM, 2015). Esta abordagem exige mais tanto do professor na hora da elaboração,

quanto para o aluno, pois como está acostumado a ter um comportamento passivo pode ter um choque e não atender a proposta.

No Quadro 1 temos um resumo sobre os tipos de atividade experimental, os papéis de professor e aluno e algumas vantagens e desvantagens que cada atividade pode ter.

Quadro 1- Principais características dos tipos de atividades experimentais

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir os erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações.
Roteiro da Atividade	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado.	Ausente ou, quando presente, aberto e não estruturado.
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo da aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada a aula expositiva; úteis quando não a recursos materiais ou espaço físico suficiente para que todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos tem mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para a criatividade e a abordagem de temas socialmente relevantes; o 'erro' é mais aceito e contribui para o de aprendizado.
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil de manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estejam envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista de aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte- OLIVEIRA, 2010

Vale ressaltar que cada tipo de atividade experimental possui uma contribuição para o aluno, e o professor deve optar pela melhor estratégia para sua turma. As atividades experimentais podem partir de experimentos mais simples para os mais complexos, pois alguns alunos podem ter dificuldade com

os conteúdos e não ter confiança na realização da atividade (OLIVEIRA, 2010). Entretanto isso não é uma regra que o professor deva seguir, ou seja, se sua turma já tem o domínio, se ela já é participativa, o professor pode começar com uma atividade mais elaborada. Existem várias ferramentas que podem ser utilizadas no Ensino Química além da experimentação, dentre elas o uso de textos na divulgação científica.

3.2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Assim como a experimentação a Divulgação Científica (DC) também é utilizada como estratégia de Ensino de Ciências. Existem diversas atividades na área da DC que podem ser implementadas no Ensino de Ciências com o objetivo de melhorar e promover uma aprendizagem significativa.

Não é somente por meio das escolas e universidades que se tem acesso ao conhecimento científico. Através do uso de textos de DC, o professor pode dar acesso a esse conhecimento a seus alunos. Lopes e Florczak (2007) apontam o crescente uso de revistas, jornais e outros meios de comunicação física e digital por professores no Ensino de Ciências.

Em seu artigo, Rocha (2012) pontua alguns aspectos positivos de textos da DC além do acesso ao conhecimento, dentre eles, o incentivo à leitura, a melhora da argumentação dos alunos e a contextualização dos assuntos abordados nas aulas. O autor ainda afirma que os textos de DC conseguem se tornar pontes entre o conteúdo estudado com o cotidiano do aluno.

Existem diversos meios para se obter conhecimento científico, a Divulgação Científica (DC) é um deles, permitindo que o conhecimento seja difundido. Apesar dessa definição, não existe um consenso entre os autores sobre uma definição objetiva para divulgação científica.

Albagli (1996) afirma que divulgação científica é o ato da tradução de uma língua especializada ou técnica para termos mais simples, para que o público leigo tenha um melhor entendimento. Já segundo Bueno (2010) é qualquer utilização de recursos e técnicas que sirvam para que informações científicas cheguem até o público leigo. O autor enfatiza o público alvo, fazendo a diferenciação entre divulgação científica e comunicação científica.

A divulgação científica lida com um público que não é especialista, que não conhece os termos técnicos da área, portanto, é preciso ter atenção ao abordar esse tipo de conhecimento para o público leigo, seja ela de forma oral ou escrita.

Já a comunicação científica tem uma abordagem mais detalhada e técnica, voltada para os especialistas da área que conseguem compreender os termos, pois estão já estão familiarizados.

Outro aspecto da DC que deve ser considerado é conhecer o público alvo. Logo, na produção de algum material de Divulgação Científica deve-se antes ser pensado aspectos como a idade do público, a região que está inserida, aspectos culturais e sociais, entre outros (ALBAGLI, 1996; BUENO, 2010).

Um dos exemplos de uso da DC está no trabalho de Martins e colaboradores (2004) que realizaram uma aula em uma turma da sexta série do ensino fundamental no horário noturno, na disciplina de Ciências, onde foram utilizados textos da revista Superinteressante e do jornal Extra, sobre o assunto clonagem. Observou-se que, através do texto e a mediação da professora, os alunos ficaram mais confiantes para participar durante a aula, tirando dúvidas e elaborando explicações para o que estava sendo debatido.

Perticarrari e colaboradores (2010) realizaram um trabalho com turmas do ensino fundamental. Os alunos participaram do projeto “Sextas da Ciência”, onde os pesquisadores utilizaram o texto “Lago e floresta tão diferentes, mas muito semelhantes” para conceituar os termos básicos da ecologia.

Correia e colaboradores (2016) realizaram atividades didáticas em uma turma do 2º ano do ensino médio na disciplina de Física, usando o texto “Para ouvir melhor”. O texto e a atividade foram usados para que os alunos pudessem discutir os conceitos de ondas sonoras. Foi observado que através do texto e da atividade didática os alunos desenvolveram habilidade de leitura e de escrita, além da compreensão dos conteúdos estudados com os objetos que usam em seu cotidiano.

Em resumo, a DC visa fazer transposição da linguagem científica utilizada no meio acadêmico, que é permeado de diversos termos técnicos e voltados para os especialistas, para uma linguagem mais abrangente, buscando atender as especificidades e demandas do público a que se destina.

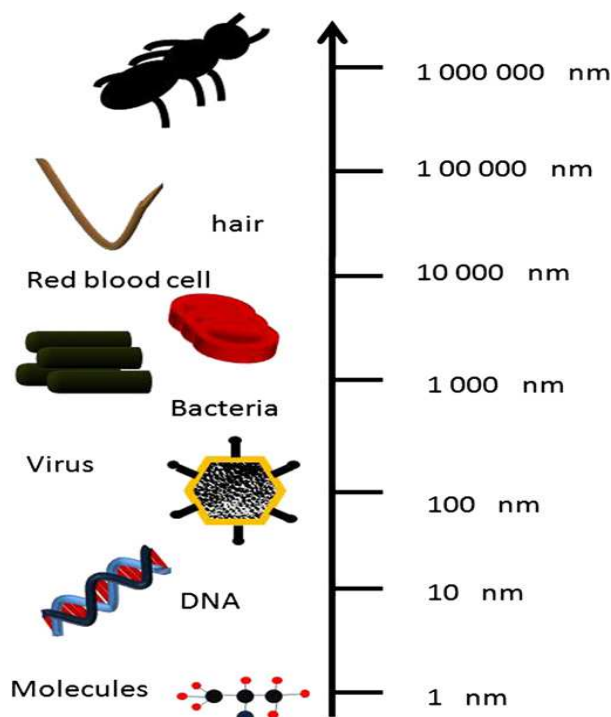
O uso de temáticas atuais na DC tem possibilitado excelentes resultados no ensino. A nanociência e nanotecnologia é uma dessas temáticas que podem ser abordadas (HERNANDES et al., 2013).

3.3 NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

3.3.1 Aspectos históricos da nanociência e nanotecnologia

Para se conhecer sobre Nanociência e Nanotecnologia (N&N) é preciso entender a raiz da palavra. Segundo Toma (2016) nano é o prefixo que tem como significado a representação do bilionésimo do metro, sendo sua unidade física o nanômetro, nm (10^{-9} m) (Figura 1). Nessa escala se encontram átomos e moléculas, que são os objetos de trabalho da nanociência. Sendo assim define-se nanociência como a ciência que faz a manipulação de moléculas e átomos em nível nanométrico. Ela busca compreender o comportamento de materiais que tem na sua composição estruturas nessa escala (GAMA, 2013). Já a nanotecnologia, para Melo e Pimenta (2004), utiliza dos conhecimentos da nanoescala para fabricar novos dispositivos aproveitando suas propriedades diferenciadas nas mais diversas aplicações tecnológicas.

Figura 1- Escala em nanômetro

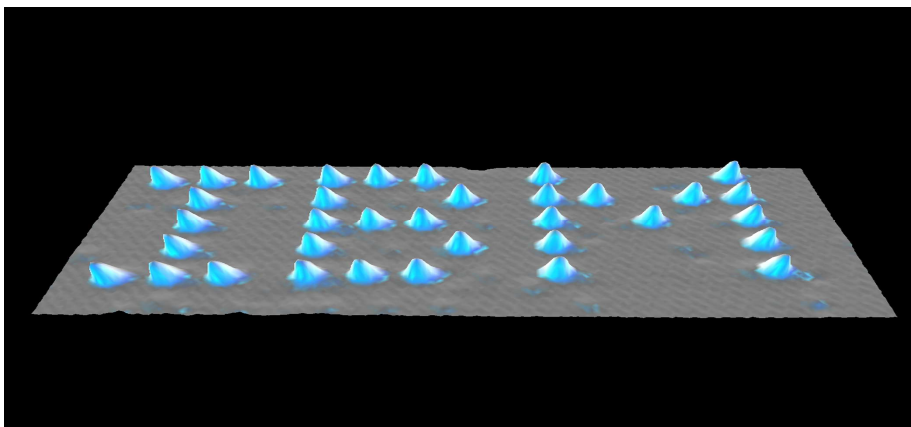


Fonte- BOISSEAU; LOUBATON, 2011

É atribuído o início do surgimento da N&N com a palestra de Richard Feynman (1960) intitulada *There's plenty of room at the bottom* (do inglês: Há muito espaço aí embaixo), como relatada por Novo (2013) e Toma (2016). Nessa palestra Feynman questionou a possibilidade de colocar toda a enciclopédia britânica na cabeça de um alfinete, e que essa possibilidade era válida utilizando caracteres na dimensão da nanoescala. Apesar de Feynman em sua palestra em 1960 ter falado do mundo nanométrico, foi somente em 1974 que o pesquisador Norio Taniguchi, da Universidade de Tóquio, usou a palavra nanotecnologia para descrever processos de criação de materiais e dispositivos em escala nano como afirmam Cadioli e Salla (2006) e Simões e Takeda (2015). Um dos outros fatos importantes para a história da N&N foi o ano de 1986 com a publicação do livro de Eric Drexler “Engenhos da criação”, onde ele levanta a hipótese de se construir máquinas moleculares, que seriam nanomáquinas, que poderiam se auto organizar (MELO; PIMENTA, 2004).

Com o desenvolvimento das técnicas microscópicas, foi possível gerar imagens em escala atômica (CADIOLE; SALLA, 2006). Em 1981 os pesquisadores da IBM Gerd Binnig e Heinrich Rohrer criaram o microscópio de tunelamento eletrônico conhecido como *Scanning Tunneling Microscope* (STM). Alguns anos depois foram feitos os *Atomic Force Microscope* (AFM). Uma demonstração da capacidade dessas microscopias foi quando os pesquisadores Donald Eigler e Erhard Schweizer da IBM fizeram a manipulação de 35 átomos de xenônio em um substrato de níquel desenhando o logo da empresa (Figura 2).

