



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA

FERNANDO GABRIEL BEZERRA DE ALMEIDA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA ABORDANDO A TEMÁTICA
NANOTECNOLOGIA**

Caruaru
2023

FERNANDO GABRIEL BEZERRA DE ALMEIDA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA ABORDANDO A TEMÁTICA
NANOTECNOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química - licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel/licenciado em Química – licenciatura.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Prof. Dr. Roberto Araújo Sá

Caruaru
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Almeida , Fernando Gabriel Bezerra de .
Sequência Didática Investigativa Abordando a Temática Nanotecnologia
/ Fernando Gabriel Bezerra de Almeida . - Caruaru, 2023.
61 : il.

Orientador(a): Roberto Araújo Sá
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023.
Inclui referências, apêndices.

1. Nanotecnologia. 2. cosméticos. 3. divulgação científica. 4. folder. I. Sá ,
Roberto Araújo . (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

FERNANDO GABRIEL BEZERRA DE ALMEIDA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA ABORDANDO A TEMÁTICA
NANOTECNOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Química Licenciatura do Campus Agreste
da Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE, na modalidade de monografia,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de licenciado em Química.

Aprovada em: 07/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Renato Alves de Lima (Examinador Externo)
Centro e Estudos e Formação de Professores-CEFOP

Prof^a. Dr^a. Luana Oliveira dos Santos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha profunda gratidão a Álvaro José Barros de Lima, por sua inestimável ajuda e apoio ao longo de nossa jornada no curso de química. Sua atenção constante, dedicação incansável e conhecimento notável desempenharam um papel fundamental em nossa capacidade de concluir com sucesso este desafio acadêmico. Desde o primeiro trabalho envolvendo a geometria Analítica, Álvaro provou ser um amigo excepcional e um parceiro de estudo incrível. Ele não apenas compartilhou seu conhecimento, mas também investiu tempo e esforço para garantir que todos nós entendêssemos os conceitos mais complexos da química. Sua paciência infinita e disposição para ajudar foram verdadeiramente inspiradoras.

À medida que enfrentávamos as provas, os projetos e os laboratórios, Álvaro estava sempre lá para fornecer orientação e incentivo. Ele transformou os momentos de desafio em oportunidades de aprendizado e nos motivou a alcançar nosso potencial máximo.

Álvaro demonstrou uma paixão contagiosa pela química, tornando nossas aulas mais envolventes e interessantes. Sua capacidade de simplificar tópicos complexos tornou o processo de aprendizado muito mais acessível e gratificante.

Mediante a jornada do curso Álvaro sempre esteve presente em todas as atividades curriculares e extracurriculares, quero expressar minha profunda gratidão, por ser um amigo verdadeiramente notável e um colega de estudo excepcional. Seu compromisso com o sucesso de todos é um exemplo a seguir, e sua amizade é um tesouro que valorizarei para sempre. Álvaro, obrigado por tornar nossa jornada na química tão significativa e bem-sucedida.

Gostaria também de agradecer ao Professor Roberto Araújo Sá, meu orientador no processo de elaboração do meu Trabalho de Conclusão de Curso. Sua dedicação incansável, conhecimento profundo e atenção cuidadosa foram fundamentais para o sucesso deste projeto acadêmico.

O Professor Roberto é um educador exemplar da Universidade Federal de Pernambuco, cujo compromisso com o desenvolvimento acadêmico dos alunos é verdadeiramente notável. Desde o início, ele demonstrou uma disposição incansável para orientar trabalho de conclusão de curso, sempre pronto para oferecer orientações valiosas, esclarecer dúvidas e compartilhar sua experiência. Sua paciência e

compreensão nos momentos de desafio foram inestimáveis, e sua capacidade de transmitir conhecimento de forma clara e inspiradora foi uma fonte constante de motivação. Sem falar da sua paixão pela pesquisa e pela área de estudo foi contagiosa, tornando todo o processo de pesquisa mais envolvente e estimulante.

À medida que concluo este trabalho, reconheço profundamente a contribuição do Professor Roberto para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Seu apoio foi fundamental para minha jornada e deixou uma marca em minha formação. Professor Roberto, não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão por sua orientação, ensinamentos e amizade. Sou eternamente grato por ter tido a oportunidade de trabalhar sob sua supervisão nos estágios obrigatórios e orientação no meu tcc. Seu compromisso com o sucesso de seus alunos é verdadeiramente admirável, e eu levo consigo lições valiosas que levarei para toda a vida.

RESUMO

Este trabalho centra-se na atividade de divulgação científica, para explorar a contextualização entre a nanotecnologia e as suas diversas aplicações. O objetivo geral foi investigar o uso da divulgação científica relacionando-a à nanotecnologia para abordagem da química em uma escola pública do agreste pernambucano. A metodologia partiu da divulgação científica oportunizada por uma oficina que dialoga com a nanotecnologia. O processo desta divulgação científica reestruturou com a contextualização da nanotecnologia a partir de aulas regências/oficina pedagógica e leitura/discussão/socialização de textos científicos com o público-alvo. Em seguida, objetivando conhecer as concepções prévias dos discentes, utilizou-se um questionário semiestruturado. Em seguida, foram abordados rótulos de produtos cosméticos com ênfase na composição/função dos bioativos de nanocápsulas. Utilizou-se, então, informações trabalhadas nas diversas fases desta atividade como subsídio a fim de que os discentes criassem folders para socialização dos conhecimentos abordados em sala de aula. Observou-se, assim, um protagonismo a partir desta ação, visto que ela instigou os discentes a pesquisarem e expressarem o conhecimento nos diversos materiais didáticos apresentados em sala de aula e divulgados nas suas redes sociais. Dessa maneira, foi uma oportunidade para eles apropriarem-se de potencialidades associadas à nanotecnologia como também de compartilharem com a comunidade escolar. Esse projeto não apenas demonstrou a importância da divulgação científica, mas também incentivou os alunos a se tornarem mais críticos/reflexivos em relação aos produtos que usam diariamente, promovendo assim um melhor senso científico na sociedade.

Palavras-chave: Nanotecnologia, cosméticos, divulgação científica, folder.

ABSTRACT

This academic work centers on science outreach activities to explore the contextualization of nanotechnology and its various applications. The primary objective was to investigate the use of science outreach and relate it to nanotechnology to approach chemical science within the scope of a public school in Pernambucan agreste region. The methodology came from science outreach provided by a school workshop that dialogues with nanotechnology. The process of this science outreach commenced with the contextualization of the theme within the scope of student teaching and reading/discussion/socialization of scientific texts with the target audience. Subsequently, aiming to understand the students' previous conceptions, a semi-structured questionnaire was used. Next, labels of cosmetic products were discussed with an emphasis on the composition/function of nanocapsule bioactives. Information worked on in the different phases of this activity was then used as support so that students could create informational pamphlets to covered knowledge socialization in the classroom. Thus, an active engagement was observed in this initiative, as it motivated students to research and express their knowledge through the diverse educational materials presented in the classroom and published on their social media platforms. Consequently, it was an opportunity for them to take advantage of the potentialities associated with nanotechnology as well as share it with the school community. This project not only demonstrated the importance of science outreach, but also encouraged students to become more critical/reflective in relation to the products they use daily, thus promoting enhanced scientific literacy in society.

Keywords: Nanotechnology; cosmetics; science outreach; informational pamphlets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Uso de nanopartículas na produção de utensílios domésticos	19
Figura 2	– Nanotecnologia: uma pequena solução para grandes problemas	45
Figura 3	– Nanotecnologia aplicada em alimentos e cosméticos: ficção ou realidade	46
Figura 4	– Nanotecnologia é segura e eficaz	47
Figura 5	– Nanotecnologia é futuro	48
Figura 6	– Nanotecnologia em todos os lugares	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	Dificuldade no Ensino de Química.....	13
3.2	Divulgação científica e o ensino de Química	16
3.3	Nanotecnologia.....	18
3.4	CTSA.....	21
3.5	Nanotecnologia e o ensino de Química.....	25
4	METODOLOGIA.....	27
4.1	CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA.....	27
4.2	CARACTERIZAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM DA PESQUISA....	27
4.3	CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS OBJETIVOS	28
4.4	CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS PROCEDIMENTOS.....	28
4.5	SUJEITO E O CAMPO DE PESQUISA.....	29
4.6	COLETA DE DADOS.....	29
4.6.1	OFICINA.....	30
4.7	ANÁLISE DOS DADOS	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE A.....	56

1 INTRODUÇÃO

A nanotecnologia vem possibilitando melhorias na qualidade de vida das pessoas. Pois, desde a descoberta do átomo, da penicilina e da invenção do microscópio eletrônico de tunelamento, pontos chave para descobertas de novos materiais, drogas inteligentes, cosméticos, vestuários, alimentos entre outros aspectos, estão também associados aos seus avanços

Ou seja, é uma área de potencial de inovação, porém é de fundamental importância que as pessoas conheçam e compreendamos aspectos ligados a esta ciência, objetivando fazer uso das suas potencialidades. Assim, cabe aos professores trazer para sua sala de aula aspectos que venham contribuir para sanar com o analfabetismo científico, além de dar um sentido ao que é abordado nos livros didáticos. Desta forma, esta temática é de fundamental importância para contextualização de conhecimentos.

Por outro lado, o ensino da nanotecnologia não deve se limitar a conceitos técnicos, mas também promover o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos, permitindo que eles analisem e reflitam sobre a presença dessa tecnologia em seu dia a dia e tenham a capacidade de se posicionar e participar ativamente nesse contexto (Silva; Santos, 2021). Ou seja, é imprescindível que o ensino da nanotecnologia possibilite a construção de um pensamento crítico, reflexivo dos estudantes a fim de torná-los ativos no seu processo de aprendizagem.

Por outro lado, a divulgação científica possui um papel importante que faz o ouvinte/leitor refletir sobre variados aspectos relacionando ao tema discutido e com isso possuir conhecimento sobre o assunto abordado. Assim, atrelar a nanotecnologia a divulgação científica é um ponto importante, com o intuito de possibilitar abordagens contextualizadas que venham possibilitar a formação de estudantes críticos e reflexivos a partir de atividades relacionadas ao seu dia a dia, como por exemplo a temática cosméticos, entre outras

Ou seja, é uma possibilidade do professor contextualizar os conceitos abordados na sala de aula. Reforçando, Figueiredo et al., (2018) afirma que a contextualização tende a despertar o conhecimento e a reflexão do aluno, consequentemente torná-lo um ser ativo no processo de aprendizagem. Visto que ao fazer uso desta abordagem, a partir de metodologias diversas, o professor possibilitará ao seu estudante uma associação entre conceitos e aspectos inerente a

sociedade. Desta forma, ao fazer uso deste tipo de abordagem em sala de aula, implica, geralmente, em proporcionar o aluno formas de compreender de fato o que está acontecendo e conseqüentemente atrelar a uma reflexão crítica sobre determinado assunto.

Além disso abordagem contextualizada da nanotecnologia no ensino de química permite despertar o interesse dos alunos ao relacionar essa área de estudo com aspectos relevantes da sociedade, como combustíveis, medicamentos, alimentos, vestuário, cosméticos entre outros aspectos. Assim, é uma possibilidade do professor abordar conceitos científicos a partir de aspectos ligados ao CTSA. Possibilitando, então, tornar os estudantes protagonistas no processo de aprendizagem. Promovendo, então, uma compreensão mais aprofundada do tema e, conseqüentemente, fortalecendo habilidades argumentativas.

Assim, a referida pesquisa procurará fazer uma abordagem da temática nanotecnologia associada aos cosméticos, visto que pesquisas têm demonstrado possibilidades de associações contextualizadas a partir do uso de projetos, workshops e seminários no processo formativo dos estudantes. Dessa forma, a nanotecnologia como uma possibilidade de divulgação científica e conseqüentemente, uma forma de instigar os estudantes para novas descobertas, despertando-os para o ato de pesquisar, estudar (Silva; Santos, 2021).

A pesquisa visa investigar como a nanotecnologia associada a divulgação científica poderá ser abordada como uma ferramenta no protagonismo de conceitos científicos de alunos em uma escola pública do agreste pernambucano. Tendo a seguinte questão de pesquisa: A nanotecnologia é uma possibilidade de contribuir para instigar os discentes para o ato de pesquisar, trazendo-os para um papel no protagonismo da sua aprendizagem?

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- ❖ Investigar o como o uso da divulgação científica relacionada a nanotecnologia pode contribuir para o protagonismo dos estudantes relacionados a conceitos científicos.

2.2 ESPECÍFICOS

- ❖ Relacionar a temática nanotecnologia a construção de um pensamento crítico, reflexivo dos estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do agreste pernambucano a fim de torná-los ativos no seu processo de aprendizagem.
- ❖ Contextualizar aspectos inerentes a nanotecnologia associadas ao seu papel na sociedade.
- ❖ Socializar aspectos inerentes a nanotecnologia a partir da temática cosméticos associados a divulgação científica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Dificuldades no Ensino Química

O processo de formação educacional é o alicerce de todos os indivíduos em uma sociedade composta de padrões educativos, sociais e filosóficos. Neste contexto, a escola deve possuir assistência formativa e intelectual para que o discente consiga viver em sociedade de forma coletiva e harmoniosa. Assim, caberá ao professor articular os conhecimentos abordados em sala de aula com o cotidiano de uma comunidade escolar. Aspectos estes que são importantes na formação cidadão dos estudantes (Lima; Leite, 2012).

