

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ANGÉLICA RAMOS DA LUZ

O ESTUDO DE CONCEITOS QUÍMICOS EM UMA ABORDAGEM CTSA POR
MEIO DA TEMÁTICA CORANTES TÊXTEIS

Jataí

2017

ANGÉLICA RAMOS DA LUZ

**O ESTUDO DE CONCEITOS QUÍMICOS EM UMA ABORDAGEM CTSA POR
MEIO DA TEMÁTICA CORANTES TÊXTEIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de Pesquisa: Fundamentos, metodologia e recursos para a Educação, para Ciência e Matemática

Sublinha de pesquisa: Ensino de Química

Orientadora: Dra. Sandra Regina Longhin

Jataí
2017

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

LUZ/est	<p>Luz, Angélica Ramos da.</p> <p>O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis [manuscrito] / Angélica Ramos da Luz. -- 2017. 109 f.; il.</p> <p>Orientadora: Prof^ª. Dra. Sandra Regina Longhin. Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2017. Bibliografias. Apêndices.</p> <p>1. Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. 2. Formação docente. 3. Corantes têxteis. 4. Alfabetização Científica. 5. Dissertação. I. Longhin, Sandra Regina. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.</p> <p>CDD 540</p>
---------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina Oliveira Barbosa – CRB 1/2380 – Campus Jataí. Cód. F054/17.

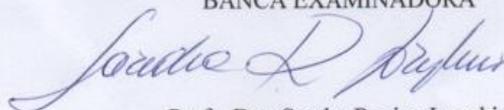
ANGÉLICA RAMOS DA LUZ

**O ESTUDO DE CONCEITOS QUÍMICOS EM UMA ABORDAGEM CTSA POR
MEIO DA TEMÁTICA CORANTES TÊXTEIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação para Ciências e Matemática.

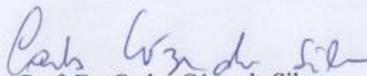
Esta dissertação foi defendida e aprovada, em 1º de dezembro de 2017, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA



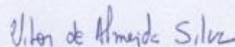
Profa. Dra. Sandra Regina Longhin
Presidente da banca / Orientadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Carlos César da Silva
Membro interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Vitor de Almeida Silva
Membro externo

Universidade Federal de Goiás

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter guiado meus passos e iluminado meus pensamentos nessa caminhada.

Agradeço, a minha família, em especial aos meus pais pelo incentivo em todos os momentos da minha vida, por celebrarem minhas conquistas e me ajudar em cada dificuldade. Com o auxílio deles foi possível concretizar esse sonho.

O meu sincero agradecimento a Professora Sandra Longhin, que me deu uma oportunidade no meio acadêmico por meio do PIBID e que continuou auxiliando em minha formação, tanto na graduação, quanto no mestrado. Obrigada pela amizade, paciência, boa vontade em me ajudar a realizar este trabalho, pela generosidade com que buscou transmitir seus saberes e experiências, sabendo compreender minhas dificuldades.

Agradeço aos amigos que conquistei nessa caminhada, em especial ao Rafael Sousa, Daniel de Oliveira e Daniela Brusamarelo pelas conversas, pelas risadas, pelos conselhos e pelas viagens que foram suportáveis com a companhia de vocês.

O meu muito obrigada a Professora Jacqueline Vitorette e ao Professor Vitor de Almeida pelas ricas contribuições no desenvolvimento dessa pesquisa. Também agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do IFG-Câmpus Jataí, pelos ensinamentos e debates que me propiciou refletir a prática docente.

Agradeço ao IFG pela acolhida durante esses anos e pelo auxílio financeiro, assim como à PUC Goiás por abrir as portas e promover um espaço de diálogo com o saber possibilitando a realização deste trabalho.

RESUMO

O Ensino de Ciências é uma área que requer que se estimule, desperte o interesse de forma a conduzir os estudantes a entenderem as relações entre os conteúdos científicos e a realidade que os cerca. Nesse sentido, o ensino de Química é uma prática desafiadora, que requer metodologias com foco na contextualização. Tendo em vista a necessidade de ensinar conceitos químicos, que discutam amplamente as concepções socioeconômicas e ambientais, essa pesquisa tem como objetivo analisar os conceitos químicos e as concepções socioeconômicas e ambientais de alunos do ensino médio por meio da aplicação de uma sequência de atividades como o tema corantes têxteis. Entende-se que com a crescente evolução das tecnologias e suas consequências para o meio ambiente e para a população, identificou-se a necessidade em disseminar a alfabetização científica e tecnológica. Por isso, a inclusão dos temas sociais ao ensino de Química se justifica ao envolver as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. A pesquisa desenvolvida foi de abordagem qualitativa e sendo estrutura em quatro encontros que priorizaram ações como: atividades experimentais, roda de conversa, aulas expositivas dialogadas e exibição de vídeos e reportagens. Os sujeitos desta pesquisa foram alunos do segundo ano do curso Técnico Integrado de nível médio em Controle Ambiental. Os dados permitiram evidenciar uma necessidade no aprofundamento da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), não se restringindo apenas à questão ambiental, mas possibilitando uma abordagem que contemple diferentes aspectos. As análises indicaram que a abordagem CTSA possibilitou a interação dialógica em sala de aula. No entanto, isso também depende de uma postura do professor, mais aberta a ouvir os alunos. Nesse sentido, a investigação apontou que uma sequência de atividades bem planejada pode contribuir para a inclusão do enfoque CTSA com uma função que não se restringe à ilustração de aplicações práticas. Todavia, a sua abordagem nessa perspectiva mais ampla depende de uma mudança de concepções dos professores e da sua prática pedagógica processo que pode ser desencadeado por meio de ações de formação continuada de professores.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Formação docente. Corantes têxteis. Alfabetização científica.

ABSTRACT

The Science Teaching is an area that requires stimulation, arouses interest to lead the students to understand the relations between the scientific contents and the reality that surrounds them. In this sense, the teaching of Chemistry is a challenging practice, which requires methodologies with a focus on contextualization. Considering the need to teach chemical concepts that broadly discuss socioeconomic and environmental conceptions, this research aims to analyze the chemical concepts and socioeconomic and environmental conceptions of high school students through the application of the sequence of activities such as textile dye theme. It is understood that with the increasing evolution of technologies and their consequences for the population, the need is identified to disseminate scientific and technological literacy. Therefore, the inclusion of social themes in the teaching of Chemistry is justified by involving the relationships between Science, Technology, Society and Environment. The research developed was of qualitative approach and was structured in four meetings that prioritized actions such as: experimental activities, discussion wheel, dialogues and expositions of videos and reports. The participants of this research were students of the second year of the Integrated Technical course of intermediate level in Environmental Control. The data showed a need to deepen the Science-Technology-Society-Environment (STSE) approach, not only being restricted to the environmental issue, but also allowing an approach that contemplates different aspects. The STSE approach enabled dialogic interaction in the classroom. However, it also depends on a teacher's posture, more open to listening to the students. In this sense, research has pointed out that a well-planned sequence of activities can contribute to the inclusion of the STSE approach with a function that is not restricted to the illustration of practical applications. However, their approach in this broader perspective depends on a change of teachers' conceptions and their pedagogical practice process that can be triggered by continuous teacher training actions.