Figura 2- Logo marca da IBM em escala nanométrica

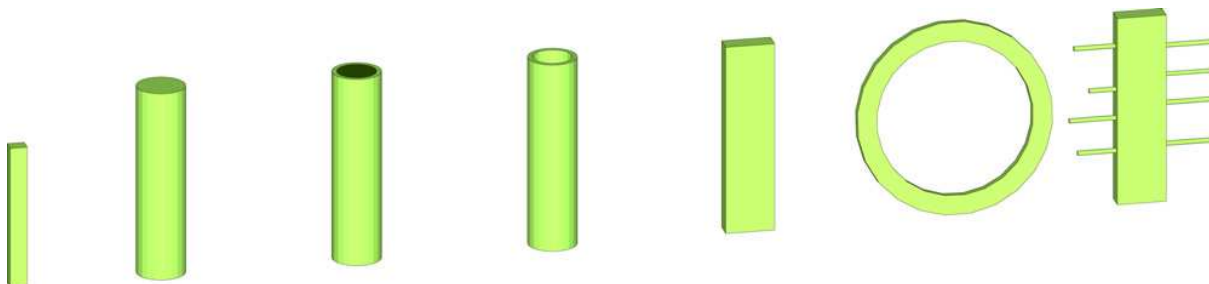


Fonte- IBM, 2009

3.3.2 Nanomateriais e nanoestruturas

Com o advento da N&N foi possível à criação de nanomateriais e nanoestruturas. Para Schulz (2013), nanomaterial é todo material que tem pelo menos uma das suas dimensões na escala nanométrica no intervalo de 1 a 100 nm. Entretanto, Zarbin (2007) diz que para termos um nanomaterial, além de ter o tamanho nanométrico, o material deve possuir propriedades diferentes do material massivo, pois pode haver materiais em escala nanométrica, mas com propriedades iguais ao do material massivo. Existem diversos tipos de nanomateriais como: nanopartículas metálicas, nanotubos de carbono, nanopartículas de óxidos de metais de transição, nanocompósitos, nanoemulsões, entre outros. Estes podem ter diferentes morfologias (Figura 3) (ALVES et al., 2012)

Figura 3- Diferentes Morfologias de nanoestruturas



Fonte- COMINI et al., 2013

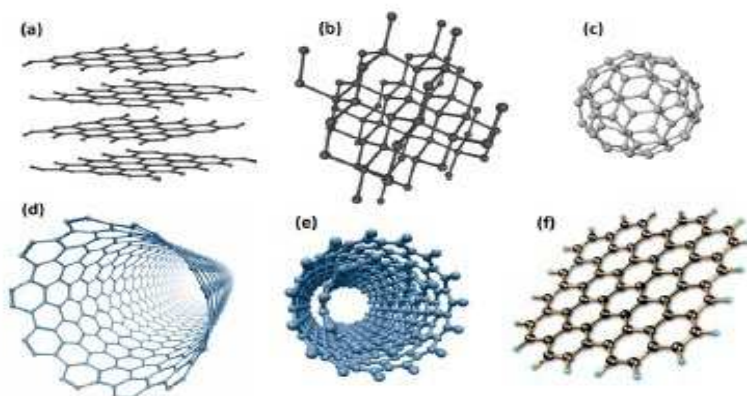
As nanopartículas podem ser obtidas de diversos materiais metálicos ou não metálicos. As nanopartículas de metais ocorrem quando metais como ouro, cobre ou prata tem suas partículas reduzidas a tamanho nanométrico, fazendo pequenas aglomerações. Essas partículas com dimensões reduzidas podem interagir com a radiação eletromagnética se comportando como plásmons de superfície, os quais são resultados da ressonância dos elétrons mais externos da nanopartícula metálica com a radiação. Isso pode gerar mudança de cor, como por exemplo, nanopartículas de ouro em determinado tamanho nanométrico tem a coloração vermelha diferente da sua cor natural amarela (MIYAZAKI; JUNIOR, 2015; TOMA, 2016).

Outra classe de nanopartículas são as chamadas nanopartículas magnéticas (NPMs). Segundo Francisquini, Schoenmaker e Souza (2014) as NPMs tem grande importância, pois apresentam o fenômeno do supermagnetismo e por serem biocompatíveis pode-se funcionalizar nanopartículas com materiais orgânicos. Geralmente essas nanopartículas supermagnéticas são feitas pelos metais Fe, Co e Ni e suas ligas. Também pode-se fazer nanopartículas supermagnéticas a partir de minerais como as ferritas puras (SOLER; PATERNO, 2015).

Outro tipo de material são os nanocompósitos. Estes são materiais que utilizam nanopartículas no polímero. Existem duas formas de sintetizar: a primeira baseia-se na mistura da nanopartícula com o polímero durante a extrusão. A segunda consiste em funcionalizar o monômero com a nanopartícula diretamente ligada a este e em seguida iniciar a polimerização. Assim o nanocompósito poderá ter propriedades óticas, elétricas e térmicas que o polímero não teria sem a presença da nanopartícula (DAMME, 2007). Em resumo, a nanopartícula produz propriedades que o material não possuía antes, assim gerando um novo tipo de material e agregando valor ao mesmo.

Os nanotubos de carbono foram descobertos por Sumio Iijima, em 1991, utilizando um microscópio eletrônico, ao observar a formação de fuligem. Os nanotubos de carbono são feitos por folhas de Grafeno (Figura 4), o qual tem o diâmetro de alguns nanômetros, mas seu comprimento pode chegar a ter milhares de nanômetros (PAUTRAT, 2011).

Figura 4- Formas alotrópicas do carbono



a) grafite; b) diamante; c) fulereno; d) nanotubo de carbono de parede simples; e) nanotubo de carbono de parede múltipla; f) Grafeno.

Fonte-OLIVEIRA; ZARBIN, 2013

Na fabricação de nanomateriais e nanopartículas, a N&N se utiliza de duas abordagens, são elas: *top down* (de cima para baixo) e *bottom up* (de baixo para cima) (ADAMS; BARBANTE, 2013; MARTINS et al.,2014; MIYAZAKI; JUNIOR,2015).

Na estratégia *top down* os nanomateriais são criados a partir do material maciço, o qual é particulado até que chegue a tamanhos bem pequenos. As técnicas mais empregadas são o desgaste mecânico e a litografia.

Já na estratégia *bottom up* ocorre o inverso da *top down*. Ela se utiliza de precursores atômicos ou iônicos para fazer a construção de partículas maiores até a dimensão de interesse. As formas mais empregadas são na fase líquida e gás, síntese sol-gel e síntese via redução de sais metálicos.

4 METODOLOGIA

Neste trabalho realizou-se uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa se caracteriza como um estudo da estrutura de fenômenos sociais, onde sua preocupação se volta para as opiniões e/ou motivos do sujeito. (BREVIDELLI, SERTÓRIO, 2010).

No desenvolvimento deste trabalho foi realizado uma sequência lógica dividida em três etapas.

Na primeira etapa, para a realização deste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema nanociência e nanotecnologia e das ferramentas experimentação e divulgação científica que seriam usadas. A pesquisa foi realizado por meio do buscador Google Scholar, pelos Periódicos da Capes e pela Base da Dados Scielo.

Na segunda etapa foram feitas testes dos experimentos e a leitura dos textos de DC. Após lido os textos e feito os testes, foram selecionados os experimentos e textos de divulgação científica que iriam compor a sequência didática. Foi realizada a adequação dos experimentos e a adaptação dos textos de DC conforme a realidade dos alunos.

Com a autorização da direção da escola foi realizado a terceira etapa que consistiu na aplicação da sequência didática. A aplicação foi realizada em duas turmas do terceiro ano do ensino médio regular, com cada turma tendo em média 45 alunos, em uma escola Estadual no Município de São João de Meriti no Estado do Rio de Janeiro.

A aplicação da sequência didática ocorreu durante três semanas, em cada semana os alunos tiveram dois tempos de aula, totalizando 1h 40 min de aula da disciplina Química. Nessas três semanas realizou-se uma aula expositiva, uma atividade experimental e uma atividade com os textos de DC com o acompanhamento da professora de Química das turmas.

No primeiro momento da aplicação da sequência didática foi entregue aos alunos um Questionário de conhecimentos prévios (Apêndice A) referente a N&N. Depois com a utilização de slides (Apêndice B) foi abordado os conceitos básicos da N&N.

No segundo momento da aplicação da sequência didática foi realizada a atividade experimental através de um roteiro previamente elaborado (Apêndice C).

No terceiro momento da aplicação da sequência didática foi realizada a atividade com os textos de DC (Anexo A) e (Anexo B), onde foi feita a leitura dos textos e promoveu-se um debate sobre a temática.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA DOS EXPERIMENTOS E TEXTOS DE DC.

Foi realizada uma pesquisa sobre trabalhos que envolvessem a temática de N&N. Essa pesquisa abrangeu artigos, livros, teses, dissertação e reportagens de revistas e também blogs. Nesses meios foram pesquisados experimentos e textos de DC relacionados à nanociência que pudessem ser trabalhados em sala de aula. Verificou-se que existem poucos trabalhos que utilizam a N&N no Ensino de Química.

5.2 SELEÇÃO, TESTES E ADAPTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E TEXTOS DE DC

Com a leitura dos artigos e livros foi realizada uma pré-seleção dos experimentos que poderiam vir a ser utilizados nas aulas. Para a seleção buscou-se experimentos que não utilizem reagentes de difícil aquisição. Optou-se por atividades que pudessem substituir os reagentes por materiais de baixo custo. Outro fator que levou-se em consideração, foi os conceitos químicos que estariam envolvidos e que pudessem ser trabalhados durante a atividade experimental.

Selecionou-se três experimentos: produção de nanopartículas de cobre, produção de nanopartículas de magnetita e utilização do carvão magnético em remediação ambiental. Para todos esses experimentos foram realizados testes para verificar sua viabilidade como atividade em sala de aula.

No experimento de nanopartículas de cobre os testes não foram positivos para sua reprodução, devido a sua alta complexidade. A instabilidade do cobre(I) que se oxida facilmente na presença de oxigênio, inviabilizou a reprodução desse experimento com materiais alternativos.

Para o experimento do carvão magnético, foram feitas adaptações dos materiais usados no roteiro de Toma e colaboradores (2016), onde usou-se uma solução de ferro(II) e uma solução de ferro(III) de mesma concentração. Para o sistema de aquecimento que estava no roteiro usou-se banho-maria com a utilização de um aquecedor de água elétrico. Conseguiu-se produzir o

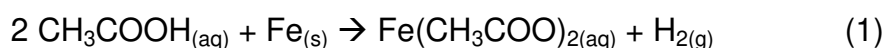
carvão magnético, mas em pequena quantidade onde não foi possível usá-la para os testes do experimento. Sendo assim como não se obteve êxito, ele foi eliminado. É importante destacar que, mesmo usando materiais de baixo custo o carvão magnético foi obtido, sendo possível que em futuros trabalhos esse processo seja aprimorado para que se consiga material suficiente para a realização da prática.

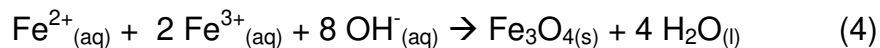
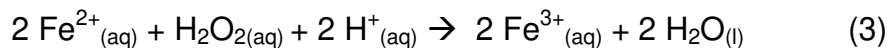
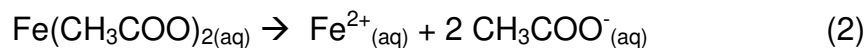
No experimento de produção de nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4), conseguiu-se material suficiente e foi reprodutível. Foram feitos inúmeros testes para aprimorar a reprodução do experimento. O roteiro foi baseado no trabalho de Silva e colaboradores (2012) e Toma e colaboradores (2016), onde foram utilizadas grandes quantidades de reagentes. Como não se dispõem de reagentes de laboratórios, usou-se materiais alternativos de baixo custo, para não se ter um alto gasto econômico nos testes e na realização da atividade experimental (Quadro 2).

Quadro 2 – Reagentes e materiais alternativos utilizados para o experimento.