No entanto, tem-se observado que o ensino vem passando por diversas mudanças com o intuito de proporcionar oportunidades iguais à estudante. Desta forma, por exemplo, a implantação do Ensino de Ciências, vem passando por mudanças afim de possibilitar os jovens a serem protagonistas no seu processo formativo que tem sido um processo árduo por conta de diversos fatores tais como falta de estrutura física nas escolas, espaços de convivências, salários defasados dos professores e falta de formações continuadas nas diversas áreas das Ciências (Bittencourt, 2020).

Por outro lado, o ensino de Química no Brasil desde os últimos anos do Ensino Fundamental II até o fim do Ensino Médio, tem-se observado um desinteresse dos estudantes devido a forma de abordagem do conteúdo que geralmente tem sido de forma tradicional. Ou seja, ainda persiste o uso apenas do livro, quadro. Assim, as Ciências Básicas (Física, Química, Biologia e Matemática) não têm despertado o interesse pelos estudantes, visto que a sociedade brasileira ainda possui a narrativa de engrandecer a medicina, as engenharias, direito e área da saúde como promissores no que tange a ciência no Brasil (Arroio, 2006).

Destaca-se também que a abordagem descontextualizada dos conteúdos, professores fora de áreas tem contribuído no desestímulo dos discentes para o estudo, formação nestas Ciências. Ou seja, não há um interesse em ser professor. Por outro lado, podemos citar a abordagem que, geralmente, é dada a Química. Onde há persistência da não valorização conceitual, procedimental e atitudinal. Contribuindo, assim, para sua abstração que implica no desinteresse dos alunos. Indo

de acordo, pesquisas mostram que o ensino de química é repassado de forma “conteudista” voltado para atividades e memorização de fórmulas, informações e conhecimentos superficiais, limitando assim o aprendizado do aluno. Desse modo tende em acarretar uma desmotivação em aprender e estudar Química (Santos *et al.*, 2013).

A Química é considerada uma ciência multidisciplinar e possui uma simbologia característica que pode gerar uma certa dificuldade no processo de ensino e aprendizagem. Assim como destaca Costa, Passerino e Zaro (2012)

A natureza microscópica e muitas vezes abstrata, característica dos conhecimentos químicos, costuma provocar, entre os estudantes, dificuldades na aprendizagem das diversas leis e conceitos. Além disso, existe o fato de a linguagem química ser essencialmente simbólica, o que pressupõe a necessidade de uma grande capacidade de abstração e generalização (Costa, Passerino e Zaro, 2012, p. 278)

Portanto, a grande dificuldade de entender a natureza microscópica e os simbolismos está relacionada comumente com a descontextualização do assunto que se aborda em sala de aula, visto que a maior parte dos exemplos aplicados passam longe da realidade do aluno, isso tende a implicar em um desinteresse, conseqüentemente na compreensão do conteúdo científico (Trevisan e Martins, 2006). Nesta perspectiva, “muitos alunos demonstram dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam” (Trevisan e Martins, 2006, p. 2). Mecanicamente os alunos se assemelha a um espelho, reproduzindo apenas o que se passa na aula e estudando para atingir a nota no final do ano letivo.

Segundo Lopes *et al.* (2011), a Educação Básica e o Ensino Profissionalizante de nível médio, ainda possuem processos de instruções que se baseiam em recursos repetitivos e voltado a práticas tradicionais, ou seja, metodologia tradicional. Na visão “bancária” da educação, o “saber” é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber” (Freire, 1987, p. 33). Assim, como Paulo Freire destaca em seu livro pedagógica do oprimido, o “Saber” repassado de forma tradicional leva o aluno estagnar em um determinado conteúdo, sem possuir uma certa criatividade e um senso reflexivo. O ato de ensinar vai além de produzir conteúdos em ambiente escolar o ensinar está ligado a construção e produção do próprio saber (Freire, 1996).

Validando, Maldaner (1999) ressalta que, geralmente, a problemática no ensino de Química também estar relacionada a falta de formações continuadas de professores destas áreas, visto que ainda persiste uma valorização do ensino de Português e Matemática. Assim, o ensinar químico tem que ser completo e reflexivo que venha ter um papel no processo de formação cidadão dos estudantes.

Em seu texto de 2016, Pérez observa as longas horas de trabalho que alguns professores de universidades privadas costumam enfrentar e destaca como isso pode ter efeitos negativos em sua saúde. Ele enfatiza que o excesso de trabalho fora da sala de aula, muitas vezes chamado de "trabalho invisível", pode não apenas afetar o desempenho dos professores em suas aulas, mas também ter consequências prejudiciais para sua saúde mental, incluindo a discussão frequente de problemas como depressão e ansiedade.

No entanto, existe uma gama de caminhos a ser trilhado no ensino brasileiro a fim de melhorar a educação no país e em especial o ensino de química. O docente que adota a interdisciplinaridade em suas práticas participa ativamente para formação de um cidadão crítico, além de trazer o aluno mais perto do assunto abordado no ambiente escolar. O momento desafiador no ambiente educacional é justamente práticas que levem os alunos a uma busca e entendimento sobre os assuntos mostrado, os jogos são um exemplo interdisciplinar importante que os professores podem usar e introduzir na sala de aula, trazendo aspectos sobre contextualização do dia a dia do aluno, assim se consegue uma educação integral e humana no ensino de química (Oliveira *et al.*, 2018).

A formação continuada de professores alicerça métodos que podem ajudar o ensino de diversas áreas no ambiente educacional. Assim, Maldaner (1999) afirma que a importância da formação continuada alinhada com a pesquisa, tratando-a como instrumento que instiga a capacidade dos docentes tende a refletir sobre a própria prática. Paulo Freire (2002) destaca em seu livro pedagogia da autonomia a importância da pesquisa, "Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino" (Freire 2002, p. 14), a pesquisa possui característica própria que através da pesquisa se consegue refletir sobre a prática é aplicada em ambiente escolar desperta o interesse do aluno sobre diversas áreas do conhecimento.

3.2 Divulgação científica e o ensino de Química

A divulgação científica possui a capacidade de transmitir conhecimentos e informações científicas, sociais ou tecnológicas em uma abordagem mais comunicativa ao público que na maior parte das vezes não conhece certos conceitos técnicos e especializado sobre a temática discutida. Assim, a divulgação científica possui o papel de tornar a ciências mais acessíveis, para a população como um todo. Desse modo o público passa a entender como a ciência funciona, descobertas de vacinas entre outros avanços, ou seja, permite uma interatividade harmoniosa entre a ciências e a sociedade.

A divulgação científica possui a função de facilitar o acesso ao conhecimento científico e envolver condições para a alfabetização científica. Para Bueno (2010), a divulgação científica busca incluir os indivíduos em discussões sobre temáticas que impactam no cotidiano, permitindo assim que pessoas inexperientes assimilem avanços e progressos científicos, tornando-as pessoas reflexivas e com poder de argumentação melhor. Conceitua Porto (2009), A divulgação científica é um recurso afim de democratizar os estudos e avanços envolvendo a ciências, enfatiza também os atributos envolvendo os fatos científicos, investigações sobre abordagens científicas e uso das tecnologias referente a propagação da divulgação científica de forma coesa e segura para promover um entendimento sistemático sobre as temáticas envolvidas.

Diante do discutido anteriormente, características do mundo moderno enfatizam uma série de atributos que envolve desde a ciência até aspectos sociais. Moreira (2006), destaca em seu texto a inclusão da divulgação científica como alusivo campo da educação informal, sendo caracterizada a partir de instrumentos, como, meios de comunicações, centros e museus de ciências, os eventos de divulgação entre outros. Discutindo sobre as propostas de inclusão da divulgação científica no meio social, tange a problematiza de que a divulgação científica é um tema de política pública, enfatizando a relação entre as universidades, visto que são as responsáveis por produzir conhecimentos e inovar em pesquisas (Aguello, 2002)

Argumenta Candotti (2002), sobre a dimensão ética da divulgação científica, discute que a circulação das ideias e dos resultados de pesquisas são importantes, pois se fundamenta assim uma avaliação enquanto seu impacto social e cultural, o

autor ainda argumenta sobre a divulgação científica afirmando que a mesma não é apenas página de leitura, mas um grande exercício de reflexão sobre os impactos culturais e sociais.

Neste contexto, a divulgação científica vem sofrendo avanços significativos, permite-se dizer que o grande crescimento desse meio se adequa aos interesses do público pelos assuntos relacionados a ciências, assim esses estudos de divulgação vem ajudando a consolidar novas configurações nas formas de debates e apropriação do conhecimento, existindo assim uma crescente explosão no números de canais de divulgação científica, eventos que integram a comunidade científica, museus, espaços destinados a debates e participação ativa da comunidade e as universidades, livros, revistas científicas, boletins eletrônicos, são exemplos de meios que evidencia a divulgação e articula sua expansão dentro de uma sociedade que precisa ser capacitada e induzida a avanços significativos na ciências (Valerio; Pinheiro, 2008).

Se analisarmos níveis de divulgação científica percebemos que existe atributos um pouco diferente no que enfatiza o meio que essa divulgação é debatida. Existe uma certa diferença entre a divulgação mediada pelo impresso exemplo disso (revista veja, UOL, emissoras de televisão e rádio), pelas revistas mais estruturadas e também pelos meios de comunicações que integram as redes de TV abertas e fechadas. Portanto é importante discutir, com existência de revistas destinados a divulgação científica, entende-se que precisa existir distinções entre os termos de audiências, os temas envolvidos e o nível de discurso estabelecido. Assim, a abordagem teórico/prática se articula e produz um nível de reflexão coeso dentro de uma sociedade (Bueno, 2010).

Assim, a autora corrobora sobre a pele da divulgação científica e sua credibilidade diante uma sociedade:

Na atualidade, a divulgação dos avanços da ciência e da tecnologia pela mídia tem propiciado ao público leigo oportunidades de construir seu conhecimento em um segmento que tradicionalmente que se caracteriza por ser muito complexo e quase inacessível. Embora a atividade de divulgar ciência não seja atual, é nas últimas décadas, sobretudo no Brasil, que se concentra o grande crescimento da mídia nesse segmento, seja no formato de jornais e revistas, seja no formato de programas televisivos e, mais recentemente, em sítios da WEB vinculados a universidades e institutos de pesquisa (Gonçalves, 2013, p. 212).

Portanto o mundo atual está passando por mudanças significativas desde a educação até os avanços tecnológicos. Neste contexto destacam-se o grande

crescimento da mídia e atrelado a essa expansão, enfatiza o uso da divulgação científica na sociedade. Trazer a divulgação científica intercalada com os meios de comunicações atuais possui o objetivo de atingir grande parte da sociedade que está ativamente usufruindo desses recursos (Bueno, 2010).

Haja a vista, discutir fenômenos químicos e articular a divulgação científica faz parte das ciências modernas. Muitos fenômenos químicos podem ser difíceis de ser interpretador por crianças, adolescente ou até mesmo adultos não familiarizados com os assuntos. Diversas vezes pessoas assimilam reações químicas a “magia Química”, visto que magia e ciências são diferentes e essa diferença é o que rege o conhecimento científico. O conhecimento cotidiano é aquele que se destina a conceitos do real, sem possuir muita criatividade, já o conhecimento científico é elaborado através de interpretações científicas, que possui variações e mudanças a medida que o conhecimento avança. A maior desafio de propor um texto de divulgação científica e conseguir desmistificar os conhecimentos cotidianos discutidos anteriormente para os conhecimentos científicos, em especial a ciência química que possui um vocabulário simbólico que pode causar dificuldades em pessoas que não conhece essa ciência, assim a apresentação de uma linguagem mais fácil de ser entendida, articular palavras do cotidiano envolvendo assuntos da química enfatiza um melhor desempenho e entendimento sobre a química (Klachquin 2002).

3.3 Nanotecnologia

O ser humano passou a conviver com a nova ciência durante a evolução da tecnologia em especial a revolução industrial que trouxe consigo avanços gigantesco. O conceito de “nanometro” foi introduzido pela primeira vez por um físico Richard Feynman, esse conceito lhe rendeu o prêmio Nobel de Química em 1925. O físico firmou o nome até então conhecido “nanometro” para identificar o tamanho das partículas e o primeiro a medir dimensões de partículas envolvendo coloides de ouro (Hulla; Sahu; Hayes, 2015)

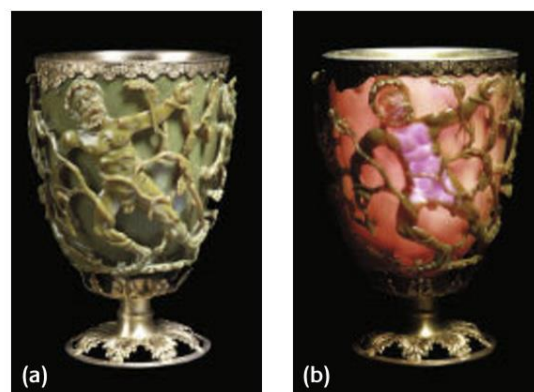
O termo nanotecnologia só foi proposto 15 anos após o físico Richard Feynman ter apresentado estudos sobre partículas na ordem de nanômetros. O professor Norio Taniguchi que trabalhava *Tokyo Science University* foi o primeiro a usar o termo “nanotecnologia” em 1974, Norio usou esse termo para explicar processos

semicondutores que ocorriam na ordem nanômetros. Ele defendeu que a nanotecnologia possuía conceitos que até então não eram discutidos, o processamento, separação, deformação de matérias por átomos ou moléculas (Hulla; Sahu; Hayes, 2015).

