



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

CAROLINE LINS FERNANDES

**INSERÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE
UMA CARTILHA INFORMATIVA COM ENFOQUE CTSA**

CAMPINA GRANDE - PB

2018

CAROLINE LINS FERNANDES

**INSERÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE
UMA CARTILHA INFORMATIVA COM ENFOQUE CTSA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de graduação em Licenciatura Plena em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo José de Oliveira

Coorientadora: Prof^a. Me. Bruna Tayane da Silva Lima

CAMPINA GRANDE - PB

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F363i Fernandes, Caroline Lins.
Inserção da nanotecnologia no Ensino de Química através de uma cartilha informativa com enfoque CTSA [manuscrito] / Caroline Lins Fernandes. - 2018.
62 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Rodrigo José de Oliveira ,
Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."
"Coorientação: Profa. Ma. Bruna Tayane da Silva Lima ,
Coordenação do Curso de Licenciatura em Química - CCT."
1. Ensino de Química. 2. Alfabetização científica. 3.
Nanociência. 4. Nanotecnologia. I. Título

21. ed. CDD 372.8

CAROLINE LINS FERNANDES

INSERÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE
UMA CARTILHA INFORMATIVA COM ENFOQUE CTSA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Química da Universidade Estadual da
Paraíba como requisito parcial à obtenção
do título de graduação em Licenciatura
Plena em Química.

Aprovado em: 19 / 11 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Rodrigo José de Oliveira
Prof. Dr. Rodrigo José de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Bruna Tayane da Silva Lima
Prof.^a Me. Bruna Tayane da Silva Lima (Co-orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Gilberlândio Nunes da Silva
Prof. Me. Gilberlândio Nunes da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria Janaina de Oliveira
Me. Maria Janaina de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

AGRADECIMENTOS

A Deus e todas as forças positivas existente no planeta, pois sem esses amparos, esperança e fé eu não chegaria nem no início da caminhada.

A minha família: Maria Helena Lins Fernandes (mãe), Expedito Lima Fernandes (Pai) e Hugo Lins Fernandes (irmão) que me proporcionaram a oportunidade inestimável de estudar, além do amparo e confiança na minha capacidade de vencer.

Ao meu namorado Alleson Dias Paulino de Barros pela paciência nos momentos mais estressantes da Universidade, pelo amor, carinho e apoio incondicional que me deu forças para permanecer e continuar na jornada. Ademais, por ser um exemplo de força e persistência.

Aos meus amigos Pedro Henrique Luna Nascimento e Welida Tamires Alves da Silva que fizeram total diferença na minha vida durante esses 5 anos de curso, nos quais sofremos, choramos e rimos (muito). Mesmo que sigamos caminhos distintos, sempre serão os maiores presentes que a graduação pode me dar.

A minha prima Yasmin Grabyelle Lima Torres, por estar sempre me encorajando, me dando forças e me amando. Obrigada por ser existir.

A Juan Clayton pela paciência de me escutar nos momentos complicados da vida e por seu imenso talento com o computador, me ajudando demasiadamente na finalização de vários trabalhos.

As minhas amigas Kelly Almeida e Juliana Costa por estarem comigo desde o Ensino Médio, me ajudando e aceitando meus muitos “não” para sair devido às atividades da Universidade.

Ao meu amigo Cláudio Matheus por não ter me esquecido depois de tanto tempo distante, por me deixar feliz a cada mensagem mandada e por me matar de orgulho ao me relatar cada uma das suas conquistas. Você é incrível e eu estarei sempre aplaudindo a pessoa maravilhosa que és.

A professora Maria Janaína de Oliveira por ser um exemplo de mulher forte e guerreira, pelo apoio ilimitado nas minhas tomadas de decisões, por me enxergar como uma amiga além de aluna, me encorajar a ser sempre mais. Sempre será vista como modelo de profissional e mulher.

Ao meu orientador professor José Rodrigo de Oliveira por me aceitar no seu projeto sem ao menos me conhecer e me proporcionar uma experiência rica de conhecimentos, me ensinando a ser autônoma nos meus projetos de vida.

A minha coorientadora Bruna Tayane da Silva Lima pela simpatia, paciência, disponibilidade de tempo e pelo compartilhamento de conhecimento. Sou grata por me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Gilberlândio Nunes da Silva por aceitar fazer parte da minha banca, pela compreensão e paciência.

Ao professor Ubiratan Leal pela confiança, apoio e encorajamento para ir adiante nessa caminhada acadêmica, além de sempre me ajudar cedendo suas turmas.

RESUMO

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia cresce a cada dia, exigindo da população o mínimo de conhecimento para que sejam usufruídas por todos de forma responsável e crítica. Este fato se aplica inteiramente a Nanociência e Nanotecnologia, área nova no âmbito da pesquisa. Considerando que essa nova ciência tem um potencial demasiado, é importante questionar se as informações que englobam a expansão da Nanociência e Nanotecnologia estão chegando no Ensino Básico, uma vez que, é dever da escola formar cidadãos capazes de qualificar criticamente o papel das inovações trazidas pela ciência, posto que, as decisões tomadas pelos jovens, serão cobradas e julgadas. Desta forma, acredita-se que partindo de um ensino que faça os discentes associarem o seu cotidiano com a ciência, o desenvolvimento da concepção crítica dos estudantes será consequência da aula ministrada. Todavia, há diversas maneiras de atingir o objetivo citado, um dos caminhos é a introdução da contextualização, da alfabetização científica e do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), os quais articulados de maneira lógica proporciona ao aluno o entendimento do cotidiano dentro da sala de aula, desconstruindo o senso comum, fazendo-o analisar pela perspectiva crítica as informações recebidas. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo relatar a introdução da Nanociência e Nanotecnologia nas aulas de Química por meio de uma cartilha informativa. O público-alvo foram 28 alunos pertencentes ao 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Estadual da cidade de Campina Grande, Paraíba. Todo o desenvolvimento das aulas baseou-se em uma sequência didática, construída utilizando metodologias dinâmicas e interativas, como aulas experimentais, resolução de problemas, questionários e debates. Desta maneira, visando compreender os resultados alcançados foram analisados qualitativamente as falas e respostas dadas pelos alunos a partir de uma escala que compreende entre respostas satisfatória e respostas insatisfatórias. Ficou claro que a partir do modelo pedagógico utilizado o conhecimento adquirido pelos alunos foi efetivo. Os discentes participaram ativamente das atividades, demonstrando interesse na temática, o que fez-se perceber que a prática executada conseguiu plantar no público alvo a ideia de que nem todas as inovações trazidas pela ciência e tecnologias serão benéficas ou maléficas para suas vidas, o importante é analisá-las.

Palavras-chave: Ensino de Química. Alfabetização Científica. Movimento CTSA. Nanociência e Nanotecnologia.

ABSTRACT

The development of science and technology grows every day, demanding from the population the minimum of knowledge so that they are enjoyed by all in a responsible and critical way. This fact applies entirely to Nanoscience and Nanotechnology, a new area within the scope of research. Considering that this new science has a potential too, it is important to question if the information that encompasses the expansion of Nanoscience and Nanotechnology is arriving in Basic Education, since, it is the duty of the school to train citizens capable of critically qualifying the role of the innovations brought by the science, since decisions taken by young people will be collected and judged. In this way, it is believed that starting from an education that makes the students associate their daily life with science, the development of the students' critical conception will be a consequence of the lecture given. However, there are several ways of achieving this goal, one of the ways is the introduction of contextualization, scientific literacy and the CTSA (Science, Technology, Society and Environment) movement, which articulated in a logical way provides the student with an understanding of daily life within the classroom, deconstructing common sense, making it critically analyze the information received. Therefore, the present study aims to report the introduction of Nanoscience and Nanotechnology in Chemistry classes through an informative primer. The target audience was 28 students belonging to the 1st year of High School of a State Public School in the city of Campina Grande, Paraíba. All class development was based on a didactic sequence, built using dynamic and interactive methodologies such as experimental classes, problem solving, questionnaires and debates. In this way, in order to understand the results achieved, the students' speeches and responses were analyzed qualitatively from a scale that comprised between satisfactory answers and unsatisfactory answers. It was clear that from the pedagogical model used the knowledge acquired by the students was effective. The students actively participated in the activities, showing interest in the subject, which made it possible to perceive that the practice carried out managed to plant in the target public the idea that not all the innovations brought by science and technology will be beneficial or harmful to their lives, is to analyze them.

Keywords: Chemistry Teaching. Scientific Literacy. CTSA movement. Nanoscience and Nanotechnology.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1-	Alunos realizando a atividade proposta utilizando a fita métrica.....	35
Figura 2-	Alunos analisando os rótulos de alimentos.....	40
Figura 3-	Alunos apresentando seminário sobre as mulheres cientistas.....	33
Figura 4-	Classificação das respostas dos discentes correspondendo às 4 primeiras etapas.....	44
Figura 5-	Respostas dos discentes sobre pontos importantes da cartilha, correspondendo às 5 ^a , 6 ^a , 7 ^a e 9 ^a etapas da sequência didática.....	45
Figura 6-	Respostas dos grupos relacionadas ao papel da Nanociência e Nanotecnologia na sociedade, correspondendo à 8 ^a etapa.....	46
Figura 7-	Esquema para um Ensino de Química efetivo.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Descrição das etapas seguidas nas aulas.....	32
Tabela 2-	Respostas dadas pelos alunos acerca dos seus conhecimentos prévios.....	34
Tabela 3-	Classificação da rotulagem que os discentes fizeram dos objetos medidos.....	36
Tabela 4-	Classificação das respostas dadas pelos discentes.....	37
Tabela 5-	Conhecimentos prévios dos discentes sobre Nanociência e Nanotecnologia.....	38
Tabela 6-	Respostas relacionadas ao 1º e 2º capítulo.....	38
Tabela 7-	Respostas relacionadas ao 4º capítulo.....	41
Tabela 8-	Respostas relacionadas ao 5º capítulo.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três momentos Pedagógicos
ABDI	Agência Brasileira de desenvolvimento industrial
AC	Alfabetização Científica
C&T	Ciência e Tecnologia
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FPS	Fator de proteção solar
LDB	Lei de Diretrizes e bases da Educação
N&N	Nanotecnologia e a Nanociência
NR	Não Respondeu
OCENEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN'S	Parâmetros Curriculares Nacionais
RI	Resposta Insatisfatória
RR	Resposta Regular
RS	Resposta Satisfatória

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	ENSINO DE QUÍMICA E A CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
2.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA COMO BASE PARA CONSTRUÇÃO DO CIDADÃO CRÍTICO.....	16
2.3	MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA).....	19
2.4	A NANOCIÊNCIA E A NANOTECNOLOGIA.....	22
2.5	RELACIONANDO OS FATOS APRESENTADOS.....	25
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	28
3.2	POPULAÇÃO E TAMANHO DA AMOSTRA.....	28
3.3	COLETA DE DADOS.....	28
3.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	29
3.5	AÇÕES DA PESQUISA E COLETA DE DADOS.....	29
4	RÉSTULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS.....	34
4.2	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DA ATIVIDADE UTILIZANDO A FITA MÉTRICA.....	35
4.3	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR RODA DE DISCUSSÃO SOBRE A APRESENTAÇÃO DE UM VÍDEO.....	36
4.4	ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES ACERCA DOS COSMÉTICOS - TEMA PRINCIPAL DO 1º E 2º CAPÍTULOS DA CARTILHA.....	38
4.5	ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA NANOTECNOLOGIA DADA PELOS DISCENTES PARA OS ALIMENTOS - TEMA PRINCIPAL DO 3º CAPÍTULOS DA CARTILHA.....	40
4.6	ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES RELACIONADO AO DO 4º CAPÍTULOS DA CARTILHA.....	41
4.7	ANÁLISE DAS RESPOSTAS DADAS PELOS DISCENTES ACERCA DO PAPEL DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE.....	42
4.8	ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES RELACIONADO AO 5º CAPÍTULOS DA CARTILHA.....	42
4.9	AVERIGUAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS DISCENTES.....	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICES.....	56

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Química, na atualidade, é alvo de muitas pesquisas e estudos com o objetivo de melhorá-lo, uma vez que, observa-se uma grande deficiência por parte dos alunos quanto a essa disciplina. Essa deficiência não está apenas voltada para a interpretação de símbolos e equações que a área de Química apresenta, mas na formação de cidadãos contribuindo para a formação de uma das competências atribuídas a essa disciplina. Entende-se dessa forma, que a Química é um importante instrumento na formação humana, capaz de expandir os horizontes culturais e autonomia na cidadania se o conhecimento químico for apresentado como um dos meios de enxergar o mundo e intervir na realidade (BRASIL, 2002).