Reagente	Material alternativo
Acido acético (CH_3COOH)	Vinagre
Ferro (Fe)	Palha de aço
Solução de Fe^{2+}	Produto da reação do vinagre com palha de aço
Peróxido de hidrogênio (H_2O_2)	Água oxigenada comercial 10 Vol.
Solução de Fe^{3+}	Produto da solução de Fe^{2+} com a água oxigenada comercial
Hidróxido de sódio (NaOH)	Soda Cáustica

Foram feitos os cálculos e os testes para realizar o experimento utilizando o mínimo possível, mas suficiente para possibilitar a visualização das nanopartículas formadas e sua atração pelo imã. Segue as equações 1-4 da produção da magnetita.





O roteiro (Apêndice C) foi escrito para servir de guia para o aluno, de forma clara, tentando o máximo possível usar uma linguagem simples para que não houvesse dúvidas. No roteiro acompanhado das orientações continham perguntas para que o aluno estivesse atento ao procedimento que estava realizando e pudesse fazer suas anotações, pensando no que ocorreu e na tarefa que estavam realizando, elaborando suas próprias conclusões. (SILVA, 2016; OLIVEIRA, 2010).

Para o desenvolvimento dos textos de DC foi usado reportagens das revistas *Veja*, *Época*, *Galileu*, e nos jornais, *Jornal do Brasil*, *O Estadão* e blogs que falam sobre ciência. Foram selecionados oito textos para serem analisados.

A maioria dos textos abordava a nanotecnologia aplicada a saúde, de novos medicamentos a diagnósticos. Um texto informava acerca dos benefícios que as nanopartículas viriam a trazer. Em três reportagens alertava sobre os riscos e conseqüências que a nanotecnologia poderia trazer e uma reportagem que informava sobre criações de novas baterias para smartphones e notebooks.

Um dos critérios para a escolha dos textos foi a linguagem usada: os textos deveriam possuir poucos termos técnicos, ou que explicassem durante o texto o significado de cada termo que estava sendo usado, para que assim houvesse um melhor entendimento da parte do alunos. O tamanho do texto também foi levado em consideração, pois um texto muito longo poderia levar o desinteresse do aluno pela atividade.

Outro fator visto foi o assunto tratado na reportagem, pois com algum assunto que o aluno esteja familiarizado, ou que possua interesse, é esperado que tenha uma maior participação nas atividades realizadas em aula. Outro aspecto que foi levado em consideração foi baseado nas idéias de Pereira

(2014), que sugere a utilização de textos com idéias opostas a fim de fazer com que o leitor desenvolva um pensamento crítico sobre o que está lendo.

Com base nos critérios pré estabelecidos para a seleção dos textos de DC, decidiu-se trabalhar com 2 textos: “Baterias- evolução e o que o futuro nos reserva” (Anexo A) e o texto “Tratada como revolução tecnológica, nanociência requer regulamentação” (Anexo B). O primeiro texto possuía informação que poderia ser retirada, ou que poderia ser resumida, como a história das pilhas e baterias. Essa parte foi retirada do texto e colocada em uma linha do tempo, para que os alunos pudessem observar como as baterias e pilhas evoluíram ao longo dos anos.

O primeiro texto, também, apresenta uma visão mais otimista sobre a nanotecnologia, onde somente aponta os benefícios que irá trazer, sem se preocupar com os possíveis malefícios. Já o segundo texto discorre sobre a nanotecnologia com mais cautela, informando que seus produtos ainda estão em fase experimental e que não temos muito conhecimento do mundo nano, logo, é preciso ter regulação para que no futuro essa tecnologia não traga risco para sociedade.

5.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

5.3.1 Primeiro momento: apresentação e avaliação prévia do conhecimento dos alunos sobre a temática.

Na primeira aula inicialmente foi dado um questionário (Apêndice A), a fim de saber os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema nanociência e nanotecnologia. Depois foi realizada uma aula expositiva com a utilização do Power Point em uma sala multimídia que a escola possui. Os títulos dos slides faziam referência às perguntas que continham no questionário dado a eles.

Ao serem perguntados o que seria nanociência e nanotecnologia, muitos alunos não sabiam do que se tratava o tema. Assim iniciou-se os primeiros conceitos sobre N&N.

Foi discutida a escala nanométrica, onde foi explanado sobre o tamanho dos objetos e a importância de sabermos as unidades de comprimento para termos a idéia da dimensão dos objetos que estão no nosso dia-a-dia. Logo

após, foi demonstrado a linha histórica do desenvolvimento da N&N, quais as motivações iniciais para começarem a pesquisar sobre essa área, o que levou a sua criação e a época em que esses fenômenos começaram a ser percebidos.

Nesse primeiro momento com a turma 1, houve pouca participação dos alunos durante a aula. Quando abordou-se sobre nanomateriais encontrados na natureza e as aplicações na indústria, os alunos começaram a se interessar e assim ficaram mais dispostos a falar e debater. Eles ficaram curiosos nas propriedades das nanopartículas e no que elas faziam. Também houve um debate acerca do uso de nanopartículas em cosméticos e se era bom ou ruim o uso delas. Foi explicado que a pele humana tem poros, e que as nanopartículas têm tamanho menor do que esses poros, pois estão na escala de nanômetros, possibilitando a entrada destas no corpo humano. Após esta informação, houve uma exaltação dos ânimos no debate, sendo necessário controlar a turma para que cada aluno pudesse falar.

Na turma 2 foi dado o mesmo conteúdo, entretanto desde o início esta turma se mostrou mais participativa, fazendo mais perguntas e demonstrando maior interesse durante a explicação. Houve também um interesse maior por parte deles quando começou a ser falado das aplicações das nanopartículas e na discussão do uso de nanopartículas de prata em desodorantes. Foi também discutido o uso de substâncias na indústria alimentícia que podem trazer malefícios à saúde. Portanto, não é só com nanopartículas que deveriam ter essa preocupação, mas também com outros produtos que eles consomem.

Nesta primeira aula, inicialmente focou-se em conceitos sobre a N&N, onde observou-se que houve pouca adesão da primeira turma. Entretanto a segunda turma mostrou-se mais receptiva. De fato os conceitos em Química são bem abstratos, tanto quanto abordar a escala nanométrica, o que leva a uma menor atratividade para os alunos, dependendo de como é conduzido. No entanto fica difícil avaliar o porquê da falta de interesse inicial por parte da primeira turma, tendo em vista, que o comportamento humano é muito complexo.

Ao ser abordado as aplicações da N&N houve maior interesse e curiosidade de ambas as turmas. Nesse momento há uma maior conexão do conceito com a vida cotidiana. O conceito ganha significado prático para o

aluno. Afinal, muitos alunos já usaram produtos que utilizam nanotecnologia, mas não sabiam disso. Através desse diálogo sobre as aplicações desses produtos, muitos puderam identificar a nanociência e nanotecnologia presentes em seu dia-a-dia.

Ao final da aula para as duas turmas foi pedido para que na próxima aula trouxessem um copo cheio com vinagre branco e palha de aço dentro, para que pudessemos realizar a atividade experimental.

5.3.2 Segundo momento: atividade experimental

No segundo encontro, por motivos da escola fazer uma reunião com os professores, as duas turmas tiveram sua carga horária reduzida, onde normalmente uma aula que tem dois tempos com duração de 1h 40 min foi reduzida para 1h 15 min, e assim os alunos saíram mais cedo. Isso acabou afetando um pouco o andamento da aula naquele dia.

Na aplicação da turma 1, por ser a primeira aula, alguns alunos acabaram chegando atrasados. A maioria dos grupos levou a solução de vinagre com palha de aço, que foi feita 12 horas antes, demonstrando interesse no procedimento experimental proposto. Foi pedido esse tempo, pois a reação é lenta, mas se passar muito de 12h, devida a temperatura alta, a solução de ferro(II) poderia oxidar a ferro(III) inviabilizando o experimento.

De início foi entregue e lido com os alunos todo o roteiro (Apêndice C). Como no experimento iria utilizar soda cáustica, que é perigosa, a tarefa de preparo da solução foi realizada pelo professor. Durante o preparo da solução de hidróxido de sódio, foram mostrados os procedimentos para os alunos. Como a dissolução de soda caustica em água libera energia foi pedido para os alunos encostarem (colocarem a mão) no copo para que pudessem verificar que houve um aumento de temperatura. Perguntou-se aos alunos se estava ocorrendo um processo endotérmico ou exotérmico, o que serviu como uma revisão de conceitos que eles viram durante o início do ano. Muitos alunos apesar de saberem que era um processo exotérmico, quando sentiram a liberação de calor, não acreditaram no que estava ocorrendo, demonstrando grande surpresa. Esta observação ilustra bem o fato de muitos alunos

conhecerem o conceito químico, mas sem que este tenha significado prático em sua vida.

Depois, iniciou-se os procedimentos para a produção da nanopartícula de magnetita. Durante a leitura do roteiro, os alunos foram instigados a pensar sobre o que ocorreu com a mistura de vinagre e palha de aço realizada por eles um dia antes. No início os alunos não souberam responder, sendo, a partir disso feito as provocações e estímulos para que refletissem.

Importante falar que durante a execução do experimento houve alguns momentos que os alunos ficaram dispersos, sendo necessária a intervenção do professor para que voltassem a realizar a prática. Ao final, após todos os grupos terem executado o procedimento, apenas um grupo não conseguiu produzir a magnetita e sim hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Foi conversado com os alunos sobre a reação da produção da magnetita e os possíveis “erros/falhas” que o grupo cometeu, não conseguindo produzir a magnetita. Nesse momento frisou-se a importância das quantidades e a estequiometria numa reação química.

Já na aplicação da segunda turma os alunos chegaram muito agitados. Muitos alunos não vieram na aula anterior e não haviam sido informados acerca da necessidade de trazer a solução pronta de casa para realizar o experimento. Os outros grupos que trouxeram o material dividiram com os alunos que não trouxeram e assim todos os alunos presentes puderam realizar a atividade.

Iniciaram-se os procedimentos para a realização da atividade experimental, onde foi usada a solução de hidróxido de sódio que foi preparada com a turma 1. Foram feitos questionamentos para os alunos em relação à prática. Observou-se que os alunos tiveram muita dificuldade no decorrer da aula para realizar os procedimentos, pois não entenderam o que deveria ser feito e os processos que ocorreram. Devido a isso, foi realizada uma revisão que não estava prevista dos conceitos que estavam sendo abordadas, como oxidação, corrosão e que metais de transição em geral não tem nox fixo e podem formar diferentes cátions. Com essa revisão os alunos puderam responder às questões. Isso mostra que em qualquer atividade é preciso que o professor se antecipe e traga todo o material para auxiliar os alunos, caso eles tenham dúvidas sobre conceitos que serão trabalhados nessa atividade.

Conforme os grupos seguiam os procedimentos até o final, muitos grupos acabaram não chegando ao resultado desejado e esses alunos ficaram frustrados. Muitos grupos não quiseram repetir o procedimento de novo, pois, ficaram mais preocupados em responder as questões, com medo de sofrer alguma “penalidade”. Foi explicado que deveriam falar que o resultado deu errado e qual era o esperado. Com o tempo curto a aula acabou e os alunos entregaram o roteiro com as perguntas respondidas. Foi discutido com os alunos a importância do erro, pois, através deles também consegue-se chegar a resultados e pensar no que pode ser melhorado. Isso serviu para desmistificar o pensamento geral de que a evolução da ciência baseia-se em experimentos que sempre darão certo e que os avanços que temos hoje foram facilmente conseguidos como a simples mistura de duas substâncias. (FREITAS et al., 2017).