Umas das fundamentações para a criação e formulação da nanotecnologia foi o desenvolvimento do microscópio de varredura por tunelamento – Scanning Tunneling Microscope (STM) um dos principais instrumentos que permite estudar e manusear átomos e moléculas em escalas nanométricas. Criado na década de 80 o microscópio de varredura por tunelamento opera com diferenças de potenciais baixas, em voltagens pequenas, não sendo destrutivos permitindo assim estudar e observar átomos e moléculas em escalas atômicas (Andrade Neto; Silva, 2009).

Torna-se a dizer que a nanotecnologia é uma ciência multidisciplinar é considerada uma ciência recente, mas a literatura nos mostra indícios que já existia a uso de nanopartículas séculos anteriores, como o caso da taça de Lycurgus, um utensílio romano que foi trabalhado cuidadosamente de forma manual, essa taça possui nanopartículas de prata e ouro, dependendo das posições das fontes de luzes a taça apresenta colocações diferentes. Essa taça romana será mostrada na figura 1, visto que quando a fonte de luz que é apontada na parte de fora da taça ela apresenta uma coloração esverdeada, devido às nanopartículas de prata existem na taça, entretanto quando o direcionamento da fonte luminosa é induzido internamente essa mesma taça apresenta uma coloração vermelha rubi, devido às nanopartículas de ouro existentes na taça (Freestone *et al.*, 2007)

Figura 1: uso de nanopartículas na produção de utensílios domésticos



Fonte: Freestone *et al.*, 2007.

Segundo Elahi (2018), os estudos sobre nanopartículas de ouro desempenharam um papel significativo sobre a ciência moderna. As AuNPs estudadas na atualidade possuem características próprias que possibilitam ser aplicadas em uma grande área da biomedicina. As AuNPs esféricas possuem propriedades físicas, químicas e estruturais que consagra aplicações como ressonância eletrônica, óptica, superfícies, absorção de raio x e métodos de detecção terapêuticos. A terapia fotodinâmica por exemplo é utilizada no tratamento de alguns tipos de câncer, as AuNPs possuem uma penetração intracelular eficiente devido a tendência em se ligar aos dissulfetos, aminas e tióis (Elahi; Kamall; Baghersad, 2018).

A nanomedicina evoluiu progressivamente nas últimas décadas através de uma infinidade de estudos relacionado a cura e diagnósticos de doenças. Os agentes teranósticos são agentes que auxiliam na terapia e no diagnóstico simultaneamente (Chen; Gambhir; Cheon, 2011). Visto que esses procedimentos tem a funcionalidade de ser bem mais ágil em tratamentos como o câncer que precisa de uma ação imediata e monitorada. Além dos estudos envolvendo os agentes teranósticos os nanotubos de carbono direcionam uma vasta linha de pesquisa sobre a nanomedicina, propriedades eletrônicas, ópticas e detecção de biomoléculas. Os nanotubos possuem uma utilização significativa em plataformas de biosensores para caracterização e detecção de biomoléculas (Kim; Rusling; Papadimitrakopoulos, 2007). Além disso, os nanotubos de carbono possuem capacidades transportadoras de medicamentos que podem ser intercaladas com a química e suas propriedades ópticas, tornando assim um sucesso no tratamento de câncer (Kam *et al.* 2005)

Os materiais em escalas nanométricas são obtidos de duas maneiras (i) chamado “de baixo para cima” (bottom-up) esse método busca produzir nanomateriais a partir de estruturas básicas presentes (isto é, moléculas e átomos) um exemplo é a criação de uma casa a partir de tijolos dispostos em sequências que ao montar um por um, resulte em uma casa completa. Já o segundo método (ii) chamado “de cima para baixo” (top-down) esse método os materiais são sintetizados através da eliminação de excesso de matéria contida na amostra inicial. Essa técnica se assemelha a uma técnica de esculpir, visto que o artista precisa desgastar a madeira ou a rocha até chegar em uma escultura final. O processo (top-down) trabalha com corrosões

químicas precisas que são removidas da estrutura inicial e se obtém matérias em nanoescalas (Melo; Pimenta, 2007).

No entanto, segundo Melo e pimenta (2007), a cada ano que se passa os componentes eletrônicos por exemplo possuem modificações em nível de escalas nanométricas cada vez menor, através das técnicas de foto-litrografia, os transistores possuem uma capacidade maior de processamentos e computadores com circuitos integrados na ordem de nanoprocessadores

A nanomedicina, nanoeletronica e os nanocosmeticos são algumas subdivisões da nanotecnologia que estão presente na atualidade. Os nanocosmeticos por sua vez apresentam eficácias através de nanomaterias presente em suas composições. Segundo Raj *et al.* (2012) existem alguns protetores solares que possuem em sua composição o dióxido de titânio e o óxido de zinco, numa faixa de 20 nanômetros, sendo usados como filtros ultravioleta (UV) eficientes.

3.4 CTSA

A principal meta da educação em ciências sob a perspectiva CTSA é oferecer uma visão abrangente da ciência, estabelecendo conexões com a tecnologia e destacando os impactos que ambas têm na sociedade e no ambiente, além de reconhecer a influência da sociedade e ambiente no avanço da ciência e da tecnologia. Modernamente as, ciência e as tecnologias estão tão entrelaçadas que separá-las é desafiador, pois permeiam quase todos os aspectos do cotidiano. Portanto, a realidade da ciência contemporânea deve ser compreendida como a fusão entre ciência e tecnologia, contextualizando assim uma perspectiva chamada, tecnociência que incorpora elementos tanto da ciência quanto da tecnologia, e com isso a educação científica empenha um papel crucial nesse contexto (Vazquez; Manassero, 2012).

Reexaminando as tecnociências que operam com uma estrutura científica centralizada, surge uma abordagem que se baseia em quatro pilares fundamentais do movimento CTSA, que se entrelaçam: interdisciplinaridade, cidadania, contextualização e transdisciplinaridade. A relação entre a cidadania na sociedade, quando relacionada à interdisciplinaridade, representa uma maneira de superar a visão fragmentada do conhecimento, promovendo a comunicação entre as diferentes disciplinas do currículo. Por último, o elemento da contextualização possibilita a

ligação dos conteúdos científicos com o contexto social, econômico, político e cultural em que o aluno está inserido (Sgarbi; Leite, 2013).

Conforme destacado por Mastins e Paixão (2011), é fundamental ressaltar a relevância da interdisciplinaridade e a tecnociências no ensino cotidiano dos alunos. Isso se deve ao fato de que o ensino com ênfase em CTSA vai além da mera transmissão de conteúdos científicos isolados, desempenhando o papel crucial de revelar as intrincadas relações entre ciência, tecnologia, ambiente e sociedade. Os autores argumentam que tais abordagens não devem ser esporádicas e dependentes de contextos específicos, mas sim intencionais e deliberadas. Para compreender de forma abrangente a sociedade contemporânea e o impacto da Ciência e Tecnologia, é imperativo que se investiguem minuciosamente as próprias interconexões entre CTSA.

A educação CTSA incorpora uma abordagem que combina aspectos práticos e reflexivos nos estudantes. Quando os alunos recebem uma orientação clara e instrutiva durante seu processo de formação, eles desenvolvem uma compreensão nítida, significativa e investigativa dos conceitos relacionados à natureza, ciência, tecnologia e das múltiplas interações que existem entre eles e com a sociedade e o ambiente. Atrelando a abordagem científica deste trabalho, a oficina pedagógica envolvendo os aspectos da nanotecnologia enfatiza conceitos norteadores introdutório sobre CTSA atrelado ao contexto da nanotecnologia e suas aplicações na atualidade. Essa abordagem visa proporcionar aos alunos uma educação em ciências mais contextualizada, capacitando-os a adquirir habilidades para interagir com o mundo ao seu redor e tomar decisões informadas e conscientes em relação a problemas cotidianos. Assim, a educação CTSA prepara os alunos para se tornarem cidadãos do futuro com a capacidade de tomar decisões precisas, tanto do ponto de vista científico quanto tecnológico, e também estruturam questões profissionais, individuais e coletivas (Aikenhead, 2009).

Reformulando as abordagens significativas na educação CTSA, enfatiza-se o papel do professor em cultivar a capacidade dos alunos de pensarem criticamente e refletirem profundamente. Isso abrange não apenas os conhecimentos tradicionais relacionados aos conteúdos científicos, mas também os princípios e os processos fundamentais da Ciência. Isso inclui uma compreensão abrangente sobre como a Ciência é construída, seu funcionamento e suas conexões com Tecnologia, Sociedade

e Ambiente, bem como a validação e aplicação desses conhecimentos para entender o mundo contemporâneo. Todo esse processo contribui significativamente para o desenvolvimento pessoal e social dos indivíduos (Vazquez; Manassero, 2012).

Dessa forma, para promover uma educação CTSA eficaz nas aulas de Ciências, é necessário que os professores sejam capazes de ministrar aulas que se concentrem nessa abordagem. Além disso, é fundamental que os livros didáticos, que guiam o trabalho dos professores, incorporem claramente a perspectiva CTSA. Isso significa que eles devem oferecer informações e atividades alinhadas com essa abordagem e fornecer orientações aos professores sobre como implementá-la de maneira adequada. Portanto, os professores desempenham um papel essencial ao aplicar as abordagens CTSA e ao utilizar os recursos didáticos disponíveis para proporcionar aos alunos uma educação mais completa e contextualizada (Fernandes; Pires, 2013)

Chiaro e Aquino (2017) argumentam que estudos atuais têm focado a importância de incorporar questões sociais e argumentativas no ensino de Química. Eles perpassam pelo ensino de química envolvendo os conceitos atuais de CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) como uma oportunidade para envolver os alunos em debates que os incentivem a adotar uma postura crítica/reflexiva diante de situações cotidianas.

Nesse contexto, Martins (2003) enfatiza que o enfoque CTS/CTSA proporciona uma reinterpretação da tecnologia. Tem como objetivo buscar abordar a tecnologia de maneira diferente em comparação com a abordagem tradicional no currículo, que muitas vezes a reduz erroneamente a um mero produto da ciência ou de outras áreas. O Autor destaca a importância da alfabetização científica nos dias de hoje, pois ela contribui para que as pessoas adquiram conhecimentos considerados essenciais para compreender os diversos significados atribuídos à tecnologia na perspectiva CTSA

Dessa forma, ao incorporar temas científicos na experimentação, estruturar uma abordagem didática com metodologias ativas e planejamentos detalhados, essas ferramentas se tornam eficazes para desenvolver o senso crítico dos estudantes e implementar a abordagem CTSA na sala de aula. Além disso, ao introduzir o conceito de CTSA no ensino de química, destaca-se a importância de contextualizar as práticas educativas em sala de aula, conectando os conhecimentos científicos e a tecnologia

ao dia a dia dos alunos, permitindo-lhes uma compreensão mais profunda do mundo em que vivem (Nunes *et al.*, 2010)

De acordo com as considerações de Silva e Marcondes (2015) sobre a contextualização e a incorporação da abordagem CTS/CTSA no ensino de química, há um argumento a favor da integração dessa proposta no currículo educacional, abrangendo desde o ensino fundamental I até o ensino superior. A introdução do enfoque CTSA está intimamente relacionada à formação dos indivíduos na sociedade, proporcionando uma perspectiva mais abrangente sobre o tema em discussão e contribuindo para o desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo.

O enfoque CTSA não deve ser simplesmente compreendido como um mero componente do currículo escolar, mas sim como uma abordagem e método de ensino que colocam ênfase na excelência da aprendizagem e na formação dos indivíduos como membros da sociedade. Nesse sentido, ao analisarmos de perto, torna-se claro que as pesquisas contemporâneas sobre esse tema estão em sintonia com os direcionamentos e conceitos relacionados à identificação dos princípios e significados do enfoque CTSA no contexto escolar, como observado no estudo de (Firme; Amaral, 2011).

Um ponto crucial que se destaca é que o ensino de Química sob a ótica do enfoque CTSA oferece a oportunidade de superar uma abordagem de ensino básico, que se concentra exclusivamente nos conceitos, negligenciando qualquer conexão com a vida cotidiana. Portanto, o objetivo desse método educacional é promover uma formação abrangente do indivíduo, baseada em uma perspectiva crítica em relação à cultura, ética e sociedade, como apontado por (Firme; Amaral, 2011).