Diante disso, percebeu-se a necessidade de unir aspectos, como a contextualização, às aulas de Química, a fim de atingir os objetivos propostos pelos documentos educacionais oficiais. Portanto, ao trabalhar com a contextualização no âmbito educacional, a aproximação dos discentes com o conteúdo será demasiadamente maior quando comparada com o ensino tradicional tão presente nas escolas. Essa vertente proporciona uma aprendizagem efetiva, não somente dos conteúdos de Química em si, mas a aquisição de conhecimentos que permitirão aos alunos se tornarem cidadãos autônomos.

Ligado a esse parâmetro, não se pode deixar de destacar que existe um seguimento, uma ordem que favorece de forma demasiada a evolução do Ensino de Química nas escolas, já que, hodiernamente, não se pode trabalhar com a contextualização sem buscar a Alfabetização Científica dos alunos, caso contrário, o trabalho do profissional da educação não estará completo, dado ao contexto em que os alunos vivem. Considerada a modernidade da liquidez por alguns sociólogos e filósofos, inúmeras informações fluem por esses alunos, e esses devem ser capazes de lidar e serem habilitados para diagnosticar o verdadeiro papel da ciência e da tecnologia para a sociedade em que estão inseridos, já que o mundo atual exige que o estudante se posicione e seja responsabilizado por isso.

Desta forma, é necessário que o professor busque alfabetizar cientificamente seus alunos se baseando em todos os conteúdos ministrados, os quais devem integrar o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) que corrobora com a contextualização, associando os conteúdos de Química com a

realidade dos alunos, proporcionando aos estudantes “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos” (BRASIL, 1999, p. 31).

Tendo como base este seguimento, é notório que o âmbito escolar é o lugar certo para que ocorra explanação de inovações envolvendo a ciência e a tecnologia. É o dever da mesma manter os jovens informados com fundamentos para questionar. Por isso, é totalmente relevante a introdução da Nanociência e Nanotecnologia nas aulas, independente da disciplina, pois é uma área que apresenta grande expansão, tanto no território nacional quanto internacional, aumentando bastante a importância das informações voltadas para essa área. Por seu elevado desenvolvimento, Nanociência e Nanotecnologia se aplicam nos parâmetros apresentados, pois para que os discentes tenham autonomia para julgar os avanços e inovações trazidos por essa nova ciência, os mesmos devem ser alfabetizados cientificamente e serem capazes de associar os impactos que pode-se trazer para suas vidas e meio ambiente.

Interligando esses aspectos, o presente trabalho buscou analisar aulas que tiveram como propósito principal a inserção da Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio por meio de uma cartilha informativa, bem como a aplicação dessa área em âmbitos importantes da sociedade, com objetivo de alfabetizar cientificamente os alunos participantes da pesquisa.

Para isso, o trabalho foi organizado buscando identificar os principais teóricos que colaboram com a educação transformadora, buscando na revisão da literatura explicar a importância das aulas de Química contextualizadas, o grande poder que o movimento CTSA e a Alfabetização Científica têm na construção de pensamentos críticos-reflexivos dos estudantes. Tendo a base teórica, a metodologia e os resultados foram expostos de forma a apresentar aos leitores a trajetória mais fiel das práticas realizadas em sala de aula, de modo a demonstrar a realidade do ensino de Química e as possibilidades de melhorias a partir de metodologias dinâmicas e criativas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENSINO DE QUÍMICA E A CONTEXTUALIZAÇÃO

Constantemente, a educação Química é alvo de críticas e de diversas pesquisas, que tem como intuito melhorá-la, pois com o passar dos anos, observou-se que a estratégia educacional acumulativa não estava surtindo os efeitos esperados. É sobre esse mecanismo de educação que os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN'S (1999) inicia sua discussão sobre o âmbito escolar.

Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o “conhecimento acumulado” (BRASIL, 1999, p. 30)

A suposição levantada por esse documento está presente não apenas no Ensino de Química, mas em todo o Ensino de Ciência que é dirigido com excesso de memorização e ausência de significados. Esses fatores se dão devido à prática tradicional dos docentes que é completa de fórmulas, conceitos e cálculos complexos que não se relacionam com a vida dos discentes (NUNES, 2017).

Diante disso, o Ensino de Ciência se caracteriza como acrítico, onde os conteúdos estão sendo orientados de forma estanque, impossibilitando que exista a contextualização, deixando-o dogmático e distante às necessidades da comunidade escolar (FRANCHI, 2009).

Porto (2015), afirma que através do Ensino de Ciência, oferecido pela maioria das escolas, nota-se um grande desinteresse por parte dos alunos, fazendo com que esses enxerguem a disciplina de Química de forma errônea, chegando a considerá-la dispensável, pois não conseguem conectá-la com seu cotidiano.

Entende-se então, que o Ensino de Química, o qual é mais abrangente no nível médio de ensino, só é considerado bom pelas escolas e pelos próprios pais e alunos quando esses últimos conseguem, de forma robotizada, passar em um grande número de vestibulares.

Esse fato demonstra que o Ensino Médio vem enfrentando uma crise imensa quando se trata das definições de rumos que deveriam ser seguidos em seus objetivos e em sua organização (BRASIL, 1998). Isto é, as escolas ainda estão buscando o verdadeiro caminho que se deve seguir para atingir uma educação

efetiva, que tenha resultados além de notas boas no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), mas que, concomitantemente, consiga inserir o discente na sociedade em que vive.

Essas dificuldades são enfrentadas pelo ambiente escolar mesmo existindo os PCN'S, e outros documentos oficiais voltados para a educação, que trazem em sua estrutura, de forma bem clara, as incumbências e as maneiras como se deve proceder para atingir os objetivos supracitados anteriormente.

os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 1999, p. 06).

Os desígnios para o Ensino de Química também estão pautados nas orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)

A aprendizagem de química, [...], facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões (BRASIL, 2002, p. 88).

Neste sentido, é defendido que o Ensino de Química seja trabalhado juntamente à contextualização, que para Porto (2015, p. 74) “favorece a aprendizagem de conceitos em ciência e ainda contribui para a formação de cidadãos mais conscientes”.

É observado que em outros documentos como Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCENEM) caracterizam a contextualização como um eixo central para a organização das dinâmicas no ensino das diversas disciplinas ministradas nas escolas (BRASIL, 2006). A Lei de Diretrizes e bases da Educação (LDB) (BRASIL, 1996) também considera em sua escrita que a contextualização é uma forma pedagógica de se estabelecer uma nova maneira de se ensinar, de atribuir um novo significado à educação escolar.

Para Ricardo (2005, p. 5) a contextualização é “tratada do ponto de vista epistemológico e histórico-social, com vistas à promoção de uma alfabetização científica e tecnológica e à superação de falsas interpretações que escondem velhas práticas.”

Jesus (2014), por sua vez, afirma que ao trabalhar com a contextualização, essa se torna uma ferramenta poderosa quando se trata da formação de alunos aptos a discutir, isto é, ter senso crítico, frente a assuntos da Química que estão relacionados com o seu cotidiano. Acredita-se que a contextualização possibilita que o discente adquira pensamento crítico-reflexivo para tratar qualquer assunto imposto pela sociedade.

Porém, é importante salientar que a aplicação da contextualização não é baseada em apenas citar as situações do cotidiano, associando essas a linguagem científica, pois, a prática pedagógica passa a ser desenvolvida sem explorar as dimensões sociais nos quais os alunos e os fenômenos citados estão inseridos (SANTOS, 2007).

Para ficar mais claro, pode-se citar como exemplo, a prática de ilustrar os processos de materiais através do método de catação, excluindo as consequências e os perigos do trabalho bárbaro dos catadores dos lixões no Brasil, ou até mesmo na própria região em que a escola é situada (SANTOS, 2007). Porém, se o docente leva para sala de aula essas considerações, em concordância com Milaré, Richetti e Filho (2009, p. 167), o professor se dissocia do ensino tradicional e passa realizar o verdadeiro papel da contextualização. Em seus estudos, esses autores dissertam que “a inclusão de temas sociais nas aulas de Química ajuda a evitar o despejo maciço de conteúdos e a necessidade de memorização de conceitos e fórmulas, que caracterizam o ensino tradicional”.

Neste contexto, Macedo (2013) salienta que entre as propostas educacionais que são oferecidas pelos documentos oficiais, a contextualização é uma das que mais merece atenção por parte dos licenciados durante a graduação. Pois, ao trabalhar e estudar com esse ponto, o professor estará apto para aplicá-lo em sala de aula de forma correta.

Esse mesmo autor, por meio de sua pesquisa, demonstrou que a contextualização é uma ponte para se aproximar de outros aspectos considerados significativos para que a educação efetiva, representada nos documentos oficiais, seja posta em prática. Neste caso, fala-se da associação da contextualização com a Alfabetização Científica (AC) (MACEDO, 2013). Porquanto, possibilitam que o ensino de Química estabeleça seu verdadeiro papel: formar cidadãos.

Essa junção proporciona condições para que ocorra o desenvolvimento de habilidades, bem como, auxilia na construção de uma sociedade mais democrática,

que seja usufruída por todos os cidadãos brasileiros (JESUS, 2014). Uma vez que, através dessa união, o pensamento crítico-reflexivo do aluno é edificado.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA COMO BASE PARA CONSTRUÇÃO DO CIDADÃO CRÍTICO

O Ensino nas escolas vem sofrendo grandes transformações baseadas nas contribuições de inúmeros estudiosos, como Vygotsky e Piaget. Através desses, a educação no âmbito geral começa a ser reconstruída com aspectos diferentes daqueles usados no passado, pois surge a preocupação em considerar a dimensão social que o indivíduo (aluno) está inserido. Por conseguinte, inicia-se a busca ao ensino significativo (PEREIRA, 2015).

Desta forma, não se pode criar propostas para o Ensino de Ciência que excluam completamente os aspectos sociais e pessoais dos discentes (CHASSOT, 2003). Deve ser considerado também, o papel importante da ciência e tecnologia no cotidiano, pois, em conjunto, influenciam demasiadamente a dinâmica social, uma vez que quase todos os aspectos da vida rotineira estão relacionados com esses pontos (BETTANIN, 2003).

Entende-se, então, que é no ambiente escolar que os alunos serão introduzidos às diferentes linguagens da cultura, entre elas, a linguagem científica (GASPARIN, 2012), tornando-se o principal espaço para as formações de cidadãos, fazendo com que os discentes se tornem conscientes quanto as suas decisões na esfera social. Ademais, o âmbito escolar deve ser considerado primordial para que a educação seja vista como um aspecto indispensável para o desenvolvimento de uma sociedade, e conseqüentemente, de um país.

Para Morin (2003, p. 65) “a educação deve contribuir para a auto-formação da pessoa - ensinar e assumir a condição humana, ensinar a viver- e ensinar como se tornar cidadão”. Nesta perspectiva, espera-se que o aluno, inserido nesse meio, esteja apto, não apenas para ler e escrever, mas seja alfabetizado cientificamente.

Em conformidade com o Conselho Nacional para Ciência e UNESCO na Conferência Mundial sobre Ciência para o século XXI (2003, p. 50), “Para que um país tenha a capacidade de atender às necessidades básicas de sua população, a educação em ciência e tecnologia é um imperativo estratégico”. Isto é, o

desenvolvimento almejado pela grande maioria da sociedade tem como base o saber científico. Para Santos (2015),

É importante que o conhecimento científico alcance a todos os níveis da sociedade a fim de que oportunize a participação dos cidadãos no meio onde vivem para a formação de novos conceitos e posicionamentos culturalmente adquiridos. (SANTOS, 2005, p. 19).

À vista disso, a alfabetização científica, surge como resposta para a incapacidade do ambiente escolar em oferecer conhecimentos substanciais para os discentes e, concomitantemente, com a crise do ensino tradicional que tem mostrado ser ineficiente, ainda mais quando se trata daqueles alunos que não pretendem seguir carreira acadêmica (INEP, 1992; BETTANIN, 2003). Logo, pode-se entender que a AC é tomada como uma saída do ciclo vicioso que se tornou o sistema educacional.

Outrossim, IAWATA (2015, p. 30) afirma que “A importância de promover a alfabetização científica está relacionada com as necessidades do mundo moderno, onde o fluxo de informação se processa rapidamente e novas tecnologias estão surgindo a cada ano.”

O ciclo vicioso, citado anteriormente, da má educação, foi construído na forma como o ensino se emoldurou no passado, o qual era baseado em transmissões de conteúdo de forma copiosa, onde apenas o professor fazia parte do processo de ensino e os alunos se apresentavam no papel de meros ouvintes. Desta maneira, é defendida a ideia do professor mediador, o qual deve dominar os conhecimentos e saber trabalhá-los, não sendo mais um mero reproduzidor de informações e sim um educador científico (CHASSOT, 2003).

À vista disso, é incentivada a alfabetização científica, pois através desta, o discente terá vocabulário científico suficiente para analisar de maneira crítica as notícias de jornais e revistas, terá domínio dos processos da natureza da metodologia científica, e um dos aspectos que é considerado mais importante: compreenderá o impacto que a tecnologia e a ciência podem trazer para suas vidas de forma individual e coletiva, distinguindo os seus efeitos positivos e negativos (MULLER, 1998 apud RODRIGUES, 2016).