Piaget pontua sobre a importância do erro na construção do conhecimento do aluno. Uma vez que o aluno perceba o erro, o mesmo deve buscar formas para contorná-lo, passando por um processo de reestruturação do pensamento gerando um desequilíbrio na sua organização mental. O aluno elaborará um novo modelo explicativo para o que está sendo observado, construindo seu conhecimento. Mas para isso é preciso que o professor estimule o aluno a fazer esse exercício (DÁVIS, 1991).

O fato do tempo reduzido no dia e os alunos saberem que seriam liberados mais cedo, acabou atrapalhando o andamento da aula com a turma 2, que estava agitada para ir logo embora. Talvez devido a isso acabaram fazendo os procedimentos errados e não conseguiram produzir as nanopartículas.

Muitos alunos acabam erroneamente acreditando que as práticas em química sejam somente misturar “coisas” devido a uma visão estereotipada do que um cientista/químico realiza em um laboratório (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002). Entretanto, na maioria das vezes isso não ocorre. Mesmo com essa visão deturpada alguns alunos tiveram a curiosidade de saber o que ocorreu para ter dado “errado”.

Talvez devido ao fato de terem saído cedo e não conseguirem trabalhar com o tempo reduzido acabou comprometendo a eficácia da atividade no caso da turma 2. Em contrapartida na turma 1, por ser a primeira aula e ainda terem

outras naquele dia, os alunos foram mais receptivos para a atividade levando a um melhor aproveitamento. Portanto nem sempre uma mesma atividade irá servir para duas turmas. Vários fatores estão envolvidos, como o tempo, a realidade da escola, o interesse individual do aluno para a proposta que o professor traz, etc.

5.3.3 Terceiro momento: atividade com os textos

No terceiro e último encontro foram levados 2 textos que falavam sobre N&N. Os textos foram “ Baterias- evolução e o que o futuro nos reserva e “ Tratada como revolução tecnológica, nanociência requer regulamentação.” A turma foi separada em duplas, onde cada integrante da dupla ficou com um dos textos. Foi dado 25 minutos para que os alunos lessem os textos. Depois foi feita a leitura dos textos e tiradas as dúvidas dos alunos acerca do que eles não entenderam no texto.

Os textos tinham pontos de vistas diferentes sobre a N&N: um possuía uma visão otimista da N&N e o outro alerta sobre as consequências que poderia trazer se não fosse pensada com responsabilidade. Diante disso, foi estimulado que os alunos debatessem sobre o assunto e argumentassem sobre sua posição em relação aos textos. Após a discussão dos textos, foi pedido aos alunos que elaborassem um texto onde escrevessem sobre a discussão realizada em aula e suas conclusões acerca do tema da N&N com base nos textos.

Na turma 1, observou-se grande entusiasmo por parte dos alunos. Durante a leitura do texto, muitos alunos perguntaram sobre palavras ou expressões que estavam no texto e que não entenderam, sendo tiradas suas dúvidas.

A discussão sobre o uso e regulamentação de produtos nanotecnológicos teve ampla participação dos alunos. Vários argumentaram defendendo o uso de produtos sem uso de regulamentação e defendendo o uso de regras para serem aprovados esses produtos. Para tornar mais clara essa idéia, foi dado o exemplo já comentado na primeira aula do desodorante que usa nanopartículas de prata, com base nesse exemplo foi discutida com os alunos a sua comercialização.

Durante a discussão um aluno fez uma observação importante, que o uso de produtos nanotecnológicos que precisam ser ingeridos ou que são aplicados no corpo, pode ser feito comercialmente, mas para que não tenha danos ao homem, deve-se usar o produto em pouca quantidade e em grandes intervalos de tempo. Ele terminou dizendo que para o caso do desodorante não é preciso usá-lo a todo o momento e em grandes quantidades, só quando for necessário para que o produto faça sua função. Observa-se que pela fala desse aluno, que ele possui o entendimento sobre a quantidade do material usado e o conceito de concentração. Se um produto tem uma determinada concentração se utilizá-lo em excesso estará colocando muita substância dentro do seu corpo, podendo afetar sua saúde.

Antes de iniciar a atividade dos textos com a turma 2, foi conversado com a turma sobre os possíveis motivos de não terem conseguido o resultado esperado na aula anterior, pois muitos alunos acabaram saindo durante o momento da explicação. Por esse motivo decidiu-se explicar para eles e mostrar que os erros dentro da ciência também são válidos e que pode-se aprender com eles.

Iniciando a atividade com a turma 2, também foi feita a leitura dos textos com os alunos. Entretanto observou-se pouca adesão da turma em relação à atividade, com poucos alunos participando. Os alunos foram estimulados a debaterem sobre o assunto, mas não houve participação efetiva. Provavelmente os alunos se sentiram desconfortáveis em analisar e expressar suas opiniões pela falta de atividades que estimulem a reflexão no dia a dia escolar.

5.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

Para a realização da análise do Questionário (Apêndice A) foram separadas em categorias as respostas dos alunos. Tiveram respostas de alunos que foram colocadas em mais de uma categoria. O questionário foi respondido por duas turmas do terceiro ano do ensino médio, sendo o total de 47 alunos, 23 alunos da turma 1 e 24 alunos da turma 2.

A primeira questão perguntava aos alunos se eles conheciam sobre a nanotecnologia e que falassem o que sabiam do assunto. Observou-se pelo

Quadro 3 que a maioria dos alunos não possui algum conhecimento sobre nanotecnologia. As demais respostas falaram que a nanotecnologia se referia ao mundo atômico, produção de tecnologia ou a peças/objetos pequenos, também houve respostas que associaram duas ou mais categorias.

Quadro 3- Respostas dos alunos sobre o que é nanotecnologia

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Referem ao mundo dos átomos	“um tipo de pequena molécula”	9
Referem à tecnologia	“Não muito, mas acredito que seja uma tecnologia pequena, avançada e cara”	19
Peças/Objetos pequenos	“Acredito que nanotecnologia seja o estudo de pequenas peças eletrônicas”	10
Não sabiam	“Não sei”	27

Observamos que a maioria dos alunos que possuem alguma concepção sobre nanotecnologia, tem uma visão de que a nanotecnologia como o próprio nome diz tem relação com a tecnologia. Outro ponto importante para ser destacado é que das 4 categorias duas dizem respeito a “coisas” pequenas. Teve um número significativo de alunos que associaram a nanotecnologia com o termo pequeno, o que nos leva a acreditar que os alunos possuam alguma noção acerca do prefixo nano, que pode significar pequeno. Entretanto a visão que os alunos possuem sobre nanotecnologia é que se produz peças em tamanho pequeno e não que está relacionado ao tamanho da partícula que constitui a peça, como podemos ver na fala de um aluno:

A9: Para o meu conhecimento nanotecnologia, “é” o estudo e fabricação de peças pequenas é compactas.

Também percebe-se que para os alunos a nanotecnologia está ligada a indústria eletrônica em especial a de informática e celulares. Isso pode ocorrer pelo apelo da mídia e da própria internet com a divulgação de novos avanços tecnológicos onde quase sempre está associado a essas duas indústrias.

A10: Acredito que nanotecnologia seja o estudo de pequenas peças eletrônicas

A35: Eu acho que é uma tecnologia pequena tipo um chip

Na segunda questão foi perguntado se os alunos sabiam a diferença entre nanociência e nanotecnologia. Novamente observa que a grande maioria dos alunos não possui conhecimentos sobre os termos, o que pode ser esperado já que a N&N não é divulgada de forma correta, como pode ser visto no Quadro 4 .

Quadro 4- Respostas dos alunos sobre a diferença entre nanociência e nanotecnologia

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Ciência e aplicação	"Não sei, nanotecnologia fala sobre as inovações tecnológicas e a nanociência fala sobre ciência."	5
Estudo sobre micro-organismos, Produção de peças compactas	"A nanotecnologia estuda por exemplo as pequenas peças eletrônicas e a nanociência estuda as partes microscópicas de um ser por exemplo as bactérias."	3
Não sabem ou não tem conhecimento dos termos	"Não sei."	39

Vemos que os estudantes têm uma visão que nanotecnologia está ligada a produção e a nanociência ao estudo científico. Entretanto aqui temos diferentes níveis de respostas onde alguns alunos forneceram respostas mais elaboradas citando onde podemos ter o desenvolvimento da nanotecnologia e da nanociência. De acordo com a análise dos questionários, cinco alunos têm uma noção generalista sobre nanociência e nanotecnologia, quando afirmam que a nanociência é um ramo da ciência que estuda fenômenos nano e a nanotecnologia está ligada a produção de artefatos tecnológicos. Outros três

alunos possuem o mesmo entendimento, mas conseguem dizer onde podem ser encontrados, como podemos ver em suas respostas:

A9: Nanotecnologia é o estudo de produtos sobre peças pequenas e compactas, nanociência é o estudo sobre bactérias e micro-organismos

A terceira questão pergunta aos alunos se a nanociência foi uma criação recente, ou não. O objetivo dessa questão era verificar se para os alunos a nanociência que está sendo tão comentada, sendo considerada como uma nova revolução tecnológica foi desenvolvida recentemente, em tempos modernos, ou se ela já estava sendo estudada e com as tecnologias de hoje podemos ver os resultados do que já foi pesquisado. As respostas dos discentes podem ser vistas no Quadro 5.

Quadro 5- Respostas dos alunos sobre a nanociência ser recente

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Novo	“sim, pois pode ser uma ferramenta de uso para produzir algo de grande tecnologia.”	13
Antigo	“Não, creio que seja algo que “aperfeicoar” com o passar dos anos.”	20
Não sabem ou não tem opinião	“Não sei.”	14

Observa-se que uma parte dos alunos entrevistados acredita que nanociência é um conhecimento que já vinha sendo estudado. Temos em destaque a resposta de um aluno (Quadro 5) que pontuou que o conhecimento se desenvolve com o tempo. A outra parte dos alunos divide-se em dois grupos: um grupo que acredita que a nanociência é um conhecimento novo, sendo produzido apenas nos dias atuais e outro grupo que não teve opinião.

A quarta questão perguntava aos alunos se eles saberiam dizer se existe algum material nano que pode ser encontrado na natureza. Nessa pergunta queria saber se para os alunos nanomateriais são fabricações apenas humanas, ou se ocorrem também na natureza.

Pelo Quadro 6 percebe-se que a maioria dos estudantes entrevistados não possuem conhecimento sobre ter nanomateriais na natureza. Isso

acontece, pois esse assunto não é abordado no ensino médio dando ênfase nas estruturas dos materiais encontrados na natureza.

Quadro 6- Respostas dos alunos se existe nanomateriais na natureza

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Expressão que sim, mas não sabem citar	“Sim. Sei que existem, mas não sei o nome”	6
Átomos e moléculas	“Sim, átomos”	7
Não tem nenhum conhecimento	“Não sei”	30
Respostas vagas ou relacionadas a outros aspectos	“Sim, através do refinamento de minérios”	4

Outro dado importante é que alguns alunos acreditam que átomos e moléculas são materiais. Talvez para os alunos como a palavra nano remete-se ao pequeno, o nanomaterial, o material pequeno seja átomos e moléculas, pois são entidades minúsculas. Esses alunos não observaram que o nanomaterial é qualquer objeto ou artefato que em sua estrutura possua partículas em tamanho nanométrico.

Em outra categoria de respostas, verifica-se que os alunos possuem alguma noção da existência de nanomaterias na natureza. Entretanto, devido a não ter conhecimentos suficientes não sabiam citar qual artefato poderia ser. Por fim temos um grupo de alunos que deram respostas vagas ou que se relacionavam a outros tópicos.