3.5 Nanotecnologia e o ensino de Química

A nanotecnologia está intimamente ligada à química, grande parte dos materiais que são manipulados em escalas nanométricas são compostos por átomos ou moléculas que podem ser sintetizados por meio de reações químicas. Além disso, a química também é fundamental na compreensão das propriedades dos materiais em escala nanométrica e nas técnicas de caracterização desses materiais. Por exemplo, a espectroscopia é uma técnica que utiliza princípios da química para analisar as propriedades dos materiais em escala nanométrica, as nanopartículas de ouro (AuNps) por sua vez, elenca a classe de nanomateriais que utilizam a

espectroscopia para estudar propriedades nanométricas, visto que as (AuNps) possuem propriedades físico-químicas e estruturais que se aplicam na Química, biológicas e na medicina (Ferreira *et al.*, 2019).

A nanotecnologia também tem impulsionado o desenvolvimento de novos materiais com propriedades avançadas e únicas, como nanopartículas, nanotubos, nanofios e outros. A síntese desses materiais muitas vezes envolve técnicas químicas sofisticadas, como a síntese química em solução e a deposição de vapor químico (Abbas *et al.*, 2019).

Segundo Stevens, Sutherland e Krajcik (2009) em seu trabalho *The Big ideias of Nanoscale* debatem a importância dos alunos entender conceitos básicos da ciência nanométricas, para habilitar-se e atuar-se como indivíduos capacitados e até mesmo desenvolver funções tecnológicas em uma sociedade em que a tecnologia está avançado progressivamente. Visto que nessa sociedade atual os indivíduos precisaram tomar decisões e interpretar os avanços científicos que estão cada vez mais presentes no cotidiano, a nanotecnologia por sua vez está inter-relacionada com uma vasta área de atuação partido da eletrônica até a área dos cosméticos. A importância do professor é fundamental na introdução da ciência em nanoescala, de modo que os professores devem entender o conteúdo e repassar para os alunos de forma contextualizada com exemplos e intercalar com as disciplinas que estão associadas as grades de ensino. A introdução da nanotecnologia no ensino de ciências não deve ser separada das demais disciplinas, mas empregada de forma interdisciplinar, pois a nanotecnologia está articulada com a Química, Física, Biologia e a Matemática (Stevens; Sutherland; Krajcik, 2009).

Destaca Ernest (2009), o desenvolvimento da nanotecnologia está aumentando a demanda por conhecimentos e habilidades profissionais, essas linhas de descobertas levam a transformações lineares numa sociedade em que as práticas educacionais devem ser reformuladas e alterada para preparar o cidadão para uma sociedade tecnológica. Neste contexto, ensinar e discutir a nanotecnologia em sala de aula deve buscar, não só aspectos tecnológicos, mas que articule os problemas sociais, vantagem, desvantagens, uso dessas ciências nas implicações científicas; essa interdisciplinaridade auxilia o aluno a uma construção de pensamento indagador e reflexivo sobre a nanotecnologia, assim os indivíduos possam se posicionar-se de

forma coesa e precisa sobre o assunto discutido que envolva a nanociências (Jesus; Lorenzetti; Higa, 2015).

Toma (2005) destaca em seu trabalho a articulação entre a química e a nanotecnologia molecular, relacionando conhecimentos e instruções no que tange o mundo (microscópico) e quântico (nível atômico), essas definições se relacionam, além de articular conteúdos já conhecidos na estrutura das ciências que são átomos e moléculas, as abordagens voltadas a complementação do conhecimento com conceitos novos sobre manipulações dessas partículas, tornam a nanotecnologia uma das ciências mais atraente para estudos nas próximas décadas.

Assim, o rápido crescimento e desenvolvimento da nanotecnologia no mundo, faz os países desenvolvidos que apostarem em estudos e pesquisas na área de nanotecnologia, os programas de pós-graduação, educação básica e o público em geral são capacitados com conceitos e abordagens sobre a nanotecnologia. Ou seja, o principal objetivo é aumentar o interesse da sociedade em estudar e explorar o mundo “invisível” (Stevens; Sutherland; Krajcik, 2009).

A educação científica é a estruturação principal para formação do indivíduo com capacidade de argumentação e refletir sobre as inferências das tecnologias e poder de reflexão, tornando assim um indivíduo capacitado em argumentação/reflexão sobre a temática a ser discutida (Fernandes, 2015).

A importância de se trabalhar a nanotecnologia no ensino de ciências ainda caminha em passos lentos, visto que muitos professores não possui a capacitação correta ou ainda possuem um certo travamento por parte da escola em abordar temas como a nanotecnologia.

4 METODOLOGIA

A temática utilizada nesse estudo envolveu uma investigação abordando o uso da divulgação científica relacionada a nanotecnologia para abordagem, contextualizada, de aspectos relacionados a ciência química em uma escola pública do agreste pernambucano. Assim, partimos de pesquisas com o intuito de abordar, de forma científica, a temática investigada a partir de questões ligada a Ciência, tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Ou seja, possibilitar aos estudantes vivenciarem atividades envolvendo aspectos vigentes na sociedade. Desta forma, abordamos, inicialmente, uma diversidade de materiais, tais como fármacos inteligentes, tecidos de proteção UV, saúde e cosméticos. Ou seja, possibilidades variadas em que poderíamos associá-las a nanotecnologia., objetivando, então, trazer os alunos para o protagonismo no ato de aprender. Desta forma, trazer toda esta sistematização no formato de uma divulgação científica na escola campo de pesquisa.

Nessa abordagem, metodológica foi discutido todo o planejamento, organização e autores que auxiliaram na construção dos variados tópicos dessa pesquisa. Partindo desde a natureza da pesquisa, abordagem, sujeito da pesquisa e análises de dados. Portanto, essa sequência didática possui o intuito de reforçar a metodologia desse estudo.

4.1 CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA

Esse trabalho é de natureza básica, pois busca trabalhar com os discentes tanto os conceitos e aplicações envolvendo a nanotecnologia. Corroborando, Gil (2002) afirma que a pesquisa básica objetiva a construção do conhecimento de forma sistemática, prática e original, buscando ampliar a articulação e a abordagem sobre os fenômenos e os objetos de estudos. Ou seja, é a partir dela que os conhecimentos se ampliam, descobrindo novos rumos, processos e relações, nos avanços das pesquisas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO SOBRE A ABORDAGEM DA PESQUISA

A pesquisa se classifica como qualitativa, pois abrange a interação entre pesquisador com suas opiniões sobre fenômenos em estudo. Gil (2002) destaca que esse tipo de pesquisa permite ao pesquisador compreender a complexidade dos

fenômenos sociais em uma grande área de atuação. Articulando, conseqüentemente, métodos que podem ser utilizados de forma objetiva, em que é destacado a observação do participante, análise documental, questionário e a entrevista em profundidade. Além disto, a importância das análises dos dados neste tipo de pesquisas é de fundamental importância, pois tende a implicar em uma interpretação e a organização das informações. Assumindo um caráter autêntico da pesquisa (Gil, 2002).

Corroborando, Minayo (2009) destaca os principais aspectos da pesquisa qualitativa: a natureza interpretativa, utilização de métodos não estruturados e destaque nas percepções dos participantes. Enfatiza, também, as regras para seleção dos integrantes da pesquisa e por fim a análise de dados.

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS OBJETIVOS

Entende-se que, em paralelos aos objetivos propostos nesse trabalho, essa pesquisa se qualifica como exploratória. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa é exploratória quando se encontra na fase preliminar proporcionando informações sobre o assunto a ser investigado, assim, destacando sua definição e seu caminho a ser trilhado. Ou seja, implicam em planejamentos sistematizados, permitindo estudos e análises sobre diversos ângulos e aspectos que envolvam a problemática em questão.

Corroborando, Gil (2002) afirma que essas pesquisas possuem o objetivo de articular uma maior familiaridade com a problemática, visto a torná-las explícitas ou construir hipóteses. Por outro lado, a pesquisa exploratória possui o principal objetivo a estruturação das informações e os dados sistemáticos sobre a problemática da pesquisa, a fim de identificar questões, problemas e hipóteses que podem ser trabalhadas em diversos tipos de pesquisas. Neste sentido, a nossa investigação se encaixa como exploratória, pois busca novas interpretações sobre o uso da nanotecnologia relacionadas aos aspectos CTSA.

4.4 CARACTERIZAÇÃO QUANTO AOS PROCEDIMENTOS

A abordagem adotada nessa pesquisa referente aos procedimentos consiste em uma pesquisa-ação. Visto que não se limita apenas a teoria, mas possui um papel

ativo dos indivíduos participantes no processo de capacitação para o desenvolvimento da atividade investigativa. Segundo Thiollent (1986), pesquisa-ação é uma abordagem em que os pesquisadores estruturam soluções de problemas coletivos, por meio da participação dos pesquisadores e participantes envolvidos de forma participativa e cooperativa, assim, busca investigar e implementar mudanças prática em uma determinada realidade, enfatizando a importância da participação democrática.

Portanto, essa pesquisa se estrutura de forma ativa e contextualizada envolvendo os conceitos da nanotecnologia e suas aplicações no cotidiano dos discentes. Visto que a abordagem dessa pesquisa envolve uma sequência que parte desde uma atividade introdutória buscando compreender as concepções prévias dos discentes sobre nossa temática, perpassando por textos socio científicos, questionário, rótulos de produtos cosméticos e sistematização dos conhecimentos adquiridos a partir de folders, como uma forma de trazer para a comunidade escolar e demais membros da sociedade uma possibilidade de conhecerem a diversidade de materiais que estão relacionados as nanopartículas.

4.5 SUJEITO E O CAMPO DE PESQUISA

A coleta de dados envolveu 18 alunos, divididos em 06 grupos, do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do agreste pernambucano.

4.6 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados partiu de uma oficina (Quadro 01), divulgação científica, que buscou estruturar e discutir as competências reflexivas que nortearam a problematização do tema da pesquisa envolvendo nanotecnologia relacionada aos aspectos do CTSA. Essa ação foi estruturada através de uma linguagem simples e oral. As atividades iniciaram com uma análise das concepções prévias dos estudantes, através de regências envolvendo a temática. Objetivando, assim, o planejamento das ações seguintes. Em seguida foram abordados textos científicos (Quadro 02), rótulos de produtos cosméticos e produção de um folder.

4.6.1 OFICINA

A oficina pedagógica é uma oportunidade para os alunos experimentarem situações concretas e relevantes, usando o alicerce do “sentir-pensar-agir”. Visto que são consideradas como um ótimo percurso para a construção do conhecimento através de uma ação. Pois, é possibilidade de se estabelecer uma base teórica e fundamentada a partir de aspectos inerentes a formação dos estudantes (Paviani; Fontana, 2009). Portanto, no seu processo de estruturação é importante a articulação dos posicionamentos entre os pesquisadores e os participantes, retomando, assim, uma abordagem que conceitua a pesquisa-ação, com intuito de resolver uma problematiza em questão (Thiollent, 1986).

No Quadro 01 é discutida a sequência da oficina pedagógica que possui a temática da nanotecnologia e suas aplicações em torno de aspectos do CTSA.

Quadro 01: Estruturação da oficina de Nanotecnologia associada a aspectos do CTSA.

Ação	Objetivos
1º Etapa Contextualização da temática investigada a partir de aspectos ligados a saúde, meio ambiente, vestuário, cosméticos entre outros aspectos: conhecendo as concepções prévias dos estudantes sobre a temática investigada.	Sensibilizar os alunos em relação a Ciência nanotecnologia e suas aplicações na sociedade atual.
2º Etapa Abordagem da nanotecnologia a partir de textos científicos em torno de aspectos CTSA.	Instigar o protagonismo dos estudantes a partir de textos de divulgação científica ligados a nanotecnologia.
3º Etapa Questionário semiestruturado com foco na nanotecnologia ligada aos aspectos Ciência, Tecnologia e meio Ambiente (CTSA).	Abordar os vários aspectos ligados a Nanotecnologia ligados ao CTSA a partir de um questionário semiestruturado.

4º Etapa • Quarta etapa. Abordagem da Química a partir da Nanotecnologia ligada aos Cosméticos.	• Relacionar, a partir de rótulos de cosméticos, aspectos da Química ligados a nanotecnologia.
5º Etapa • Quinta etapa: produção e socialização dos folders.	• Sistematizar, no formato de um folder, o conhecimento adquirido durante o processo de divulgação científica.

Fonte. Fonte. Autor, 2023.

Descrição das Etapas da Oficina Pedagógica:

a) Primeira Etapa:

Neste primeiro momento, foi abordado de forma contextualizada a temática nanotecnologia dando ênfase a sua associação a materiais do cotidiano, como por exemplo, na indústria de produtos cosméticos. Essa socialização buscou instigar e discutir os avanços da nanotecnologia na atualidade. Como também fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes sobre os aspectos ligados as nanocápsulas. Além de envolver os alunos com o tema gerador, tornando-os mais participativo nos encontros seguintes.

b) Segunda Etapa. Abordagens de textos de divulgação científica envolvendo a nanotecnologia ligado aos aspectos CTSA (Quadro 01).

Quadro 02. Textos de divulgação científica envolvendo a nanotecnologia ligado aos aspectos CTSA.

