



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA - IQB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA LICENCIATURA



NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA: PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE NANOTECNOLOGIA EM SALA DE AULA

THOMAS VITOR OLIVEIRA DOS SANTOS CAMINHA

Maceió – Alagoas

Outubro de 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA - IQB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA LICENCIATURA



NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA: PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE NANOTECNOLOGIA EM SALA DE AULA

THOMAS VITOR OLIVEIRA DOS SANTOS CAMINHA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao **Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas**, como um dos requisitos para a obtenção do título de Graduado em Química Licenciatura.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Monique G. A. da Silva
Coorientadora: Msc. Francielle Moura de Oliveira

Maceió – Alagoas

Outubro de 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA - IQB
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA LICENCIATURA



Membros da Comissão Julgadora do Trabalho de Conclusão de Curso de Thomas Vitor Oliveira dos Santos Caminha, apresentada ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, em 29 de Outubro de 2018.

Comissão julgadora:

Prof^a. Dr^a. Monique Gabriella Angelo da Silva / IQB/UFAL/UAB (Orientadora)

MSc.Francyelle Moura de Oliveira / PPGQB/IQB/UFAL (Coorientadora)

Prof^a. Dr^a. Francine Santos de Paula / IQB/UFAL

Prof. Dr. Vitor Lopes de Abreu Lima / IQB/UFAL

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala métrica de 1m à 0,1nm.....	12
Figura 2. Ilustração das inúmeras aplicações de nanomateriais em diversas áreas.....	14
Figura 3. Ilustração da taça de Lycurgus.....	15
Figura 4. Ilustração de história em quadrinhos.....	31
Figura 5. Recortes de imagens da História em Quadrinhos com o tema “SuperNano em: Aventuras em uma galáxia desconhecidas”.....	32
Figura 6. Ilustração de links relacionado a nanotecnologia.....	33
Figura 7. Ilustração de aplicativos sobre nanotecnologia.....	34
Figura 8. Ilustração de jogos com temática de nanotecnologia.....	34
Figura 9. Ilustração do método cooperativo de aprendizagem <i>Jigsaw</i>	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeitos predominantes com a redução da escala desde dimensões de metros até angstroms.....	12
Tabela 2. Questões da atividade com o texto e que grupos responderiam.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIHPEC - Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais

HQ – História em quadrinhos

INCT - Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

PCNEM - Parâmetros Curriculares do Ensino Médio

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais

PPA - Plano Plurianual

SD - Sequência Didática

RESUMO

Para que nossos alunos tenham uma formação que os prepare para a vida em todas as suas dimensões, os mesmos devem receber uma educação que possibilite uma cultura geral e uma visão abrangente do mundo. Sendo assim, o Ensino Médio deve ser desenvolvido de maneira contextualizada, interligando teoria e prática, incentivando posturas críticas e reflexivas, bem como propiciando a interdisciplinaridade, para que os alunos tenham uma visão menos fragmentada da realidade e estejam, assim, aptos a resolver os problemas que forem de sua responsabilidade. O material sugerido durante o trabalho terá como função dinamizar e contextualizar as aulas de Química, onde desta forma poderemos aproximar o tema Nanotecnologia e Nanociência com a realidade dos alunos, através de diferentes propostas didáticas. Pode-se entender que com a inclusão de práticas alternativas, por exemplo, as histórias em quadrinhos, jogos cooperativos, sites, aplicativos, *softwares* em sala de aula faz o aluno compreender conceitos químicos e sua aplicabilidade, além de ser trabalhado o lado social, crítico e reflexivo.

Palavras-chaves: Química. Nanociência. Nanotecnologia. Propostas didáticas.

ABSTRACT

In order for our students to have a training that prepares them for life in all its dimensions, they must receive an education that enables a general culture and a comprehensive view of the world. Therefore, the High School should be developed in a contextualized way, interconnecting theory and practice, encouraging critical and reflexive postures, as well as fostering interdisciplinary, so that students have a less fragmented view of reality and are thus able to solve problems that are your responsibility. The suggested material during the work will be to dynamise and contextualize the Chemistry classes, where in this way we will be able to approach the theme Nanotechnology and Nanoscience with the reality of the students, through different didactic proposals. It can be understood that with the inclusion of alternative practices, for example, comics, corporate games, websites, applications, classroom software makes the student understand chemical concepts and their applicability, besides being worked on the social side, critical and reflective.

Keywords: Chemistry. Nanoscience. Nanotechnology. Teaching proposals

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que está sempre presente em minha vida.

Minha mãe, Antonia Oliveira e a meu pai, Marcos Antônio por todos os ensinamentos, conselhos, oportunidades, apoio, amor e carinho. A Meus irmãos Ian e Ítalo.

Meus familiares, minha vó Isaura Oliveira e tios.

Professora Monique, por toda orientação e paciência, sendo fundamental para a realização deste trabalho.

Minha namorada Laís, por todo o apoio e carinho.

Aos meus amigos, em especial, a Mateus, Flávia, Genivaldo e Serginho e aos amigos que fiz aqui na universidade, Junior, Wanderson, Davi, Jadson, Kleyton e Rafael.

.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO LITERÁRIA	11
2.1	NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA	11
2.1.1	Nanotecnologia: Um Breve Histórico.....	15
2.1.1	Desenvolvimento recente da Nanotecnologia no Brasil	17
2.2	ENSINO DE QUÍMICA.....	18
2.2.1	Ensino de Química Atual	20
2.2.2	Competências essenciais para o aluno da educação básica	21
2.2.3	Tópicos de Nanociência em conteúdos de Química no ensino médio.....	23
3	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo Geral	25
3.2	Objetivos Específicos.....	25
4	METODOLOGIA	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
6	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Os constantes avanços da nanociência e da nanotecnologia são densamente evidenciados pela elevada produção de materiais nanoestruturados e que atualmente estão presentes de alguma maneira no cotidiano das pessoas. Produtos como medicamentos, cosméticos e dispositivos eletrônicos são alguns exemplos de materiais já desenvolvidos por nanomanipulação, representando assim um avanço tecnológico que promete reinventar a maneira com que as pessoas conhecem as coisas. A apresentação do tema na educação básica e mais especificamente no ensino médio permite que o indivíduo desde sua formação básica conheça o momento e os rumos promissores que essa tecnologia permeia, e assim garantir as competências necessárias para a formação de um cidadão consciente, crítico e reflexivo no que diz respeito às causas científicas que conseqüentemente, interferem em importantes causas políticas, sociais e econômicas.

O presente trabalho visa apresentar o tema Nanotecnologia e Nanociência: Propostas didáticas para o ensino de nanotecnologia em sala de aula, ele foi estruturado a partir dos conceitos básicos de nanociência e nanotecnologia, histórico, aplicações e sua evolução no decorrer do tempo. Visando especialmente relacionar o tema com o ensino de química, objetivando capacitar o aluno a ser um cidadão crítico que possa lidar com situações do cotidiano a partir do desenvolvimento de competências e habilidades do indivíduo, conectando o tema com conteúdos programáticos atuais de química do ensino médio.

Por fim, apresentamos as propostas didáticas que possibilitem trazer o tema para sala de aula, de maneira que inicialmente não necessite inserir o tema nos conteúdos programáticos básicos do ensino médio, ou seja, por modificação de currículo escolar, mas sim buscar alternativas ao ensino tradicional que favoreçam o processo de ensino-aprendizagem.