Keywords: Science-Technology-Society-Environment. Teacher training. Textile dyes. Scientific literacy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Esquema 1 –	Processo de obtenção do índigo natural	32
Esquema 2 –	Processo de obtenção do índigo sintético a partir da anilina	32
Figura 1 –	Principais segmentos de confecções em Goiás	36
Figura 2 –	Estrutura organizacional do desenvolvimento das atividades	39
Quadro 1 –	Respostas referente a questão 2 do questionário prévio	48
Esquema 3 –	Oxidação do índigo (cor azul) em solução diluída de permanganato de potássio com formação do óxido de manganês (cor castanha	54
Quadro 2 –	Respostas referente a questão 1 do questionário final	59
Quadro 3 –	Respostas referente a questão 1 do questionário final	60
Quadro 4 –	Respostas referente a questão 2 do questionário final	61
Quadro 5 –	Respostas referente a questão 3 do questionário final	65
Figura 3 –	Desenvolvimento da argumentação	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de corantes têxteis com suas principais aplicações	30
Tabela 2 – Classificação de corantes segundo as classes químicas	30
Tabela 3 – Objetivos e conteúdos abordados em cada encontro	40
Tabela 4 – Descrição da sequência de atividades	41
Tabela 5 – Abordagens conceitual CTSA	46
Tabela 6 – Indicação de produtos associados a corantes têxteis	47
Tabela 7 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos	49
Tabela 8 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 ENFOQUE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE	14
1.1 Currículo com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente	14
1.2 Enfoque CTSA apresentado nos Documentos Oficiais	16
1.3 Aprendizagem de conceitos científicos e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente no ensino de Ciências	18
1.4 Alfabetização Científica no Ensino de Ciências.....	19
2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO BRASIL	22
2.1 A Prática Reflexiva na Formação de Professores de Ciências	24
3 CORANTES TÊXTEIS.....	29
3.1 Corante Índigo	31
3.2 O Tema Corante Têxtil no Ensino de Química.....	33
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
4.1 Método de Pesquisa	35
4.2 Público alvo e ambiente de pesquisa	36
4.3 Instrumentos de coleta de dados	38
4.4 Metodologia	39
4.4.1 Apresentação da proposta – Problematização Inicial	42
4.4.2 Introdução dos conteúdos – Organização do conhecimento	42
4.4.3 Atividades experimentais – Aplicação do conhecimento	43
4.4.4 Exibição do documentário e reportagem investigativa-Problematização Inicial.....	43
4.4.5 Introdução dos conteúdos – Organização do conhecimento	44
4.4.6 Roda de conversa – Aplicação do conhecimento.....	44
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
5.1 Análise do questionário prévio	46
5.2 Atividades Experimentais	51
5.2.1 Experimento 1 – Descoramento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO) 52	
5.2.2 Experimento 2 – Desbotando o tecido jeans.	54
5.3 Roda de Conversa.....	56
5.4 Análise do questionário final	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS.....	69
REFERÊNCIAS.....	71

APÊNDICES	76
------------------------	-----------

INTRODUÇÃO

No Ensino de Ciências busca promover o estímulo, o despertar do interesse de forma a conduzir os estudantes a entenderem as relações entre os conteúdos científicos estudados na escola e a realidade que os cerca. Nessa perspectiva, a educação necessita de reformulações, evidenciadas pela busca de novas propostas metodológicas.

O modelo de ensino que tem como característica o aluno receptor de conteúdo não atende às demandas necessárias para a formação dos estudantes que requer que os mesmos se posicionem, julguem e tomem decisões pelas quais sejam responsáveis. A articulação entre o conhecimento químico e as aplicações tecnológicas, suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas contribuem para a promoção de uma cultura científica que possibilita o exercício da participação social.

O ensino de ciências no dia a dia escolar apresenta-se distante das experiências diárias e perspectivas de vida dos estudantes encontrando dificuldades em selecionar informações de diferentes fontes, estabelecer relações entre os conteúdos da ciência escolar e situações do cotidiano sendo necessário a atribuição de significados aos conteúdos específicos.

Nesse sentido, o ensino de Química é uma prática desafiadora, que requer metodologias com foco na contextualização dos temas abordados em sala, tendo como finalidade incorporar elementos que possibilitem aos alunos a aprendizagem a partir de ações rotineiras e problematizadoras, possibilitando assim a compreensão de conceitos científicos.

A relevância da pesquisa consistiu nas inúmeras aplicações da química em setores relacionados ao funcionamento e ao desenvolvimento do país afetando diretamente as pessoas. A indústria de corantes, por exemplo, desenvolve um importante papel na economia do mundo, visto que estes são utilizados em várias atividades fabris. Entretanto, em muitos dos processos químicos utilizados pela sociedade ocorre a geração de resíduos e de outras substâncias que afetam o ambiente e a saúde, o que requer mais conhecimento para a melhoria desses processos e também reflexão acerca do modo de vida atual.

Tendo em vista a necessidade de ensinar conceitos químicos, que discutam amplamente as concepções socioeconômicas e ambientais foi desenvolvido uma pesquisa que buscou responder a seguinte questão de pesquisa: Como o ensino de Química permite a articulação entre o fenômeno e a teoria, utilizando de atividades teóricas-experimentais a partir de um enfoque socioeconômico e ambiental por meio da abordagem do tema corantes têxteis em sala de aula?

Com o propósito de equacionar uma diretiva esta dissertação foi organizada em 6 capítulos. No capítulo 1, **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade**, é apresentada uma revisão do movimento CTS que se consolidou ao longo dos anos, a forma como o enfoque CTSA vem sendo discutida nos currículos e documentos oficiais, além de apontamentos em relação ao desenvolvimento da aprendizagem de conceitos científicos e a abordagem CTSA no ensino de Ciências ressaltando a alfabetização científica na ampliação do pensamento crítico.

O capítulo 2, **A formação de professores no Brasil**, delimita apontamentos históricos na formação docente e das licenciaturas nas universidades brasileiras, além disso, discute as mudanças que ocorreram ao longo dos anos na carreira docente dialogando com a prática reflexiva na formação de professores de Ciências.

Já no capítulo 3, **Corantes têxteis**, é exposto a extração e utilização dos corantes nas fibras têxteis ao longo dos tempos com destaque ao corante índigo. Para finalizar esse capítulo, é apresentado algumas sugestões para o uso do tema corantes têxteis no ensino de Química.