É importante fazer uma observação para essa questão: todas as perguntas depois foram debatidas durante a aula. No momento que chegou ao tópico de nanomateriais naturais foi lembrado com os alunos sobre essa questão e foi discutido com eles sobre conchas marinhas, que são um exemplo de artefato que possui nanomaterial. Elas possuem nanoestruturas de CaCO_3 que dão rigidez a concha, diferente do giz que também é feito de CaCO_3 , entretanto como não tem estrutura nano é mais frágil e assim se torna quebradiço. Portanto, um material feito pela natureza possui mais resistência do que um material fabricado pelo homem (TOMA, 2004).

Na quinta e última questão desse questionário (Apêndice A) foi perguntado aos alunos se conheciam algum produto que usasse nanotecnologia. Nessa questão buscou-se verificar se os alunos tinham conhecimento de que algum produto que utilizam seja um produto nanotecnológico.

Quadro 7- Resposta dos alunos sobre produtos que usam nanotecnologia

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Produtos eletrônicos	“Sim. Alguns computadores”	7
Chips	“Sim, os nanos chips”	4
Não sabem citar	“Sei que existe, mas não lembro de nenhum”	35
Outros	“partículas de pequenas moléculas”	1

Observa-se pelo Quadro 7 que a maioria dos alunos tem conhecimento da comercialização de produtos que utilizam a nanotecnologia, mas não conseguem descrever qual produto estaria utilizando. Também pode ser observado que 11 alunos vêem a nanotecnologia ligada a indústria de eletrônicos, como já foi citada no Quadro 3. Em suas respostas relacionavam a computadores, celulares e outros eletrônicos.

A4: Não sei dizer. Talvez componentes de eletro “dosméticos”

A14: Sim, celulares, computadores, relógios.

A35: Sim, o micro-chip

Houve uma resposta de um aluno que falou sobre pequenas moléculas serem produtos que utilizam nanotecnologia. Percebe-se que este aluno não conseguiu associar a utilização de nanoestruturas em materiais para forjar um novo produto que está sendo vendido no mercado. Para ele a molécula por si só já é um produto nanotecnológico, sendo esta apenas à menor parte de uma substância química e que mostra sua composição e propriedades.

5.5 ANÁLISE DO ROTEIRO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL

Para a realização da atividade experimental a turma foi separada em grupos, onde deveria ter 4 alunos por grupo. Foi entregue para cada grupo o roteiro da atividade experimental (Apêndice C) onde constavam perguntas depois de cada procedimento para que o grupo respondesse. Nas duas turmas tiveram o total de 13 grupos, sendo 6 grupos na turma 1 e 7 grupos na turma 2. A figura 5 mostra os materiais utilizados na atividade experimental.

Figura 5- Materiais usados na atividade experimental.



Fonte- Próprio autor

A primeira pergunta do roteiro pedia para os alunos verificarem a cor da solução do vinagre antes de ter passado o período de 12 horas, e a cor depois. Também perguntava o que teria acontecido. Essa pergunta teve como objetivo fazer os alunos observarem que a oxidação de alguns metais, como metais de transição quando oxidados apresentam mudança na coloração. Entretanto como a marca do vinagre que os alunos usaram não foi a mesma, pode ter influenciado na coloração final. Outro aspecto é que o critério de cor pode ser muito subjetivo, então na categoria das respostas foi dada ênfase no processo que ocorreu. Observa-se pelo Quadro 8 que a maioria dos grupos conseguiu informar que o processo que ocorreu foi uma oxidação.

Quadro 8- Respostas dos alunos sobre que ocorreu na solução de vinagre depois de 12 horas.

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Ocorreu corrosão	“Antes transparente, depois verde musgo, houve corrosão.”	6
Ocorreu oxidação	“Antes era transparente e agora está amarelado. Corrosão, pois o vinagre é corrosivo, O ferro oxidou.”	3
Formou ferrugem	“A coloração era branca, e após passar 24 horas a coloração ficou amarelada. A palha de aço soltou ferrugem mudando a coloração”	1
Responderam parcialmente	“No nosso ficou incolor/ mesma cor no padrão ficou levemente esverdeado”	6

Pelo Quadro 8 concluímos que boa parte dos grupos chegou na resposta correta de que ocorreu uma oxidação da palha de aço com o vinagre, entretanto tivemos níveis de respostas mais elaboradas. Alguns grupos responderam apenas que o vinagre é corrosivo, sendo a corrosão um tipo de oxidação que pode ocorrer. Entretanto esses grupos não associaram o vinagre ser corrosivo com o fato de ele oxidar o ferro. Por outro lado temos grupos que conseguiram fazer essa associação do fato do vinagre ser corrosivo e também provocar a oxidação da palha de aço.

G1: Era transparente e depois ficou meio “verdiado”. Corrosão, o pois o vinagre e “corrossivo”. O ferro oxidou.

G2: Transparente e depois ficou amarelado. “Corrossão”, pois o vinagre é “corrossivo”, quando entrou em contato com o ferro oxidou

Um único grupo informou que o processo ocorrido foi a ferrugem da palha de aço, sendo a ferrugem um tipo específico de oxidação que ocorre em materiais ferrosos. Eles também observaram que foi esse processo que fez com que a solução obtivesse uma coloração diferente. Outro fato importante de

se analisar é que esse foi o único grupo da turma 2 que deu uma resposta sobre o processo ocorrido.

Por fim, temos os grupos que somente responderam a mudança de aspecto da solução de vinagre. É importante salientar que foram praticamente todos os grupos da turma 2. Provavelmente essa resposta simplista e incompleta mediante ao que foi perguntado, seja devido à falta de abordagens desse tipo, nas quais eles precisem refletir acerca do que realizam e do que estão observando. À medida que os alunos forem instigados a encontrar respostas com mais frequência, estes tendem a desenvolver sua capacidade crítica e de análise.

A segunda pergunta questionava os alunos o processo que teria ocorrido depois que colocaram a água oxigenada comercial na solução de vinagre que tinha ferro e a cor formada. Assim como já falado na pergunta anterior foi dada ênfase no processo ocorrido pelos mesmos motivos, pois o objetivo é verificar se os alunos conseguiam identificar o tipo de processo que estava ocorrendo na solução, sendo a coloração somente um indicativo. Nessa pergunta pode se perceber pelo Quadro 9 que quase a totalidade dos grupos conseguiu responder corretamente informando que ocorreu um novo processo de oxidação na solução.

Quadro 9- Respostas dos alunos sobre o que ocorreu depois da adição da água oxigenada comercial.

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Ocorreu oxidação	“A cor ficou escura, avermelhada. Ocorreu a oxidação”	5
O íon Fe^{2+} sofreu oxidação	“Vermelho, oxidação do ferro que já estava oxidado”	6
Informou a espécie formada	“Vermelho, Fe^{III} ”	1
Só informou a coloração	“Vermelho”	1

Novamente temos níveis de respostas mais elaboradas do que outras. Temos 5 grupos que deram uma resposta correta, mas de maneira simples. Eles concluem que ocorreu uma oxidação quando adicionou a água oxigenada.

6 grupos que também falam da ocorrência da oxidação, mas que informam que o ferro presente na solução sofre mais uma oxidação. Por mais que os alunos não consigam nomear a espécie de ferro que estava na solução o Fe^{2+} , figura 6. Eles possuem uma compreensão que o ferro presente na solução já estava oxidado devido a ação do vinagre e que aquela espécie sofreu um novo processo de oxidação pela água oxigenada formando uma nova espécie. Temos em destaque a resposta de um grupo:

G9: Ficou escurecida/avermelhada. Ocorreu a mistura e as substâncias reagiram. Uma oxidação

Figura 6- Soluções de Fe^{3+} e Fe^{2+}



Fonte- Próprio autor.

Houve ainda um grupo que informou a espécie formada corretamente, mas não deu atenção ao processo que ocorreu na reação e um outro que somente informou a coloração da solução depois de adicionado a água oxigenada, o que demonstra falta de profundidade na resposta desse grupo.

A terceira e última pergunta teve como objetivo verificar se os alunos conseguiram produzir a magnetita através do teste com o imã, a partir do qual estes poderiam observar as propriedades magnéticas do material sintetizado (Figura 7). Pelas respostas dos alunos (Quadro 10) temos que 9 grupos conseguiram com êxito formar as nanopartículas caseiras de magnetita e

observar suas propriedades e apenas 4 grupos relataram que não conseguiram.

Quadro 10 – Respostas dos alunos sobre a comprovação da formação de magnetita.

Categoria	Respostas dos alunos	Quantidade
Atração da magnetita pelo imã	“Sim, a magnetita foi atraída pelo imã”	8
A mistura resultante dos íons Fe^{II} e Fe^{III} fez que fosse atraído pelo imã	“Sim, Quando o Fe^{II} + Fe^{III} se misturou e depois aproximou o imã ele foi atraído”	1
Não conseguiram	“O experimento não deu certo”	4

Figura 7- Nanopartículas de magnetita feitas pelos alunos.



Fonte- Próprio autor.

Pelas respostas dos alunos temos 8 grupos que responderam de forma mais objetiva e simples que observaram a formação de líquido escuro e quando aproximaram o imã notaram a magnetização desse material. Apenas 1 grupo respondeu associando a reação química ocorrida com a formação da magnetita que por sua vez possui propriedades magnéticas, demonstrando

assim que esse grupo teve maior percepção e entendimento nos fenômenos ocorridos na atividade.

Houve 4 grupos que não conseguiram produzir a magnetita. Isso pode ter ocorrido, por algum erro no manuseio dos materiais utilizados pelos alunos do grupo, tendo em vista, que a maioria dos grupos conseguiu sintetizar.

Esses 4 grupos responderam que o experimento não deu certo. Porém, um grupo conseguiu justificar e apontar o que deveria ter ocorrido a partir da observação do resultado dos outros grupos que conseguiram realizar a obtenção com sucesso. Essa atitude ilustra o comprometimento e a curiosidade deste grupo ante a atividade desenvolvida, apontando para o sucesso da maneira em que foi conduzida, uma vez que o objetivo é justamente levar o aluno à reflexão.

6 CONCLUSÕES

Na pesquisa realizada percebeu-se que existe um grande número de trabalhos sobre a N&N encontrados na literatura, onde estão ligadas as mais diversas áreas. Entretanto, observa-se que existem poucos trabalhos realizados envolvendo o ensino médio com a utilização dessas ferramentas sendo mais encontradas pesquisas que utilizam histórias em quadrinhos e jogos lúdicos. Também notou-se que boa parte dos trabalhos são focados no ensino de física, logo torna-se evidente a necessidade de mais pesquisas aplicadas ao ensino de química com a temática de nanociência e nanotecnologia onde utilizem da experimentação e divulgação científica.

Na adaptação das atividades experimentais, percebe-se que existe uma dificuldade em muitos experimentos que envolvem a Nanociência e Nanotecnologia, pois precisam de equipamentos sofisticados e materiais que não são de fácil acesso. Contudo, nesse trabalho foi possível adaptar o experimento para a produção da magnetita utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso.

Além disso, por meio da pesquisa realizada foi possível selecionar e adaptar textos que chamassem a atenção dos alunos, os quais possuíam idéias contrastantes para que os alunos pudessem refletir e debater sobre elas.

Durante a aplicação constatou-se comportamentos heterogêneos das turmas diante das atividades realizadas. Houve melhor aproveitamento de uma determinada atividade em relação à outra pelas turmas, o que mostra que nenhum indivíduo é igual, o ser humano é complexo e subjetivo. Também, conclui-se que uma atividade proposta em uma turma que obteve bons resultados, não necessariamente terá os mesmos resultados em outra turma. É preciso observar as especificidades de cada uma.