2 REVISÃO LITERÁRIA

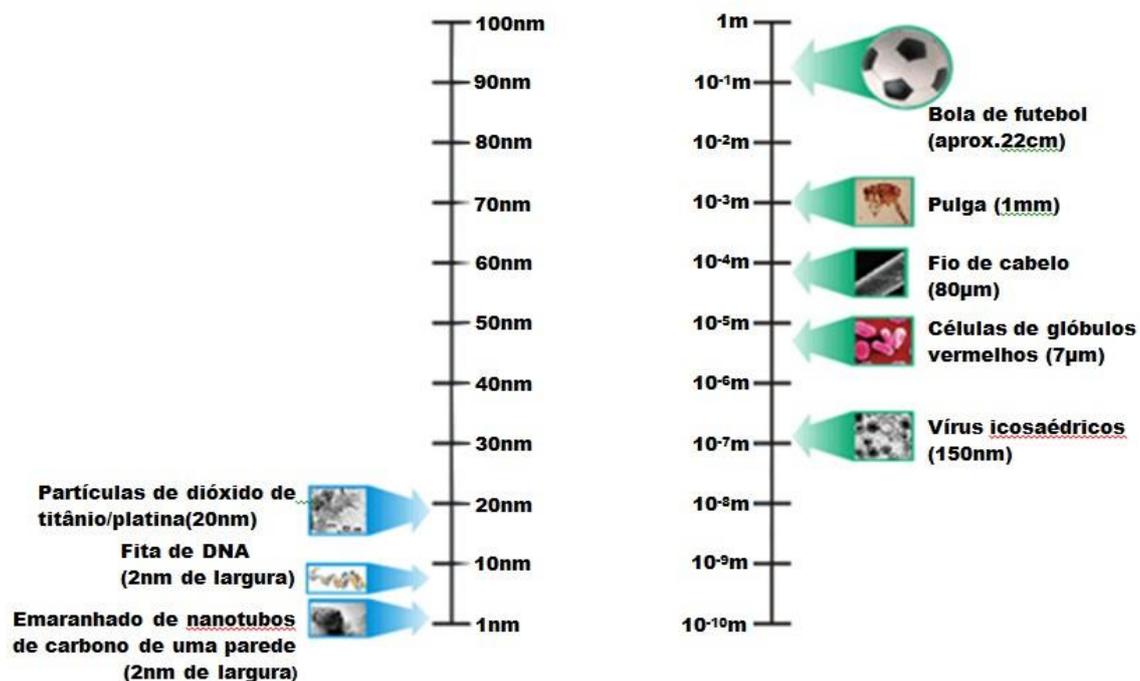
2.1 NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA

A humanidade vive em constantes avanços científicos e tecnológicos, com os dispositivos se tornando cada vez mais sofisticados e muitos materiais obtendo novas funções ainda mais específicas. Esses materiais são construídos de maneira que seu arranjo molecular proporcione uma resposta física ou química quando submetidos a modificações estruturais (PAOLI, 2011).

A utilização e desenvolvimento de diversos materiais influenciam aspectos socioeconômicos, culturais, ambientais, entre outros (ZARBIN, 2007), logo, não restando dúvidas da sua importância para o bem estar humano. Ainda assim, sua importância e em especial a dos nanomateriais não é devidamente apresentada no âmbito escolar, sendo os estudos a respeito dos materiais somente apresentados de maneira dispersa em cursos de graduação em química e não sendo abordados de maneira específica no ensino básico (PAOLI, 2011).

O estudo científico dos materiais no qual as partículas que o compõem se encontram em escala nanométrica (denominados nanomateriais), ganha cada vez mais importância e se fazem mais presentes no cotidiano da sociedade, assim, a nanociência e a nanotecnologia são grandes promessas de revolução da ciência, da indústria e conseqüentemente da sociedade (ZARBIN, 2007).

Nanociência e nanotecnologia são termos que definem o estudo e aplicações que originam em diversos sistemas, fenômenos característicos decorrentes de manipulação da matéria na superfície nanométrica (MILCZEVSKY, 2012). O prefixo “nano”, que deriva do grego “nánnos” e significa “anão”, relaciona-se as partículas dos materiais em uma unidade de medida, como sendo um bilionésimo dessa unidade de medida a que se refere, ou seja, um nanômetro equivale a um bilionésimo de um metro e tudo o que é produzido como estudo e aplicações são denominados nanociência e nanotecnologia. Pode-se apresentar a escala de comprimento de 1m à 0,1 nm, ver Figura 1.

Figura 1. Escala métrica de 1m à 0,1nm

Fonte: http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp. Acesso em Set de 2018.

Sobre o domínio dessa ciência/tecnologia que se encontra compreendido na faixa dos nanômetros, Zarbin (2007) fundamenta “o fato de que as propriedades dos materiais, da maneira pela qual as conhecemos, são fortemente dependentes do tamanho das partículas deste material” (ZARBIN, 2007), ou seja, propriedades (elétricas, magnéticas, óticas, etc) apresentadas macroscopicamente, podem ser alteradas por manipulação em nanoescala dos materiais e assim novos fenômenos e comportamentos são observados, pois com a redução da escala, os efeitos de forças que predominam sobre um material são alteradas, como podemos observar na Tabela 1 a seguir, relativa aos efeitos que atuam predominantemente em sob um material de acordo com o seu tamanho e unidade de medida.

Tabela 1. Efeitos predominantes com a redução da escala desde dimensões de metros até angstroms

Unidade de medida	Do tamanho de	Efeitos predominantes
Metro (m) 1,0m	Criança pequena, bicicleta, etc	Gravidade, atrito, combustão

Centímetro (cm) 0,01m	Polegar humano, moedas, etc	Gravidade, atrito, combustão
Milímetro (mm) 0,001m	Grão de açúcar, etc	Gravidade, atrito, combustão, força eletrostática
Micrômetro (μm) 0,000001m	1/40 do diâmetro de um cabelo humano	Força eletrostática, van der Waals, movimento browniano
Nanômetro (nm) 0,000000001m	Comprimento de uma fila de 5 a 10 átomos	Força eletrostática, van der Waals, movimento Browniano, mecânica quântica
Angstrom (Å) 0,0000000001m	1 átomo, 10 vezes comprimento de onda de um elétron.	Mecânica quântica

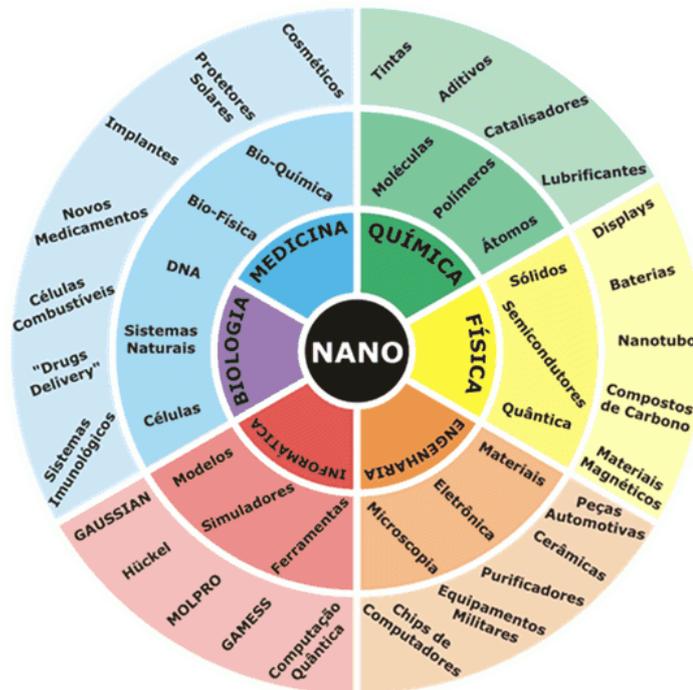
Fonte: DURAN; MATTOSO; MORAIS, 2006.

Com a possibilidade de manipulação e organização da matéria utilizando de nanotecnologia, as novas descobertas científicas a respeito das propriedades dos materiais conduzem a ciência e a indústria a uma nova e revolucionária era industrial (ZARBIN, 2007) que permite a criação de novas realidades, afetando diretamente a sociedade revolucionando produtos, processos e serviços, possibilitando a criação de algo novo ou mesmo dando nova essência a algo que já existente (PLONSKI, 2017).

As informações que essa ciência da nanoescala apresenta, possibilitam ideias e fatos para uma empolgante realidade, com o objetivo de criar novos materiais com propriedades diferentes do habitual e assim novas possibilidades de aplicações somente fazendo o controle do tamanho e forma de partículas.

A nanotecnologia se apresenta como um campo interdisciplinar e de vasto desenvolvimento de setores industriais, já que seus estudos e aplicações passam por diversas áreas de atuação como, por exemplo, a Física, a Química, a Biologia, a Medicina, a Engenharia, entre outras (MILION; DALPIAN; GONÇALVES, 2011) como podemos observar na Figura 2.