No capítulo 4, **Procedimentos metodológicos**, é apresentado o tipo de pesquisa e os instrumentos utilizados para a coleta de dados. O ambiente e os sujeitos da pesquisa são caracterizados, bem como, o desenvolvimento da sequência de atividades realizada.

O capítulo 5, **Análise e discussão dos resultados**, apresenta os resultados obtidos na pesquisa, por meio da avaliação de questionário prévio e final, roteiros experimentais, transcrição de filmagem e roda de conversa.

Por fim, a partir da proposta dessa pesquisa e dos resultados obtidos, no capítulo 6, **Considerações finais e perspectivas**, são retomadas as atividades desenvolvidas nesse trabalho, assim como também é debatido a sua validade para o ensino de Química e para a formação cidadã dos estudantes. Além de ser ressaltado a importância da formação continuada de professores e o desenvolvimento de materiais que auxilie a prática docente, dando ênfase ao produto educacional gerado nesta pesquisa.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Esta pesquisa foi norteadada pela seguinte questão:

- Como o ensino de Química permite a articulação entre o fenômeno e a teoria, utilizando de atividades teóricas-experimentais a partir de um enfoque socioeconômico e ambiental por meio da abordagem do tema corantes têxteis em sala de aula?

OBJETIVOS

Geral

Analisar os conceitos químicos e as concepções socioeconômicas e ambientais de alunos do ensino médio por meio da aplicação de uma sequência de atividades com o tema corantes têxteis.

Específicos

- Diagnosticar por meio de questionário prévio o conhecimento do aluno quanto aos conceitos básicos de Química e sua relação com a indústria de manufatura de produtos têxteis;
- Desenvolver roteiros de experimentação com o tema corantes têxteis visando a inter-relação fenômeno/teoria;
- Analisar os conceitos químicos por meio de uma roda de conversa;
- Analisar as concepções socioeconômicas e ambientais por meio de questionário final;
- Desenvolver material pedagógico com o foco em questões científicas, socioeconômicas e ambientais.

1 ENFOQUE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

No planejamento curricular da disciplina de Química no ensino médio devem ser incluídos aspectos formativos aos estudantes, sendo necessária a articulação de conteúdos e questões relativas aos aspectos científicos, tecnológicos, socioeconômicos e ambientais.

Para Santos et al. (2011) a articulação entre conceitos/questões gerais faz com que os aprendizes, atores sociais, se apropriem de ferramentas culturais para atuarem de forma participativa no mundo em que estão inseridos, pois entendem que a integração da denominação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) vinculada ao ensino de Química reflete na aprendizagem e leitura crítica dos alunos, assim como, da comunidade que compõe esse meio. Para a compreensão da importância dessa integração os autores recorrem a trajetória do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e a Educação Ambiental (EA) que teve início na segunda metade do século passado.

Os autores destacam que o termo CTS surgiu no campo educacional associado ao ensino de Ciências, na década de 1970, a partir dos materiais didáticos para todos os níveis educacionais em países como Estados Unidos, Canadá e na Europa sendo que no Brasil, somente no final dos anos 1990 que a denominação CTS começou a surgir

A integração do enfoque CTS à EA encontrou resistência, pois inicialmente os currículos foram desenvolvidos com diferentes perspectivas, alguns priorizavam objetivos com uma visão mais crítica sobre os impactos da C&T, enquanto que outros adotavam concepções ingênuas e reducionistas. Com isso, surgiram denominações CTSA para os cursos que incluíam na cadeia das inter-relações CTS as implicações ambientais.

1.1 Currículo com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

Com a evolução das tecnologias e suas consequências para o meio ambiente e para a população, identificou-se a necessidade em disseminar a alfabetização científica e tecnológica, tendo como base aspectos históricos e epistemológicos.

Nessa perspectiva, o objetivo do ensino de Ciências com ênfase em CTSA, ao longo dos anos foi repensado, buscando desenvolver-se em uma perspectiva interdisciplinar que integra diferentes campos do saber, ou seja, possibilita o diálogo entre as disciplinas escolares para reforçar o compromisso com uma ação social crítica. De acordo com Santos et al., (2011) uma ação social crítica representa uma contraposição ao modelo da sociedade capitalista, ao

cientificismo e à separação entre sociedade e natureza, propondo a transformação da realidade pela práxis educadora (ação/reflexão), pelo aprender fazendo.

Na perspectiva CTSA, a função do ensino formal encontrar-se em proporcionar aos alunos momentos de discussão sobre temas diversos que os levem a compreender a realidade na qual estão inseridos (FAGUNDES et al., 2009).

Nesse sentido, Auler (2011) defende mudanças no campo curricular, a fim de fazer com que o ensino de CTS não seja empregado somente como fator de motivação no processo de cumprir programas, de vencer conteúdos, mas que seja uma concepção transformadora e progressista de educação na formação de professores e na aprendizagem dos alunos. As mudanças devem atender os encaminhamentos CTS de forma a estruturá-lo em torno de temas, de problemas reais, de controvérsias como nas propostas para um currículo democrático, estruturado a partir do que Paulo Freire denomina de temas geradores.

Segundo Martins (2002), através dos currículos com ênfase CTSA a prioridade no ensino passa a ser o caminho de chegada a resposta, ou seja, os conteúdos e os conceitos passam a ser referência ao conhecimento que se deseja construir. O autor também propõe que a alfabetização científica envolve a compreensão da C&T, assim como as ações do indivíduo em sociedade.

Para Santos e Mortimer (2000), a definição de um currículo com ênfase em CTSA se configura nas inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Assim, uma proposta curricular de CTSA pode ser vista como uma integração entre educação científica, tecnológica, social e ambiental.

Os objetivos propostos na perspectiva CTSA incorporam o desenvolvimento de valores vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Santos (2007) explica, que esses valores se relacionam às necessidades humanas, em uma perspectiva de questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais.

De acordo com Fagundes et al. (2009) o conteúdo do ensino CTSA deve estar

[...] centrado em temas de relevância social, para que essa perspectiva educacional possa manter e realizar seu propósito, que é desenvolver o senso de responsabilidade, necessários para o que temos chamado de tomada de decisão. Neste sentido, é mais que aprender a ler e escrever, é fazer uma leitura crítica do mundo em que vivem (FAGUNDES et al., 2009, p. 06).

Dessa forma, relacionar problemas da vida real com aspectos socioeconômicos, tecnológicos, ambientais contribuem para formar o indivíduo participante ativamente em sociedade. O debate desses aspectos colabora para que o aluno adquira conhecimentos básicos sobre os caminhos da ciência, assim como, a compreensão para determinar seus próprios limites. Por isso, a inclusão dos temas sociais ao ensino de Química se justifica ao envolver as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, visto que o estudo de situações problema trazem maior significado à aprendizagem e desenvolvimento da cidadania.