Ribeiro (2014) acredita e disserta que para que ocorra a verdadeira distinção do que é “bom” e “mau” no uso da ciência e tecnologia, os indivíduos devem ser conscientizados e alfabetizados por meio da divulgação científica, devendo ser

através da escola, assim como nos meios midiáticos, tornando essa área um assunto doméstico amplamente discutido por todos os ambientes da sociedade, pois acreditasse que discutir ciência e tecnologia (C&T) com intuito de alfabetizar, promove a dignidade humana (FOUREZ, 1997).

Para Chassot (2003), a alfabetização científica é considerada como uma das dimensões que potencializam alternativas que tornam a educação mais comprometida e, portanto, mais efetiva. Ainda para Lawata (2015), a alfabetização científica é um processo que tem como objetivo preparar o discente para que o mesmo consiga compreender os aspectos básicos das ciências, podendo, dessa forma, aplicá-las no seu dia a dia, realizando uma conexão entre ciência e sociedade. Essa mesma autora defende que por ser multidisciplinar, a AC deve ser trabalhada em diversos níveis e modalidades de educação, não apenas no Ensino Fundamental e Médio, mas também nas Universidades, principalmente nos cursos responsáveis pela formação de profissionais da educação.

Fourez et al (1997) afirma que um cidadão alfabetizado no campo científico é aquele que capaz de aplicar conceitos científicos, a partir dos quais, passa a integrar valores e tomar decisões que influenciarão de forma positiva a sua vida cotidiana.

A linha de pensamento que é defendida por Paulo Freire (1967) está em concordância com os demais autores citados, o mesmo aborda que a alfabetização, em si, vai muito além de apenas ser capaz de codificar, mas conseguir aplicar o aprendizado para produzir e modificar algo. Sendo uma definição pertinente, mesmo que Chassot (2014), afirme que exista uma dificuldade em definir corretamente a palavra “alfabetizado”. Logo, para Freire, se tornar alfabetizado é ser capaz de impor no contexto vivido.

Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial – coisas mortas ou semimortas – mas numa atitude de criação e recriação. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1967, p.110).

Articulando essa ideia de alfabetização, dada por Freire, com o saber científico, que segundo Pereira (2015), “significa perceber que o entendimento ou o não entendimento sobre a ciência interfere diretamente sobre o que sou, sobre aquilo que faço, ou seja, saber ciência é uma “atitude”, uma ação humana”. É atuação humana sobre o mundo”. Cria-se um movimento que vem sendo defendido

por diversos autores, tanto no passado como no presente: o movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade- ambiente).

2.3 MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

A passagem do século XX para o século XXI trouxe grandes avanços científicos e tecnológicos para a sociedade, melhorando a vida das pessoas em diversos aspectos, como na saúde, indústria alimentícia e vestuário. Assim, é demasiadamente fácil perceber que a tecnologia marca presença em todas as esferas da sociedade e, por esse motivo, a escola que desempenha um papel primordial de formar cidadãos, tem o compromisso de conectar a comunidade à tecnologia (FAUSTINO, 2017).

Para Kenski (2017), a educação deve ser vista como algo indissociável quando se trata da tecnologia. Porém, é crucial que o ambiente escolar favoreça essa união.

Diante disso, Carnio (2012) disserta que é uma necessidade da modernidade alfabetizar a sociedade em ciência e tecnologia para que tenham base crítica para saber lidar com todos os avanços fornecidos. Santos (2007) é convergente à ideia do autor citado anteriormente, afirmando que

[...] o que se espera é que o cidadão letrado possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, que questione a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o preparem a absorver novas tecnologias (SANTOS, 2007, p. 483).

Monteiro (2016) defende que o âmbito escolar é responsável por facilitar a compreensão, por parte da sociedade, acerca das transformações tecnológicas, fazendo com que os indivíduos possam enxergar e usufruir desses avanços de maneira crítica e responsável, uma vez que, o comportamento da sociedade moderna é baseado completamente na busca, através da ciência e tecnologia, de produtos e meios para o seu bem-estar (CARNIO, 2012).

Diante disso, é possível observar que a cognição acerca da natureza da ciência e, simultaneamente, da tecnologia por parte dos alunos, faz com que estes, consigam entender a implicação social desses aspectos. Por esse motivo, é defendido que nos currículos educacionais sejam abordadas questões relacionadas

à história, filosofia e sociologia das ciências e tecnologias (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Estes mesmos autores justificam a promoção da visão crítica a respeito da ciência e tecnologia tecendo uma crítica sobre o comportamento da sociedade frente ao uso de produtos químicos, a qual se preocupa apenas na sua eficiência e não nos impactos, danos, que estes podem causar à sua saúde e/ou ao meio ambiente, pois, em geral, na maioria das vezes, a decisão entre consumir um ou outro produto é tomada em função de sua aparência e qualidade, e quase nunca são considerados os aspectos sociais, ambientais e éticos envolvidos na sua produção (SANTOS; MORTIMER, 2002). Devido a esse comportamento que enxerga-se a AC como um avanço para a educação.

Levando em consideração esses aspectos, surge o movimento CTSA que compreende três domínios essenciais e presentes na sociedade: Ciência, Tecnologia, a própria Sociedade e o Ambiente. Estudos baseados nesse movimento surgiram após a Segunda Grande Guerra, momento em que ocorreu um avanço opulento da ciência e tecnologia. Tomando as consequências desse cenário como resultados graves para o meio ambiente e para a comunidade mundial como um todo, começou-se a pensar em como reverter os danos ou apenas evitar que os mesmos se repetissem (MONTEIRO, 2016).

A partir destas experiências, os estudiosos da época começaram a levantar questões que antes não eram pensadas, como o pensamento crítico acerca da ciência, do seu desenvolvimento e aplicabilidade. Será que o avanço dessa área aliada com a tecnologia representa o desenvolvimento da humanidade ou sua destruição? (ARAÚJO; SILVA, 2012). A partir desse questionamento, o movimento CTSA ganhou força.

Mesmo que o movimento não tenha sido criado com intuito de fazer parte da educação nas escolas, atualmente é um método utilizado para se atingir a alfabetização científica, pois segundo García et al (2000) apud Carnio (2012) “promove uma renovação das estruturas e conteúdos educativos de acordo com uma nova imagem da ciência e tecnologia no contexto social”.

Ricardo (2007) acredita que a educação CTSA levada para o contexto escolar, promove novas experiências de saberes e práticas. Assim complementa Monteiro (2016), quando o mesmo afirma que o movimento CTSA relacionado à educação, podem vir a desenvolver nos discentes atitudes e valores de cidadãos.

Isto é, ao promover a discussão sobre o papel da ciência e tecnologia por uma perspectiva diferente, fornece aos alunos uma visão crítica e reflexiva de como podem lidar com esses pontos de forma independente e individual.

Nesta perspectiva, o docente, ao adotar a educação com ênfases curriculares em CTSA proporciona, ao aluno, um pensamento crítico no momento em que o mesmo toma decisões que possuem implicações sociais (ALMEIDA, 2016).

Convergindo com as ideias, Roehrig e Camargo (2013, p. 121), afirmam que a introdução do movimento CTSA na educação “privilegia a formação tanto de futuros cientistas ou engenheiros, como a de cidadãos”.

Para FAUR (2017, p. 29) “a Educação CTS(A) possui como uma de suas características centrais a preocupação com o social, ou seja, com a formação do cidadão crítico-reflexivo.”

Díaz (2009, p. 35) conseguiu sintetizar em três tópicos as melhorias que o movimento CTSA pode trazer para a educação

Aumentar a compreensão do conhecimento científico e tecnológico, bem como suas relações e diferenças, a fim de atrair mais estudantes para atividades profissionais relacionadas à ciência e tecnologia;

Desenvolver as capacidades dos alunos para possibilitar uma melhor compreensão dos impactos sociais da ciência e, sobretudo, da tecnologia, permitindo assim sua efetiva participação como cidadãos na sociedade civil. Este ponto de vista é indubitavelmente o de maior interesse em uma educação compulsória e democrática para todas as pessoas;

Aprimorar os valores da ciência e da tecnologia para entender melhor o que eles podem contribuir para a sociedade, com especial atenção aos aspectos éticos necessários ao seu uso mais responsável (DÍAZ, 2009, p.35).

Diante de todos os pontos apresentados, é possível associar e perceber a importância do movimento CTSA quando se pretende introduzir a nanotecnologia na educação básica de maneira crítica e reflexiva, fazendo com que os discentes sejam capazes de se deparar com essas inovações, sabendo refletir e se posicionar contra ou a favor dessa nova ciência. Segundo Bernardinelli (2014), é demasiadamente importante desenvolver nas discentes concepções apropriadas das relações CTSA, que permitem que o aluno entenda conceitos científicos básicos e, concomitantemente, não tenham uma visão negativa e muito menos deslumbrada da tecnologia e da ciência, mas que consiga se posicionar criticamente frente a estas questões.

2.4 A NANOCIÊNCIA E A NANOTECNOLOGIA

Acredita-se que é um contexto de progresso científico que a Nanotecnologia e a Nanociência (N&N) devem ser introduzidas no discurso, uma vez que, atualmente, uma das inovações mais estudadas e debatidas é exatamente a manipulação de materiais em escala nanométrica. O termo nanotecnologia, quando separado, fornece a sua origem, onde nano- “nannos” (νάνος), significa *anão*; “Tecno”, que se refere a tecnologia em si; e “logia”, a lógica, o estudo, ciência (SILVA, 2008; LEONEL, 2010).

Quando se é relacionada com a unidade de medida, usa-se o prefixo *nano*, o qual se refere a uma medida de grandeza usada na ciência para representar um bilionésimo do metro, sendo 50.000 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo (SILVA, 2008).

Para se ter uma noção mais clara, a cabeça de um alfinete tem cerca de um milhão de nanômetros no seu diâmetro, o que significa, que possui 1 milímetro. Já quando se referem a proteínas, vírus e DNA, trabalha-se com cerca de um a cem nanômetros (CALAZANS, 2014). Dessa forma, para Tomkelski (2017)

[...] este conceito congrega um conjunto de técnicas empregadas para manipular a matéria na escala de átomos e moléculas, as quais envolvem partículas extremamente reduzidas na ordem da bilionésima parte do metro, a ela pertencendo tudo que se apresenta em tamanho característico de 0,1 a 100 nanômetros ($1 \text{ nm} = 0,000000001 \text{ m} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$), ou seja, mil vezes menor que o diâmetro de uma hemácia (célula vermelha do sangue) (TOMKELSKI, 2017, p. 47).

É sabido que materiais em escala nanométrica já eram utilizados antes mesmo de se criarem a denominação “nanotecnologia” e “nanociência”. Porém, na literatura é considerado que essa nova área de pesquisa se iniciou a partir de um evento, onde o cientista americano Richard Feynman, apresentou no Instituto de Tecnologia da Califórnia, no dia 29 de dezembro de 1959, uma palestra designada de “*There is plenty of room at the bottom*” (“Tem muito espaço lá embaixo”) (TOMKELSKI, 2017). Na qual o estudioso mostrou suas ideias e um novo caminho para pesquisas, salientando que na escala onde se encontrava os átomos, as propriedades dos materiais mudariam de forma a beneficiar diversos estudos.

Sendo o pioneiro na realização da análise de pesquisas acerca da temática, Feynman propiciou uma mudança na tecnologia que outrora não era conhecida. A

partir disso, materiais em escala nanométrica passaram a ser estudados e criados. Todavia, é importante notabilizar, que Nanociência e Nanotecnologia são áreas distintas, porém, complementares. A primeira está relacionada com a síntese de materiais na escala nanométrica, bem como o estudo das características desses nanomateriais, isto é, “o estudo dos princípios fundamentais das moléculas e estruturas com, pelo menos, uma dimensão aproximadamente entre 1 e 100 nanômetros” (RATNER, Mark; RATNER, Daniel. 2002, p. 8). Já a Nanotecnologia, é a aplicação da Nanociência em dispositivos, como em alimentos e embalagens (RATNER, Mark; RATNER, Daniel. 2002)

Em um dos seus artigos, Melo e Pimenta (2004) explicam os processos usados para que as nanoestruturas sejam criadas. Os autores esclarecem que há o procedimento “*bottom up*” ou em português “de baixo para cima”, o qual possibilita construir o material a partir de seus átomos e moléculas. Usando como analogia, pode-se citar o processo em que uma pessoa monta um castelo de cartas, juntando uma a uma.

O outro processo descrito pelos autores é chamado de “*top down*” ou “de cima para baixo”, o qual consiste em pegar um material em escala maior e reduzi-lo até atingir a escala nanométrica. Silva (2008, p. 103) descreve esse último método, explicando que a metodologia é realizada “utilizando as chamadas técnicas de litografia, que corresponde a uma série de etapas de corrosão química seletiva e extremamente precisa para a preparação final do objeto”.