Figura 2. Ilustração das inúmeras aplicações de nanomateriais em diversas áreas



Fonte: ANDRADE, 2018.

A estimulação do desenvolvimento e inovação de diversos setores como de Informática, Agropecuária, Meio Ambiente, saúde, Automotivos, Eletrônico, entre outros (COLETI; LMEIDA, 2010) por meio da criação de diversos produtos nanoestruturados é resultado de interações entre a academia, as instituições governamentais e a indústria, conseqüentemente beneficiando o consumidor com a diversidade de produtos criados, buscando modificar e ampliar a qualidade de vida das pessoas. (FERREIRA; RANGEL, 2009).

Podem ser citados outros exemplos de setores industriais acendidos pelo desenvolvimento em nanotecnologia, como a nanoeletrônica, que tem impactos em tecnologias da informação e comunicação com aumento da capacidade de armazenamento e processamento, a nanobiotecnologia que beneficia a medicina, a farmácia, a agricultura, a indústria de alimentos, entre outras.

2.1.1 Nanotecnologia: Um Breve Histórico

Processos similares a nanomanipulação eram realizados nos tempos medievais na fabricação de vitrais coloridos das igrejas europeias, pois se tratava da produção do vidro com nanopartículas de ouro, na qual a coloração era dependente do tamanho da partícula e também dependente da luminosidade que o material recebia (SILVA, 2008). Da mesma forma, a taça de *Lycurgus* que possui em sua constituição partículas de ouro e prata, exibindo coloração verde quando a luz é refletida, mas quando a luz é transmitida a coloração apresentada é vermelha (FERREIRA; RANGEL, 2009), como está exibido na Figura 3.

Figura 3. Ilustração da taça de Lycurgus



O efeito luminoso gerado na taça que é datada do século IV e se encontra no museu de Londres, ocorre por interação de nanopartículas de ouro na composição do material e sua interação com a luz que ocorre de maneira distinta quando a iluminação é feita por transmissão ou reflexão (MAXIMINO, 2016).

A relação entre as propriedades apresentadas por um material e o tamanho de suas partículas de ouro constituintes foi apresentada no século XIX por Michel Faraday observando que cada tamanho específico de partículas

influenciava na absorção de luz e assim a coloração natural amarela do ouro pode ser rubi, negro ou arroxeadado (SILVA, 2008).

A compreensão sobre nanomanipulação somente começou a ser melhor fundamentada em 1959 com o físico americano Richard Feynman, em conferência na Reunião da Sociedade Americana de Física, realizou uma palestra intitulada “Há Muito Espaço Lá Embaixo” (*There’s Plenty of Room at the Bottom*) sugerindo a produção de materiais em escala nanométrica via manipulação, átomo a átomo e assim, se essa escala fosse explorada, poderia proporcionar grandes inovações aos dispositivos (FERREIRA; RANGEL, 2009).

A visão de Feynman não foi prontamente evidenciada, pois não se tinha instrumentos que possibilitassem conhecer e compreender a estrutura fundamental de composição da matéria, impossibilitando até o momento compreender melhor as propriedades dos materiais e a manipulação das partículas (DUARTE, 2018).

Somente anos depois, mais precisamente em 1974, o termo “nanotecnologia” foi introduzido pelo pesquisador da Universidade de Tóquio, o japonês Norio Taniguchi. Ele indicou que uma nova tecnologia era capaz de ir além dos domínios da microescala/microtecnologia (SILVA, 2008).

A barreira para que fosse possível a visualização da matéria em escala nanométrica foi rompida em 1981 quando os físicos da IBM de Zurich, Gerd Binnig Heinrich Rohrer, conseguiram a patente do Microscópio Eletrônico de Tunelamento de Varredura, e assim permitindo a visualização em escala nanométrica (PEIXOTO, 2013).

Nessa corrida da compreensão dessa tecnologia, as análises que mais se aproximaram dos conhecimentos nanocientíficos atuais foi apresentado em 1981 por Eric Drexler, em seu livro “*Engines of Creation*” e que popularizou a nanotecnologia (LEAL, 2010).

Em 1986, o Microscópio de Força Atômica permitiram a visualização e manipulação de átomos e moléculas, por projeção de imagens de superfície atômica e “arrastando” os átomos ou moléculas pela superfície do material, formando as nanoestruturas (MAXIMINO, 2016).

Um fato de grande importância para a nanotecnologia ocorreu em 1989, quando o físico norte americano Donald Eigler e seus colaboradores desenvolveram sobre uma superfície de níquel, o logo tipo da empresa IBM (*International Business Machines*) utilizando 35 átomos de xenônio (FAHNING; LOBÃO, 2011).

As evoluções alcançadas impulsionam grandes perspectivas de criação e inovação com estudos e aplicações em nanotecnologia, sendo assim considerada uma nova revolução da ciência (SILVA, 2008).

2.1.2 Desenvolvimento recente da Nanotecnologia no Brasil

Tecnologias que demonstram elevado poder revolucionário e que desenvolvem diversas perspectivas de mudanças na estrutura tecnológica, política, social e econômica de um país, são oportunidades para que grandes inovações aconteçam (ABDI,2010). Várias tecnologias e dentre elas, a nanotecnologia, assumem um papel de destaque no ciclo de crescimento e desenvolvimento, com isso, diversas iniciativas de política industrial e de inovação vêm se desenvolvendo no Brasil. Tal postura de inovação tecnológica e industrial nacional faz com que o Brasil se faça presente na disputa ao desenvolvimento de tecnologias emergentes e reduza sua dependência de outros países, conseqüentemente aumentando competitividade do comércio internacional (SOARES, 2011).

Com reconhecimento da importância da nanociência e nanotecnologia para o desenvolvimento, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), junto com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), buscaram a iniciativa de ações para o desenvolvimento dessa área emergente. O Brasil deu seus primeiros passos para estruturar e desenvolver a nanotecnologia em 2001 (SILVA, 2015) com apoio do próprio CNPq que formou quatro redes cooperativas de pesquisa e quatro institutos virtuais, que neles, foram investidos 30 milhões de reais para quatro anos de pesquisa (LEAL, 2010).

O Ministério da Ciência e Tecnologia no âmbito de plano plurianual (PPA), que é um planejamento de médio prazo, realizado através de instituição de leis, para garantir as prioridades e investimentos de um governo (Plano Plurianual, 2018), lançou em 2003 o programa “Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia” e posteriormente em 2005 lançou o Programa Nacional de Nanotecnologia, programas que ampliaram as iniciativas relacionadas ao tema (LEAL, 2010).

Em 2008 foi criado o programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), programa que proporcionou uma maior consistência da nanotecnologia no Brasil, com eventos realizados em 2008 e 2009 para divulgação da nanotecnologia no setor privado (LEAL, 2010).

Em 2011, o Brasil obteve um importante acordo para a pesquisa e o desenvolvimento na área de nanotecnologia em parceria com a China para a fabricação de nanodispositivos (SILVA, 2015).

Recentemente, o crescimento da nanotecnologia nacional é bastante influenciado pelo mercado de cosmético, fazendo o Brasil ocupar o terceiro lugar no mercado mundial de produtos de higiene pessoal segundo dados da Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (Abihpec) (SILVA, 2015).

Com os notórios avanços da nanotecnologia mundial e em destaque no Brasil, se faz necessário inserir o tema com informações sobre nanociência na educação básica, para que amplie a educação e possibilite o acesso a informações tão relevantes, permitindo o desenvolvimento de um senso crítico e reflexivo do aluno sobre temas tão relevantes para o país.

2.2 ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com LIMA e LEITE (2002), diversos setores da sociedade são diretamente influenciados pela educação que são desenvolvidas nas escolas, afirmando que

“A educação escolar é a maior responsável pelas mudanças na política, na economia, nas relações sociais e na cultura de uma sociedade. Neste sentido, a escola tem o objetivo de fornecer os subsídios necessários, e imprescindíveis, para que o educando adquira a capacidade de poder atuar nessa sociedade de maneira coletiva e responsável. Essa competência só se torna satisfatória quando o jovem se apropria das habilidades indispensáveis a sua atuação.”(LIMA;LEITE, 2002)

O ensino é comumente fundamentado pela interação entre indivíduos com transferência de informações de maneira que a escola oportunize ao aluno um espaço de desenvolvimento de ideias e o estudante absorva os conhecimentos recebidos, fornecendo a ele, subsídios que impulsionem habilidades, que são essenciais para que o indivíduo enquanto cidadão possa ser capaz de atuar na sociedade de maneira crítica e responsável, capacitando-o a ser reflexivo e ativo enquanto cidadão(ASSIS; DE LIMA, 2011).

Segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNs) a Química possui importantes contribuições para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que conseqüentemente influenciam na política, na economia e no próprio aspecto social, com isso, são essenciais novas abordagens para o conhecimento químico escolar para que todo o dinamismo científico possa ser transmitido na escola. Para os PCNs, “o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, e verdades absolutas, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança” (BRASIL, 1997).

No currículo escolar, sendo a Química essencialmente integrante do Ensino Médio, seu objetivo não é tornar o estudante um especialista em química, mas sim, ser capacitado a raciocinar, compreender e até mesmo solucionar problemas do seu cotidiano (TIEDEMANN, 2018), permitindo que seja construída uma visão de mundo mais completa e consciente de que o mesmo faz parte de um mundo em constante transformação.

2.2.1 Ensino de Química Atual

É constatado que o ensino de química nas escolas de ensino básico no Brasil é realizado de forma que os alunos não se interessam pelos conteúdos, além de não demonstrarem dificuldade em relacionar os conteúdos programáticos da disciplina com o seu cotidiano (LIMA, 2013). Para o entendimento da ciência, é importante considerar que as fundamentações teóricas que regem a ciência são fruto de criação de modelos e elaboração de leis que possam organizar um sentido ao que é observado na realidade vivenciada, a partir da observação da própria natureza, por meio de experimentações, ou simulações para possibilitar a aplicabilidade da teoria desenvolvida (MELO; NETO, 2013).

Uma das razões para a dificuldade da aprendizagem em química está na sua base. Podemos tomar como exemplo do fato de o aluno não entender o termo “modelo atômico”, como sendo uma construção teórica e não como a verdade absoluta da existência dos átomos faz com que ocorra uma fragmentação de conceitos e conhecimentos, logo, o aluno demonstra dificuldade em estabelecer relações entre os modelos atômicos e moleculares com o comportamento da matéria macroscopicamente (BRITO, 2014).

Com a fragmentação teórica da disciplina, o aluno não consegue compreender que as teorias são construções científicas contínuas e assim dificultando ainda mais a assimilação do caráter dinâmico que da ciência, logo sujeita a alterações, ou seja, os modelos apontam construções provisórias e que podem ser aperfeiçoadas a um modelo mais apropriado (MELO; NETO, 2013).

Na relação entre teoria e realidade, os termos contextualização e cotidiano são marcantes no ensino de química, sendo este utilizado como recurso desde os PCNEM (Brasil, 1997) e os PCN+(Brasil, 2000), que foram desenvolvidos a partir de discussões entre especialistas e educadores de todo o país, com a finalidade de auxiliar as equipes escolares e educadores no planejamento de aulas e no desenvolvimento do currículo da escola. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do

ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. (BRASIL, 2000).

De acordo com os PCNEM, a contextualização dos conteúdos, significa que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto, buscando possibilitar, uma aprendizagem mais significativa para o aluno e tirando-o da condição de espectador passivo em sala de aula (BRASIL, 2000).

O termo cotidiano se caracteriza por relacionar situações corriqueiras no dia a dia das pessoas com os conhecimentos científicos, ou seja, interligando a vida do indivíduo aos conteúdos da disciplina, com objetivo de proporcionar a melhor a aprendizagem, tornando-os mais compreensíveis pelos alunos (MENESES; NUÑEZ, 2018). Porém, o ensino de conteúdos de Química, é muitas vezes desenvolvido de forma fragmentada e descontextualizada, ou seja, os diversos conteúdos muitas vezes não estabelecem relações entre eles, como também, conteúdos que não estão relacionando-se devidamente com o dia a dia dos alunos e assim, tornando-se uma disciplina pouco significativa e de difícil compreensão para os estudantes (BRASIL, 2002).

Quando o ensino de química ocorre de maneira fundamentada no cotidiano dos estudantes e na contextualização dos temas, enfatizando situações reais de maneira crítica e assim dando significado aos conteúdos ensinados, facilita o desenvolvimento de competências e habilidades, permitindo que o aluno seja capacitado a analisar e interpretar informações e também argumente e apresente conclusões (BRASIL, 2017).

2.2.2 Competências essenciais para o aluno da educação básica

Desde que a Constituição Federal de 1988 foi publicada oficialmente já se apresentava importante e necessária a organização de conteúdos mínimos que assegurasse a formação básica comum. Por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB n. 9.394/96) e dos documentos oficiais seguintes como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e as Diretrizes

Curriculares Nacionais (DCNs), as indicações presentes na constituição foram garantidas e em seguida com a finalidade de estabelecer conteúdos fundamentais a serem aprendidos na educação básica, foi instituída a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC estabelece que os mesmos conteúdos sejam ensinados em qualquer lugar do país, visando promover a igualdade de oportunidades a aprendizagens essenciais a crianças e jovens e assegurando-o ao final de sua formação integral, o desenvolvimento de diversas competências, sejam elas gerais ou específicas (BRASIL, 2017) Entre as diversas competências que fazem parte da BNCC, algumas auxiliam a fundamentação e apresentação de propostas didáticas no ensino de nanotecnologia no ensino de química para o ensino médio.

As competências gerais a serem ressaltadas são:

“Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.” (BRASIL, 2017).

As competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio devem ser alcançadas, por meio de enfrentamento de desafios da contemporaneidade e da formação cidadã, preparando os alunos para fazer julgamentos, elaborar argumentos e apresentar proposições para situações de vida e fazer uso sensato de tecnologias, se fazendo assim, sujeitos com modos próprios de pensar e agir. As competências específicas destacadas como objetivos para o ensino de química com abordagem em nanotecnologia são:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando

procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2017)

As competências gerais e específicas citadas fundamentam a importância de trabalhar a nanotecnologia na escola. Sua evolução relativamente recente e possuindo ainda um grande potencial de revolução tecnológica, colabora e permite aos estudantes, a oportunidade de entender e explicar essa nova realidade da ciência e da tecnologia, possibilitando o protagonismo do aluno na sua aprendizagem e desenvolvimento.

Devido à compatibilidade entre algumas competências visadas na BNCC e o cenário que temos da nanotecnologia, as mesmas valorizam ainda mais importância de se falar no tema no ensino médio, garantindo um espaço para discuti-lo no ensino básico e o direito do indivíduo pelo menos enquanto estudante e cidadão, conhecer essa área que revoluciona a indústria. Para isso, algumas propostas didáticas contribuem para o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades dos alunos.

2.2.3 Tópicos de Nanociência em conteúdos de Química no ensino médio

A química tem dado um novo significado e com novas perspectivas ao fazer revelações sobre a composição das coisas. De forma conceitual expressando-se como “entidades” denominadas átomos e moléculas e que atualmente fundamenta-se nas características apresentadas por cada uma delas.

As boas perspectivas nos ramos industriais, causados pela nanociência e suas aplicações que atualmente já se faz presente de alguma forma na vida das pessoas, e prometendo ainda mais avanços tanto científico quanto no cotidiano, faz com que o tema seja bastante relevante para a educação, ou seja, para a formação de pessoas orientadas aos diversos desenvolvimentos da sociedade (BASSOTTO, 2011).

Admitindo-se que os brasileiros estão em contato direto ou indireto com nanotecnologias, trabalhando ou consumindo, bem como em mídia impressa ou programas televisivos. Em sua maioria, o contato da nanotecnologia ocorre de forma que as pessoas não possuem o mínimo conhecimento, sendo considerada um “estranho-íntimo” por ser um tema pouco debatido fora da academia e da indústria, sendo assim, a educação científica na sociedade é praticamente iniciante (JESUS; HIGA, 2014).