1.2 Enfoque CTSA apresentado nos Documentos Oficiais

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) orientam sobre a necessidade em preparar o aluno de ensino médio para o convívio em sociedade, dessa forma destacam que é necessário

[...] a formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual, assim como, do pensamento crítico em níveis mais complexos de estudos (BRASIL, 2013, p. 154).

Essas orientações indicam a possibilidade da contextualização e da interdisciplinaridade como eixos centrais das atividades trabalhadas nas diferentes disciplinas. As recomendações sobre as relações CTSA só foram incorporadas aos documentos legais nos últimos dez anos. Nas DCN encontra-se uma citação ao currículo CTS

No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área (BRASIL, 2013, p. 104).

Na primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio foram feitas recomendações específicas para as disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática relativos a contextualização de temas que englobam as inter-relações entre ciência e tecnologia. Além disso, foram elencados objetivos sob a denominação de competências e habilidades relativos à contextualização sociocultural (SANTOS, 2007). Essas orientações se mantiveram nas DCN preconizando a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais das dinâmicas interativas fundamentais no ensino das disciplinas (BRASIL, 2013).

Dessa forma, a educação na perspectiva CTSA prioriza a formação de um cidadão atuante em sua comunidade capaz de questionar e posicionar se criticamente frente às situações e fatos de seu cotidiano (FAGUNDES et al., 2009). As propostas pedagógicas que se aproximam da realidade do aluno buscam discutir em sala de aula problemas reais extinguindo uma aprendizagem de conceitos e de teorias centrados em conteúdos específicos.

Mas, quais temas podem ser trabalhados com os estudantes dando ênfase ao enfoque CTSA e de que maneira? Esses são alguns questionamentos que fazemos ao desenvolver uma proposta pedagógica com esse olhar crítico. Nesse sentido, Santos e Mortimer (2000) nos coloca que temas de cunho social são essenciais, como por exemplo, relacionados a saúde, alimentação, recursos energéticos, terra, água e recursos minerais, indústria e tecnologia, ambiente, entre outros. Os autores indicam estratégias de desenvolvimento e avaliação das atividades por meio de questionamentos, solução de problemas, solução de problemas de laboratório, fóruns, debates, realização de projetos, redação de cartas para autoridades, pesquisa de campo.

Assim a contextualização no currículo está diretamente integrada a abordagem de temas sociais que compõe aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, Santos (2007) pondera que pensar em educação científica e tecnológica crítica significa fazer uma abordagem com a perspectiva CTSA com a função social de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade.

Por esse motivo a alfabetização científica do cidadão, não deve limitar-se a nomear fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar seus princípios de funcionamento científicos e tecnológicos, o autor explica que a alfabetização científica pode ser vista com os seguintes objetivos:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007, p. 07).

Refletir sobre as ações praticadas em sala de aula e a maneira como se ensina ao aluno torna-se responsabilidade do professor, pois é fundamental para a formação dos estudantes enquanto pessoas a relação de reciprocidade, ou seja, de se preocupar em como o outro está aprendendo e qual a relevância desse ensino para a vida dele.

Contudo, a perspectiva de CTSA crítica tem como propósito a problematização de temas relevantes a sociedade, o que nos permite considerar propostas curriculares com essa visão de valorização da cultura e do ser humano. No entanto, essas propostas curriculares que

atendam a esse conceito, somente serão efetivadas pela formação qualificada dos docentes que passem a adotar essas ações.

1.3 Aprendizagem de conceitos científicos e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente no ensino de Ciências

O acesso contínuo à educação desde a infância se estabelece como um direito sendo incluído nesse processo a educação científica essencial ao desenvolvimento humano. De acordo com Martins e Paixão (2011, p. 144) “as grandes descobertas/invenções/ inovações da ciência e tecnologia são imparáveis e mudam vertiginosamente a realidade social e ambiental e, portanto, o próprio estilo de vida das pessoas, para o bem e para o mal”.

Nesse enquadramento, torna-se evidente que precisamos dispor na medida necessária de conhecimentos em ciência e tecnologia, para que com estas possamos lidar nos vários contextos em que se tornam relevantes para o cidadão e para a sociedade. Defende-se assim, uma sociedade crítica e reflexiva atenta às situações e aos dilemas decorrentes das relações entre ciência, tecnologia e atividades sociais, econômicas e ambientais (MARTINS; PAIXÃO, 2011).

Visto como alternativa para o ensino de Ciências o enfoque CTSA tem sido indicado como um dos caminhos para o desenvolvimento da alfabetização científica que favoreça a formação de cidadãos capazes de atuar de forma responsável em relação a temas que incorporem aspectos socioambientais (BERNARDO; VIANNA; SILVA, 2011). De acordo com os autores a necessidade de formação crítica e reflexiva tornou-se argumentos em favor do enfoque CTSA que focalizam, principalmente, as questões sociais e ambientais considerando os aspectos epistemológicos que facilitem a discussão acerca da natureza do empreendimento científico e tecnológico.

Conforme Martins e Paixão (2011, p. 144) “o enfoque CTSA possibilita o abandono dos modelos transmissivos, para assentar numa perspectiva construtivista de caráter social que prima pela decisão consciente de preparar os alunos para assumirem um papel mais dinâmico e ativo na sociedade”. Assim, ainda de acordo com as autoras a orientação para o ensino das ciências corresponde à ideia

[...] do exercício de uma cidadania responsável, no qual se inclui conhecimento substantivo, conhecimento processual, conhecimento epistemológico, pensamento crítico, capacidade de exposição de ideias, de elaboração de argumentos, de análise e de síntese, bem como a explicitação de atitudes inerentes ao trabalho em ciências (MARTINS; PAIXÃO, 2011, p. 148).

Nesse sentido, compreende-se a relação do desenvolvimento de conceitos científicos com o ensino de Ciências amparada na perspectiva CTSA, visto que o ponto de partida para desenvolver conceitos e depois usá-los na compreensão de novos contextos são os mesmos.

Assim, com o desenvolvimento do pensamento e da linguagem em uma perspectiva crítica e reflexiva na prática escolar viabiliza a superação dos conceitos espontâneos, sendo esses conceitos representados pelo conhecimento prévio do aluno, dessa maneira os mesmos desenvolvem esse conhecimento para um nível mais elevado.

De acordo com Raposo e Mól (2011), o aluno ao alcançar as novas estruturas de generalização, possibilitadas pelo processo de aprendizagem, constroem novos pensamentos que são internalizados atingindo um plano de operação elevado. Assim, os conceitos são incorporados a essas operações de pensamento superior e se modificam em sua estrutura.

Os conceitos científicos têm um papel fundamental no desenvolvimento intelectual, uma vez que esses conceitos são novos caminhos a serem percorridos e descoberto pelo aluno contribuindo para a inserção no mundo do trabalho, na vida, na sua ação cidadã e portanto, política. Os conceitos científicos e espontâneos ocorrem de maneira diversificada, assim como, a aprendizagem de uma língua estrangeira em relação ao aprendizado da língua materna.