Identificação	Referência
DOC. A	TOLIPAN, H. SENAI CETIQT: A nanotecnologia na Indústria Têxtil e uma reflexão sobre a revolução das roupas inteligentes. Heloisa Tolipan. 18/01/2021 Moda e Beleza. São Paulo, Disponível em: < https://heloisatolipan.com.br/moda/senai-cetiqt-a-nanotecnologia-na-industria-textil-e-uma-reflexao-sobre-a-revolucao-das-roupas-inteligentes/ > Acesso 13 Ago. 2023
DOC. B	CACCITIATORE A. Foodtech: Nanotecnologia aplicada em alimentos: ficção ou realidade? Fabiola Ayres. 15 de novembro de 2015 Foodtech consultoria, São Paulo. Disponível em: < https://www.foodtechconsultoria.com.br/post/nanotecnologia-aplicada-em-alimentos/ > Acesso 13 de Ago.2023.
DOC. C	SAKIHARA V. Nanotecnologia na indústria de cosméticos. Sakihara Vivian 06/02/2014 TnsNano. Rio de Janeiro, Disponível em: < https://tnsnano.com/care/nanotecnologia-na-industria-de-cosmeticos/ > Acesso 13 de Ago. 2023.
DOC.E	XIANG V., HAN M., ZHANG V. Nanotecnologia na saúde: É seguro mesmo? Zehua Xiang, Mengdi Han, Haixia Zhang 27/06/2022. Nano Research, Disponível em: < https://www.diariodasaude.com.br/ > Acesso 13 de Ago. 2023.
DOC. D	CARVALHO T. NanoEach: Roupas utilizam Nanotecnologia para controlar calor e repelir insetos. Tainã Carvalho 02/06/2019. NanoEach, Disponível em: < http://www.each.usp.br/nanoeach/ > Acesso 13 de Ago.2023.

Fonte. Autor, 2023.

A partir do quadro acima foram abordados a relação entre Nanotecnologia e aspectos ligados ao CTSA. Objetivando socializar com os estudantes da escola campo a relação desta Ciência com os aspectos do dia a dia. Desta forma, os textos de divulgação científica exploraram temáticas diversas ligadas a vestuário (tecidos inteligentes), medicamentos, cosméticos, saúde entre outros. Ou seja, pontos importantes para instigar o espírito investigador dos estudantes, tornando-os protagonistas do ato de aprender.

c) Terceira Etapa: Questionário semiestruturado com foco na nanotecnologia ligada aos aspectos Ciência, Tecnologia e meio Ambiente (CTSA).

Esta fase de coleta de dados objetivou abordar os vários aspectos ligados a Nanotecnologia ligados ao CTSA a partir do seguinte questionário semiestruturado:

- P1. Quais os exemplos de nanotecnologia?
- P2. Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?
- P3. Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?
- P4. Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

Objetivando então, contribuir no processo de reflexão e criticidade em torno da temática aborda. Desta forma, oportunizar os estudantes para o conhecimento sobre a Nanotecnologia ligada aos aspectos CTSA. Ou seja, ponto de suma importância no processo de divulgação científica.

d) Quarta etapa: Abordagem da Química a partir da Nanotecnologia ligada aos Cosméticos.

Nesta etapa abordamos, a partir de rótulos de produtos, a nanotecnologia relacionada aos bioativos dos cosméticos. Objetivando trazer sua relação com a Química. Assim, grupos de 03 (três) estudantes foram orientados a pesquisar em suas residências ou comércio local, produtos de beleza que possuíssem em sua estrutura nanopartículas.

e) Quinta etapa: produção e socialização dos folders

A partir da etapa anterior em que os alunos investigaram a relação entre a química com a nanocápsulas de cosméticos, os mesmos grupos foram instigados a produção de folders. Objetivando, desta forma, expressar os conhecimentos adquiridos sobre a temática investigada. Desta forma, foi, inicialmente, apresentado todo o processo de produção destes materiais com designs do Canva. Assim, no laboratório de informática da escola, cada grupo sob a orientação do pesquisador, estruturou seu material didático. A base desta produção foram os textos e rótulos abordados nas fases anteriores desta oficina. Tendo a preocupação de trazer uma relação das nanocápsulas dos cosméticos aliados a Ciência Química.

4.7 ANÁLISE DOS DADOS

No procedimento requisitado análises de dados, utilizou-se os trabalhos de Bardin (2016), que fala sobre análises de conteúdo. Assim, a autora define a análise de conteúdo como um método que consiste em um conjunto de caminhos sistemáticos e objetivos a fim de descrever/interpretar os conteúdos das mensagens. Segundo a autora as análises dos conteúdos podem ser divididas em três etapas: Pré-Análise, se descreve como a primeira etapa da organização das análises de conteúdos, a partir da Pré-Análise que o pesquisador começa a estruturar o paternal para que se torne útil e eficaz na pesquisa. A segunda definição é a exploração do material, nesse momento que se planeja a criação de categorias. Na terceira fase se articula o tratamento de resultados, o pesquisador procura sistematizar as informações coletadas por meios de instrumentos e interpretar os resultados obtidos. Desta forma, os dados destas pesquisas foram discutidos a partir das categorias abaixo (Quadro 03).

Quadro 03 - Categorias para análise dos questionários realizadas com os discentes.

Pré-Categoria A:	Concepções dos estudantes sobre nanotecnologia
Pré-Categoria B:	Atividade sobre nanotecnologia e Estudante ativos no seu processo de aprendizagem.
Pré-Categoria C:	construção de um pensamento crítico, reflexivo dos estudantes

Fonte: Autor, 2023.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim, essa pesquisa procurou estimular os estudantes a uma investigação envolvendo uma abordagem contextualizada em torno de nanopartículas associados a uma diversidade de materiais, saúde e cosméticos. Assim, os momentos foram organizados em cinco regências de cinquenta minutos cada uma. Observamos, então, que a socialização do mundo micro a partir de textos científicos, rótulos de produtos como: Esmaltes; Maquiagens; Xampus; Cremes hidratantes; Perfumes; Desodorantes (sem ação bactericida ou antitranspirante; Sabonetes; Loções para barba entre outros, possibilitou uma apresentação da temática de forma contextualizada fazendo uma associação com a Química. Possibilitando, assim, abordagens diferenciadas que tendem a contribuir para amenizar a abstração, uso de fórmulas, cálculos que têm contribuídos para o processo passivo dos estudantes no ato de investigar/aprender. Desta forma, discutimos os resultados desta pesquisa a partir de categorias, entre elas:

Categoria conhecimentos prévios dos estudantes sobre Nanotecnologia

A abordagem tradicional dos conteúdos em sala de aula ainda persiste em um percentual significativo das nossas escolas. Corroborando, Freire (1996) aponta que ensino tradicional também negligencia a importância da contextualização do conhecimento. Visto que o aprendizado deve ser significativo e relacionado à realidade dos alunos, para que eles possam compreender e aplicar os conceitos de forma práticas.

Em contra partida, observamos um envolvimento do grupo a partir do desenvolvimento das nossas ações. Assim, iniciamos a socialização da divulgação científica considerando o conhecimento prévios dos estudantes, objetivando trazê-los para temática em discussão, ou seja, passando-lhes confiança para que se envolvessem nas discussões. Consequentemente, a abordagem dos conceitos técnicos envolvidos em nanotecnologia, como também suas aplicações, importância possibilitou momentos de interação entre aluno-aluno, aluno-pesquisador, fato importante para instigar o espírito de investigar e aprender. Dando um papel ativo no

processo de aprendizagem dos alunos. Como observado pelos relatos dos discentes abaixo:

“É algo que não podemos ver a olho nu . **Relato do Estudante A**

Tomando como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos, observamos que o relato remete as características inerentes a esta Ciência, visto que:

O nanômetro (nm) corresponde à bilionésima parte do metro, sendo que os materiais em escala nanométrica (10^{-9} m) podem adquirir novas propriedades e/ou comportamentos, diferentes daqueles que normalmente apresentam em escala macroscópica. A Nanotecnologia é o ramo da ciência que estuda esses novos materiais, propriedades e/ou comportamentos (Santos e Nihei p.03).

Assim, é imprescindível que o professor possibilite um diálogo entre seus estudantes objetivando compreender o que o aluno, a partir do contato com o seu dia a dia tanto em relação a cultura, relações familiares, política, economia, ou seja relações que são estabelecidas ao longo da vida.

Corroborando, Ausubel (2003) afirma que os conhecimentos prévios dos discentes se adequam como uma base sólida para a aprendizagem significativa. Visto que quando os alunos conseguem compreender conexões entre o que já sabem e o novo conhecimento, essa metodologia facilita a sapiência, a retenção e a transferência harmoniosa de informações. Nessa abordagem, o papel do professor é identificar os conhecimentos prévios dos alunos e criar situações de aprendizagem que permitam a conexão entre esses conhecimentos e os novos conceitos a serem aprendidos (Ausubel, 2003).

Enquanto que o estudante B, relatou:

“A nanotecnologia é ser utilizada na indústria dos cosméticos, por exemplo, na produção de shampoos”. **Relato do discente B:**

Observando a fala do discente, podemos observar que a nanotecnologia tem o potencial de ser aplicada em várias áreas, incluindo a indústria farmacêutica e a formulação de produtos de cuidados pessoais, como shampoos. Na indústria dos medicamentos, a nanotecnologia tem sido estudada e desenvolvida para produção de medicamentos mais eficiente. Visto que as nanopartículas podem ser usadas para encapsular fármacos, protegendo-os da degradação e permitindo a liberação

controlada no local desejado do corpo. Isso pode melhorar a eficácia terapêutica, reduzir efeitos colaterais indesejados e possibilitar a administração de medicamentos de maneira mais precisa. No caso dos shampoos, a nanotecnologia também tem sido explorada para melhorar a eficácia e as propriedades dos produtos (KUMAR *et al*, 2010). A indústria farmacêutica estabelece uma fina relação entre a produção de medicamentos e o desenvolvimento dos cosméticos, a nanotecnologia utilizada nos cosméticos convencionais em nível global e representam uma linha especializada de produtos que utilizam tecnologia de nanotecnologia em sua formulação. Esses cosméticos são classificados como um segmento específico dentro da indústria química, ao lado dos produtos de higiene pessoal, medicamentos e produtos da linha capilar (Fronza *et al*, 2007).

Sendo assim, nanocápsulas podem ser utilizadas para encapsular ingredientes ativos, como vitaminas, extratos de plantas ou substâncias terapêuticas, proporcionando uma liberação controlada desses componentes durante a aplicação do shampoo. Isso pode ajudar a melhorar a absorção dos ingredientes no couro cabeludo e nos fios de cabelo, potencialmente trazendo benefícios adicionais para a saúde capilar. Além disso, a nanotecnologia também pode ser empregada na formulação de shampoos para melhorar propriedades como a estabilidade, a solubilidade de ingredientes específicos, a textura e a capacidade de penetração nos fios de cabelo (Rosen, Landriscina, Friedman, 2015)

Por outro lado, o estudante C afirmou:

“ Uso da nanotecnologia, em cosméticos, traz risco a saúde.
Relato do Discente C:

A resposta seguiu uma dinâmica contextualizada. A utilização da nanotecnologia em cosméticos tem sido objeto de estudos e pesquisas para avaliar sua segurança e impacto na saúde humana. Neste contexto, os cosméticos que utilizam nanotecnologia são considerados seguros quando fabricados e utilizados adequadamente. No entanto, é importante ter em mente que qualquer ingrediente ou tecnologia, incluindo a nanotecnologia, pode apresentar riscos se usado de forma incorreta ou em concentrações inadequadas. A literatura nos mostra que existem estudos sobre certos tipos de nanopartículas que podem penetrar na pele ou serem inalados, o que levanta questões sobre sua segurança a longo prazo. No entanto, a

maioria dos produtos cosméticos que utilizam nanotecnologia contém nanopartículas com um tamanho e características que são projetados para minimizar a penetração na pele e reduzir qualquer risco potencial.

Além disso, muitos países têm regulamentações específicas que exigem a avaliação de segurança dos produtos cosméticos antes de serem comercializados. Faz necessário seguir as instruções de uso fornecidas pelos fabricantes e adquirir produtos de empresas confiáveis e que seguem as regulamentações e diretrizes aplicáveis. Se você tiver alguma preocupação sobre o uso de produtos cosméticos que utilizam nanotecnologia, é recomendado consultar um profissional de saúde ou dermatologista, que poderá fornecer orientações e informações específicas com base em seu caso individual. Portanto, a nanotecnologia oferece muitas oportunidades e benefícios potenciais em diversas áreas, incluindo cosméticos, mas é fundamental continuar pesquisando e avaliando sua segurança e eficácia para garantir o uso responsável e proteger a saúde dos consumidores (Rosen, Landriscina, Friedman, 2015).

Assim, podemos perceber pelas falas que os discentes permaneceram empolgados em discutir e argumentar sobre essa aula introdutória contextualizando a nanotecnologia e suas aplicações em cosméticos. Visto que a interação aluno/pesquisador se manteve harmoniosa e construtiva. Ou seja, a participação dos discentes nesse primeiro momento da pesquisa foi importante, pois a partir desse início de observações e discussões percebemos que a temática despertou interesse de grande parte do grupo estudado.

Corroborando Coelho e Marquês (2007) apontam que a abordagem contextualizada de uma determinada temática, como por exemplo, nanotecnologia, é uma diretriz importante para uma educação transformadora. Assim, a contextualização permite que o aprendizado esteja relacionado com a realidade e experiências dos alunos, tornando-o mais relevante e útil para sua realidade. Neste sentido, abordar a importância da nanotecnologia para a sociedade nos seus diversos setores, tende a contribuir para uma participação ativa dos estudantes no seu processo de aprendizagem.