A educação é imprescindível para a formação de um sujeito com capacidade de refletir de maneira crítica a respeito das implicações das tecnologias na sociedade e para capacitá-lo a atuar em sua produção (FERNANDES, 2015) e com a nanotecnologia constituindo uma das áreas científicas que mais cresce nos últimos anos e se apresentando como o foco em diversos ramos de estudos, é de grande importância que o professor discuta o tema em sala de aula, introduzindo-o e indicando desde seus conceitos básicos até seus pontos positivos e negativos na sociedade (FERNANDES, 2016).

É evidente que a Química consegue guiar suas análises em conjunto com a nanotecnologia molecular, utilizando de conhecimento e ferramentas que lidam com o mundo extremamente pequeno onde fenômenos clássicos (macroscópico) e quânticos (atômico) se misturam, além de envolver o estudo de conteúdos já bastante conhecidos na base das ciências, que são os átomos e moléculas, com uma abordagem inovadora, pois se fundamenta na manipulação dessas partículas, surgindo novos conhecimentos a respeito das interações entre elas, transpondo-se para os mais diversificados tipos de materiais como polímeros, metais, compósitos e biomateriais (TOMA, 2005).

Para realizar uma abordagem do tema transpondo os conteúdos pré-estabelecidos tradicionalmente no ensino de química que dê a oportunidade ao aluno está ciente da existência e presença da nanotecnologia no seu cotidiano, algumas propostas didáticas apresentam boas oportunidades de intervir no processo de ensino-aprendizagem com exposição de um tema tão relevante para a sociedade.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Fundamentar a importância de introduzir o tema nanociência e nanotecnologia no ensino de química no ensino médio.

3.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar brevemente, o cenário evolutivo da nanociência e nanotecnologia;
- Pesquisar o cenário atual;
- Pesquisar sobre algumas políticas brasileiras em nanotecnologia;
- Pesquisar sobre os setores beneficiados pela nanotecnologia;
- Pesquisar produções científicas e a indústria brasileira;
- Pesquisar os objetivos da educação básica no Brasil;
- Pesquisar a participação da educação básica nos setores políticos, sociais e econômicos;
- Pesquisar o ensino de química na formação cidadão (indivíduo crítico, reflexivo e capacitado a lidar com situações cotidianas);
- Apresentar propostas didáticas para a introdução do tema em sala de aula.

4 METODOLOGIA

Este trabalho teve sua metodologia realizada com embasamento teórico, realizado a partir da revisão literária, com a proposta de proporcionar uma base para desenvolvimento e entendimento da proposta didática de ensino de Nanotecnologia.

A pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica (MARCONI E LAKATOS, 1992).

Apoiado nas pesquisas realizadas e levando em consideração a realidade vivenciada dentro de sala de aula, desenvolvemos este projeto com a abordagem sobre uso de diversas propostas para o ensino de nanotecnologia em sala de aula, através de estudos sobre o assunto, na sua construção desde a sua forma mais primária, conhecendo um pouco sobre diferentes técnicas para ser aplicadas em sala, são elas: 1) A realização de pré-testes, minicursos e seminários em sala de aula e desenvolvimento de ideias com aplicação em nanotecnologia, 2) História em quadrinhos, 3) Sequência didática, 4) Uso de *software*: Aplicativo, jogos educativos, vídeos e 4) Uso de métodos cooperativos de aprendizagem: *Jigsaw* adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A abordagem da nanociência e da nanotecnologia no ensino médio é uma oportunidade para trabalhar o tema na escola, inserindo assim temáticas atuais, de forma que os alunos percebam as modificações e avanços científicos recentes e que ainda estão em desenvolvimento (SANTOS; NIHEI, 2013). As atividades possibilitam que os alunos conheçam também os potenciais benefícios e prejuízos de uma nova tecnologia (RABELO et al., 2012).

A didática é utilizada no ensino, como técnica de orientação para a aprendizagem e assim, possibilitar uma relação mais efetiva entre o ensino tradicional que ocorre com a transmissão direta de conteúdos entre professor e aluno, com a perspectiva mais didática, que visa transpor os conteúdos programáticos do ensino escolar, objetivando assim, desenvolver um ensino que permeia os fatores sociais, tornando o ensino e conseqüentemente o aluno mais crítico (AMANDA; ALESSANDRA, 2013). O indivíduo com pensamento crítico tem um está sempre atento ao conhecimento, com a capacidade de analisar, compreender e solucionar um determinado problema, mantendo assim, aluno capacitado entender a dinamicidade da construção do conhecimento e argumentos (BROEIRO, 2014).

O termo “didático” somente é introduzido ao ensino, quando há intervenção intencional e planejada no processo de ensino-aprendizagem, logo não é um ato que ocorre espontaneamente e assim a escola se torna um local onde o ensino é um processo sistematizado. Considerando que o processo de ensino é fundamentado pela transmissão e assimilação de conhecimentos, tomando como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos, o professor tem a responsabilidade de desenvolver uma organização didática dos conteúdos que possibilite a assimilação e a aprendizagem (AMANDA; ALESSANDRA, 2013).

Os alunos na escola aprendem e compreendem, na aquisição de conhecimentos, as formas de desenvolvimento de suas capacidades cognitivas, que os tornam capacitados de pensar e lidar com problemas da vida cotidiana (LIBÂNEO, 2004), logo, o ensino de ciências é de extrema importância para a formação de um cidadão crítico (BROEIRO, 2014).

Com a revolução da indústria dos nanomateriais, surgem novas perspectivas para a própria indústria, como também para o ensino de ciências (PEREIRA; HONÓRIO, SANNOMIYA, 2010) e a utilização de atividades experimentais são interessantes possibilidades para a abordagem de novas tecnologias e relacionar o ensino ao cotidiano, despertando no aluno a curiosidade e interesse sobre o conteúdo (ARAUJO; ABIB, 2003), logo, o estudante estará exposto a situações novas e desafiadoras que se forem bem trabalhadas, favorecem o processo de aprendizagem e conseqüentemente, o desenvolvimento das competências sugeridas pela BNCC.

Kindel (2012) considera alguns métodos possíveis para a produtividade no ensino, como a leitura, interpretação, teatralização, mesa de debates, entrevistas, pesquisas, produção de gêneros textuais (charge, história em quadrinhos, música pintura, reportagens, fotografias e outros) como boas abordagens para que os alunos se expressem de forma ativa, ou seja, como o protagonista da atividade, possibilitando assim, uma melhor aprendizagem (SANTOS; NIHEI, 2013).

Seguindo as orientações curriculares para a área de ciências da natureza, proporcionando aos estudantes a formação científica e cultural enquanto cidadão, com objetivo de construir sua base de conhecimentos e de superar os obstáculos contínuos da vida pessoal, discente e profissional, sendo o mesmo capacitado a lidar com as novas tendências científicas e tecnológicas. Assim, estando a nanociência e nanotecnologia inclusa nessas tendências, algumas propostas didáticas possibilitam a abordagem do tema no ensino de química. Algumas propostas didáticas encontradas na literatura são:

- A realização de pré-testes, minicursos e seminários em sala de aula e desenvolvimento de ideias com aplicação em nanotecnologia;
- História em quadrinhos;
- Sequência didática;
- Uso de *software*: Aplicativo, jogos educativos, vídeos;
- Uso de métodos cooperativos de aprendizagem: *Jigsaw* adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia

Em sala de aula, algumas metodologias e estratégias de trabalho dos conceitos de nanociência e nanotecnologia são atraentes para a apresentação

do tema na escola. Alguns recursos didáticos, estratégias e materiais serão descritos nos tópicos a seguir:

5.1 Sequência didática

A sequência didática (SD) é um método utilizado em educação que organiza uma sucessão de aulas sobre um tema central, sendo mais eficiente quando relacionando os conhecimentos científicos do tema ao cotidiano dos alunos. Essa SD deve ser estruturada e organizada com objetivos educacionais bem definidos, ou seja, o professor e o aluno devem saber identificar o que esperam das atividades realizadas e também quando o objetivo foi efetivamente alcançado.

A contextualização do tema é fundamental para que a problematização se torne mais fácil, para que o aluno se interesse mais pelo tema e pense de forma reflexiva e crítica as relações com o próprio cotidiano, valorizando os seus conhecimentos prévios e oferecendo suporte a introdução de novos conhecimentos, promovendo uma melhor aprendizagem (KINDEL, 2012).