Para Bachelard (1996), a formação da consciência inicia-se pela representação geométrica, pelo delinear dos fenômenos e acontecimentos envolvidos em uma experiência. Esses caminhos marcam a construção do concreto e do abstrato por meio da observação dos fatos entendendo as questões relacionadas ao meio representacional. Este autor enfatiza que o pensamento científico busca compreender ações incomuns a sua realidade, ampliando sua visão de mundo interessada em aprender sobre o processo que deu origem ao fenômeno e em quais condições e não necessariamente no processo final do fenômeno.

A complexidade da Ciência exige dos professores da área a utilização de metodologias que não estejam focadas apenas no ensinar conteúdos, deve-se ir além, auxiliando os alunos a compreender a importância das características do conhecimento científico, assim como, o porquê de estar incluído na educação básica para a cidadania.

1.4 Alfabetização Científica no Ensino de Ciências

Ao longo dos anos a disciplina de Química passou a ser considerada pelos alunos como uma matéria complicada, ilógica e assustadora herdando da Alquimia uma linguagem científica complexa. Nessa perspectiva, entende-se que um dos caminhos a ser percorrido para

transformar essa realidade está na reaproximação da Química com os estudantes (LASZLO *apud* CHASSOT, 2016, p. 138).

Essa resistência por parte dos alunos do ensino fundamental e médio é compreensível, pois segundo Chassot (2016) os termos utilizados e os conceitos ensinados na disciplina de Química, não pertencem ao senso comum das pessoas, como por exemplo, átomos, moléculas, íons, elétrons, mol. Dessa forma, leva-se um tempo maior para relacionar o conhecimento prévio do aluno ao conhecimento químico.

Ao iniciarmos as discussões sobre alfabetização científica precisamos questionarmos sua necessidade para a formação do cidadão e de que maneira conduzir esse processo tendo definido suas características.

No livro *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*, publicado por Ático I. Chassot (2016), o autor busca responder questionamentos referentes ao ensino de Ciências, para isso considera a alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem. Mas além dessa leitura de mundo facilitada, é necessário que o indivíduo alfabetizado cientificamente transforme o espaço em que vive.

Há muitas interrogações relacionadas em como tornar efetiva a alfabetização científica no processo de aprendizagem, pois durante todo o ensino médio e também no ensino fundamental poucas mudanças são observadas quanto a esse fato. Entender de quem é a culpa da não alfabetização científica do aluno consiste em um processo complexo pois são muitos os fatores envolvidos.

Chassot (2016) nos coloca ainda que os caminhos a serem percorridos passam por um ensino de Ciências que apresente uma linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos alunos e alunas constatando-se com isso a necessidade em atribuir significados aos conceitos científicos ensinados em sala de aula.

A expressão “Alfabetização Científica” ganhou espaço em debates sobre a formação do indivíduo surgindo a partir do interesse por pesquisadores em compreender os caminhos de construção do conhecimento. Outras expressões foram adicionadas a literatura nacional sobre ensino de Ciências, como por exemplo, “Letramento Científico” e “Enculturação Científica” sendo que ambos os termos objetivam a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Nesse sentido, a organização do pensamento, a construção de uma consciência crítica, o desenvolvimento de habilidades cognitivas que se inicia pela alfabetização tendo como

característica a capacidade de processar informações, ideias, conceitos, permite estabelecer conexões entre o mundo que a pessoa vive e a palavra escrita, dessa forma, o estudo das ciências busca relacionar o conhecimento prévio do aluno com os novos conceitos científicos, com os adventos tecnológicos atuais bem como com seus efeitos para a sociedade e o meio ambiente. Este processo somente efetiva se aliado a um currículo que priorize a Alfabetização Científica.

Segundo Gérard Fourez (2005), o entendimento para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente está nas habilidades que a mesma apresenta,

a) utilizar os conceitos científicos para integrar valores e tomar decisões responsáveis; b) compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade; c) conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los; d) compreender que a produção dos saberes científicos depende de pesquisas e de conceitos teóricos; e) fazer a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal; f) reconhecer a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório; g) extrair da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante (FOUREZ, 2005, p. 25-36).

Com a análise dessas habilidades mencionadas é possível pensar e planejar o ensino de Ciências, tendo como objetivo o cumprimento dessas para atingir a alfabetização científica do aluno que deve começar nos anos iniciais do ensino fundamental.

Além dessas habilidades citadas pelo autor outras foram apontadas por diferentes autores sobre o assunto, mas apesar das diversas classificações elas explicitam informações comuns sobre a necessidade de leitura e escrita científica chegando a um mesmo objetivo.

As autoras Sasseron e Carvalho (2011) agruparam em três eixos, que denominam de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, as habilidades capazes de fornecer bases suficientes e necessárias no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas. O primeiro faz referência a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais sendo possível aplicá-los em situações diversas. O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. O terceiro eixo estruturante compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

De acordo com as autoras para iniciar a alfabetização científica nos estudantes precisa-se que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, a alfabetização científica deve privilegiar questionamentos e discussões que exercem influência na comunidade científica, na sociedade e no meio ambiente. Para isso é preciso consolidar uma prática diária na busca e na construção do saber.

2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO BRASIL

No início do século XX surgiram as primeiras preocupações com a formação de professores do ensino fundamental e médio no Brasil. O trabalho docente antes era exercido por profissionais liberais, sem formação na área. No final dos anos de 1930, com a formação de bacharéis nas poucas universidades existentes acrescentava-se um ano com disciplinas da área de educação para a obtenção da licenciatura, sendo dirigida à formação de docentes para o “ensino secundário” que denominou-se popularmente “3 + 1” (GATTI, 2010).

Devido a publicação da Lei n. 9.394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em dezembro de 1996, alterações foram propostas para as instituições formadoras e para os cursos de formação de professores definindo um período de efetivação das exigências. Nesse sentido, a atividade docente foi sendo modificada em decorrência das transformações no campo escolar e nas formas de construção do saber suscitando a necessidade de se repensar a prática pedagógica (LIBÂNEO; PIMENTA, 1999).

No ano de 2002 as DCN para a Formação de Professores entraram em vigor e nos anos posteriores, as DCN para os cursos de licenciatura foram aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação. Segundo Gatti (2010), mesmo com ajustes parciais em razão das novas diretrizes, verificou-se nas licenciaturas em Química, Física, Biologia a prevalência da formação com foco na área disciplinar específica com pequeno espaço para a formação pedagógica.

A autora supracitada destaca que nos cursos de formação de professores há separação formativa entre professor polivalente – educação infantil e primeiros anos do ensino fundamental – e professor especialista de disciplina, ou seja formado em uma área específica de ensino no qual a maioria apresenta formação em bacharelado.