Pelos resultados colhidos do questionário sobre os conhecimentos prévios dos alunos (Apêndice A), nota-se que a concepção de uma parcela de alunos sobre a nanotecnologia se reduz a aplicação na indústria eletrônica para a produção de computadores e celulares.

A maioria dos alunos não conseguiu distinguir nanociência de nanotecnologia, não sabendo onde cada área ocupa na sociedade. Isso demonstra uma visão superficial sobre o que é a nanociência e nanotecnologia.

Portanto, é interessante trabalhar esse assunto com os alunos do ensino médio, visto que a N&N vem sendo inserida em nossa sociedade e muitos alunos não possuem conhecimentos do que ela pode trazer.

Com a abordagem dos fundamentos da nanotecnologia na aula, os alunos se tornaram mais interessados quando foi discutido sobre as aplicações que podem ser feitas através da nanotecnologia. Percebe-se que as aulas podem ser melhor desenvolvidas quando se trabalha mostrando a aplicação dos conceitos em detrimento do uso de conteúdos teóricos somente, não relacionados diretamente a vivência diária do aluno.

A atividade experimental desenvolvida em sala foi realizada com sucesso. Com essa abordagem houve um maior interesse por parte dos alunos. Isso decorre devido ao pouco uso de atividades experimentais em sua escola.

As perguntas que constam no roteiro da atividade experimental (Apêndice C) exigiram dos alunos a observação dos procedimentos que realizaram e o uso de seus conhecimentos para explicar os fenômenos observados. Uma parcela significativa dos grupos conseguiu chegar aos objetivos propostos, mas em diferentes graus de complexidade. Logo a atividade experimental adaptada mostrou-se relevante para os alunos e para a construção do seu conhecimento.

A aplicação da atividade com os textos de divulgação científica também foi exitosa. Por meio da abordagem dos textos a maioria dos alunos se sentiu motivada a refletir e debater sobre os riscos que a nanotecnologia pode trazer/acarretar. Eles puderam expressar suas opiniões acerca do tema. Entretanto, houve dificuldade nessa aplicação por parte de alguns alunos não estarem ambientados com essa abordagem e sentirem-se desconfortáveis para se expressar. Essa observação desmistifica a idéia de que há uma abordagem pedagógica única e correta, logo, o professor precisa selecionar a melhor ferramenta para cada caso especificamente.

Por fim, esse trabalho visou trazer uma proposta para o ensino de química com o uso da temática nanociência. Salienta-se que esse trabalho não está fechado no sentido de buscar novas alternativas metodológicas podendo ser melhorado e adaptado para as especificidades enfrentadas no dia a dia da prática docente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIB, M.L.V.S.; ARAÚJO, M.S.T. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 25, 2, 176-191, 2003.

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **O ensino de ciências e a educação básica: proposta para superar a crise**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 56, 2008

ADAMS, F.C.; BARBANTE, C. Nanoscience, nanotechnology and spectrometry. **Spectrochimica Acta part B: Atomic Spectroscopy**. 86, 3-13, 2013.

ADORNI, D.S.; NUNES, A.S. **O Ensino de Química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos**. 2010. Disponível em: <http://www.uesb.br/recom/anais/artigos/02>. Acessado em: 17 de abril de 2018.

AKAHOSHI, L.H; CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R.; SOUZA, F.L. **Atividades experimentais investigativas no Ensino de Química**. São Paulo: EDUSP, 2013.

ALBAGLI, S. Divulgação Científica: informação científica para a cidadania? **.Ciência da Informação**. 25, 3, 396-404, 1996.

ALVES, J.O.; LEVENDIS, Y.A.; TENÓRIO, J.A.S.; ZHUO, C. Síntese de Nanomateriais utilizando garrafas PET pós-consumo como matéria-prima. **Tecnologia em Metalurgia, materiais e mineração**. 9, 1, 59-63, 2012.

ALVEZ FILHO, J.P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 448 f. Tese (Doutorado). Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/79015>. Acessado em: 7 de junho de 2017.

ASSUNPÇÃO, M.H.M.T; FILHO, O.F; FREITAS, K.H.G; SOUZA, F.S. Construção de materiais alternativos em titulação ácido-base. **Eclética Química**. 35, 4, 133-138, 2010.

BATINGA, V.T.S.; SOUZA, J.S.A. Validação de uma sequência didática sobre Produtos de Limpeza: análise de uma oficina experimental. **Enseñanza de las Ciencias**, Extra, 338-343, 2013.

BENITE, A.M.C.; BENITE, C.R.M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**. 48, 2, 1-10, 2009.

BERTUCCI, M.C.S.; OVIGLI, D.F.B. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Revista Ciência e Cognição**. 14, 194-209, 2009.

BUENO, W. C.; Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação e Informação**. 15, 1 esp, 1-12, 2010.

BOISSEAU, P.; LOUBATON, B. Nanomedicine, nanotechnology in medicine. **Comptes Rendus Physique**. 12, 620-636, 2011.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+: ensino médio. Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEMTEC, 2002.

BREVIDELLI, M.M.; SERTÓRIO, S.C.M. **TCC- Trabalho de Conclusão de Curso**: Guia prático para Docentes e Alunos da Área da Saúde. 4 ed. São Paulo. Iátria. 2010.

CADIOLI, L.P.; SALLA, L.D. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. **Revista Ciências exatas e Tecnologia**. 1,1, 98-105, 2006.

CARDOSO, S.P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**. 23,2, 401-404, 2000.

CAVALCANTI, J.A.; FREITAS, J.C.R; MELO, A.C.N.; FREITAS FILHO, J.R. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de química. **Química Nova na Escola**. 32, 1, 31-36, 2010.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. 22, 89-100, 2003.

COMINI, E.; BARATTO, C.; CONCINA, I.; FAGLIA, G.; FALASCONI, M.; FERRONI, M.; GALSTYAN, V.; GOBBI, E.; PONZONI, A.; VOMIERO, A.; ZAPPA, D.; SBERVEGLIERI, V.; SBERVEGLIERI, G. Metal oxide nanoscience and nanotechnology for chemical sensors. **Sensors and Actuators B: Chemical**. 179, 3-20, 2013.

CORRÊA, R.G. **Estudo do perfil motivacional para o aprendizado de química**. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado)- Programas de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6456/2725.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em: 26 de Abril de 2018.

CORREIA, D.; BOLFE, M.A.; SAUERWEIN, I.P.S. O estudo das ondas sonoras por meio de uma atividade didática envolvendo leitura de um texto de divulgação científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 33, 2, 556-578, 2016.

COSTA, A.A.F.; SOUZA, J.R.T. Obstáculos no processo de ensino e aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**. 10, 19, 106-116, 2013.

COSTA, M.A. Ácidos e bases: desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino de química. **Periódico Tchê Química**. 12, 24, 101-109, 2015.

DAMME, VAN H. Nanocomposites: The end of compromise. In: BRÉCHIGNAC, C.; HOUDY, P.; LAHMANI, M. **Nanomaterials and Nanochemistry**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 14, 347-380, 2007.

DÁVIS, C. O papel e a função do erro na avaliação escolar. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília. 72, 171, 196-206, 1991.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; SCOTT, P. Construction scientific knowledge in the classroom. **Educational Research**. 23, 7, 5-12, 1994.

FATARELI, E.F.; FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S.L. Argumentação no ensino de química: textos de divulgação científica desencadeando debates. **Acta Scientiae**. 16, 3, 613-630, 2014.

FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V.M.; NASCIMENTO, F. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**. 39, 225-249, 2010

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na escola**. 32, 2, 101-106, 2010.

FILHO, J.P.A. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. 2000. 134 f. Tese de Doutorado. CED/UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/79015>. Acessado em: 7 de maio de 2017.

FRAGAL, V.H.; MAEDA, S.M.; PALMA, E.P.; BUZZATO, M.B.P.; RODRIGUES, M.A.; SILVA, E.L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais. **Química Nova na Escola**. 33, 4, 216-222, 2011.

FRANCISQUINI, E.; SCHOENMAKER, J.; SOUZA, J. A. Nanopartículas Magnéticas e suas Aplicações. In: ALVEZ, W.A. **Química Supramolecular e Nanotecnologia**. 10. Atheneu: São Paulo. 13, 269-288, 2014.

FREITAS, J.C.; KADOOCA, L.N.; MATILDES, B.L.G.; MACIEL, M.H.F.; RODRIGUES, R.T.; LOBATO, A.C.; SILVA, N.S. O papel do erro na construção do conhecimento em atividades experimentais. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis. SC. **Anais do XI ENPEC**. 2017.

GAMA, C.F. **Uma proposta para o ensino de Nanociência e da Nanotecnologia, nas aulas de física no ensino médio**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25112014-152017/pt-br.php>. Acessado em: 19 de maio de 2017.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. 10, 43-49, 1999.

GONDIM, M.S.C.; MÓL, G.S. Experimentos investigativos em laboratório de Química fundamental. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis, SC. **Anais do IV ENPEC**, 2007.

GONDIN, C.O. **Sequência didática para o ensino de ácidos e bases**: da experimentação ao jogo numa abordagem contextualizada. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2478>. Acessado em: 19 de Abril de 2018.

HERNANDES, A.C.; LICIO, J.G.; LEITE, I.S.; LOURENÇO, A.B. Um estudo sobre o uso de texto de divulgação científica como ferramenta no ensino da nanotecnologia. In: 21º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo. 2013, São Paulo, **Simpósio Internacional de Iniciação Científica**, 2013.

IBM. Logo marca. Disponível em: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/photo/28500.wss>. Acessado em : 6 de julho de 2017.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes de ensino médio. **Química Nova na Escola**. 15, 11-18, 2002.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.J.N.; JÓFILI, Z.M.S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**. 11, 26-29, 2000.

LIMA, J.O.G.; BARBOSA, L.K.A. O ensino de química na concepção dos alunos do ensino fundamental: algumas reflexões. **Exatas Online**. 6, 1, 33-48, 2015.

LIMA, V. A. **Atividades experimentais no ensino médio**- reflexão de um grupo de professores a partir da eletroquímica. 2004. 197 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-04122014-161134/publico/Viviani_Alves_de_Lima.pdf Acessado em: 7 de maio de 2017.

LOPES, M. L.; FLORCZAK, M. A. **Divulgação científica no ensino de ciências**. PDE- Programa de Desenvolvimento Educacional, 2007.

MARTINS, A.B.; MARIA, L.C.S.; AGUIAR, M.R.M.P. As drogas no ensino de química. **Química Nova na Escola**. 18, 18-21, 2003.

MARTINS, I.; ROCHA, M.B.; CASSAD, M. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação para um texto didático. In: III ENPEC, 2001, São Paulo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2, 19-27, 2001.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T.G.; ABREU, T.B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações no ensino de ciências**. 9, 1, 95-111, 2004.

MARTINS, T. D. Nanomateriais Fluorescentes. In: ALVEZ, W.A. **Química Supramolecular e Nanotecnologia**. 10. Atheneu: São Paulo. 14, 291-311. 2014.

MATIAS, F.S.; NASCIMENTO, F.T.; SALES, L.L.M.. Jogos lúdicos como ferramenta no ensino de química: teoria versus prática. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**. 1, 452-464, 2017.

MELO, C. P.; PIMENTA, M. Nanociências e Nanotecnologia. **Parcerias Estratégicas**. 18, 2004.