A SD para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) deve seguir três passos: a problematização, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento (MOREIRA, 2015). A problematização feita em uma primeira aula sobre o tema e com aplicação de questionário aos alunos possibilita que seja feita uma análise de concepções prévias dos estudantes pelo professor. Após a aplicação do questionário, o professor ficará ciente do conhecimento dos seus alunos sobre o tema abordado e assim o possibilitando organizar uma sequência de palestras que abordem questões conceituais, tecnológicas e sociais sobre nanotecnologia (DELIZOICOV; ANGOTTI; & PERNAMBUCANO, 2009), como por exemplo, a química dos xampus, a química dos perfumes e após essa etapa de apresentação, propor a aplicação dos conhecimentos adquiridos com uma etapa de realização de experimentos como a própria preparação do xampu e a obtenção de óleos essenciais (SANTOS; SILVA; BATINGA, 2012) e outra etapa de socialização das respostas do questionário e debate do tema e *feedback* dos alunos.

5.2 Pré-testes, seminários, desenvolvimento de ideias de aplicações nanotecnológicas

Inicialmente, para avaliar qual o nível de conhecimento dos estudantes, aplica-se um pré-teste com perguntas conceituais a respeito tópicos em nanociência e a nanotecnologia, possibilitando avaliar o nível de conhecimento prévio dos alunos.

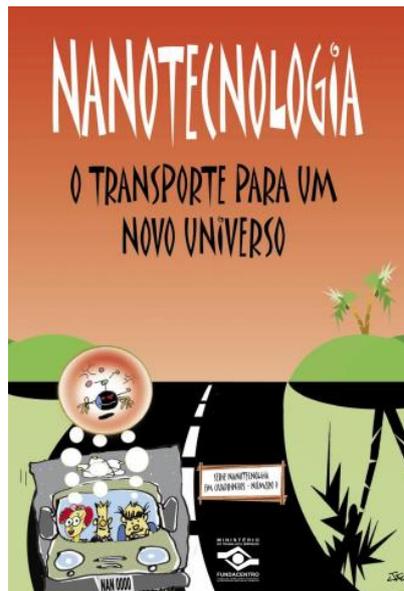
Em seguida, apresenta-se um seminário sobre o tema abordando o desenvolvimento histórico, os conceitos anteriormente questionados, apresentando também as características, as vantagens e desvantagens, as aplicações, o cenário atual e as perspectivas futuras.

Após a fundamentação teórica apresentada, aplica-se uma atividade investigativa, onde os alunos, com seus conhecimentos próprios de vida e os que forem aprendidos na apresentação do seminário, possam propor ideias de desenvolvimento de materiais nanotecnológicos, como remédios, protetor solar, roupas, maquiagens, entre outros (RODRIGUES et al, 2018).

5.3 História em quadrinhos (HQ)

Além de apresentar um caráter recreativo, os quadrinhos são ferramentas efetivas no processo de ensino-aprendizagem devido as suas ilustrações que atraem a atenção do estudante e a linguagem mais informal e bem-humorada que pode ser utilizada em sintonia com o tema abordado. É um recurso conhecido pelo aluno e reconhecido pela LDB que ressalta a importância da aprendizagem com a utilização de linguagem contemporânea e diversificada para a formação dos alunos do ensino fundamental e médio (LOPES et al., 2012).

Figura 4. Ilustração de história em quadrinhos



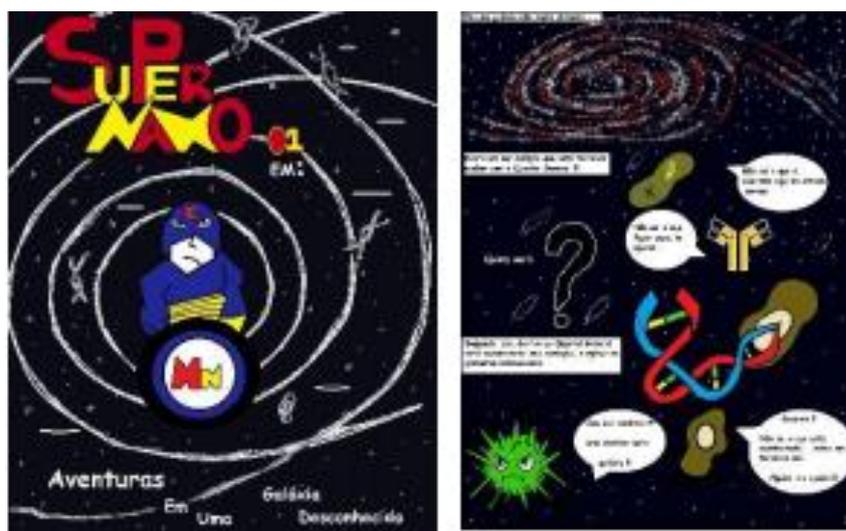
Fonte: VERGEIRO; RAMOS., 2009

A HQ “Nanotecnologia – O transporte para um novo universo” apresenta a história de três pessoas que trabalham em uma transportadora e durante uma das viagens estão presentes a dona da transportadora, o caminhoneiro e seu auxiliar. Em determinado momento da viagem começa a chover, mas o caminhão não tem limpadores de vidro porque o vidro foi protegido com uma película de material nanoestruturado. O auxiliar do caminhoneiro fica curioso para entender o que é esse material e a mulher e o caminhoneiro explicam os conceitos básicos de nanotecnologia, a composição da água por átomos e moléculas, o tamanho dos átomos utilizando de exemplo a distancia entre estados, riscos e benefícios dessa tecnologia, além de apresentar outros setores que utilizam da nanotecnologia (VERGUEIRO; RAMOS, 2009).

A História em Quadrinho criada, intitulada “SuperNano em: As aventuras em uma galáxia desconhecida”, aborda a aplicação da nanotecnologia na medicina oncológica. Ela conta a história do “SuperNano”, um super-herói que habita em uma galáxia desconhecida, e que tem a missão de derrotar o vilão, “LexCan”. No decorrer da história, o herói observa uma mutação, percebendo que sua missão será ainda mais difícil. O SuperNano contou com a ajuda dos “nanoides”, soldados que somaram forças para derrotar o mutante. No fim da história, nota-se que a galáxia desconhecida é o corpo humano e que o SuperNano, na realidade, é uma droga suportada em um nanocompósito útil no

tratamento de células cancerosas. Este medicamento de dimensão nanométrica (10 – 9 m/bilionésima parte do metro) seria capaz de atingir de forma mais eficiente o alvo, evitando os efeitos colaterais causados pelo tratamento convencional de quimioterapia e radioterapia que também atinge células saudáveis. A HQ foi apresentada na VII Semana CientíficoTecnológica (SEMACIT) do IFRJ/CDuC (2015). Durante a semana acadêmica cerca de 50 alunos, entre graduandos e alunos do ensino médio técnico, tiveram contato com a HQ desenvolvida. De modo geral a maioria do público conseguiu compreender que a história se tratava de uma das aplicações da nanotecnologia no nosso dia a dia, ver Figura 5.

Figura 5. Recortes de imagens da História em Quadrinhos com o tema “SuperNano em: Aventuras em uma galáxia desconhecidas”



Fonte: SILVA et al., 2016.

5.4 Uso de software: Aplicativos, jogos educativos e vídeos

O computador é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de algumas atividades e um grande facilitador no acesso a informação, favorecendo a construção do saber de forma mais interativa e dinâmica

(TOLEDO, 2015). A utilização de softwares no ensino básico promove a inclusão e o desenvolvimento de competências e habilidades no estudante.

Os conteúdos e temas que envolvem a química, e em especial a nanotecnologia, que apresentam conteúdos de relativa abstração para os alunos, podem ser ensinados de forma mais lúdica e interativa com a utilização de softwares específicos, como aplicativos, jogos educativos, laboratório virtual e vídeos relacionados à nanotecnologia.