Dessa forma, quando se produz materiais nanométricos, observa-se que as suas características se alteram, isto é, se tornam diferente quando comparadas com as suas características na escala macroscópica. Faladori e Invernizzi (2006) Destacam três aspectos que elevam a N&N para outro patamar. O primeiro está relacionado com a reatividade das substâncias devido a sua área superficial que aumenta demasiadamente, facilitando, dessa forma, as reações químicas. O segundo levado em consideração é o fato de que as características químicas e físicas de materiais em escala nanométrica se alteram, possibilitando sua aplicação em diversas outras áreas. E o último, não menos importante, é a capacidade de manipular esses materiais de forma que antes, jamais se cogitaria, como introduzir nanofármacos para aplicação de medicamentos no local exato onde se encontra a patologia.

Diante do exposto, pode-se observar que a nanociência e a nanotecnologia já não são mais ideias projetadas para o futuro. Novo (2013) afirma que hodiernamente, muitos dispositivos nanométricos já ganharam aprovação para serem aplicados na medicina e produtos estão passando por análises para, também, serem encontrados no mercado. Segundo Korbes (2013), a população brasileira já usufrui de produtos com estruturas nanométricas em sua composição ou tem contato de forma indireta através de propaganda e telejornais. A ABDI (Agência Brasileira de desenvolvimento industrial) (2010, p. 33) salienta que “a nanotecnologia está sendo incorporada seletivamente aos produtos finais, especificamente na indústria aeroespacial, automotiva, tintas, fármacos, eletrônica e nanocompósitos, entre outros.”

Neste contexto, surge a preocupação acerca do conhecimento da população sobre a N&N, seus impactos tanto benéficos quanto maléficos para a sua saúde e o meio ambiente. Pois, acredita-se que a maior parte da população, não entende, não recebe informações e muito menos se apropria do entendimento do avanço tecnológico que acontece ao seu redor (TORRESI et al., 2012), o que resulta em uma sociedade sem posição crítica a respeito dos avanços da ciência e da tecnologia, que é exatamente o caso da N&N, pois não há questionamentos sobre o papel dessa nova ciência. Será que essa inovação é algo bom para o desenvolvimento da sociedade? À vista disso, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) afirmam que

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. E necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno [...] (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p.72).

Posto isto, não se pode negar que a N&N, daqui para frente, será cada vez mais incorporada na vida das pessoas e cabe às escolas apresentar para os alunos essa nova perspectiva de desenvolvimento. Todavia, deve ser de uma forma crítica e reflexiva, para que os discentes consigam se posicionar frente a essas inovações.

Outro fato que deve ser evidenciado é que a Nanotecnologia e Nanociência são multidisciplinares, estando presente na química, física, biologia, medicina e em diversas outras áreas que buscam incansavelmente novos materiais (ABDI, 2010).

Por esse motivo, é deveras importante levar em consideração a “relevância do tema Nanotecnologia para a Educação. Considerando que devemos formar pessoas orientadas ao desenvolvimento da cidadania, tais avanços devem começar a ser debatidos e discutidos pela sociedade, pois modificarão substancialmente nossas vidas” (BASSOTTO, 2011, p. 17). Um segundo ponto que esse mesmo autor ressalta é que “a Nanotecnologia deve ser inserida não somente no Ensino Superior, mas também na Educação Básica”. Pois é a partir do ensino básico que a formação de um aluno cidadão, que deve agir de forma crítica, deve começar ganhando uma base sólida para que ao chegar no Ensino Superior saiba enxergar de forma individual e crítica a sociedade em que vive.

2.5 RELACIONANDO OS FATOS APRESENTADOS

Ao se posicionar contra o modelo do Ensino de Química oferecido por algumas escolas, deve-se buscar fatos que sustentam tal confronto e mostrar soluções para contornar os problemas vistos no âmbito que engloba todo ensino, além da área de Química. Um desses problemas, e talvez, o mais preocupante é apresentado no livro *Química Cidadã* de Santos e Schnetzler (2010), no qual os autores dissertam que o Ensino de Química não está servindo para preparar os alunos para o vestibular e muito menos para formar cidadãos.

Diante disso, Kafer (2015) apresenta soluções para os desafios enfrentados por esse modelo de ensino.

[...], é importante perceber a necessidade de utilizar um modo novo e diferente de encarar a práxis pedagógica e a própria educação, pois se acredita que tanto as metodologias quanto os processos de ensino e aprendizagem precisam ser repensados, se o desejo for ensinar visando à cidadania (KAFER, 2015, p. 13).

À vista disso, procura-se estabelecer uma relação estreita com aspectos defendidos tanto na literatura, por estudiosos que comportam grande importância para a área do Ensino, como pelos documentos oficiais oferecidos pelo governo, como é o caso da contextualização nas aulas de Química, que permitem ao aluno construir um conhecimento sólido sobre o conteúdo apresentado, e, dependendo da forma que for aplicado em sala, faz com que os discentes estabeleçam um senso reflexivo sobre os assuntos e fatos que ocorrem ao seu redor. O documento

Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) (2013) dispõe de um parágrafo que defende o uso da contextualização.

Daí a necessidade de se estimularem novas formas de organização dos componentes curriculares dispondo-os em eixos temáticos, que são considerados eixos fundantes, pois conferem relevância ao currículo. Desse modo, no projeto político-pedagógico, a comunidade educacional deve engendrar o entrelaçamento entre trabalho, ciência, tecnologia, cultura e arte, por meio de atividades próprias às características da etapa de desenvolvimento humano do escolar a que se destinarem, prevendo: [...] a organização dos tempos e dos espaços com ações efetivas de interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos (BRASIL, 2013, p.50).

Outrossim, permite que o professor conquiste a Alfabetização Científica dentro da sala de aula, pois ao incentivar o discente a estabelecer uma relação mais profunda do que simplesmente aplicar conceitos científicos, mas procurar entender a relação que a ciência tem com sua vida, com seu cotidiano e qual a sua influência dentro dessas áreas, o docente consegue atingir um dos principais designos da escola e da disciplina de Química, que é formar cidadãos capazes de pensar criticamente. Pois segundo Jiménez-Aleixandre (2004), ao se tornar alfabetizado cientificamente, o indivíduo passa a compreender os fenômenos que ocorrem na sociedade, relacionando esses acontecimentos com suas possíveis causas, levando em consideração a intervenção, isto é, se posicionar com base em um contexto social.

Por conseguinte, alfabetizando cientificamente os alunos, o docente, obrigatoriamente introduz uma metodologia baseada no movimento CTSA, o qual fará que o aluno consolide uma ponte que conecta, de forma racional, os avanços da tecnologia com a sua comunidade, isto é, ele passará a analisar, além dos benefícios, os malefícios que essas áreas podem trazer para a vida do homem e assim, perceber que a ciência não é um campo neutro, mas repletas de interesses, que infelizmente, na maioria das vezes, não engloba o coletivo. Esse pensamento converge com a afirmação de Rossa (2015, p. 12), quando o mesmo relata que esse movimento “visa permitir aos alunos as articulações do conceito científico com sua realidade, de modo que ele compreenda como a ciência e as tecnologias influenciam a sociedade.”

Isto posto e alcançado, o professor conseguirá introduzir a Nanociência e a Nanotecnologia no Ensino de Química, fazendo com que seus alunos recebam essa

inovação com questionamentos construtivos que farão os discentes se posicionarem com discernimento acerca do avanço que muitos dizem ser positivo.

Não obstante, é defendido que para atingir esse nível de cidadania e alfabetização dentro da sala de aula, é necessário que o docente utilize didáticas e planeje momentos que estabeleçam o resgate do interesse dos alunos para com o assunto, para com a ciência e seus avanços, para com sua sociedade e como ela está projetando o futuro. Rosito (2008) em seu estudo destaca uma afirmação feita por Hodson (1996), a qual está em concordância com a temática discutida

[...] qualquer trabalho em que os alunos estejam ativos e não passivos. Atividades interativas baseadas no uso do computador, análise e interpretação de dados apresentados, resolução de problemas, elaboração de modelos, interpretação de gráficos, pesquisas bibliográficas e entrevistas, são alguns exemplos nos quais os alunos se envolvem ativamente (HODSON (1996) apud ROSITO, 2000, p. 196)

Dessa maneira, considerando o que foi exposto até o momento, ficou claro como se posiciona cada ponto apresentado até agora, onde é mostrado que a inclusão de todos eles estabelece um Ensino de Ciência e, logicamente, de Química que proporciona ao discente aprender de maneira efetiva, fazendo com que esse aluno consiga estabelecer uma relação concreta entre o que foi visto em sala de aula com o que ele vive na sua comunidade.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, pois se preocupa com os aspectos da realidade que não podem ser quantificados, concentrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Para Firestone (1987) apud Moreira (2009), na pesquisa qualitativa, há uma preocupação em entender acontecimentos sociais específicos, sendo ressaltadas as concepções dos sujeitos pertencentes a amostra utilizada. Minayo (2008) e Guerra (2014), afirmam que no estudo qualitativo o importante é a objetivação, pois durante a investigação científica é preciso reconhecer a heterogeneidade do objeto de estudo, rever criticamente as teorias sobre o tema, estabelecer conceitos e teorias relevantes, para assim, ter base na construção de opiniões.

3.2 POPULAÇÃO E TAMANHO DA AMOSTRA

Os sujeitos que participaram do estudo foram 28 alunos pertencentes ao 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Estadual localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba. Os encontros foram realizados em 10 aulas, as quais eram divididas em dois dias na semana: 1 aula na terça-feira e 2 aulas geminadas na quinta-feira, cada aula com duração de 50 minutos. A sequência didática proposta foi aplicada no horário regular das aulas que foram cedidas pelo professor responsável pela turma.

As intervenções em sala de aula iniciaram-se no mês de setembro de 2018. Por motivos de entrega de boletins e eleições, a última intervenção ocorreu em outubro do mesmo ano.

3.3 COLETA DE DADOS

Os dados obtidos no estudo foram adquiridos através de questionário de conhecimentos prévios, questionários para averiguação da aprendizagem, seminário, debates e observações realizadas pelo professor em sala de aula. Todas essas atividades apontadas foram feitas no horário regular das aulas.

É importante salientar que de acordo com Gil-Pérez (1994), ao inserir questionários que trabalham com a averiguação dos conhecimentos e com problemáticas da vida dos estudantes, o professor está realizando uma aproximação entre a atividade científica e a construção do conhecimento, compreendendo, dessa forma, o movimento CTSA com os conteúdos curriculares resultando em uma contextualização do Ensino de Ciência.

Os instrumentos de coletas de dados respeitaram uma ordem já estabelecida em uma sequência didática elaborada pela autora da pesquisa, onde os discentes deveriam responder um questionário subjetivo, assim como, a realização de debates, antes e depois da apresentação de cada um dos capítulos da cartilha que forneceu base para a pesquisa realizada.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados providos dos questionários foi baseada no modelo que Lacerda (2008) utilizou em sua dissertação. Esse padrão consiste em classificar as respostas dadas pelos alunos em 4 categorias que compõem-se em: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Regular (RR), Resposta Insatisfatória (RI) e Não Respondeu (NR). Acredita-se que analisando os dados a partir dessa tipologia utilizada por Lacerda (2008), as respostas dadas pelos alunos serão avaliadas de maneira mais ampla.

Os dados obtidos através do seminário foram aferidos através de uma tabela, a qual era constituída pelos seguintes pontos: Domínio do conteúdo, o entrosamento do grupo, a organização do cartaz e o respeito do restante da sala no momento da apresentação dos colegas, uma vez que, foi solicitado o máximo de atenção possível, pois os discentes passaram a ter contato com o conteúdo através do seminário.

3.5 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Partindo do pressuposto da importância e possibilidades que a cartilha pode gerar no processo de ensino e aprendizagem, foi pedido que os alunos se reunissem em grupos de três, buscando a interação e a discussão entre os mesmos fortalecendo o debate e a formação do pensamento crítico, cada grupo recebeu a Cartilha que deu base a este estudo. Desta forma, o aluno poderia acompanhar e

participar das aulas tendo em suas mãos os materiais trabalhados para leitura e pesquisa.

Somado a isso, também foi distribuído o “Relatório do aluno”¹ que era constituído por todos os questionamentos levantados durante as aulas, tendo como objetivo guiar o aluno no processo de aplicação do conteúdo e sendo para o pesquisador uma ferramenta de avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

O estudo realizado se baseou na aplicação de uma cartilha produzida pela autora do presente trabalho sob coordenação do professor Dr. Rodrigo José de Oliveira. A cartilha trata da aplicação da nanotecnologia em pontos importantes e muito utilizados pela população como nos cosméticos, alimentos e na medicina. Além disso, um dos focos do material é ressaltar a importância da figura feminina no meio acadêmico, por isso, um capítulo foi reservado para abordar essa temática.