A partir da ação inicial, objetivamos trazer o protagonismo para o ato de aprender, possibilitando uma participação ativa dos estudantes. Assim a categoria abaixo vem discutir, segundo as etapas da oficina/divulgação científica, as diversas

possibilidades para o professor promover momentos de interação entre estudantes e conteúdos, consequentemente, oportunizar uma variedade de intervenções considerando aspectos inerentes aos estudantes.

Categoria B: Nanotecnologia como uma possibilidade de protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

A 2ª etapa da divulgação científica abordamos artigos com temáticas sociocientíficas (Quadro 01) em que 6 grupos com 03 estudantes leram e socializaram as informações dos materiais com toda a turma. Ou seja, aspectos importantes tanto para os conhecimentos desta ciência, como também para abordagem contextualizadas de conceitos químicos a partir de materiais que estão presentes no dia a dia de uma sociedade. Desta forma, foi um ponto significativo para instigar o espírito investigador dos estudantes, tornando-os protagonistas do ato de aprender. Contribuindo, então, para investigarmos a partir de um questionário semiestruturado a interação aluno-aluno, aluno-pesquisador, implicando em dar um significado para os momentos de aprendizagens.

Corroborando, Lee Jing et al; (2019), ainda persiste a não compreensão por grande parte dos nossos alunos, da Ciência. Implicando em ficarmos a margem dos avanços das tecnologias como um todo. Ou seja, o estar alheio as informações tendem a implicar na formação dos discentes, visto que, geralmente tem sido dado a ênfase ao conteúdo sem trazer uma relação com o dia a dia dos estudantes. Desta forma, ações que motivem a investigação, protagonismo tem possibilitado a uma formação crítica e sólida da comunidade estudantil. Por fim, é urgente a tomada de medidas para sanar a situação vigente, a partir do acesso a informação de todos de uma forma democrática.

Assim, a categoria C vem discutir a formação crítica e reflexiva dos estudantes a partir de ações que consideram a importância da socialização de forma contínua de informações.

Categoria C: construção de um pensamento crítico, reflexivo dos estudantes.

Esta etapa da nossa ação implicou, inicialmente, a partir de um questionário semiestruturado aplicado a 18 alunos (06 grupos) em investigar qual a compreensão, até então, dos discentes sobre as atividades da oficina trabalhada em sala de aula. Também, contribuir como uma possibilidade em associar a nanotecnologia aos aspectos ligados ao CTSA. Ou seja, contribuir para um desenvolvimento crítico e reflexivo dos estudantes. Aspecto este que permite ao estudante ter acesso, de forma contextualizada e significativa, as informações científicas. Ou seja, trazê-los para debates ligados a temáticas discutidas cada vez mais na sociedade. Implicando, então, para o desenvolvimento da argumentação, criticidade dos alunos.

Corroborando, os relatos abaixo apontam a compreensão dos discentes sobre a associação da temática aos aspectos CTSA. Desta forma, por observamos respostas semelhantes, destacamos alguns relatos dos grupos. Por exemplo, **os grupos 01 e 02** em relação a P₁ (**Quais os exemplos de nanotecnologia que encontramos no nosso dia a dia?**) afirmaram que:

A nanotecnologia faz coisas bem pequenininhas que ajudam em várias coisas legais. Por exemplo, ela cria pedacinhos bem pequenos de carbono para fazer chips de computador, fios minúsculos para telas de telefone e ajudam a cuidar de doenças, sensores pequenos **(Resposta do grupo 01 a questão P₁).**

Os exemplos são a produção de nanomateriais para dar sabor, desenvolvimento de embalagens inteligentes, coberturas comestíveis sensores para detectar bactérias, fungos e toxinas em embalagens **(Resposta do grupo 02 a questão P₁).**

Podemos observar pelos relatos acima, partindo do estudo e discussão dos textos, que emergiram respostas significativas, apontando que as ações anteriores contribuíram para um conhecimento científico em torno da temática abordada nesta pesquisa. Ou seja, comparando as concepções prévias dos estudantes podemos notar que houve um certo avanço na compreensão sobre os aspectos inerentes a esta ciência que tem feito parte do dia da sociedade. Observamos, então que a nanotecnologia, como outro temas geradores são imprescindíveis para que o professor possa trazer temáticas para sua sala de aula com o intuito de envolver tanto os estudantes no processo de aprendizagem, como também discutir temas atuais que

venha a contribuir na formação dos discentes. Ou seja, promover uma aprendizagem que dê um significado aos conceitos abordados nos livros didáticos.

Por outro lado, P₂ abordou **Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?**). Assim, observamos que os **grupos 03 e 04** afirmaram que:

Usamos a nanotecnologia em diversas áreas como em tecidos com bloqueios e radiação UV. (Resposta do grupo 03 a questão P₂).

Podemos usar a nanotecnologia em cosméticos que melhoram a penetração nas camadas da pele, as nanopartículas conseguem penetrar com facilidade, nas camadas epiteliais. (Resposta do grupo 04 a questão P₂).

Pelas respostas dos grupos é possível perceber que a utilização de textos abordando a divulgação científica possibilitou tanto introduzir os aspectos inerentes ao CTSA, na medida em que foi possível fazer uma associação desta ciência aos aspectos ligados a tecnologia, por exemplo materiais (roupas/tecidos específicos) de proteção contra a exposição de raios solares, como também aos cosméticos. Ou seja, é uma possibilidade de abordarmos as propriedades de determinados materiais que têm sido utilizados no nosso dia a dia. Visto que, cada vez, os diversos setores de uma sociedade têm aumentado a preocupação relacionado a saúde a partir de intemperes ligados as questões climáticas, como por exemplo, doenças oriundas a partir da exposição excessiva, sem proteção, dos raios solares. Ou mesmo uma preocupação relacionada a estética, como o rejuvenescimento de celular a partir de tecnologias como utilização de o uso do ácido hialurônico e toxina botulínica.

Corroborando, P₃ abordou **quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?**). Constatamos as seguintes considerações dos estudantes dos **grupos 05 e 06**:

No texto encontramos que a nanotecnologia oferecer a possibilidade de criar produtos mais eficiente, pequenos e mais rápidos. (Resposta do grupo 05 a questão P₃).

Os impactos na sociedade são ótimos, porque contribui para a saúde humana, tecidos para acabar com seres pequenos (ácaros) é assim prevenir proliferação de doenças.
(Resposta do grupo 06 a questão P3).

Os relatos apontam que a nanotecnologia associada a divulgação científica a partir das vivências, via aula contextualizada e textos que despertem o interesse dos estudantes por temáticas abordadas em sala de aula, tendem a surtir significados que têm sido importantes para mudanças no ensino tradicional. Visto que ainda é possível observarmos em sala de aula, visões deformadas e descontextualizadas da ciência. Levando, então a um crescente desinteresse por parte dos nossos estudantes. Ou seja, contribuindo de forma negativa para a não argumentação perante situações que são vividas em uma sociedade. Ou seja, aumentando cada vez uma diversidade de analfabetismo, como por exemplo o analfabetismo científico, social, ambiental e econômico. Consequentemente, precisamos, urgentemente, refletirmos sobre o nosso papel de professor no processo formativo dos nossos estudantes. Ou seja, criar um protagonismo que possibilite uma mudança de hábitos, costumes perante o ato de pesquisar e estudar.

Dando continuidade à nossa investigação, P4, traz uma associação entre aos aspectos ligados a nanotecnologia e a Ciência Química (**Quais conceitos químicos emergem a partir da temática?**). destacamos, então os relatos dos grupos 02, 04 e 06:

A manipulação de materiais em escala nanométrica pode estar associada as diversas áreas de química, como por exemplo a orgânica quando associamos aos medicamentos, cosméticos entre outros. Ou seja, pode ser uma forma de trabalhar com as propriedades específicas de alguns materiais associados as interações de nanopartículas de compostos ativos. Ou seja, no processo de desenvolvimento de nano-sensores para detecção, por exemplo, de contaminantes, nas indústrias alimentícias. **(Resposta do grupo 02 a questão P4).**

Modificar e criar novos materiais, a química se relaciona quando o texto aborda conceitos e manipulações de átomos. (Resposta do grupo 04 a questão P4).

Transformação de estruturas grandes para estruturas pequenas utilizando alguns processos químicos e por isso a construção de matérias da área médica estão cada vez mais rápido e melhor. (Resposta do grupo 05 a questão P4).

Transformação de estruturas grandes para estruturas pequenas utilizando alguns processos químicos e por isso a construção de matérias da área médica estão cada vez mais rápido e melhor. (Resposta do grupo 06 a questão P4).

Nesta abordagem (P4), obtivamos desmistificar a abstração dos conceitos de Química, pois ainda notamos, tanto em alguns livros didáticos, como também, na prática de alguns professores uma constante em não dar um significado as suas aulas. Assim, as diversas possibilidades de abordarmos determinados conceitos como por exemplo a utilização de metodologias ativas como resolução de problemas, abordagem por projetos, atividades lúdicas ainda têm ficado em segundo plano. Ou por falta de condições como ausências de formações continuadas, estruturas deficientes em algumas escolas, carga horária excessiva ou mesmo pela manutenção de prática de ensino que já vêm prontas não considerando o perfil, necessidade de cada turma. Implicando, então em uma abordagem tradicional e uma aumento crescente no desinteresse dos estudantes pela Química.

Assim, foi possível perceber que houve uma reflexão amadurecimento, comparado aos conhecimentos prévios dos estudantes, visto que, a partir de pesquisas e discussão em sala de aula, eles apresentaram informações científicas organizadas. Aspecto este que vem reforçar a necessidade de nós refletirmos, diariamente sobre a nossa prática em sala de aula. Ou seja, devemos procuramos meios para trazermos os nossos estudantes para a pesquisa e estudos. Criando então um ambiente saudável e produtivo de aprendizagem que venha a ter significados para eles.

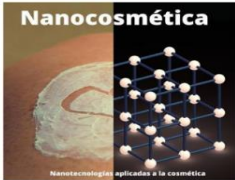
Pensando desta forma, a fase 03 da divulgação científica, possibilitou a socialização das informações no formato de folder para ser trabalhado com a

comunidade escolar e sociedade como um todo, a partir das redes sociais. Desta forma, inicialmente, os alunos foram direcionados para o laboratório de informática, onde o pesquisador abordou todo o processo de produção de um folder. Ou seja, criamos um momento de aprendizagem com o intuito de instigarmos os alunos a observarem e discutirem as principais características do folder, como o mesmo seria estruturado entre outros aspectos. Observamos, então, a partir desta ação, uma participação dos grupos em todo o processo de criação. Inicialmente, eles acharam desafiador, já que essa abordagem era mais prática e muitos deles não estavam familiarizados com essa atividade utilizando recursos virtuais.

Dando continuidade, cada grupo (por terem escolhido a mesma temática, grupo 06 juntou-se ao grupo 05), sistematizaram suas ações no mesmo folder., sob a supervisão do pesquisador, estruturou as informações abordadas ao longo das ações. Ou seja, a partir dos textos científicos, rótulos dos produtos cosméticos e discussão em sala de aula, os estudantes planejaram como seriam abordadas tais informações. Desta forma, os grupos foram instigados ao processo de criação, escolhas dos temas que mais lhe interessaram e como os mesmos seriam organizados. Objetivando então o desejo pela pesquisa, pelo ato de investigar, criar hipótese, ou seja, trazer uma responsabilização do estudante dentro e fora da sala de aula.

Consequentemente, a partir da responsabilidade que foi atribuída aos grupos, percebemos um processo construtivo no sentido de estruturar um material didático (folder) que demonstrasse a relação dos estudantes com a temática abordada em sala de aula. Mesmo que, em nenhum momento fosse dito que eles teriam uma pontuação extra. Ou seja, conseguimos envolvê-los durante todo o processo de construção do conhecimento. Papel este que faz com que a divulgação científica vem contribuir para um protagonismo dos estudantes. Indo de acordo, com Bueno (2010) divulgação científica aproxima a comunidade científica da sociedade em geral, permitindo um diálogo mais estreito entre pesquisadores e o público. Esse intercâmbio beneficia ambas as partes, uma vez que os cientistas podem obter feedback da sociedade sobre suas pesquisas e direcionar seus estudos para atender às necessidades reais das pessoas. Assim, abaixo é apresentado os materiais didáticos (folders) produzidos e socializados nas redes sociais pelos grupos. Concluindo assim, a nossa ação de divulgação científica.

Figura 2: Nanotecnologia: uma pequena solução para grandes problemas.



A nanotecnologia é algo muito importante para nossa geração atual, precisamos explorar e entender a importância do Usar e aplicar uma tecnologia avançada

Use a nanotecnologia de forma harmoniosa

Grupo 01

Nanotecnologia: uma pequena solução para grandes problemas

Melhorando vidas com a nanotecnologia e os cosméticos

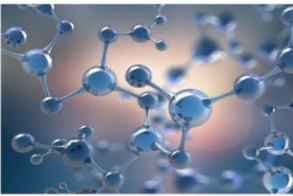


Escola: Aarão Lins de Andrade
SÉRIE: 3º ano "A"
Gravatá, 2023

Vantagens

Beneficia as energias renováveis
Possibilita novas formas de obter e armazenar energia. Além disso, reduz o preço dos painéis solares e os torna mais eficientes.