Os problemas enfrentados em relação a aprendizagem escolar, vem percorrendo um longo caminho, que esbarra nos cursos de licenciaturas, nas instituições de ensino, nos currículos e nos conteúdos de formação. Transformar essa realidade consiste em entender a complexidade de formar um cidadão nos diferentes aspectos.

A diferenciação que se instaurou entre o professor das séries iniciais do ensino fundamental e o professor do ensino médio continua sendo histórica, afetando socialmente a comunidade acadêmica e a população, pois interfere substancialmente na qualidade e no comprometimento com a educação. Esse fator preponderante dificulta a reformulação de novas práticas de formação assim como sua integração (GATTI, 2010).

A autora esclarece que o desempenho na aprendizagem dos alunos não é somente de responsabilidade do professor sendo múltiplos os fatores que corroboram para tal,

[...] as políticas educacionais postas em ação, o financiamento da educação básica, aspectos das culturas nacional, regionais e locais, hábitos estruturados, a naturalização em nossa sociedade da situação crítica das aprendizagens efetivas de amplas camadas populares, as formas de estrutura e gestão das escolas, formação dos gestores, as condições sociais e de escolarização de pais e mães de alunos das camadas populacionais menos favorecidas (os sem voz) e, também, a condição do professorado: sua formação inicial e continuada, os planos de carreira e salário dos docentes da educação básica, as condições de trabalho nas escolas (GATTI, 2010, p. 1359).

Para Libâneo e Pimenta (1999) a insatisfação de gestores, pesquisadores e professores com as formas convencionais de se formar profissionais da educação em nosso país vem sendo discutidas nos cursos de licenciaturas que não estão preparando o professor com a qualidade necessária para uma formação reflexiva. Essa afirmação dos autores direcionam aos seguintes questionamentos: como os professores estão sendo formados? Que perfil de profissional está sendo requerido no âmbito escolar? Ao refletir sobre essas questões, compreende-se a importância da formação inicial e contínua tendo como pressupostos que sustente uma prática reflexiva crítica capaz de pensar, modificar e repensar suas ações.

Assumindo que o papel da escola e dos professores está pautado no ensino uma vez que sem os conhecimentos básicos para interpretação do mundo não há verdadeira condição de formação de valores e de exercício da cidadania. Entende-se que a profissionalização do professor torna-se essencial, não apenas para o ganho de salários mais elevados ou reconhecimento profissional pela sociedade acadêmica. Deve-se profissionalizar os professores segundo Gatti (2010),

[...] para saímos do improvisado, da ideia do professor missionário, do professor quebra-galho, do professor artesão, ou tutor, do professor meramente técnico, para adentrar a concepção de um profissional que tem condições de confrontar-se com problemas complexos e variados, estando capacitado para construir soluções em sua ação, mobilizando seus recursos cognitivos e afetivos (GATTI, 2010, p. 1360).

Nesse sentido, compreendemos que a profissão de professor não é meramente ilustrativa como um artigo de decoração. Ser professor e refletir sobre sua prática requer anos de estudos, de comprometimento com o ensino, aprendendo a conviver com a diversidade. Os cursos de licenciaturas não devem ser encarados como uma última opção para a obtenção do diploma.

Gatti (2016) ressalta que as iniciativas inovadoras relacionadas a formação docente ficam restritas às poucas instituições que se propõe a desenvolvê-las. Além disso, os cursos de formação continuada nem sempre está adequado à necessidade e/ou interesse dos professores, no geral não consta na carga horária como exercício necessário à docência. A autora ainda indica que alguns materiais de apoio à formação para a docência vem sendo elaborados por

alunos de licenciatura e alunos da pós-graduação, mas esses materiais não são disponibilizados em grande escala.

Nas últimas décadas, a formação docente tem enfrentado desafios, críticas aliadas as políticas governamentais e as instituições formativas, assim como expõe Gatti (2016) o cenário das condições de formação dos professores não é animador pelos dados obtidos em estudos e pelo próprio desempenho dos sistemas e níveis de ensino, citando como exemplo o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes, Enade. Mesmo sabendo do problema apresentado, reverter esse quadro de formação levará décadas, porque os componentes curriculares dos cursos de licenciaturas vem passando por inovações, ou seja, não estão acompanhando os avanços que se constituíram no contexto educacional ao longo do tempo.

De acordo com Libâneo e Pimenta (1999), o aprimoramento do processo de formação de professores requer muita ousadia e criatividade para que se construam promissores modelos educacionais urgentes na melhoria da qualidade do ensino no país. Nessa perspectiva, as políticas públicas atuam na democratização do ensino que interfere na formação docente inicial e contínua, na valorização profissional, nas condições de trabalho ampliando os conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade.

Assim, os cursos de formação de professores precisam ser estruturados de maneira que desenvolvam conhecimentos, habilidades, competências, criticidade, autonomia a partir das necessidades e desafios que o ensino como prática social lhes coloca no cotidiano.

2.1 A Prática Reflexiva na Formação de Professores de Ciências

No contexto escolar há inúmeros desafios, a exemplo desses está a resistência na aprendizagem por parte dos alunos. Assim, como nas demais disciplinas, na Química não é diferente, principalmente por ser uma ciência que estuda os fenômenos da natureza em sua leitura microscópica a partir de suas reações (SILVA; OLIVEIRA, 2009).

Segundo Silva e Oliveira (2009) a dificuldade em compreender e interpretar esses fenômenos por parte dos alunos, muitas vezes recai sobre o professor, seja pela metodologia, pela falta de contextualização ou pelas reflexões críticas desassociadas do cotidiano desses alunos.

Nesse sentido, a formação de professores, em específico a Química, passa por um repensar nos mais variados aspectos dos quais são destacados: (i) as necessidades formativas; (ii) a análise crítica da formação atual; e (iii) as propostas de reestruturação curriculares (FRANCISCO JUNIOR; PETERNELE; YAMASHITA, 2009). Dessa forma entendemos que

a pesquisa em ensino de Química requer um profissional com formação na área, disposto a enfrentar desafios e colaborar no desenvolvimento de pesquisas que discutam a aprendizagem dessa disciplina.

De acordo com Maldaner e Zanon (2010), até o período por eles pesquisado, a comunidade de educadores químicos era pequena e os profissionais ainda se encontravam dispersos em departamentos e/ou institutos ou faculdade de Química ou ainda de Educação. A produtividade na área da educação Química estava em desenvolvimento, caminhando para uma quantidade de publicações de qualidade comparável com a da pesquisa em Química, consolidada e consistente.

Os autores supracitados consideram que um fator que limitava as pesquisas, eram os recursos disponibilizados pelas instituições e/ou agências de fomento. Dessa forma, observaram neste mesmo período uma falta de professores para orientar projetos na área de Ensino, e os alunos da graduação acabavam por optar para a pesquisa em Química e não para a Educação Química. Logo, é fundamental que se amplie os recursos para os estudos relacionados a Educação Química para mais profissionais se integrem a área superando a visão de uma ciência única.