O uso da cartilha foi escolhido devido à facilidade que esse material pode trazer para a aprendizagem dos alunos. Costa e Oliveira (2013) explicam o papel desse aparato dentro da sala de aula, afirmando que

Quando bem elaboradas, as cartilhas são bastante úteis e eficientes como instrumentos informativos e educativos, principalmente se empregadas com objetivos bem definidos e como um elemento adicional no contexto de estratégias ou planos mais amplos de comunicação e ensino (COSTA; OLIVEIRA, 2013, p. 05).

Para Freitas (2013, p. 6), “a cartilha é uma ótima ferramenta pedagógica para informar e fornecer base de conhecimentos sobre qualquer assunto em uma roupagem menos formal, e, portanto, mais familiar aos alunos”. Neste sentido, a cartilha educativa tem uma contribuição valiosa para se desenvolver habilidades e favorecer a autonomia do indivíduo (CASTRO; LIMA, 2014). Diante disso, é possível observar que a cartilha é um instrumento facilitador das atividades do educador, atuando como ferramenta mediadora da discussão entre professores e alunos (MARTEIS; MAKOWSKI; SANTOS, 2011), sendo esse, o principal motivo pelo qual o uso da cartilha, como instrumento pedagógico, foi escolhido para introduzir a Nanociência e a Nanotecnologia no Ensino médio.

Todavia, para que a utilização desse aparato fosse, de fato, realizada de forma a produzir resultados satisfatórios quanto à aprendizagem e a Alfabetização Científica dos discentes, foi necessária a produção de uma sequência didática, pois

¹ Vide apêndice 1

através dessa, o docente passaria a ter controle sobre os momentos de aprendizagem. Para Zabala (1998, p. 18), esse método é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” fornecendo ao docente a tranquilidade de aplicar as atividades propostas no tempo determinado.

A sequência didática foi confeccionada com base nos três momentos Pedagógicos (3MP) desenvolvidos primeiramente por Delizoicov. Esse autor somado a Muenchen (2014, p. 620) descrevem, em um artigo, em que consistem os 3MP.

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam [...].

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos, [...] necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial, são estudados.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; MUENCHEN, 2014, p. 620).

Diante dessa organização, a sequência didática precisou ser formada em 9 etapas para que os 3 momentos pedagógicos fossem atingidos de maneira efetiva e fornecer os resultados esperados, que dentre estes está a prática do diálogo ou a dialogicidade, pois em concordância com Muechen e Araújo (2018, p. 55-56), “o diálogo possibilita que o educando sinta-se desafiado, inquieto, instigado em expor suas ideias e dúvidas na busca de um pensar crítico que possibilite a mudança, a partir dos temas significativos que estão sendo trabalhados”. Sendo dessa forma, a iniciação da Alfabetização Científica, que permite aos discentes obter liberdade para expressar as suas ideias de forma individual, com senso crítico e reflexivo acerca de todos os âmbitos da sociedade.

Os três momentos pedagógicos foram base para a construção de uma sequência didática, buscando a inter-relação entre conteúdo do cotidiano, metodologias problematizadoras e momentos de discussão, conforme está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Descrição das etapas seguidas nas aulas

ETAPA	OBJETIVOS	CONTEÚDO	METODOLOGIA	TEMPO DE AULA
1ª Etapa	Perquirir os conhecimentos prévios dos discentes	Conteúdos necessários para o entendimento da cartilha (escala macroscópica, microscópica e nanométrica) – Conhecimentos prévios	Aplicação de um questionário	Aula completa de 50 minutos
2ª Etapa	Fazer com que os discentes debatam entre si sobre as escalas métricas	Escalas métricas macroscópicas, microscópicas e nanométricas	Aula experimental com medição e comparação de objetos	Aula completa de 50 minutos
3ª Etapa	Construir o conhecimento acerca da diferenciação entre as escalas métricas	Escalas métricas macroscópicas, microscópicas e nanométricas	Apresentação de um vídeo e experimentação com simples cortes de papel	Aula completa de 50 minutos
4ª Etapa	Apresentar os conteúdos e as definições ligadas aos questionamentos feitos anteriormente	Escalas métricas, bem como a Nanociência e Nanotecnologia	Uso de slides e quadro branco	Aula completa de 50 minutos
5ª Etapa	Obter informações sobre o nível de conhecimentos dos discentes acerca dos cosméticos e a história dos mesmos. Ademais, apresentar a aplicação da nanotecnologia nesses produtos	Apresentação do 1º e 2º capítulo da cartilha, que englobaram a <i>História dos cosméticos</i> e a aplicabilidade da Nanociência e <i>Nanotecnologia nos cosméticos</i>	Utilização da cartilha e de slides	Aula completa de 50 minutos
6ª Etapa	Construir conhecimentos sobre a aplicabilidade da nanotecnologia nos alimentos	Apresentação do terceiro capítulo que aborda a <i>Nanotecnologia nos alimentos</i> / Regularidade dos rótulos de alimentos a partir da ANVISA ²	Aula comparativa entre rótulos de alimentos e os rótulos exigidos pela ANVISA/ Confecção de um texto associando os conteúdos trabalhados	Aula completa de 50 minutos
7ª Etapa	Edificar conhecimentos sobre a nanotecnologia aplicada na medicina destacando o tratamento do câncer	Apresentação do quarto capítulo intitulado como <i>Nanotecnologia na medicina</i>	Produção de texto aplicando o que foi apresentado para o tratamento do câncer	Aula completa de 50 minutos
8ª Etapa	Construir pensamentos crítico-reflexivos sobre a aplicação da Nanociência e Nanotecnologia	Pontos positivos e negativos na Nanociência e Nanotecnologia	Debate em sala de aula	Aula completa de 50 minutos
9ª Etapa	Apresentar mulheres cientistas, pioneiras e contemporâneas, estabelecendo uma ponte entre os avanços tecnológicos e essas profissionais	Apresentação do quinto capítulo intitulado como <i>Mulheres na ciência</i>	Produção de seminário por parte dos alunos	Aula completa de 50 minutos
10ª Etapa	Averiguar a aprendizagem dos discentes	Toda a temática trabalhada	Aplicação de um questionário	Aula completa de 50 minutos

FONTE: (Autoria própria, 2018)

² ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

No início de cada etapa mencionada, os alunos responderam questões, que tinham como finalidade levantar os conhecimentos prévios e aguçar a curiosidade dos mesmos, constituindo, dessa forma, o 1º Momento Pedagógico.

Em seguida, o docente, com a ajuda dos educandos, apresentou o conteúdo da temática através da Cartilha, com auxílio de slides e atividades que proporcionaram o estudo e o pensamento reflexivo dos discentes, formando o 2º momento Pedagógico.

E ao final, os alunos receberam um problema que deveria ser solucionado com base no que aprenderam e no material fornecido, produzindo o 3º momento pedagógico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

Para iniciar com a temática Nanociência e Nanotecnologia, foi necessário que anteriormente à descrição e aplicação dessas áreas, o professor buscasse compreender o domínio por parte dos alunos acerca das escalas existentes, por isso, foram lançados 4 questionamentos para apuração dos conhecimentos prévios dos discentes.

A análise das respostas dadas pelos alunos foi realizada por intermédio do método usado por Lacerda (2008), o qual classificou os dados em: resposta satisfatória (RS), resposta regular (RR), resposta insatisfatória (RI) e não respondeu (NR). Nas Tabelas 2 até 8, foram plotadas as classificações das respostas dadas por grupo, as quais, serão discutidas em texto corrido com aparato do referencial teórico em estudo.

Dessa forma, a Tabela 2 expõe as respostas dadas pelos discentes no primeiro contato realizado, o qual teve como objetivo perquirir os conhecimentos prévios dos estudantes acerca das escalas métricas e a Nanociência e Nanotecnologia.

Tabela 2- Respostas dadas pelos alunos acerca dos seus conhecimentos prévios

Questões	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RI	RI	RI	NR	RI	RI	RI	RI	RI	RI
2	RR	NR	RR	NR	RR	RS	RS	RR	RS	RS
3	RI	RI	RI	NR	RI	RI	RI	RI	RI	RI
4	RI	RI	NR	NR	RI	RI	NR	RI	NR	RI

FONTE: (Autoria própria, 2018)

O primeiro questionamento buscou reunir a compreensão que os discentes tinham sobre as diferenças existentes entre as escalas macroscópicas, microscópicas e nanométricas. A partir dos resultados obtidos na Tabela 2, pode-se observar que a maioria das respostas foi insatisfatória, pois não souberam diferenciar, respondendo com um simples e claro “Não sei”. O único grupo que tentou classificar, pelo menos, uma dessas escalas, sendo essa a microscópica, foi o grupo 9, todavia, a resposta estava incorreta, já que usaram a classificação da

escala macroscópica. A classificação da escala micro nas palavras do grupo 9 foi: “*Microscópica pode-se ver a olho nu*”.

Para a segunda pergunta foram mostradas aos alunos três imagens distintas, a primeira representava hemácias, a segunda um tênis e a terceira nanoestruturas de carbono. A partir destas imagens, foi pedido que os discentes classificassem cada uma delas considerando as escalas que elas se encontravam. Diante disso, foi observado que com o uso das imagens, os discentes conseguiram se situar mais sobre a classificação. A maioria dos grupos conseguiu classificar corretamente pelo menos uma das imagens. Os grupos 6, 7, 9 e 10 identificaram acertadamente todas.

O terceiro questionamento buscava averiguar o conhecimento dos alunos sobre o significado da escala nanométrica. Como mostrado na tabela 2, todos os alunos afirmaram de forma negativa ter conhecimento sobre esta escala. Assim também ocorreu para o quarto questionamento, onde o mesmo buscava investigar o conhecimento dos alunos sobre a Nanociência e Nanotecnologia, onde muitos grupos não emitiram nenhuma resposta, referenciando que os alunos não tinham tido nenhum contato, na escola ou fora dela, acerca dessa ciência.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DA ATIVIDADE UTILIZANDO A FITA MÉTRICA

Dando continuidade, foi entregue a cada grupo uma fita métrica para que os discentes mensurassem três objetos já determinados e os classificassem quanto as suas medidas, justificando suas escolhas. A Figura 2 encontra-se o registro do momento em que a atividade foi realizada.

Figura 1 – Alunos realizando a atividade proposta utilizando a fita métrica



FONTE: (Autoria própria, 2018)

A partir das respostas dadas pelos discentes, foi constatado, que o uso de materiais do cotidiano facilita demasiadamente a compreensão dos alunos acerca de temáticas, que para muitos, podem ser consideradas abstratas, fazendo com que consigam associar o termo científico com seu significado. Na Tabela 3 estão sintetizados os resultados desta atividade.

Tabela 3- Classificação da rotulagem que os discentes fizeram dos objetos medidos

Objetos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
Caderno	RS	NR	RI	RS	RS	RI	RS	RS	RI	RI
Lápis	RS	NR	RI	RS	RS	RI	RI	RS	RI	RI
Celular	RS	NR	RI	RS	RS	RI	RI	RS	NR	RI

FONTES: (Autoria própria, 2018)

Com base na classificação das respostas provindas dos grupos, pelos resultados obtidos na Tabela 3, pode-se perceber que boa parte dos alunos começou a compreender as escalas.

Todos os materiais utilizados nesse momento se encontram na escala macroscópica, sendo escolhidos propositalmente para que ocorresse um conflito e debates entre os membros dos grupos, já que eles deveriam justificar a especificação feita.

Os grupos que responderam de forma correta justificaram a classificação com afirmativas como “*É macroscópica porque podemos enxergar a olho nu*” ou “*é macroscópico porque conseguimos medir com a fita métrica*”. A partir dessas afirmativas, a docente começou perceber que os alunos, através do uso de imagens e objetos, conseguiam identificar e diferenciar as escalas métricas.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS A PARTIR DA RODA DE DISCUSSÃO SOBRE A APRESENTAÇÃO DE UM VÍDEO

O vídeo utilizado como base para dar início 3º momento foi retirado da internet³, intitulado como “Nanociência e Nanotecnologia - A Escala Nano” o qual apresentava imagens de diversos tamanhos e por fim, demonstrava um simples experimento que consistia em dobrar e cortar uma folha A4 até o limite possível, com intuito de mostrar para os discentes o quão pequena é a escala nanométrica.