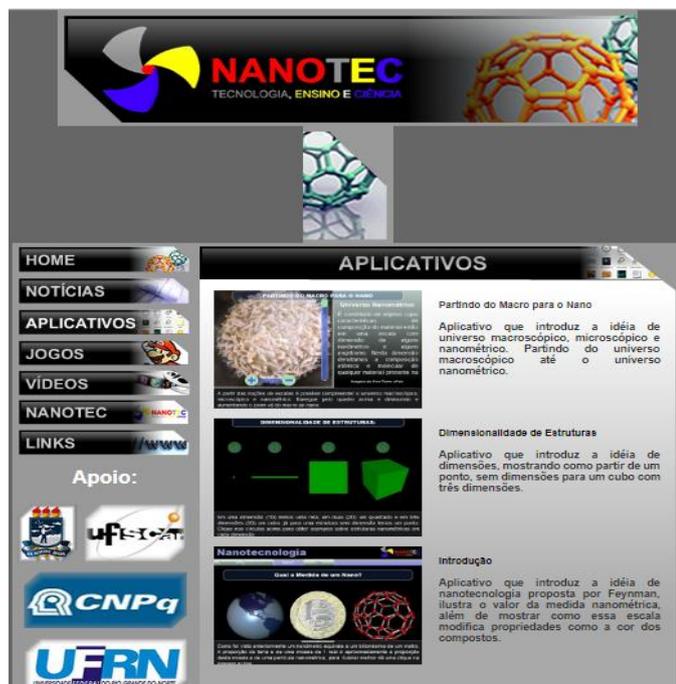
É possível encontrar *softwares online*, como aplicativos, jogos educativos, vídeos e *links* relacionados a nanotecnologia. Alguns desses softwares encontram-se no site <www.nanotec.zip.net>, na forma de canal de notícias sobre produtos e novidades no mundo nano e até sobre as perspectivas profissionais.

Figura 6. Ilustração de links relacionado a nanotecnologia



Fazem parte do acervo, alguns aplicativos que introduzem ideias básicas da nanociência.

Figura 7. Ilustração de aplicativos sobre nanotecnologia



O jogo educativo é utilizado como meio de aprender sobre o tema, com o Nano Ludo que no seu percurso apresenta informações e perguntas de múltipla escolha.

Figura 8. Ilustração de jogos com temática de nanotecnologia



Além de links que direcionam a sites que possibilitam encontrar materiais como artigos e notícias sobre a nanotecnologia.

5.5 Uso de métodos cooperativos de aprendizagem: *Jigsaw* adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia

A aprendizagem cooperativa relaciona-se a diversas técnicas de organizar e conduzir as atividades em sala de aula, principalmente com a formação de grupos de alunos com objetivos em comum, de forma que a aprendizagem de cada indivíduo do grupo seja potencializada, ou seja, ao final da atividade, espera-se que o grupo domine o conteúdo trabalhado e ajudem seus colegas nessa tarefa (GOMES, 2015).

Um dos métodos cooperativos de aprendizagem que podem ser utilizados para o ensino de nanotecnologia é o *Jigsaw*. Esse método foi desenvolvido na década de 70 pelo Psicólogo social e professor da Universidade do Texas, Elliot Aronson, acreditando que o processo de aprendizagem deve ser estruturado de modo a amenizar a competitividade individual e que os alunos colaborem entre si com seus conhecimentos individuais e que podem ser compartilhados ao grupo e assim cada um tem um papel fundamental no sucesso do grupo. (GOMES, 2015)

O desenvolvimento desse método pelo professor prevê, inicialmente, que o assunto central, no caso, nanociência e nanotecnologia, seja subdividido em tópicos, com a finalidade de observar e discutir essas fragmentações e posteriormente estabelecer uma conclusão referente ao assunto central. O assunto central seria disponibilizado aos alunos na forma de um texto de divulgação científica como fonte de informação, visto que, a abordagem do tema seria uma complementação aos conteúdos programáticos da disciplina de química e em sequência ao texto, perguntas sobre o tema que possam desafiar o aluno.

No que diz respeito ao passo a passo da atividade, em um primeiro momento formam-se grupos denominados “grupo base” de 4-6 pessoas com a escolha de um líder e distribuem-se os textos-base (4-6 textos) de cada tópico para cada um dos alunos dos grupos, ou seja, em cada grupo um aluno ficará com um tópico específico diferente de outro aluno do grupo base e em seguida

concedendo tempo para leitura dos textos. Em um segundo momento, após a leitura, separam-se os alunos do grupo-base para a formação de novos grupos de alunos com o mesmo tópico, esses grupos são chamados “grupos especialistas” em um determinado tópico. Cada grupo deverá discutir o conteúdo que leram no grupo de especialistas e preparar o que deverá ser apresentado para o grupo-base. No último e terceiro momento, após o professor observar cada grupo na sala e intervir caso haja algum problema no grupo, os especialistas retornam aos grupos-base para discutir cada tópico e perguntas e a conclusão final do grupo-base pelo líder do grupo.

Figura 9. Ilustração do método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*

ETAPAS DA ATIVIDADE	DISTRIBUIÇÃO DOS ALUNOS NOS GRUPOS
<p>1º Momento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Formação de grupos base (A,B,C,D) com leitura do texto de divulgação. -Breve discussão -Distribuição de perguntas 	 <p>GRUPO A GRUPO B GRUPO C GRUPO D</p>
<p>2º momento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Formação de grupos de especialistas. -Discussão de uma pergunta específica à cada grupo de especialistas 	 <p>GRUPO α GRUPO β GRUPO γ GRUPO δ</p>
<p>3º momento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Retorno dos especialistas aos respectivos grupos base -Discussão com o grupo base a respeito das perguntas -Conclusão acerca de nova questão. 	 <p>GRUPO A GRUPO B GRUPO C GRUPO D</p>

Tabela 2. Questões da atividade com o texto e que grupos as responderiam

ENUNCIADO	GRUPOS
A) O que é nanotecnologia? Como ela difere das outras tecnologias?	1α e 2α

B) Quais são as vantagens trazidas pela nanotecnologia?	1β e 2β
C) Em quais áreas a nanotecnologia atua/atuará? Cite alguns exemplos.	1χ e 2χ
D) Como é possível cientistas desenvolverem a nanoarte?	1δ e 2δ
E) Posicione-se criticamente em relação ao desenvolvimento da nanotecnologia.	Base

Fonte: LEITE; LOURENÇO; LICIO; HERNANDES, 2013.

6 CONCLUSÃO

Motivado pelo destaque da nanociência e nanotecnologia no desenvolvimento científico e tecnológico mundial, causando impactos políticos, sociais e econômicos, além de ser um setor auxiliado por conteúdos básicos de Química, observa-se a necessidade de incorporar o tema no ensino da disciplina no ensino médio.

Diante disso, abordamos algumas propostas didáticas possíveis para que o tema seja apresentado em sala de aula de maneira satisfatória sem a imediata necessidade modificar os conteúdos presentes no currículo da disciplina.

Percebe-se que o desenvolvimento acelerado dessa tecnologia sendo fruto diversos estudos sobre os materiais nanoestruturados e com grandes perspectivas futuras, é de grande importância que os estudantes do ensino básico e em destaque os do ensino médio, conheçam as bases conceituais e de aplicabilidade da nanotecnologia.

A condução desse conhecimento a respeito dessa tecnologia para a sala de aula permite uma perspectiva positiva que possibilita a formação de pessoas críticas e capazes de compreender e interpretar os avanços tecnológicos e nos impactos causados seja no comportamento social, na economia, na política ou mesmo no ambiente.

O aluno da educação básica tem o direito garantido por lei, através da LDB e outros documentos oficiais o desenvolvimento de diversas competências que o preparam para a formação cidadã crítica e reflexiva.

Para seja possível garantir determinadas competências e habilidades a partir dessa tecnologia, apresentamos algumas propostas didáticas que possibilite ao professor, levar o tema para sala de aula transpondo os conteúdos programáticos, atraindo o interesse do aluno a conhecer essa importante ciência que invade diversos setores industriais.

REFERÊNCIAS

_____. Plano Plurianual (PPA). Disponível em:
<<http://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/leis-orcamentarias/ppa>>.
Acesso em Ago de 2018.