O ambiente escolar é um espaço de socialização, de trabalho em equipe, os profissionais que fazem parte desse local se relacionam em busca de um objetivo em comum, podendo ser pelo interesse em compreender e interpretar fenômenos, refletir sobre um determinado assunto e até mesmo pela interação social e cultural. Aliado a esses exemplos está o professor como mediador, afim de não interferir diretamente nas experiências físicas e reflexivas pertencentes a sala de aula.

Muito do que vem sendo analisado na educação, está diretamente relacionado a uma formação docente inicial, que pouco se preocupa em preparar um profissional que busque continuamente a reflexão e a atualização de suas práticas (MALDANER, 1999). Para se evitar o retrocesso é necessário políticas de formação de professores que ofereçam espaços de diálogos, debates e reflexão sobre a prática docente, assim como alternativas para o desenvolvimento de atividades de ensino.

Aliado a falta de políticas de formação de professores está a falta de integração entre a licenciatura e a realidade escolar local, resultando no desinteresse dos alunos da licenciatura pelo magistério na educação básica (MALDANER, 1999). Por esse motivo o trabalho docente deve ser permeado por uma série de mudanças, inovações em consonância com as reflexões, sendo a partir da reflexão que o professor aprenderá a melhorar sua prática em sala de aula.

A reflexão está diretamente relacionada ao pensamento, mas apesar de pensarmos sobre um determinado fato ou ação não significa que estamos refletindo sobre ela. Algumas vezes, mesmo sem perceber, executamos algo ou respondemos a uma pergunta no piloto automático, esse fato assemelha-se ao cotidiano do professor que por ter contato com pessoas de diferentes identidades sente a sensação de estar ouvindo as mesmas perguntas, argumentações, reclamações. Nesse sentido, a reflexão sobre a ação introduz no relacionamento, na forma de criar ou manter vínculos com o outro, assim como as dinâmicas dos grupos e das organizações que fazem parte do cotidiano (PERRENOUD, 2002).

Segundo Perrenoud (2002) a formação de profissionais reflexivos permitem entrever três pistas complementares como: desenvolver a capacidade de refletir durante a ação; desenvolver a capacidade de refletir sobre a ação; desenvolver a capacidade de refletir sobre o sistema e sobre as estruturas da ação individual ou coletiva. Ainda de acordo com o autor citado, essa ação pode ser *retrospectiva* quando é subsequente a uma atividade ou a uma interação, tendo como função principal a de ajudar a fazer um balanço, a compreender o que deu ou não certo e a preparar o profissional caso a ação se repita. Em contrapartida a reflexão é *prospectiva* quando ocorre no momento do planejamento de uma atividade ou da antecipação de um acontecimento ou de um problema novo.

Transformar o ofício de professor em uma profissão plena e integral requer uma formação inicial e contínua pautada no desenvolvimento de uma postura reflexiva que ofereça saberes relacionados a aprendizagem, a prática profissional, articulação entre o tempo.

Na formação inicial a prioridade está no desenvolvimento da capacidade de auto-regulação e de aprendizagem a partir de sua própria experiência e do diálogo com outros profissionais. De acordo com Perrenoud (2002, p. 44) “trata-se de uma relação com sua prática e consigo mesmo, uma postura de auto-observação, auto-análise, questionamento e experimentação. Esta é uma relação reflexiva a respeito do que fazemos”. Na formação contínua, a prioridade é o desenvolvimento da prática reflexiva em vez de limitar-se a ser uma atualização dos saberes disciplinares, didáticos ou tecnológicos.

Ao debater sobre a formação e a prática reflexiva do professor, o autor elencou fatores que motivam esse processo

Problema a resolver; crise a solucionar; decisão a tomar; ajuste de funcionamento; auto-avaliação da ação; justificativa frente a um terceiro; reorganização das próprias categorias mentais; vontade de compreender o que está acontecendo; frustração ou raiva a superar; prazer ao ser salvaguardado a todo custo; luta contra a rotina ou contra o tédio; busca de sentido; desejo de manter-se por meio da análise; formação, construção de saberes; busca de

identidade; ajuste das relações com o outro; trabalho em equipe; prestação de contas (PERRENOUD, 2002, p.41).

Nesse sentido, para que a prática reflexiva possa ser iniciada ela deve ser estimulada, partindo de uma situação real que interfere na ação do professor, ou seja, precisamos olhar o problema de perto para encontrar uma solução e a melhor maneira é refletindo sobre as possibilidades.

Nos últimos cinco anos, um grupo de pesquisa denominado Alternativas para o Ensino de Ciências (Alternaciencias) realizaram estudos referentes à formação inicial e continuada dos professores que contribuem na educação em Ciências no ensino fundamental e no ensino médio. Particularmente, no contexto das pesquisas CTSA no ensino de Ciências, o motivo que os levaram a estudar a formação de professores, está diretamente relacionada a uma grande responsabilidade em orientar a educação científica e tecnológica dos cidadãos nos diferentes níveis e modalidades do ensino, por tal razão entendem que investir na formação de professores resulta em vital importância para transformação de nossas sociedades. Tais pesquisas estabeleceram uma preocupação permanente pela formação crítica do professor e pela análise de sua prática como uma forma importante de impactar a educação cidadã dos alunos (PEREZ; SIERRA, 2014).

Segundo Perez e Sierra (2014, p. 168) “no campo da formação de professores de Ciências sob o enfoque CTSA, a racionalidade técnica não possibilita a apropriação de conhecimentos da área das humanidades por parte dos professores”, tornando-se dificultoso o rompimento de uma barreira que se instaura nessa formação. Nesse sentido, pensar o ensino de Ciências, desde a práxis do professor, requer sua participação na definição, não só das estratégias de ensino, mas também na definição de problemas, conteúdos e objetivos associados a sua profissão. Além disso, a ideia do professor como sujeito ativo de sua práxis perpassa por uma construção que precisa do estabelecimento de relações com seus pares (colegas, pesquisadores, administradores educativos) em espaços sociais e históricos determinados

Enquanto professor formador, a reflexão sobre a prática está além dos problemas corriqueiros em sala de aula, ou seja, ela progride e se torna parte da identidade profissional, pois de acordo com Perrenoud (2002, p. 43-44) o “professor reflexivo não para de refletir a partir do momento em que consegue sobreviver na sala de aula, ele continua progredindo em sua profissão mesmo quando não passa por dificuldades e nem por situações de crise”.

O professor reflexivo é construído ao longo de sua formação acadêmica e suas experiências profissionais, tendo como base a formulação de objetivos, a construção de saberes, ingressando em um ciclo permanente de aperfeiçoamento que teoriza sua prática. Entende-se

que aprender a refletir é um processo longo, que necessita de um treinamento intensivo, no qual se dedique à análise de práticas e ao procedimento clínico de formação. Dessa forma, a prática reflexiva é um trabalho que, para se tornar regular, exige uma postura e uma identidade particular (PERRENOUD, 2002).