³ Link do vídeo utilizado: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6ST4pskEuOg>

Diante dessa atividade, foi proposto que os grupos realizassem o experimento e respondessem alguns questionamentos, os quais demonstraram que os discentes, antes mesmo da professora apresentar o conteúdo e suas definições, já estavam começando a compreender o conteúdo. Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4- Classificação das respostas dados pelos discentes

Perguntas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS
2	RS	RI	RI	RR	RS	RR	RI	RS	RS	RR
3	RS	RI	RI	RS	RS	RS	RI	RS	RR	RS
4	RR	RI	RS	RS	RR	RS	NR	RS	RR	RR

FONTE: (Autoria própria, 2018)

Com a análise das respostas dadas pelos alunos, pode-se perceber que os mesmos conseguiram, através do vídeo, montar uma relação prática e lógica sobre as medidas e suas classificações. O primeiro questionamento foi lançado para que os alunos, de início, já identificasse o objetivo do vídeo, sendo bem-sucedido esse momento. A segunda pergunta solicitava para os alunos classificarem as diferentes imagens que apareciam no vídeo. Diferente da primeira questão, os alunos não demonstraram tanto êxito, pois os mesmos sabiam classificar as figuras macroscópicas, entretanto, não conseguiram diferenciar as figuras pertencentes a escala micro e a escala nano, o que pode ser observado nos questionamentos seguintes.

Para a terceira questão, os alunos deveriam explicar o que entenderam da escala nanométrica, a partir do experimento proposto pelo vídeo. Como pode ser observado na Tabela 4, a maioria dos grupos conseguiu identificar e explicar a definição da escala nanométrica, utilizando afirmações como “*É muito pequena, menor do que objetos microscópicos*”. Considerando que até o momento do questionamento, os alunos não tiveram contato com uma explicação direta do conteúdo explanado, mas apenas com um simples experimento de cortar papel, as afirmativas apresentadas demonstraram que os discentes estavam conseguindo associar as informações recebidas, construindo sozinhos, seu conhecimento sobre a temática.

Por fim, foi pedido que os alunos descrevessem a diferença entre as escalas, onde observou-se, mais uma vez, que alguns grupos ainda confundiam as escalas

micro e nanométricas. Por esse motivo, foi muito pertinente a intervenção da docente nesse momento, para explicar e apresentar escalas e representações de objetos de diversos tamanhos, enfatizando a diferença entre a escala microscópica e nanométrica.

Continuando com as definições, foi apresentado aos alunos o significado de Nanociência e Nanotecnologia, associando com tudo que foi mostrado até o momento. É importante salientar que ao levar o histórico da N&N até aos alunos, o docente se baseou em comentários que os alunos faziam, no momento da explicação, assim, utilizando das próprias afirmações e palavras dos estudantes, a professora conseguiu construir, com os discentes, um conhecimento sólido sobre a temática, antes de apresentar-lhes as aplicações dessa nova ciência. Esse fato pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Conhecimentos prévios dos discentes sobre Nanociência e Nanotecnologia

Perguntas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RS	RI	RS	RI	RS	RS	RS	RS	RR	RS

FONTE: (Autoria própria, 2018)

4.4 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES ACERCA DOS COSMÉTICOS - TEMA PRINCIPAL DO 1º E 2º CAPÍTULOS DA CARTILHA

A partir da 5ª etapa da sequência didática a cartilha foi introduzida nas aulas. Acredita-se que o momento para começar a discutir a cartilha foi oportuno devido o conhecimento que os discentes adquiriram sobre a Nanociência e Nanotecnologia nas aulas anteriores, permitindo que a docente pudesse abordar e descrever as aplicações dessa nova ciência. Todavia, antes de apresentar o material, foram lançadas perguntas relacionadas com pontos que aparecem no capítulo que são importantes para a vida dos educandos. As respostas dadas pelos discentes estão classificadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Respostas relacionadas ao 1º e 2º capítulo

Perguntas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RR	RI	RS	RR	RS	RS	RS	RR	RR	RS
2	RS	RS	RI	RI	RS	RI	RS	RS	RI	RI
3	RR	RI	RS	RS	RS	RS	RR	RS	RS	RS
4	RS	RI	RR	RS	RR	RS	RS	RR	RI	RI
5	RS	RI	RR	RS	RS	RI	RI	RI	RR	RI

FONTE: (Autoria própria, 2018)

O primeiro questionamento foi voltado para o conhecimento que os grupos tinham sobre a definição dos cosméticos, pois classificou-se como importante a desvinculação da palavra cosméticos com produtos de maquiagens. Todavia, muitos dos grupos definiram cosméticos como *“Produtos de beleza”* ou *“Está relacionado a beleza humana”*. O contrário desses, outros discentes associaram os cosméticos com maquiagens como também com a higiene pessoal, sendo essas respostas classificadas como satisfatórias.

A segunda pergunta estava voltada para o uso dos cosméticos hodiernamente e antigamente, onde a maioria dos grupos acreditavam que a utilização desses produtos é exclusiva da sociedade atual, excluindo, as descobertas e criação dos cosméticos pelos seus antepassados. Entretanto, o grupo 1 respondeu que *“No tempo dos faraós já existiam cosméticos”*. Partindo dessa afirmativa, a docente iniciou o 1º capítulo da cartilha, aproximando ainda mais os discentes do conteúdo.

O terceiro questionamento já estava voltado para o 2º capítulo, como é citada a proibição do uso do formol nos produtos de alisamentos capilares pela ANVISA, foi perguntado aos alunos se eles sabiam o que era formol e se esse produto era maléfico ou benéfico para a saúde. Foi observado que a definição dada pelos discentes não foi satisfatória, muitos não sabia como definir, porém, todos os grupos tinham conhecimento dos malefícios trazidos pelo formol, muitos citaram os danos causados como *“irritação na pele”* e *“perda de cabelo e aparecimento de feridas”*.

A quarta e a quinta pergunta estavam relacionadas com o protetor solar, onde a 4ª questionava se os discentes sabiam o que era raios UVA e UVB, e a 5ª se os mesmos sabiam o que era, pois acredita-se que é importante levar informações como essas para sala de aula, visto que, julga-se importante para a vida, independente da profissão que o aluno escolher futuramente.

As respostas obtidas para as definições dos raios UVA e UVB foram bem superficiais onde traziam a informação que esses termos estavam relacionados com os raios provindos do sol. As afirmativas dadas para FPS não foram distintas, onde a maioria dos grupos apenas sabia que essa abreviação estava presente nos rótulos dos protetores solares.

4.5 ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA NANOTECNOLOGIA DADA PELOS DISCENTES PARA OS ALIMENTOS - TEMA PRINCIPAL DO 3º CAPÍTULOS DA CARTILHA

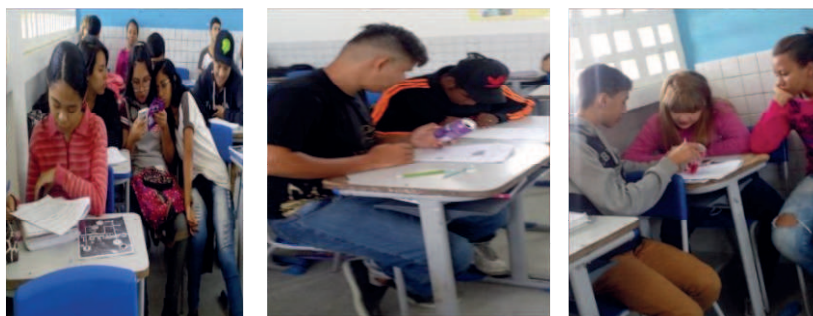
Para a sexta etapa, após a apresentação das principais aplicações da nanotecnologia, os discentes ficaram responsáveis por analisar rótulos de alimentos diversificados e propor uma aplicação da nanotecnologia para tornar o alimento estudado saudável e justificar a resposta.

Para análise dos rótulos foi utilizada a resolução de nº 360 da ANVISA (BRASIL 2003), além da padronização trazida pela mesma agência. Os alunos compararam os rótulos de diversos alimentos e bebidas, como refrigerantes, doces e salgados, destacando as diferenças existentes, como a porcentagem maior de sódio ou a inexistência de algum tópico exigido pela ANVISA. No momento que concluíram que o alimento, antes presente naquela embalagem, não era saudável, foi pedido que os discentes encontrassem na cartilha, aplicações da N&N para torná-los saudáveis.

Vale destacar que todas as embalagens escolhidas e entregues para os alunos pertenciam a alimentos não saudáveis, exigindo da turma um olhar mais crítico sobre aqueles alimentos e a leitura mais atenta no capítulo que abordava o conteúdo.

Através dessa atividade, pode-se observar que os alunos se empenharam para propor ideias sérias dentro da realidade, mostrando que de fato, conseguiram compreender, através das informações contidas na cartilha, o que pode ser modificado nos alimentos quando se é trabalhado com a N&N. A Figura 3 mostra o momento da atividade descrita.

Figura 2 – Alunos analisando os rótulos de alimentos



FONTE: (Autoria própria, 2018)

4.6 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES RELACIONADO AO DO 4º CAPÍTULOS DA CARTILHA

Muitos alunos passam a conhecer doenças quando estão doentes ou quando alguém da família está, se deparando com uma situação totalmente desconhecida, por esse motivo, julga-se importante fazer algumas perguntas sobre uma das doenças mais apavorantes que acometem as pessoas: o câncer. Esse momento objetivou explorar os conhecimentos dos discentes acerca desta doença, as respostas dadas estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7- Respostas relacionadas ao 4º capítulo

Perguntas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RR	RI	NR	RI	RI	RI	RS	RI	RI	RS
2	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RR	RI	RS
3	RR	RI	RI	RR	RI	RI	RI	RR	RR	RI

FONTE: (Autoria própria, 2018)

O primeiro questionamento é justamente sobre o conhecimento que os discentes possuem sobre o desenvolvimento da doença, e que como já foi justificado e as respostas comprovaram, nenhum grupo soube de fato explicar como se dava o desenvolvimento do câncer, o que mostra que nem mesmo nas aulas de biologia foi discutida a temática.

A segunda pergunta, também envolvendo a doença, buscou perquirir se os discentes conheciam tratamentos para o câncer e apenas o grupo 10 respondeu de forma favorável, citando a quimioterapia, cirurgia e a radioterapia.

A terceira pergunta foi respondida de forma insatisfatória por todos os grupos, uma vez que, nenhum conseguiu apontar o que viria a melhorar na medicina quando a N&N fosse aplicada na mesma. Por esse motivo, foi realizada uma atividade, onde os grupos ficaram responsáveis por pesquisar na própria cartilha métodos nanotecnológicos para o tratamento do câncer, sendo uma proposta bastante útil, pois através da confecção textual, os alunos conseguiram interligar a forma como se desenvolve a doença e os meios para preveni-la ou tratá-la.

4.7 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DADAS PELOS DISCENTES ACERCA DO PAPEL DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA SOCIEDADE

Depois da apresentação dos 4 primeiros capítulos da cartilha, foi levado para sala de aula o seguinte questionamento: “A Nanociência e a Nanotecnologia são áreas totalmente benéficas para a vida do ser humano e meio ambiente?”. E foi dado a cada grupo um momento para responder a mesma de forma oral. Todos os grupos responderam positivamente, afirmando que essa área só traria benefícios para a sociedade, sendo importante para o desenvolvimento de todos os campos da ciência, trazendo, novamente, o exemplo do uso da nanociência para a cura do câncer e a transformação de alimentos antes perigosos em saudáveis.

Essas respostas demonstraram que os alunos não estavam sendo educados para ir além do que foi apresentado em sala de aula, por esse motivo, foram apresentados os possíveis pontos negativos dessa ciência, cumprindo o objetivo da Alfabetização Científica e o modelo CTSA.

4.8 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS DISCENTES RELACIONADO AO 5º CAPÍTULOS DA CARTILHA

O quinto capítulo foi destinado para destacar mulheres cientistas importante para o desenvolvimento da ciência, por esse motivo, o conhecimento que os discentes tinham sobre a temática foi averiguado. As classificações das respostas estão plotadas na Tabela 8.

Tabela 8- Respostas relacionadas ao 5º capítulo

Perguntas	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1	RI	RI	NR	RI	RS	RI	RI	RI	RI	RI
2	RI	RI	NR	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
3	RS	RI	NR	RR	RR	RS	RS	RS	RS	RS

FONTE: (Autoria própria, 2018)

No primeiro questionamento, foi perguntado aos discentes se os mesmos conheciam alguma mulher cientista e apenas o grupo 5 respondeu afirmativamente apresentando o nome de Marie Curie, mostrando que de fato, quando os professores começam a trabalhar conteúdos, ou deixam de lado a historicidade ou não levam para sala de aula o papel que muitas mulheres tiveram para construir os conhecimentos de diversas áreas.

A segunda pergunta vem para confirmar a afirmativa feita anteriormente, pois os alunos afirmaram que em nenhuma disciplina as cientistas foram destacadas ou ao menos mencionadas. Porém, mesmo que ocorra essa situação, os alunos têm consciência da importância das mulheres no âmbito científico, uma vez que, responderam o terceiro questionamento afirmando exatamente isso. *“Deve-se quebrar esse tabu de que as mulheres não são importantes na ciência e em outros trabalhos, porque elas são sim”* e *“Elas estudam muito e por isso devem receber o mesmo valor que os homens”*.