São capazes de atacar as células cancerígenas de forma seletiva sem restar células saudáveis.



Desvantagens

Beneficia as energias renováveis
Possibilita novas formas de obter e armazenar energia. Além disso, reduz o preço dos painéis solares e os torna mais eficientes.

São capazes de atacar as células cancerígenas de forma seletiva sem restar células saudáveis.

Os cosméticos são os que possuem nanotecnologia:



Por que escolher os cosméticos com nanotecnologia?

Maior absorção

As partículas dos nanocosméticos são minúsculas e por isso tem uma área de superfície muito maior que as outras partículas

Menos irritação na nossa pele

Ocorre menos irritação na pele das pessoas pelo cosméticos com nanotecnologia possuírem menos princípio ativo e ingredientes mais eficazes

Mais estabilizado

Os ingredientes dos cosméticos com nanotecnologia são mais seguros por serem mais estabilizados, isso por conta dos princípios ativos serem concentrados



No rótulo do cosméticos encontramos uma substância chamada L-carnitina

L-carnitine

Nesta substância encontramos alguns grupos da química que interagem bastante, temos a Hidroxila, cetona, amina. No uso cosmético, a L-Carnitina é um poderoso antioxidante natural, rico em flavonoides do tipo polifenóis que inibem o estresse oxidativo

Fonte. Pesquisa, 2023.

Figura 3: Nanotecnologia aplicada em alimentos e cosméticos: ficção ou realidade

Importância da nanotecnologia

A nanotecnologia tem aplicações tanto na melhoria de alimentos, através do aprimoramento de embalagens, fortificação de nutrientes e garantia de segurança, quanto na otimização de produtos cosméticos, possibilitando uma absorção mais eficaz de ingredientes ativos. Ambas as áreas buscam aprimorar a qualidade de vida da sociedade, ao mesmo tempo em que garantem a segurança dos produtos utilizados.

Nanotecnologia é confiável!



Nanotecnologia



Nanotecnologia aplicada em alimentos e cosméticos: ficção ou realidade?

Escola: Aarão Lins de Andrade
SÉRIE: 3º ano "A"
Gravatá, 2023

GRUPO 02

Uso da nanotecnologia na nosso cotidiano

A nanotecnologia é um campo da tecnologia que abrange uma ampla variedade de aplicações no cotidiano, com foco particular em alimentos, cosméticos e produtos eletrônicos.

Na indústria alimentícia, a nanotecnologia desempenha um papel essencial. Ela pode ser aplicada, por exemplo, no revestimento de sementes, tornando-as mais resistentes e eficientes na proteção de cultivos. Além disso, a fortificação de nutrientes é outra aplicação importante, onde nanopartículas de ferro, por exemplo, podem ser utilizadas para enriquecer cereais, tornando seus nutrientes mais facilmente absorvíveis pelo organismo.

Uso da nanotecnologia em fertilizantes

Desde a aplicação de fertilizantes na agricultura até a incorporação de nanomateriais nas formulações de alimentos para aprimorar sua textura e proteger compostos bioativos, e finalmente culminando no desenvolvimento de embalagens inteligentes, a nanotecnologia desempenha um papel fundamental em várias etapas da cadeia alimentar.



A nanotecnologia avançando nas últimas décadas!

Onde encontramos a nanotecnologia além dos alimentos?

A nanotecnologia é uma presença constante na indústria de cosméticos, abrangendo desde produtos naturais até fórmulas industriais avançadas, que se beneficiam amplamente de suas aplicações inovadoras.



Nanotecnologia em nossas casas



Composição: Aqua, Cetearyl Alcohol, Glycerin, Paraffinum Liquidum, Glyceryl Stearate, Acrylates Copolymer, Sodium Benzoate, Sodium Laureth-12 Sulfate, Polysorbate 80, Triethanolamine, Canola Oil, Caprylic/Capric Triglyceride, Persea Gratissima, Rosa Canina Fruit Oil, Cyclopentasiloxane, Dimethicone, Phenoxethanol, Ceteareth-20, Dmdm Hydantoin, Parfum, Benzyl Salicylate, Hexyl Cinnamal, Citronellol, Linalool, Geraniol, Hydroxyacetone, Citronellal, Xanthan Gum, Disodium EDTA, Acacia Senegal Gum Extract, Bht, Ascorbyl Tetrahydrobenzoate, Ficus Vesiculosa Extract, Laminaria Digitata Extract, Porphyra Umbellata Extract, Potassium Sorbate, Calcium Gluconate, Xylitol Sesquicaprylate, Anhydroxytol.

Através dos rótulos de cosméticos, é possível identificar a presença de substâncias como nanopartículas e grupos funcionais da química orgânica.

Fonte. Pesquisa, 2023.

Figura 4: Nanotecnologia é segura e eficaz.

Nanotecnologia é segura e eficaz!

Nanotecnologia na medicina:

A nanotecnologia pode ser aplicada em diversas áreas da medicina para desenvolver medicamentos, realizar exames mais específicos e tratar doenças que não podem ser tratados por outros métodos.



Grupo 3



Nanomateriais atuando em várias áreas

SOBRE NANOMATERIAIS, NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA DE FORMA MAIS INSANA

Escola: Aarão Lins de Andrade
SÉRIE: 3º ano "A"
Gravatá, 2023

A nanotecnologia poder ser aplicada em diversas áreas

Regulação de Temperatura

Tecidos inteligentes com nanomateriais podem se ajustar automaticamente para manter o usuário confortável, aquecido no frio e resfriado no calor, regulando a transferência de calor.

Tecidos antibacteriano:

Os nanomateriais presentes nesses tecidos podem inibir o crescimento de bactérias, impedindo a proliferação de microrganismos nocivos que podem causar odores desagradáveis ou infecções.

Tecidos contra radiação (UV):

Pessoas que trabalham ao sol o dia inteiro têm maior probabilidade de adoecer devido à exposição solar, aumentando o risco de doenças como o câncer de pele. Com base nesse problema, as nanopartículas em roupas desempenham um papel importante na proteção dessas pessoas contra os raios solares que afetam grande parte da população.

Uso da nanotecnologia em protetores solares

A nanotecnologia permite a formulação de protetores solares com partículas minúsculas de óxido de zinco ou dióxido de titânio, que oferecem uma proteção mais eficaz contra os raios UVB e UVA prejudiciais. Essas partículas nanoparticuladas dispersam a luz de maneira eficiente, oferecendo uma cobertura mais uniforme e eficaz na pele.



Neste rótulo percebemos a composição do dióxido de titânio, usado em protetores solares para proteger dos raios UV e UVB. As nanopartículas permitem a redução da quantidade de ingredientes ativos necessários nos protetores solares, o que pode resultar em produtos menos irritantes para a pele, especialmente para aqueles com pele sensível.

Nanotecnologia e suas aplicações





Fonte. Pesquisa, 2023.

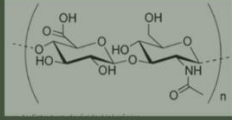
Figura 5: Nanotecnologia é Futuro.



Fonte. Pesquisa, 2023.

Figura 6: Nanotecnologia em todos os lugares

O Uso do Ácido Hialurônico em conjunto com a nanotecnologia:



Na nanotecnologia, cientistas utilizam nanopartículas para revestir o ácido hialurônico mostrado mais acima, o que prolonga sua permanência na pele ou no corpo. Dentro deste ácido, é possível identificar diversos grupos funcionais da química orgânica; os álcoois e oxigênios desempenham um papel crucial na estabilização desse composto.

Nanotecnologia, medicina e cosméticos, juntas estão melhorando nossas vidas!

Nanotecnologia na saúde: É seguro mesmo?

Nanotecnologia em todos os lugares

Escola: Aarão Lins de Andrade
Serie: 3º ano "A"
Gravatá, 2023

Grupo 05





Nanotecnologia para monitorar o coração

A nanotecnologia está presente em nossas vidas e desempenha um papel significativo. Ela está relacionada ao desenvolvimento de dispositivos para monitorar os batimentos cardíacos, sendo eficaz devido ao seu tamanho reduzido e maior precisão.

Exemplos de nanotecnologia aliada à medicina:

- Nanossensores
- Eletrodos com nanopartículas
- Recursos eletrônicos para controle de batimentos



Nanotecnologia em cosméticos:

As nanopartículas de ouro são usadas em cosméticos, como podemos observar no rótulo do produto mais acima. Essas nanopartículas têm a capacidade de penetrar na nossa pele e oferecem propriedades antienvhecimento. Isso ocorre porque elas ajudam a estimular a produção de colágeno, reduzindo a aparência de rugas e linhas finas, proporcionando uma pele mais saudável e jovem.

A nanotecnologia também tem sido aplicada na indústria de cosméticos, incluindo a produção de batons.

Onde podemos encontrar a Nanotecnologia?

- Celulares
- Computadores
- Na medicina
- Na indústria farmacêutica
- Carros atuais
- Chips eletrônicos
- Cosméticos

Nanotecnologia avançando sempre!



Fonte. Pesquisa, 2023.

6 Considerações Finais

Considerando a necessidade do professor em refletir sobre a sua prática docente, considerando que cada vez mais é necessária uma reflexão sobre os diferentes perfis dos estudantes, como também a necessidade de os trazer para os protagonismos no ato de aprender, é imprescindível uma abordagem diferenciada e atual dos conteúdos em sala de aula. Assim, a ciência química, por exemplo, precisa ser contextualizada como o intuito de amenizar ou mesmo sanar a abstração de alguns dos seus conceitos. Possibilitando assim, que os discentes venham compreendê-la como a mesma estar inserida no dia a dia de uma sociedade. Consequentemente é uma possibilidade de instigarmos a criticidade, reflexão e argumentação, pois são aspectos que compreendem a formação do estudante cidadão.

Corroborando a Nanotecnologia vem contribuir nestes aspectos, pois faz parte do nosso dia a dia. Visto que os avanços tecnológicos, cada vez mais, têm contribuído na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Entretanto, é imprescindível que este conhecimento seja socializado na comunidade estudantil. Pois, é uma forma de mitigarmos o analfabetismo científico. Outro aspecto é que é uma possibilidade de dar um sentido o que estamos trabalhando em nossas salas de aulas, pois ainda os livros didáticos têm deixados muitas lacunas, no sentido de não explorar os conteúdos a partir de pontos que instiguem o lado científico e investigador dos discentes.

Desta forma, a nossa ação de divulgação científica atingiu seu objetivo que foi trazer os estudantes para um protagonismo na sala de aula. Pois, foi possível observar uma interação aluno-aluno, aluno-pesquisador e consequentemente, contribuir para o conhecimento da ciência nanotecnologia. Destacamos, então, que atividades como esta têm que serem abordadas na escola, pois é uma possibilidade de fazer com que os discentes ampliem suas visões de mundo. Ou seja, uma formação contextualizada que venham a possibilitá-los exercerem o seu direito de cidadão e venham ter oportunidades iguais no mercado de trabalho, a partir de um conhecimento significativo.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009.
- ARGUELLO, C. A. A ciência popular. In: MASSARANI, L. et al. **(Org.) Ciência e público: caminhos da divulgação científica**. Rio de Janeiro, V. 05, n. 12, dez. 2002.
- ARROIO, A. *et al.* O show da Química: motivando o interesse científico. **Química Nova**, São Paulo, vol. 29, n. 01, pp. 173-178, fev. 2006. Disponível em: <<https://amazonaws.com/static/sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br.pdf>>. Acesso em: 28/04/2023.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BITTENCOURT, M. *et al.* A disciplina escolar Ciências na BNCC e as implicações para a prática docente. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 8º; ENCONTRO DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIONAL NORDESTE, 8º; SIMPÓSIO CEARENSE DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2º, 2021, Campina Grande. **Apresentação oral**. Campina Grande: Realize Editora, 2021, pp. 3987- 3995. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74528>>. Acesso em: 31/03/2023.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: <<https://madmunifacs.files.wordpress.com/2016/08/anc3a1lise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf>>. Acesso: 30/04/2023.
- BUENO, W. C. B. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, Londrina, vol. 15, s. n., pp. 1-12, 2010.
- CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. In: Massarani, L.; Moreira, I. C.; Brito, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**, pp. 15-23. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002.
- CHEN, X., GAMBHIR, S. S., & CHEON, J. (2011). **Theranostic nanomedicine**. Ver. PubMed, V. 10, pp. 18-44. Publicado em 18/10/2011.
- CHIARO, S.; AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 2, p. 112-426, 2017.
- COELHO, C. J.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, vol. 9, n. 1, pp. 1-17, jun. 2007.

COSTA, R. G.; PASSERINO, L. M.; ZARO, M. A. Fundamentos teóricos do processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino e aprendizagem de química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, vol. 14, n. 1, pp. 271-281, jan.-abr. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/>> Acesso em: 05/02/2023.

ELAHI, N., KAMALI, M., & BAGHERSAD, M. H. Recent biomedical applications of gold nanoparticles: A review. **Revista scienceDirect**, v, 184, pp. 537-556. Jan. 2018.