MIYAZAKI, C. M.; JUNIOR, A. R. Sistemas de baixa dimensionalidade: nanopartículas. In: DA RÓZ, A. et al. **Nanoestruturas: princípios e aplicações**. 1. São Paulo. Elsevier Editora Ltda. 5, 147-169. 2015.

NOVO, M. S. **Nanociências, Nanotecnologia**: uma visão desde o seu nascimento até a apresentação das temáticas à sociedade. 2013. 94 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da vida e da saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4816/Magda%20Suzana%20Novo.pdf?sequence=1> Acessado em: 19 de maio de 2017.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para prática docente. **Acta Scientiae**. 12, 1, 139-152, 2010.

OLIVEIRA, M.M.; ZARBIN, A.J.G. Nanoestruturas de carbono (nanotubos, grafeno): quo vadis?. **Química Nova**. 36, 10, 1533-1539, 2013. //

PATERNO, L.G.; SOLER, M.A.G. Conceitos e princípios básicos. In: DA RÓZ, A. et al. **Nanoestruturas: princípios e aplicações**. 1. São Paulo. Elsevier Editora Ltda. 6, 173-215. 2015.

PAUTRAT, J.L. Nanosciences: Evolution or Revolution?. **Comptes Rendus Physique**. 12, 605-613, 2011.

PEREIRA, B.B. **Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento**. 2010. Disponível em: <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/176/170>
Acessado em: 7 de maio de 2017.

PEREIRA, M.R. Contribuições da divulgação científica para o ensino-aprendizagem de ciências e biologia. **Encontros**. 12, 22, 116-133, 2014.

PERTICARRARI, A.; BARBIERI, M.R.; COVAS, D.M.; TRIGO, F.R. O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre ecologia a estudantes da educação básica. **Ciência e Educação**. 16, 2, 369-386, 2010.

PRSYBYCIEM, M.M. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino de funções Químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental**. 2015. 213 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de pós-graduação em ensino e tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. 2015. Disponível em :http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/wp-content/uploads/2016/02/PG_PPGECT_M_Prsybyciem-Marques-Mois%C3%A9s_2015.pdf Acessado em : 7 de maio de 2017.

ROCHA, M.B. O potencial didático dos textos divulgação científica segundo professores de ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. 5, 2, 47-68, 2012.

SANTOS, A.C.; CANEVER, C.F.; FROTA, P.R.O.; GIASSI, M.G. A importância do ensino de ciências na percepção de alunos escolas da rede pública municipal de Criciúma-SC. **Revista Univap**. 17, 30, 68-80, 2011.

SAMPAIO, M.M.; VAZ, E.L.S.; MONTEIRO, M.A.A.; ACCIARI, H.A.; CODARO; E.N. Uma atividade experimental para entendimento do conceito de viscosidade. **Química Nova na Escola**. 37, 3, 232-235, 2015.

SALESSE, A.M.T. **A experimentação no ensino de Química**: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. 2012. 40 f. Monografia de especialização – Programa de Pós-Graduação especialização em educação: métodos e técnicas de ensino. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4724/1/MD_EDUMTE_II_2012_21.pdf Acessado em: 03 de Junho de 2017.

SCHULZ, P.A. Nanomateriais e a interface entre nanotecnologia e ambiente. **Revista Viva em Debate Sociedade, Ciência e Tecnologia**. 53-58, 2013.

SIMÕES, F.R.; TAKEDA, H.H. Conceitos e princípios básicos. In: DA RÓZ, A. et al. **Nanoestruturas: princípios e aplicações**. 1. São Paulo. Elsevier Editora Ltda. 1, 1-32. 2015.

SILVA, D.A.; ALVES, M.R.; DEIMLING, N.N.M.; CRESPAN, E.; ROMERO, R.B.; VIEIRA, S.A.; ROMERO, A.L. Alimentos enriquecidos com ferro: uma proposta de atividade experimental para o ensino de conceitos químicos na educação básica. **Enseñanza de las Ciencias**. 31, 170-175, 2013.

SILVA, J.F.M.; REBELLO, G.A.F, ARGYROS, M.M.; LEITE, W.L.L.; SANTOS, M.M.; BARROS, J.C.; SANTOS, P.M.L. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**. 34, 1, 3-9, 2012.

SILVA, V.C. **A importância da experimentação no ensino de química e de ciências**. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Química, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136634/000860513.pdf> Acessado em: 28 de maio de 2017.

TOMA, H.E. **Mundo nanométrico**: A dimensão de um novo século. 1. São Paulo. Oficina de textos. 2004.

TOMA, H.E. **Nanotecnologia Molecular**- Materiais e Dispositivos. 6. São Paulo. Editora Edgar Blucher Ltda. 2016.

TOMA, H.E.; CONDOMITTI, U.; SILVA, D.G. **Nanotecnologia Experimental**. 1. São Paulo. Editora Edgar Blucher Ltda. 2016.

TOSIN, J.A.P.; WILSEK, M.A.G. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas**. 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>. Acessado em: 7 de maio de 2017.

TREVISAN, T.S.; MARTINS, P.L.O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNlrevista**. 1, 2, 2006.

VALADARES, E.C. Proposta de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**. 13, 38-40, 2001.

ZAPPE, J.A.; BRAIBANTE, M.E.F. Contribuições através da temática agrotóxicos para a aprendizagem de química e para a formação do estudante como cidadão. **Enseñanza de las Ciencia**. 14, 3, 392-414, 2015.

ZARBIN, A.J.G. Química de (Nano)Materiais. **Química Nova**. 30, 6, 1469-1479, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário sobre conhecimentos prévios de Nanociência e Nanotecnologia

1 O que é nanotecnologia? Fale sobre

2-Nanociência e Nanotecnologia são iguais ou diferentes? Qual a diferença?

3- Você acha que a nanociência é algo novo que só foi produzido recentemente?

4- Existe nanomateriais encontrados na natureza? Se sim cite um que você acredita que seja

5- Você conhece algum produto que tem nanotecnologia? Se sim qual?

APÊNDICE B – Slides da aula de introdução a Nanociência e Nanotecnologia

DISCIPLINA: QUÍMICA
C.E. JARDIM MERITI
INTRODUÇÃO A NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA.

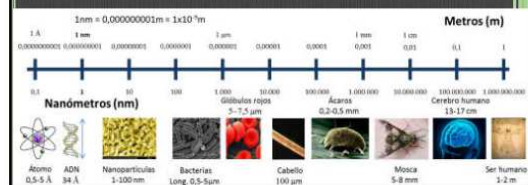


NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

- Nanociência
É a ciência que estuda materiais em escala nanométrica.
- Nanotecnologia
Usa os conhecimentos da nanociência para produzir produtos e dispositivos que tem propriedades diferenciadas para aplicação tecnológica.

ESCALA NANOMÉTRICA

- Nanometro
Nanometro e a representação do bilionésimo de um metro, nm (10^{-9} m)
 $1\text{nm} = 0,000000001\text{ m}$



NANOCIÊNCIA E QUÍMICA

- Quais os conceitos de química importantes para compreender nanociências?
- Ligação Química
- Forças intermoleculares
- Reações Químicas
- Funções inorgânicas e orgânicas

COMO TUDO COMEÇOU?

- Em 1960 um físico chamado Richard Feynman numa palestra deu o início a idéia nanociência e nanotecnologia.
- Nessa palestra falou da possibilidade manipular átomos e moléculas numa escala muito pequena.
- Entretanto não foi Feynman que a "criou", houveram outros pesquisadores.



- O termo nanotecnologia foi primeira vez falada por Norio Taniguchi em 1974.
- Em 1981 Cientistas da IBM criam um super microscópio, o microscópio de Tunelamento.



FENÔMENOS NA ESCALA NANO SÓ FORAM PRODUZIDOS RECENTEMENTE?



DO QUE ERAM FEITAS ESSAS PARTÍCULAS?

- Elas eram feitas de ouro e prata.

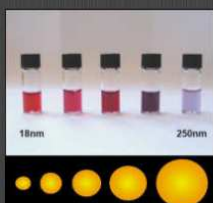


Figure 1. Photo colloidal nanocrystals exhibit size-dependent optical properties. (Color online) (a) Nanocrystals of different sizes (18, 25, 35, 55, 75, 95, 115, 135, 155, 175, 195, 215, 235, 255 nm) synthesized by the same method.

NANOMATERIAIS

- Nanomaterial é qualquer material que tem uma das dimensões no intervalo de 1 a 100 nm.
- Tem que ter propriedades diferentes do material massivo.

- Podemos citar alguns tipos de nanomateriais: nanopartículas metálicas, nanocompositos, nanotubos de carbono, etc.
- O nanomaterial e a matéria-prima ou peça fundamental na construção de novos produtos ainda mais tecnológicos.
- Geralmente os nanomateriais são usados para dar uma melhora do desempenho de um produto.

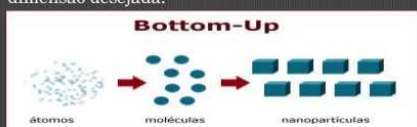
PODEMOS ACHAR NANOMATERIAIS NA NATUREZA?

- Conchas e Mariscos.
- Nas plantas como a lótus.

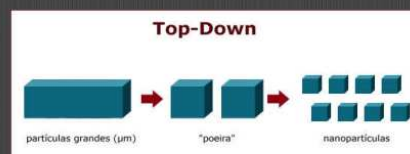


FORMAS DE PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS

- Podemos separar em dois tipos de formas de produzir um material nano são elas: Bottom-up (de baixo para cima) e top-down (de cima para baixo).
- Bottom-up e uma abordagem química ela usa a construção de átomo por átomo até chegar na dimensão desejada.



- Top-down e uma abordagem física ela pega o material maciço e vai "quebrando", diminuindo até chegar no tamanho de interesse.



PRODUTOS NANOTECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES

- O objetivo da nanotecnologia é fabricar produtos
- Melhorar a capacidade ou propriedades de algum produto.
- Os produtos no mercado que usam nanotecnologia são os mais diversos, desde a área eletrônica a medicina.

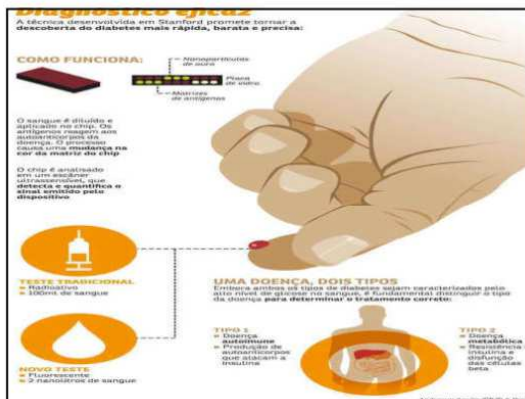
- Nanopartículas de prata



- Nanopartículas de óxido de zinco e óxido de titânio
- São usadas na fabricação de painéis solares
- Em cosméticos como protetores solares
- Tem a propriedade de absorver a radiação.



- Nanopartículas de ouro
- São usadas no diagnósticos médicos.
- Em tratamento contra o câncer.
- Tintas metálicas.



- Nanopartículas de sílica (SiO_2)
- Tem a propriedade de deixar superfícies hidrofóbicas.
- Produzem sprays para impermeabilizar e roupas que não molham.

- Nanopartículas de hidroxiapatita
- Usada em pastas dentais



- Nanopartículas de magnetita magnetita (Fe_3O_4 ou $\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}_2\text{O}_4$) e magnéticas
- Usadas no tratamento de câncer.
- Na localização de tumores.