Dessa forma, para mudar o cenário foi realizado um seminário onde os próprios alunos apresentaram uma cientista mostrada na cartilha para o restante da turma, onde eles salientaram de forma satisfatória o trabalho de cada uma e um pouco da vida familiar das mesmas, provando que mulheres podem ter esposo e filhos e ainda assim, serem grandes cientistas.

Figura 3 – Alunos apresentando seminário sobre as mulheres cientistas



FONTE: (Autoria própria, 2018)

4.9 AVERIGUAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS DISCENTES

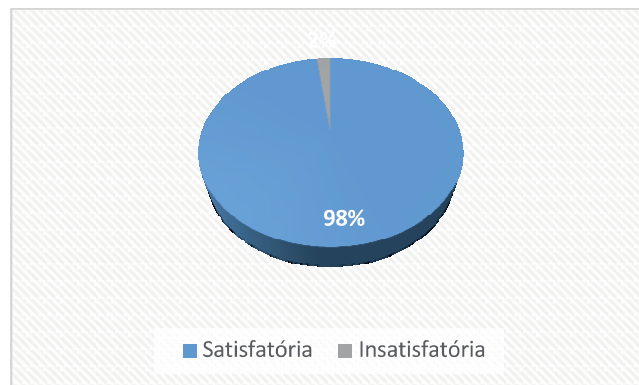
A última etapa consistiu em averiguar a aprendizagem dos discentes depois de todo o conteúdo ser apresentado. Para isso, foi pedido que os alunos respondessem algumas questões que foram apresentadas no início, que tinham como objetivo sondar os conhecimentos prévios deles.

Fazendo a comparação das respostas anteriores ao conteúdo e as afirmativas dos discentes após a explanação da cartilha, percebeu-se que a aprendizagem dos alunos acerca da temática foi efetiva, e o mais importante, conseguiram desconstruir a ideia de enxergar a ciência só pelo lado que os beneficia.

Os resultados dessa etapa foram plotados em gráficos, pois a análise será realizada de maneira geral, isto é, será feito o diagnóstico por conteúdo, facilitando dessa forma a leitura dos mesmos.

Para as etapas, nas quais foram trabalhadas as medidas e suas classificações, tal como o conteúdo que explanava a Nanociência e Nanotecnologia observou-se a seguinte classificação dos discentes, a qual está apresentada na Figura 5.

Figura 4 – Classificação das respostas dos discentes correspondendo às 4 primeiras etapas da sequência didática



FONTE: (Autoria própria, 2018)

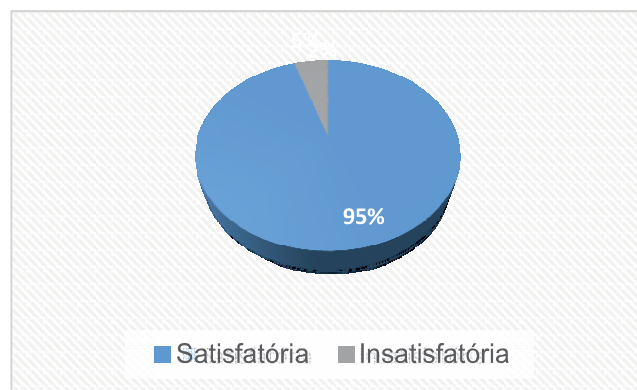
Na Figura 5 pode-se observar que a maioria dos grupos responderam as perguntas relacionadas às escalas métricas de maneira satisfatória, mostrando que adquiriram conhecimento suficiente para distinguir as três escalas trabalhadas, inclusive de defini-las utilizando termos mais científicos. As classificações de imagens também foram realizadas de forma adequada. Por esse motivo, julga-se a etapa das escalas métricas bem-sucedida quanto a aprendizagem dos alunos.

É importante salientar que nessa etapa, foram utilizadas diversas imagens, as quais os discentes precisavam consultar para responder aos questionamentos, o que ajudou demasiadamente no desenvolvimento da aprendizagem. Esse fato já foi discutido por Carneiro, Dib e Mendes (2003), quando afirmaram que as imagens representam um papel significativo na construção de ensino e aprendizagem. Entendendo dessa forma, ser deveras importante a utilização de imagens nas aulas de ciências.

A mesma porcentagem foi observada para as explicações dos discentes sobre a N&N, mostrando que o objetivo estabelecido foi alcançado através do vídeo apresentado e das imagens.

Os questionamentos que envolviam pontos importantes da cartilha, esses que igualmente foram feitos antes da apresentação do material, também mostraram uma grande aprendizagem por parte dos discentes, conforme é mostrado na Figura 6.

Figura 5 – Respostas dos discentes sobre pontos importantes da cartilha, correspondendo às 5ª, 6ª, 7ª e 9ª etapas



FONTE: (Autoria própria, 2018)

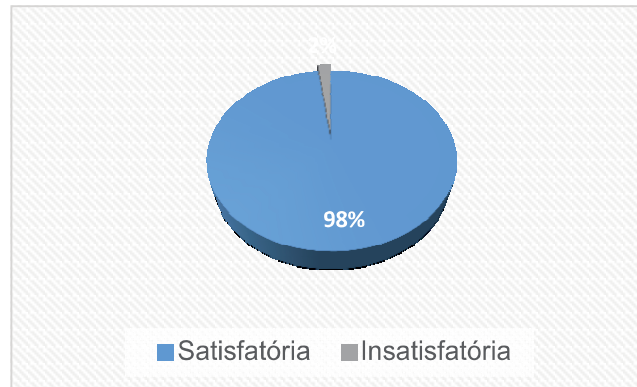
A Figura 6 mostra claramente que os discentes conseguiram compreender de forma satisfatória as aplicações da N&N nos âmbitos apresentados na cartilha. Similarmente ocorreu com os pontos destacados pela docente, a qual constatou ser indispensáveis para a vida dos alunos, como a observação dos rótulos alimentícios, o desenvolvimento e o tratamento de doenças, informações sobre produtos químicos utilizados em cosméticos, assim como grandes cientistas que fizeram e fazem demasiada diferença no âmbito científico. Deixando, dessa forma, os discentes com mais conhecimentos do que o senso comum que tinham antes das aulas. Pois em concordância com Machado (2006)

[...] a importância maior dos estudos das tecnologias não é o conhecimento morfológico dos objetos em si e para si mesmos, mas o estudo dos usos destes objetos e das técnicas e suas relações com as funções econômicas, culturais e sociais que eles cumprem num determinado contexto histórico, produzindo sentidos, significados e história (MACHADO, 2006, p.55).

A Figura 7 foi exclusiva para apresentar as respostas dos discentes referentes à 8ª etapa, pois acredita-se que é um divisor de águas quanto ao pensamento dos

alunos sobre a ciência e qualquer temática que venha a ser apresentado em sala de aula.

Figura 6 – Respostas dos grupos relacionadas ao papel da Nanociência e Nanotecnologia na sociedade, correspondendo à 8ª etapa



FONTE: (Autoria própria, 2018)

Um dos pontos mais satisfatórios analisados é apresentado na Figura 7, pois acredita-se que a disciplina de Química deve ser um ponto de partida para mudanças de pensamentos, fazendo com que aqueles alunos que estão presentes nas aulas concluam o Ensino Médio com a capacidade de analisar e julgar, de forma crítica e reflexiva, tudo que a sociedade oferece, inclusive as inovações que, constantemente, a ciência traz, sendo totalmente convergente com os pensamentos de Sasseron e Carvalho (2008) quando afirmam que

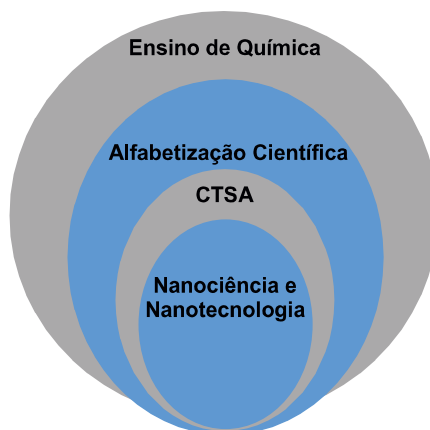
É preciso, [...], proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema” (SASSERON; CARVALHO 2008, p. 336).

Diante disso, observou-se que os grupos demonstraram uma preocupação maior acerca dos possíveis pontos negativos que podem ser oferecidos, tanto para suas vidas, quanto para o meio ambiente, pela aplicação da N&N, ponderando com os benefícios trazidos por essa nova ciência.

Reunindo as análises feitas em cada resposta dada pelos discentes, pode-se sintetizar um esquema que expressa uma estrutura sólida para a construção de um Ensino de Química que faça sentido para os alunos, isto é, um ensino que os

estudantes podem aplicar em seu cotidiano para facilitar sua vida. Esse esquema é apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Esquema para um Ensino de Química efetivo



FONTE: (Autoria própria, 2018)

Diante da Figura 7, pode-se observar que a para atingir de fato o tema Nanociência e Nanotecnologia, a docente precisou trabalhar outros aspectos importantes, que no caso foi a Alfabetização Científica e o movimento CTSA. Esses pontos ajudaram a construir um pensamento crítico por parte dos alunos, para que esses recebessem de forma adequada as informações e conhecimentos sobre a N&N. Assim, pode-se atingir os resultados apresentados nas Figuras 4, 5 e 6.

Diante disso, não é difícil perceber que o Ensino de Química não é mais baseado apenas nas informações trazidas pelo livro didático, é necessário que o docente una os conhecimentos deste material com as diversas competências que são exigidas nos documentos oficiais, para que só assim, ele consiga construir e seguir a ideia de que a disciplina de Química, para fazer sentido para seus alunos, deve compreender, principalmente, a Alfabetização Científica e o movimento CTSA, e a partir destes, alcançar qualquer temática com resultados excelentes quanto à aprendizagem dos discentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, observou-se que o comportamento dos discentes em sala de aula mudou de maneira positiva quando perceberam que a metodologia aplicada nas aulas divergia daquelas já conhecidas e enfadonhas, possibilitando que a docente pudesse realizar o trabalho de maneira satisfatória, uma vez que, quando se consegue chamar atenção do aluno, o conteúdo se desenvolve quase automaticamente, oferecendo resultados excelentes.

Foram exatamente esses resultados observados, com o decorrer das aulas os alunos começaram a construir seus conhecimentos antes da explanação de definições e do conteúdo em geral. Apenas questionamentos simples apresentados para a turma resultou em uma mobilização, onde os grupos se organizaram e começaram a interligar os pontos, construindo um aprendizado, fazendo o papel de autônomos na sua própria aprendizagem e a docente realizando seu papel de intermediadora do conhecimento.

Outro ponto a ser destacado é o fato que os alunos do 1º ano do Ensino médio devem ser o foco para a (des)construção de um pensamento mais crítico e reflexivo acerca da ciência e tecnologia. Através da metodologia aplicada, a alfabetização científica foi atingida e através das análises realizadas, foi observado que esse tópico não estava sendo desenvolvido em sala de aula, por isso os alunos tinham uma visão totalmente benevolente dos avanços tecnológicos, os mesmos nem conseguiam associar com os impactos ambientais, um dos temas mais relevantes e comentados atualmente.

Deve-se buscar edificar cidadãos capazes de lidar com a enxurrada de informações sem se deixar afogar, e para isso, há diversos recursos, como a cartilha utilizada, a qual se mostrou um importante recurso didático, ajudando demasiadamente o desenvolvimento da prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação. 3. ed – Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003. 72p. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf>> Acesso em: 17 set. 2018.

ABDI – Agência de Desenvolvimento Industrial. **Cartilha sobre Nanotecnologia.** Campinas. UNICAMP/FUNCAMP, 2010. Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br/images/publicacoes_teses_livros_resumo_cartilha_abdi.pdf> Acesso em: 18 set. 2018.

ALEIXANDRE, M. P. J. **La catástrofe del Prestige: racionalidad crítica versus racionalidad instrumental** . Cultura y Educación, v.16, n. 3, p. 305-319, 2014.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, tecnologia e sociedade; trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **Revsita Ensaio**, v. 14, n. 01, p. 99 – 112, 2012.

BASSOTTO, G. V. **Nanotecnologia:** uma investigação fundamentada na Educação pela pesquisa se refletindo na formação de professores e no Ensino de Química. 2011. 130 f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BERNADINELLI, S. **Nanotecnologia verde em uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta didática webquest para a Alfabetização Científica na Educação Básica.** 2014. 95 f. Dissertação (Mestre em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

BETTANIN, E. **As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica.** 2003. 169 f. Dissertação (Mestre em Educação) - Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (SEMTEC). **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** v. 3. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica;** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. **Plano Nacional de Educação.** Ministério da Educação e do Desporto. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 1998. 129p.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias, v. 2. Brasília, MEC/SEB, 2006.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - **RDC Nº 360.** Brasília, DF, 2003.

CALAZANS, D. R. S. **Nanotecnologia e Mercantilização da vida humana.** 2014. 213 f. Tese (Doutor em Sociologia) - Programa de Pós-graduação em Sociologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

CARNEIRO, M. H. da S.; DIB, S. M. F.; MENDES, J. R. de S. Texto e imagens no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: APRAPEC, 2003.