FERNANDES, A. C. Interdisciplinaridade, construtivismo e aprendizagem significativa: Elementos facilitadores do ensino da nanotecnologia. **Revista EIXO**, Brasília, vol. 4, n. 2, pp. 69-76, jul.-dez. 2015. Disponível em: <<http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/-RevistaEixo/article/view/277/189>>. Acesso em: 22/09/2023.

FERNANDES, I. M.; PIRES, D. As inter-relações CTSA nos manuais escolares de ciências do 2º CEB. **Eduser: revista de educação, Bragança**, v. 5, n. 2, p. 35-47, 2013. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream>> Acesso em: 29. Set. 2023.

FIRME, R.; AMARAL, E. do. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

FERREIRA, C. S., *et al.* (2019). Uso de nanobastões de ouro para o desenvolvimento de aulas práticas de nanotecnologia. **Quim. Nova**, Vol. 40, No. 5, 594-601, 2019.

FIGUEIRÊDO, A. M. T. A *et al.* Experimentação Contextualizada sobre Equilíbrio Químico para Turma de Ensino Médio. **International Journal Education and Teaching** (PDVL), Recife, vol. 1, n. 1, pp. 91-109. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/326193170>> Acesso em: 22/09/2023.

FREESTONE, I. *et al.* The Lycurgus Cup – A Roman Nanotechnology. **Gold Bulletin**, Londres, vol. 4, n. 40, pp. 270-277, dez. 2007. Disponível em: <<https://link.springer.co-m/article/10.1007/BF03215599>>. Acesso em: 02/02/2023.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Coleção “O mundo, hoje”. Vol. 21. 17ª ed. Editora Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/espa-nhol/pdf/pedagogia_do_oprimido.pdf>. Acesso em: 02/02/2023.

FRONZA, T. *et al.* **Nanocosméticos**: Em Direção a Estabelecimento de Marcos Regulatórios. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, E. M. Os discursos da divulgação científica: um estudo de revistas especializadas em divulgar ciência para o público leigo. **Brazilian Journalism Research**, Brasília, vol. 9, n. 2, pp. 210-227, dez. 2013. Disponível em: <<https://bjr.sb-pjor.org.br/bjr/article/view/419/502>>. Acesso em: 02/02/2023.

HULLA, J. E., SAHU, S. C., & HAYES, A. W. (2015). **Nanotechnology: History and future. Human and Experimental Toxicology**, Vol. 34(12), 1318–1321.

JESUS, I. P.; LORENZETTI, L.; HIGA, L. A abordagem CTS em propostas de ensino da nanotecnologia. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10º, 2015, Águas de Lindoia. **Apresentação oral**. Águas de Lindoia: 2015, pp. 1-8. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342852143_A_abordagem_CTS_em_propostas_de_ensino_da_nanotecnologia>. Acesso em: 31/03/2023.

JING, L. *et al.* Nanotecnologia na escola: possibilidades e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, São Paulo, vol. 14, n. 1, pp. 119-131, abr. 2019. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/24/14>>. Acesso em: 31/03/2023.

KAM, N. *et al.* Carbon nanotubes as multifunctional biological transporters and near-infrared agents for selective cancer cell destruction. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, vol. 102, n. 33, pp. 11600-11605, ago. 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1187972/>>. Acesso em: 31/03/2023.

LANDRISCINA, A., ROSEN, J., & FRIEDMAN, A. J. (2015). Systematic Approach to Wound Dressings. *Reviw, Drugs Dermol*, Julho de 2015.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, vol. 7, n. 2, pp. 72-85, dez. 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2733/2733250450-07.pdf>>. Acesso em: 31/03/2023.

LOPES, R. *et al.* (2011). Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Experiência no Ensino de Química Toxicológica. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 7, 1275-1280.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, São Paulo, vol. 22, n. 2, pp. 289-292, abr. 1999. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/HHGsxL3z8FRjFDDLsfY5W6D/>>. Aces-so em: 31/03/2023.

MELO, C. P. DE; PIMENTA, M. Nanociências e nanotecnologia. *Parcerias. Estratégicas*, Sp, v. 45, n. 22, p. 9-21, dez. 2017

MINAYO, M. C. S. *et al.* **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21ª ed. Petrópolis: Vozes, 2002. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files-/2012/11/pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 22/04/2023.

MARTINS, I. P. Formação inicial de professores de física e química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v 2, n. 3, p. 293-308, 2003.

NUNES, A. *et. al.* Atitudes e crenças sobre as relações CTSA de Estudantes do Curso de edificações na modalidade EJA: uma análise por períodos. **Holos**, v. 5, p. 244-254, 2010.

OLIVEIRA, A. L. et al. O jogo educativo como recurso interdisciplinar no ensino de química. **Química Nova Na Escola**, v. 40, n. 2, P. 89-96, maio 2018.

PAVIANI, N. B. S.; Fontana, N. M. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. *Conjectura*, v. 14, n. 2, p. 77-88, 2009. **PRIMAVESI**, A. Manejo integrado de pragas e doenças. Nobel: São Paulo. 2009

PAVIANI, N. M. S; Fontana, N. M; **Oficinas pedagógicas**: relato de uma experiência. *Conjectura*. v. 14, n. 2, 2009, p. 77-88.

PÉREZ, K.V, Jornada De Trabalho Real E Invisível: Uma Análise Sobre O Cotidiano De Docentes Em Instituições De Ensino Superior Privadas, **Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais**, Porto Alegre, RS, Brasil, 19 a 21 de outubro de 2016. Disponível em: <<https://anaiscbeo.emnuvens.com.br/cbeo/article/viewFile/99/91>> acesso: 11 de março de 2023.

PIMENTA, M. A. A., MELO, C. P. (2007). Nanociências e Nanotecnologia. **Ciência E Natura**, 9–20. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9701/5812>>. Acesso em: 06 de março de 2023.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, 2013.

PORTO, C. de M. A internet e a cultura científica no Brasil. **Difusão e cultura científica: Salvador**. V, 01 pp.16-62. 2009.

RAJ, S. et al. **Nanotechnology in cosmetics: Opportunities and challenges**. **Journal Of Pharmacy And Bioallied Sciences**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 186-194, 2012 Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3425166/>> acesso em: 08 de março de 2023.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, 2013.

SGARBI, A. D; LEITE, S. Q. M. Tentativas de superação da fragmentação do conhecimento na formação de professores de química: história da ciência na perspectiva do movimento CTSA. In: **III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do ambiente**. Niterói (RJ). 2012. Disponível em: <<http://www.enecienciasanais.uff.br>> Acesso: 28 de Set. 2023.

SHAWN Y. S; SUTHERLAND L. M; KRAJCIK. J. S; The big ideas of nanoscale science and engineering: a guidebook for secondary teachers. Arlington, VA: **National Science Teachers Association press**, 2009. Disponível em: < <https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB241Xweb.pdf>> Acesso: 02 de Set. 2023.

SantoS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, 2013.

SANTOS, G; NIHEI, O. K. **Nanotecnologia no Ensino de Ciências: Integrando o Saber Científico de Ponta no Ensino Fundamental**. Cadernos PDE: Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE.2013. Disponível em:
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_cien_artigo_geovana_dos_santos.pdf> Acesso: 14 Jul.2023.

SILVA, K. F. D; SANTOS, A. G. A importância das divulgações e aproximações conceituais para o ensino da nanotecnologia: **uma revisão narrativa**, UFAL, v. 1, n.1, p. 228-231, 2021. Disponível em:
< <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210303976>> Acesso: 10 de fevereiro de 2023.

STEVENS, S. Y., SUTHERLAND, L. M., & KRAJCIK, J. S. **The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering: A Guidebook for Secondary Teachers**. Vol. 01, pp. 14-56. Dez. 2009.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo. 2. ed. São Paulo. Cortez: Autores Associados, (Coleção temas básicos de pesquisa-ação), 1986. Disponível em:<<https://marcosfabionuva.files.wordpress.com/2018/08/7-metodologia-da-pesquisa>> Acesso: 25 de abril de 2023.

TOMA, H. E. **A nanotecnologia das moléculas** - Química Nova na Escola. N° 21, pp. 21-85. jan. 2005.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNirevista**, v. 1, n. 2, abr. 2006. Disponível em: < [http - pratica-pedagogica-do-professor-de-quimica-possibilidades-e-limites/2](http://pratica-pedagogica-do-professor-de-quimica-possibilidades-e-limites/2). Acesso: 8 de março de 2023.

VALERIO, P. M.; PINHEIRO, L. V. R. **Da comunicação científica à divulgação**. TransInformação, Campinas, 20(2): 159-169, maio. 2008.

VAZQUEZ, A. *et al*. La comprensión sobre la naturaleza de la ciencia del profesorado: una propuesta integral de formación desde un análisis de caso. In: **Encuentro De Didactica De Las Ciencias Experimentales**, 25., 2012, Santiago de Compostela. USC, 2012. p. 181-188. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf> > Acesso: 28. set. 2023.

APÊNDICE A

Respostas do grupo 01 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia?

A nanotecnologia faz coisas bem pequenininhas que ajudam em várias coisas legais. Por exemplo, ela cria pedacinhos bem pequenos de carbono para fazer chips de computador, fios minúsculos para telas de telefone e ajudam a cuidar de doenças, sensores pequenos.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

A nanotecnologia é usada em coisas que usamos todos os dias, como computadores pequenininhos, roupas que não sujam fácil, protetor solar que protege bem do sol, capacetes de moto também.

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

A nanotecnologia ajuda a saúde das pessoas com exames melhores, remédios certos e jeitos novos de tratar doenças: tipo o câncer.

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

A nanotecnologia inventa coisas novas na química, como mexer nas peças pequenininhas das coisas para fazê-las funcionarem melhor e mais rápida. Ela usa também as coisinhas pequenas misturando com a química e a natureza pra fazer coisas novas e úteis.

Respostas do grupo 02 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia?

Os exemplos são a produção de nanomateriais para dar sabor, desenvolvimento de embalagens inteligentes, coberturas comestíveis sensores para detectar bactérias, fungos e toxinas em embalagens.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

A nanotecnologia é usada no dia a dia na indústria de alimentos para melhorar características das comidas, ela se encaixa nas embalagens proteção de compostos e alimentos mais saudáveis.

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

A nanotecnologia oferece contribuições significativas à saúde humana, desenvolvimento de embalagens que detectam bactérias e fungos.

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

a manipulação de materiais em escala nanométrica juntar a química orgânica e compostos nanométricas possui uma boa relação com a química.

para obter propriedades específicas, interações de nanopartículas com compostos ativos, desenvolvimento de nano-sensores para detecção de contaminantes, e a importância de considerar a segurança e regulamentação dos nanoingredientes na indústria alimentícia.

Respostas do grupo 3 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia?

No texto fala sobre nanomateriais como nanopartículas de sílica e semicondutores, nanowhisker para repelir água e óleo. O uso da nanotecnologia em tecidos é usado para criar roupas hidrofóbicas, também está presente em eletrônicos e medicamentos.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

Usamos a nanotecnologia em diversas áreas como em tecidos com bloqueios e radiação UV.

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

A nanotecnologia pode contribuir para tratamento de doenças, como entrega precisa de medicamento e diagnóstico.

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

Não respondeu

Respostas do grupo 4 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia?

Os exemplos citados no texto incluem a produção de cosméticos como cremes antienvelhecimento, protetores solares e esmaltes que utilizam nanopartículas para melhorar sua eficácia.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

Podemos usar a nanotecnologia em cosméticos que melhoram a penetração nas camadas da pele, as nanopartículas conseguem penetrar com facilidade, nas camadas epiteliais.

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

A indústria farmacêutica, medicina, mecânica são as maiores contribuições na atualidade

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

Modificar e criar novos materiais, a química se relaciona quando o texto aborda conceitos e manipulações de átomos

Respostas do grupo 5 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia?

No texto são citados a utilização de nanomaterias para tratamento de doenças cardiovasculares, marca-passo e outros.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

No texto podemos entender que a nanotecnologia pode ser aplicada em matérias da indústria médica para salvar vidas

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

Dispositivos flexíveis para monitorar e tratar doenças do coração, contribui para fabricação de remédios, cosméticos e celulares.

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

Transformação de estruturas grandes para estruturas pequenas utilizando alguns processos químicos e por isso a construção de matérias da área médica estão cada vez mais rápido e melhor.

Respostas do grupo 06 ao questionário

P1: Quais os exemplos de nanotecnologia? O texto fala sobre agentes antimicrobianos, cosméticos, protetores solares, fronhas de travesseiro que combate a acne, roupas com proteção UV.

P2: Como usamos a nanotecnologia no dia a dia?

O exemplo do texto diz que a nanotecnologia pode ser utilizada em produtos que se usa no cotidiano; o aumento da durabilidade, proteção contra o sol e o controle de odor.

P3: Quais são as contribuições que a nanotecnologia pode oferecer à saúde humana?

As contribuições da nanotecnologia são importantes, oferece produção de medicamentos, protetores solares, assim oferece soluções inovadoras e melhora a vida das pessoas.

P4: Quais conceitos químicos emergem a partir da temática

O texto relaciona conceitos da química como: nanotecnologia e dimensões nanométricas, interações entre moléculas e o princípio da química verde (sustentabilidade ambiental).