PARA A PRÓXIMA AULA

- Trazer água oxigenada 10 volumes
- Solução de Ferro

Para fazer a Solução você deve:

Pegar um pedaço de palha de aço colocar num pote/copo(pote de maionese, de ervilha, milho, palmito, geleia etc.) com tampa.

Encher o pote/copo com Vinagre branco até a boca e fechar.

Deixar por 24 horas

Dica: faça isso na segunda-feira antes de ir para escola e traga na aula de terça, a solução estará pronta.



APÊNDICE C - Roteiro da atividade experimental

C.E. Jardim Meriti

Disciplina: Química

Aluno: _____ Turma _____

Aluno: _____ Turma _____

Aluno: _____ Turma _____

Aluno: _____ Turma _____

Produção da nanopartículas de magnetita($\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}}\text{O}_4$) Caseira

Materiais
Pote ou um copo com tampa
Palha de aço
Vinagre
Água oxigenada 10 volumes
Soda Cáustica(Hidróxido de sódio)
Balança
2 Beckers(ou copo)
1 tubo de ensaio (por grupo)
Conta gotas
Imã
Colher e pinça

O primeiro procedimento deve ser feito com 12 ou 24 horas(fica a cargo do professor) de antecedência.

- Pegar um pedaço de palha de aço e colocar no copo ou pote.
- Depois encher o copo(que está a com a palha de aço) até à boca com vinagre e fechar com tampa, deixar 12 horas ou 24 horas descansando para depois usar.Essa será nosso solução 1

Qual era a cor da solução de vinagre antes de ter passado às 24 horas e depois de 24 horas? O que você acha que aconteceu?

- Retire o que sobrou de palha de aço com uma colher ou uma pinça.
- Coloque uma parte da solução 1 em um Becker ou copo, essa solução transferida será nossa solução 2, observe
- Pingue água oxigenada 10 volumes na solução 2 e agite, continue pingando e agitando até ficar uma cor bem forte.

Qual foi a cor que ficou depois de pingar a água oxigenada? O que ocorreu para ter mudado de cor?

Prepare solução de soda caustica(hidróxido de sódio)

OBS: Atenção! Esse procedimento será feito pelo professor, pois o hidróxido de sódio e muito corrosivo e pode causar acidentes, lembre-se de sempre estar usando os equipamentos de segurança.

Pese 5 gramas de soda caustica e adicione de 25 a 30 ml de água, depois faça a mistura com o auxílio de uma colher.

- Com um conta gotas pegue da solução 1 e goteje duas gotas em um tubo de ensaio.
- Com outro conta gotas pegue da solução 2 e goteje 4 gotas no mesmo tubo de ensaio anterior e misture.

OBS: se não tiverem outro conta gotas lave o conta gotas e use, sempre que for usar o conta gotas em outra solução você deve lavar o conta gotas que usou anteriormente.

- Goteje a soda caustica no tubo de ensaio usado anteriormente e agite. Vá gotejando e agitando até formar um sólido preto.
- Pegue um ímã e encoste o ímã no tubo de ensaio, espere de 1 a 2 minutos e verifique o que ocorreu

Quando você encostou o ímã no tubo de ensaio percebeu algo de diferente? Se sim, o que foi?

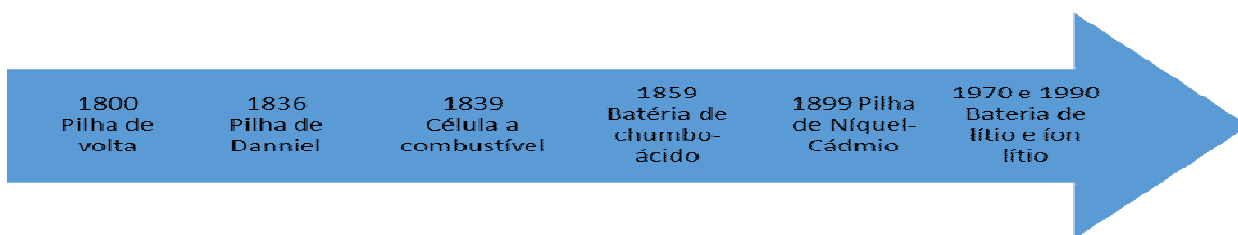
ANEXOS

ANEXO A – Texto 1

Baterias – Evolução e o que o futuro nos reserva

Imagine algum aparelho seu de uso corriqueiro. Notebook, celular, câmeras, relógios, aparelhos de telefone e até mesmo seu carro. Já reparou que todos eles têm em comum o uso de baterias?

Uma bateria recarregável é um dispositivo que armazena energia elétrica. Ele usa compostos eletroquímicos (energia química), ela transforma energia química em elétrica e vice-versa. Logo, o dispositivo armazena e gera eletricidade através de reações de oxidação (perda de elétrons) e redução (ganho de elétrons). Quando a bateria é utilizada, ou seja, na descarga, a energia química armazenada nos eletrodos se transformam espontaneamente em energia elétrica.



A maioria dos aparelhos hoje em dia funciona à base de bateria de íon-lítio. Seu primeiro uso foi na década de 1970. Sua vantagem é que se comparada a outros tipos de bateria armazenam muito mais energia, além do fato de não ficar viciada como outras baterias (em alguns tipos, é necessário que se carregue e descarregue toda a energia da bateria para evitar isso, ao contrário da de íon-lítio). Além disso, as baterias funcionam com ciclos, ou seja, cada vez que ela se descarregar por completo, queimará um ciclo, sendo que as baterias de íon-lítio possuem uma quantidade muito maior de ciclos do que as outras.

Visando o avanço tecnológico dessa fonte de energia, pesquisas no mundo todo foram e ainda são feitas a fim de produzir baterias cada vez mais duradouras e de custo reduzido. De alguns anos para cá, esse setor tem investido em pesquisas que usam a nanotecnologia e a biologia para a produção dessas baterias.

Alguns anos atrás, na Universidade de Missouri, foi desenvolvida uma bateria à base de energia nuclear, já sendo possível usar essa tecnologia em

alguns países. O objetivo dos pesquisadores era desenvolver uma bateria tão pequena quanto uma moeda, e alguns anos atrás já estava sendo usada em alguns satélites.

No fim do ano passado, pesquisadores em uma universidade de Singapura afirmaram que conseguiram desenvolver um tipo de bateria que pode durar até 20 anos. O princípio da bateria se baseia em utilizar um gel produzido a partir de nanotubos de dióxido de titânio. Essa substância faz com que a corrente flua numa velocidade muitíssimo maior que em qualquer outra bateria. Os pesquisadores alegam que conseguiram carregar 70% da carga em apenas dois minutos, e que seu ciclo vital é de aproximadamente 10.000 ciclos. Isso faria com que a bateria durasse cerca de 20 anos! As vantagens? Bem, começa pelo tempo de recarga. Quantas vezes já não aconteceu de você estar prestes a sair de casa e não poder levar o celular porque estava sem bateria? Ou até mesmo acabar com a carga durante uma ligação ou enquanto navega na internet, na rua. Segundo, que seus custos diminuiriam em muito com esse tipo de bateria, pois a bateria de alguns aparelhos hoje em dia, além de ter um tempo de vida curto, não pode ser removida, te obrigando a comprar um aparelho novo. Os pesquisadores deram um prazo de aproximadamente dois anos para que o produto já comece a circular no mercado.

Outro exemplo de bateria sustentável criada há dois anos foi na Universidade de Maryland, nos Estados Unidos. Sua produção consiste de fibras de madeira e sódio (o sódio precisa trabalhar em conjunto com o estanho, na verdade), o que é muito menos prejudicial ao meio ambiente como a maioria das baterias que leva o lítio como substância principal. Ela possui cerca de 400 ciclos, que quase se aproxima com as baterias comuns de celulares. A bateria ainda não é circulada no mercado, pois está em fases de teste, além de ter uma estrutura muito simples; ela é menos espessa e densa que um papel.

Hoje em dia, já existem diversas opções diferentes, cada uma oferecendo vantagens diferentes das outras. Mas as pesquisas não pararam por aí, ainda tem muita coisa a ser desenvolvida, e esses estudos recentes mostraram que a nanotecnologia e a biotecnologia serão de suma importância para o desenvolvimento de baterias futuras, buscando cada vez mais aprimorar o tempo de vida assim como buscar fontes sustentáveis para a produção. Talvez um dia seja possível que nós possamos usar baterias 100% sustentáveis e que não precisem nunca mais ser trocadas. Mas até lá, esperamos que os avanços da nanotecnologia permitam tal feito.

ANEXO B – Texto 2

Tratada como revolução tecnológica, nanociência requer regulamentação

CLIPPING

Apontada como solução para muitos dos problemas da humanidade, a nanotecnologia ou nanociência enfrenta, ainda, dilemas como a regulação da área e o escasso conhecimento a respeito dos efeitos colaterais de novos materiais produzidos.

O diretor do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), Fernando Rizzo, aponta que elementos em nanoescala se comportam de maneira diferente do que fariam em sua forma principal. “Há uma preocupação que algumas dessas nanopartículas possam ser tóxicas”, alerta o diretor.

O tamanho nanométrico das partículas também causa temor em médicos. As nanopartículas podem atravessar a membrana que protege o cérebro de componentes nocivos lançados na corrente sanguínea.

“Uma questão básica da regulamentação é saber quais são os efeitos de nanopartículas em seres humanos. Para isso, tem que fazer pesquisa e saber como elas funcionam”, diz o coordenador-geral de Micro e Nanotecnologias do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Flávio Plentz.

A regulação da área está entre as prioridades das discussões do Conselho Interministerial de Nanotecnologia, composto por nove ministérios além da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). O MCTI financia seis redes de pesquisa em nanotoxicologia para estudar e orientar a legislação sobre o tema.

“A regulação é a segurança que um produto que envolve nanotecnologia vai ser seguro para o uso como qualquer outro produto. Depois, tem os aspectos de dar segurança jurídica, para que empresas desenvolvam produtos em nanotecnologia e saibam o que precisam ter para estar no mercado”, disse Plentz.

A falta de regulação da nanotecnologia é um problema comercial e em escala mundial. Muitos países não têm regras para produtos desenvolvidos pela área. “O mundo inteiro tem esse problema de regulação. Uma questão importante em nanotoxicologia é que não existe sequer os protocolos mais adequados para testar as nanopartículas, como pesquisar estruturas, que tipo de técnica ou instrumento se usa para medir as propriedades”, destaca o professor de física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Peter Schulz.

O acadêmico cita como exemplo o uso de nanopartículas de prata que atuavam como germicidas em aparelhos como ar-condicionado, geladeiras e máquinas de lavar roupas.

“Embora as nanopartículas de prata tivessem uma ação higienizadora fantástica, elas também eram eliminadas pelo esgoto e matavam micro-organismos, no meio ambiente, benéficos para o ciclo da vida. Houve uma reação da sociedade civil contra isso e levantou o debate sobre a regulamentação”, explica Peter Schulz.

Ele é autor do livro *A Encruzilhada da Nanotecnologia*, que chama a atenção para os aspectos revolucionários da área e também às preocupações referentes aos impactos

dessas inovações. Além das questões de saúde, tecnologias avançadas podem criar armas mais poderosas, tanto as letais quanto as que não causam morte.

“Quando a tecnologia é inserida em um contexto social também pode trazer preocupações, que não devem impedir a pesquisa, as tentativas de inovações. Mas, de fato, exigem um diálogo melhor e mais intenso com a sociedade”, conclui o professor. (Fonte: Agência Brasil)

<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2013/07/27/96589-tratada-como-revolucao-tecnologica-nanociencia-requer-regulamentacao.html>