CARNIO, M. P. **O Significado atribuído por licenciandos ao currículo de Biologia numa perspectiva CTSA.** 2012. 198 f. Dissertação (Mestre em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

CASTRO, A. N. P.; LIMA, E. M. J. Desenvolvimento e validação de cartilha para pacientes vítimas de queimaduras. **Revista Brasileira Queimaduras**, v. 13, n. 2, p. 103 – 113, 2014.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89 – 100, 2003.

_____. **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação.** 6. ed. Rio Grande do Sul, Editora Unijuí, 2014.

COSTA, E. S.; OLIVEIRA, F. B. A Utilização de uma cartilha em formato de mangá para a otimização do uso da Biblioteca Escolar Ana Oliveira, da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Dr. Freitas (EEEFM Dr. Freitas), em Belém-Pa. In: Congresso Brasileiro de biblioteconomia, documentação e Ciência da informação, 25., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: FEBAB, 2013.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ.**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

DÍAZ, J. A. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. In: Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2009. Disponível em: < <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo2.htm> > Acesso em: 25 set. 2018.

FAUR, A. R. **Educação Química sob o paradigma da complexidade e a perspectiva CTSA: uma proposta metodológica e reflexiva**. 2017. 193 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

FAUSTINO, S. N. **As TICS como ferramenta colaborativa no processo de Ensino e aprendizagem da eletroquímica com enfoque CTSA**. 2017. 112 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática)- Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. La nanotecnología: una solución en busca de problemas. **Comércio Exterior**, v. 56, n. 4, p. 326-334, 2006.

FOUREZ, G.; ENGLEBERT-LECOMPTE, V.; GROOTAERS, D.; TILMAN, F.; MATHY, P. **Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

FRANCHI, S. J. S. **A Contextualização do Ensino de Química por meio de Crônicas**. 2009. 240 f. Dissertação (Mestre em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FREIRE, P. **Educação Como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra LTDA, 1967.

FREITAS, F. S. **Elaboração de uma cartilha sobre a importância ecológica e econômica dos morcegos**. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6466/1/21052230.pdf>> Acesso em: 05 out. 2018.

GASPARIN, M. **Restinga em Santa Catarina sob a óptica da Alfabetização Científica**. 2012. 105 F. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.

GIL-PÉREZ, D. Diez Años de Investigación en Didáctica de las Ciencias: realizaciones Y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p 154 – 164, 1994.

GUERRA, E. L. A. **Manual de pesquisa qualitativa**. 2014. Disponível em: <http://disciplinas.nucleoad.com.br/pdf/anima_tcc/gerais/manuais/manual_quali.pdf> Acesso em: 05 out. 2018.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Tendências na educação de Ciências. **Em aberto**, v.11, n. 55, Brasília, 1992.

IWATA, A. Y. **Alfabetização e divulgação científica de Química por meio da produção de histórias em quadrinhos**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestre em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

JESUS, M. P. **Contextualização do Ensino de Química por meio do enfoque CTS atrelado à pedagogia de Paulo Freire**. 2017. 1149 f. Dissertação (Mestre em

Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

KAFER, G. A. **Ambiente virtual de aprendizagem: Possibilidade e desafios no Ensino de Química**. 2015, 102 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências Exatas) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da inovação**. 2. Ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

KÖRBES, C. **Educação não-formal em mídias: divulgação científica sobre nanotecnologia**. 2013. 321 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

LACERDA, C. C. **A contribuição de uma situação-problema na construção dos conceitos de misturas e substâncias**. 2008. 137 f. Dissertação (Mestre em Ensino das Ciências) - Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

LEONEL, A. A. **Nanociência e Nanotecnologia: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio**. 2010. 215f. Dissertação (Mestre em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

MACEDO, C. C. **Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de Física**. 2013. 188 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

MACHADO, L. R.S. **Ensino Médio e Técnico com Currículos Integrados: propostas de ação didática para uma relação não fantasiosa**. In: Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Boletim 07, MEC, Brasília, p.51-67, mai.-jun. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf2/boletim_salto07.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

MARTEIS, L. S.; MAKOWSKI, L. S.; SANTOS, R. L. C. Abordagem sobre Dengue na educação básica em Sergipe: análise de cartilhas educativas. **Scientia Plena**, v. 7, n. 6, p. 1 -8, 2011.

MELO, C. P.; PIMENTA, M. Nanociências e nanotecnologia. **Revista Parcerias Estratégicas**, n. 18, p. 129-164, 2004.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs.). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>> Acesso em: 20 set. 2018.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; FILHO, J. P. A. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 165-171, 2009.
MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MONTEIRO, E. D. N. **Sequência didática, com abordagem CTSA, para o estudo das funções orgânicas**. 2016. 152 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências) - Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: Métodos qualitativos e quantitativos**. Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências. 1º ed. Porto Alegre. Brasil, 2009.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita; repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MUENCHEN, C.; ARAÚJOA, L. B. Os Três Momentos Pedagógicos como Estruturantes de Currículos: Algumas Potencialidades. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 51-69, 2018.

NOVO, M. S. **Nanociência, Nanotecnologia**: Uma visão desde seu nascimento até apresentação das temáticas à sociedade. 2013. 94 f. Tese (Doutora em Educação em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da Vida e da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

NUNES, P. P. **Contextualização e abordagem de conceitos Químicos por meio da Química Forense: Uma sequência didática para o Ensino Médio no Ensino da Química**. 2017. 140 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) – Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

PEREIRA, I. D. M. **Ensino de ciências na perspectiva da alfabetização científica: prática pedagógica no ciclo de alfabetização**. 2015. 178 F. Dissertação (Mestre em Educação) - Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PORTO, E. A. B. **CTS : uma abordagem possível no Ensino de Química para o ensino profissionalizante**. 2015. 232 f. Dissertação (Mestre em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Pelotas, Pelotas, 2015.

RATNER, M.; RATNER, D. **Nanotechnology**: A Gentle Introduction to the Next Big Idea. Indianapolis: Book Crafts, 2002. Disponível em:
<http://materialrulz.weebly.com/uploads/7/9/5/1/795167/nanotechnology_a_gentle_introduction_to_the_next_big_idea.pdf> Acesso em: 21 set. 2018.

RIBEIRO, L. A. **O papel do jornal UFS da divulgação e alfabetização científicas**. 2014. 139 f. Dissertação (Mestre em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2014.

RICARDO, E. C. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. 2005. 257 f. Tese (Doutor em Educação Científica e Tecnologia) - Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

RODRIGUES, B. D. G. **A Iniciação científica júnior multidisciplinar como facilitadora da alfabetização científica**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestre em profissional em Química) – Universidade de São Carlos, São Carlos, 2016.

ROEHRIG, S. A. G.; CAMARGO, G. A educação com enfoque CTS no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. **R. Bras. de Ensino de C&T**, v. 6, n. 2, p. 117 -131, 2013.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

ROSSA, C. E. **Os sentidos da ciência e tecnologia em textos sobre energias revistas semanais de informação geral no Brasil**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências) - Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SANTOS, A. O. **Atividade experimental de condutividade eletrolítica: Uma abordagem da Química com base em uma proposta CTSA**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2015.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, v.1, número especial, 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474 – 550, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1 -23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. 4. ed. Ijuí: ed.INIJUÍ, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SILVA, M. B. **Nanotecnologia e a condição humana**: a radicalidade técnica contemporânea, os questionamentos éticos do homo viator e a visão de natureza. 2008. 282 f. Tese (Doutor em Ciências Humanas) - Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

TOMKELSKI, M. L. **O ensino de tópicos de Nanociência e de Nanotecnologia da Educação Básica e Superior**: uma análise a partir das compreensões de professores. 2017. 210 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2017.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. Sociedade, divulgação científica e jornalismo científico. **Química Nova**, v. 35, n. 3, São Paulo, 2012.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE 1 – RELATÓRIO DO ALUNO



Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
Centro de Ciências e Tecnologias – CCT
Departamento de Química –DQ

Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Major Veneziano Vital do Rêgo

DOCENTE: Caroline Lins Fernandes

NOME DO GRUPO:

RELATÓRIO DO ALUNO

1º ANO

1º MOMENTO

- 1) Você sabe a diferença entre a escala macroscópica, microscópica e nanométrica? Explique

- 2) Classifique as figuras que aparecem no slide levando em consideração a escala em que se encontram, isto é, se fazem parte da escala macro, micro ou nanométrica.

- 3) Você sabe o que significa a nomenclatura “escala nanométrica”? Se afirmativo, explique.

- 4) Você já ouviu falar sobre a nanotecnologia e nanociência? Se positivo, relate o que foi visto sobre a temática.

- 1) *Você sabe a diferença entre a escala macroscópica, microscópica e nanométrica? Explique*

- 2) *Classifique as figuras que aparecem no slide levando em consideração a escala em que se encontram, isto é, se fazem parte da escala macro, micro ou nanométrica.*

- 3) *Você sabe o que significa a nomenclatura “escala nanométrica”? Se afirmativo, explique.*

- 4) *Você já ouviu falar sobre a nanotecnologia e nanociência? Se positivo, relate o que foi visto sobre a temática.*

2º MOMENTO

- 1) Qual o maior objeto medido? E qual o menor? Escreva suas medidas.

2) Na sua opinião, esses objetos são macroscópicos, microscópicos ou nanométricos? Explique

1) *Qual o maior objeto medido? E qual o menor? Escreva suas medidas.*

2) Na sua opinião, esses objetos são macroscópicos, microscópicos ou nanométricos? Explique

3º MOMENTO

1) Em sua opinião, qual o objetivo do vídeo?

2) Classifique as imagens que aparecem no vídeo através de suas medidas.

3) Através do experimento proposto, você conseguiu compreender o que é a escala nanométrica? Explique.

4) Com suas palavras descreva a diferença entre as escalas macro, micro e nanométrica.

1) *Em sua opinião, qual o objetivo do vídeo?*

2) *Classifique as imagens que aparecem no vídeo através de suas medidas*

3) *Através do experimento proposto, você conseguiu compreender o que é a escala nanométrica? Explique*

4) *Com suas palavras descreva a diferença entre as escalas macro, micro e nanométrica.*

4º MOMENTO

1) *Descreva com suas palavras a diferença entre Nanotecnologia e Nanociência.*

1) *Descreva com suas palavras a diferença entre Nanotecnologia e Nanociência.*

5º MOMENTO

1) *Você sabe o que são cosméticos? Se afirmativo, explique.*

2) *Em sua opinião, o uso dos cosméticos é um ato exclusivo da sociedade moderna?*

3) *Você já ouvir falar em formol? É benéfico ou maléfico para a saúde? Explique.*

4) *Você sabe o que são os raios UVA E UVB? Se positivo, explique.*

5) *Você sabe o que é FPS (fator de proteção solar)? Se sim, explique.*

1) *Você sabe o que são cosméticos? Se afirmativo, explique.*

2) *Em sua opinião, o uso dos cosméticos é um ato exclusivo da sociedade moderna?*

3) *Você já ouvir falar em formol? É benéfico ou maléfico para a saúde? Explique.*

4) *Você sabe o que são os raios UVA E UVB? Se positivo, explique.*

5) *Você sabe o que é FPS (fator de proteção solar)? Se sim, explique.*

6º MOMENTO

Em uma folha a parte: com as informações recebidas em sala, compare os rótulos com os valores diários de referência e escreva sobre seu alimento. Em seguida, pesquise na cartilha aplicações da Nanociência e Nanotecnologia para deixar seu alimento saudável.

7º MOMENTO

1) *Você sabe como se desenvolve o câncer? Se positivo explique.*

2) *Cite alguns métodos para o tratamento da doença citada na pergunta anterior*

- 3) Por já saber o que é nanotecnologia e alguns avanços oferecidos pela mesma, imagine e descreva o que pode mudar na medicina quando unida com essa nova ciência.

- 4) *Você sabe como se desenvolve o câncer? Se positivo explique.*

- 5) *Cite alguns métodos para o tratamento da doença citada na pergunta anterior*

- 6) *Por já saber o que é nanotecnologia e alguns avanços oferecidos pela mesma, imagine e descreva o que pode mudar na medicina quando unida com essa nova ciência.*

8º MOMENTO

- 1) Você conhece alguma mulher cientista? Se sim, cite nomes.

- 2) Durante suas aulas, mulheres que contribuíram para o desenvolvimento da ciência foram destacadas? Se sim, quais e em qual disciplina?

- 3) Em sua opinião, você acha que as mulheres têm papel importante na ciência? Por quê?

1) *Você conhece alguma mulher cientista? Se sim, cite nomes.*

2) *Durante suas aulas, mulheres que contribuíram para o desenvolvimento da ciência foram destacadas? Se sim, quais e em qual disciplina?*

3) *Em sua opinião, você acha que as mulheres têm papel importante na ciência? Por quê?*