_____. Nanotecnologia. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>. Acesso em Set de 2018.

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Panorama nanotecnologia – Brasília, 2010.

AMANDA; ALESSANDRA. A didática como fator de qualidade no processo de ensino aprendizagem, 2013. Disponível em:
<http://www.editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho_Comunicacao_oral_idinscrito_1527_6e4e9ed0364cf72866c1c7293edfca21.pdf>. Acesso em set de 2018.

ANDRADE, C. O enigmático mundo da nanociência. Disponível em:
<<http://charlezine.com.br/tag/nanotecnologia/>>. Acesso em jun de 2018.

ARAUJO, M.S.; ABIB, M.L.S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Física. v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ASSIS, G. J. de; DE LIMA, E. E. Escola, família e sociedade: Diferentes espaços na construção da cidadania. In: X Congresso Nacional de Educação. Curitiba, 2011.

BASSOTTO, G. V. Nanotecnologia: Uma investigação fundamentada na educação pela pesquisa se refletindo na formação de professores e no ensino de Química. 2011 (Dissertação de Mestrado). Universidade Católica de Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2011.

BRASIL, Ministério de Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Química – 1º ao 3º ano. Brasília, SEF, 1997.

BRASIL, Ministério de Educação e Cultura. Pcn+ Ensino Médio. Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação – MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica Semtec. PCN+Ensino Médio: orientações educacionais

complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. 2017

BROEIRO, P. Papel social do pensamento crítico. Rev Port Med Geral Fam, V. 30, p.147-8, 2014.

COLETI; J. S.; ALMEIDA, G. M. de B. Aspectos morfológicos da terminologia da nanociência e nanotecnologia. Filol. linguíst. port., n. 12(2), p. 271-294, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; & PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo, 2009.

DUARTE, F. C. Microscópio de tunelamento com varredura (STM) e microscópio de força atômica (AFM). Disponível em: <http://www.dsif.fee.unicamp.br/~furio/IE607A/STM_AFM.pdf>. Acesso em jul de 2018.

DURAN, N.; MATTOSO, L. H.; MORAIS, P. C. Nanotecnologia: Introdução, Preparação e Caracterização de Nanomateriais e Exemplos de Aplicação. Editora Artliber, 2006.

FAHNING, B. M.; LOBÃO, E. B. Nanotecnologia aplicada a fármacos. 2011. (Monografia de Graduação). Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo. Vitória – ES, 2011.

FERREIRA, H. S.; RANGEL, M. do C. Nanotecnologia: Aspectos gerais e potencial em catálise. Quim. Nova, Vol. 32, No. 7, 1860-1870, 2009.

FERNANDES, A. C. Interdisciplinaridade, construtivismo e aprendizagem significativa: Elementos facilitadores do ensino da nanotecnologia. Revista EIXO, Brasília-DF, v. 4, n. 2, 2015.

FERNANDES, A. C. A inserção do tema nanotecnologia a partir de atividades investigativas no ensino de Química. 2016 (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado de Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros – RN, 2016.

GOMES, E. Contribuições do método *jigsaw* de aprendizagem cooperativa para mobilização dos estilos de pensamento matemático por estudantes de engenharia. 2015 (Tese de Doutorado). São Paulo – SP, 2015.

JESUS, I. P. DE; HIGA, I. Nanotecnologia e Ensino Médio: Uma revisão bibliográfica sobre propostas didáticas. In: SINECT – IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. Ponta Grossa – PR, 2014.

KINDEL, E.A.I. A docência em Ciências Naturais: construindo um currículo para o aluno e para a vida. Erechim: Edelbra, 2012. 128 p. *APUD OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE – 2013.*

LEAL, M. L. C. M. Cartilha sobre nanotecnologia. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2010.

LEITE, I. S.; LOURENÇO, A. B.; LICIO, J. G. HERNANDES, A. C. Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, 4504, 2013.

LIBÂNIO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: A teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Revista Brasileira de Educação*, Nº 27, 2004.

LIMA, J. O. G. de; LEITE, L. R. O ensino de Química no nível médio: Um estudo de caso, 2002. Disponível em: <<http://annq.org/eventos/upload/1362433962.pdf>>. Acesso em jul de 2018.

LIMA, J. O. G. DE. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. *Revista Espaço Acadêmico* p.71, nº 140, 2013.

LOPES, Í. K. B.; FERREIRA, T. C. S.; GONÇALVES, L. F. DA S.; OLIVEIRA, W. C. M. DE; SANTOS, J. P. DOS; PINTO, E. R.; DINIZ, C. F.; ARAÚJO, A. O. DE. Nanotecnologia e Nanociência no Ensino de Química. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador – BA, 2012.

MAXIMINO, F. L. Interferência de rugosidade superficial na propagação de Plasmons de superfície em filme de Au. São Paulo, 2016.

MELO, M. R.; NETO, E. G. DE LIMA. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*. Vol. 35, Nº 2, p. 112-122, 2013.

MENESES, F. M. G DE; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.

MILCZEVSKY, O. Estudo e conceito sobre aplicação da micro e nanotecnologia. 2012. (Monografia de Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2012.

MILIONI, A. Z.; DALPIAN, G. M.; GONÇALVES, J. Da concepção à implantação da pós-graduação na UFABC: o Programa em Nanociências e Materiais Avançados - RBPG, v.8, n.15, 2011.

MOREIRA, A. E. R. O sol, a terra e os seres vivos: Uma proposta de sequência didática para o ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos. Belo Horizonte – 2015.

PAOLI, M-A de. Introdução a Química dos Materiais. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição Especial, 2001.

PEIXOTO, F. J. M. Nanotecnologia e sistema de informação: Implicações para política de inovação no Brasil. 2013. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, F. D.; HONÓRIO, K. M.; SANNOMIYA, M. Nanotecnologia: Desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental. Química Nova na Escola, Vol. 32, N° 2, 2010.

PLONSKI, G. A. Inovação em transformação. Estudos Avançados. V. 31, 2017

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

RODRIGUES, J. C.; FILHO, J. R. DE F.; FREITAS, Q. P. DA S. B. DE; FREITAS, L. P. DA S. R. Elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a Química dos cosméticos. Experiências em Ensino de Ciências V.13, N°1, 2018.

SANTOS, G. DOS; NIHEI, O. K. Nanotecnologia no ensino de Ciências: Interagindo o saber científico de ponta no Ensino Fundamental. Cadernos PDE, 2013.

SANTOS, L. L.; SILVA, É. K.; BATINGA, V. T. S. Análise de uma sequência didática sobre o tema nanotecnologia para abordagem do conteúdo de colóides. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador – BA, 2012.

SILVA, A. N.; ALMEIDA, G. B.; BARRETO, I. DE N.; SANTOS, A. P. B.; CRESPO, L. T. C. Utilização de História em Quadrinhos na divulgação da Nanotecnologia e suas aplicações. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis – SC, 2016.

SILVA, A. C. C da. Nanotecnologia em diagnóstico e terapia no Brasil. 2015. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2015.

SILVA, E. Z. da. Nanociência: a próxima grande ideia? REVISTA USP, São Paulo, n.76, p. 78-87, 2008.

SOARES, D.Q. Inovação Tecnológica: Desafios e Perspectivas dos Países Subdesenvolvidos - Revista de Ciências Sociais da PUC-Rio, nº 8, jan/jul, 2011, pp. 101-117

TIEDEMANN, P. W. Conteúdo de Química em livro didático de Ciências. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v5n2/a02v5n2.pdf>>. Acesso em Ago de 2018.

TOLEDO, B. DE S. O uso de softwares como ferramenta de ensino aprendizagem na educação do ensino médio/técnico no Instituto Federal de Minas Gerais. 2015 (Dissertação de Mestrado). Universidade FUMEC, Belo Horizonte – MG, 2015.

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas - Química Nova na Escola. Nº 21, 2005.

VERGUEIRO, W.; RAMOS, P. Quadrinhos na educação: da rejeição à prática. São Paulo: Contexto, 2009.

BRITO, S.C.; A importância de trabalhar os conteúdos de química no ensino fundamental. Medianeira. 2014

ZARBIN, A. J. G. Química de (Nano)Materiais. Química Nova, Vol. 30, No 6, 2007.