O ensino e os campos da educação exigem mais que uma reflexão do professor sobre seus próprios conhecimentos teóricos e práticos. A prática reflexiva almeja por um profissional comprometido com a pesquisa dos problemas pedagógicos enfrentados nas instituições educativas e em sala de aula. Conforme Perez e Sierra (2014, p. 170) “a pesquisa educativa não consiste apenas em produzir teorias ou desenvolver práticas mais eficazes, busca-se fazer da prática um processo crítico que lhe permite compreendê-la e transformá-la”.

Assim, ressalta-se a importância do ato de refletir sobre a prática docente e os caminhos que permitem interagir com os alunos, tornando-se complementares para compreender questões do cotidiano e a relação com o outro. Contudo, ao ensinar Ciências deve-se partir de temas sociais, como por exemplo, os corantes têxteis enfatizando a importância de aprender, resgatando o pensar, o desenvolvimento de conceitos, aplicabilidade que estão presentes no meio social, tecnológico, cultural, ambiental e que em algum momento da vida serão necessários.

3 CORANTES TÊXTEIS

A literatura explícita que uma das primeiras tentativas humanas de praticar a Química foi por meio da extração e do preparo de materiais corantes mencionados na literatura chinesa desde 3000 a. C. (ARAÚJO, 2007).

A tintura de tecidos é uma prática que começou há milhares de anos possibilitando uma enorme disponibilidade comercial de corantes. O artigo de revisão Corantes Têxteis das autoras Guaratini e Zanoni (2000) apresentam que a tecnologia aplicada ao tingimento da fibra consiste em etapas escolhidas de acordo com a natureza da fibra têxtil, sendo características estruturais, classificação e disponibilidade do corante para aplicação, propriedades de fixação compatíveis com o destino do material a ser tingido, considerações econômicas e outras.

As autoras nos coloca que os corantes em sua maioria eram extraídos de folhas, ramos, raízes, frutos ou flores de várias plantas e de substâncias extraídas de animal. Com o avanço da ciência e da tecnologia, foi viabilizado a produção de corantes sintéticos. A Alemanha que manteve o monopólio sobre a produção de corantes sintéticos até a Segunda Guerra Mundial, perdeu mercado para a indústria de corantes dos Estados Unidos que é a maior fonte exportadora destes produtos.

Em relação ao Brasil, a extração de corantes naturais vem desde o descobrimento do país, estando vinculado a extração da madeira Pau-Brasil. O país também foi fonte principal do índigo natural (extraído da *Indigofera tinctoria*). No Brasil, a produção industrial de corantes sintéticos iniciou logo após a Primeira Guerra Mundial e tem suprido 60% da sua demanda doméstica.

Na literatura, define-se que corantes têxteis são compostos orgânicos cuja função é conferir determinada cor à fibra (substrato), sob condições operacionais previamente estabelecidas. Esses corantes são substâncias que se fixam às fibras de substrato têxtil, reagindo ou não com este componente durante o processo de tingimento (SOUZA, 2006).

Segundo Guaratini e Zanoni (2000), as fibras têxteis podem ser divididas em dois grupos denominados fibras naturais e sintéticas, as naturais mais utilizadas são baseadas em celulose e proteína presentes na lã, seda, algodão e linho, as fibras sintéticas são comercializadas como viscose, acetato de celulose, poliamida, poliéster e acrílico. As fibras têxteis determinam os mecanismos de fixação da molécula cromófora ao substrato, ocorrendo geralmente em solução aquosa e podendo envolver basicamente 4 tipos de interações:

Interações Iônicas - são tingimentos baseados em interações mútuas entre o centro positivo dos grupos amino e carboxilatos presentes na fibra e a carga iônica da molécula do corante.

Interações de Hidrogênio - são tinturas provenientes da ligação entre átomos de hidrogênio covalentemente ligados no corante e pares de elétrons livres de átomos doadores em centros presentes na fibra.

Interações de Van der Waals - são tingimentos baseados na interação proveniente da aproximação máxima entre orbitais π do corante e da molécula da fibra.

Interações Covalentes - são provenientes da formação de uma ligação covalente entre a molécula do corante contendo grupo reativo (grupo eletrofílico) e resíduos nucleofílicos da fibra.

Para cada tipo de fibra exige-se uma determinada categoria de corante podendo ser classificados segundo o método de fixação à fibra têxtil. Essas categorias estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação de corantes têxteis com suas principais aplicações

Tipos de Corantes	Principal destino do corante
Ácidos	Couro, fibras sintéticas (nylon e elastoméricas) e fibras naturais de lã e papel.
Azóicos	Fibras naturais de algodão e fibras sintéticas de poliéster.
Básicos	Papel e fibras sintéticas acrílicas.
Diretos	Fibras naturais de algodão, fibras artificiais de viscose, couro e papel.
Dispersos	Fibras sintéticas (poliéster, nylon) e fibras artificiais de acetato e viscose.
Reativos	Fibras naturais de algodão, fibras artificiais de viscose, couro e papel.
Sulfurosos	Fibras naturais de algodão.
À Cuba	Fibras naturais de algodão.
Pré-metalizados	Tintas, plásticos, couro e papel.

Fonte: Guaratini; Zanoni (2000).

Os corantes também podem ser classificados utilizando a estrutura química como critério sendo subdivididos em várias classes como se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação de corantes segundo as classes químicas (continua)

Classe	Classificação por aplicação
Acridina	Básicos, pigmentos orgânicos.
Aminocetona	À tina, mordentes.
Antraquinona	Ácidos, mordentes, à tina, dispersos, azoicos, básicos, diretos, reativos, pigmentos orgânicos.
Ao enxofre	Enxofre, à cuba.
Azina	Ácidos, básicos, pigmentos orgânicos.
Azo	Ácidos, diretos, dispersos, básicos, mordentes, reativos.
Azóicos	Básicos, naftóis.
Bases de oxidação	Corantes especiais para tingimento de pelo, pelegos, cabelos.
Difenilmetano	Ácidos, básicos, mordentes.

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química (2011)

Tabela 2 – Classificação de corantes segundo as classes químicas (continuação e conclusão)

Classe	Classificação por aplicação
Estilbeno	Diretos, reativos, branqueadores ópticos.
Ftalocianina	Pigmentos orgânicos, ácidos, diretos, azóicos, à cuba, reativos, solventes.
Indamina e Indofenol	Básicos, solventes.
Indigóide	À tina, pigmentos orgânicos.
Metina e Polimetina	Básicos, dispersos.
Nitro	Ácidos, dispersos, mordentes.
Nitroso	Ácidos, dispersos, mordentes.
Oxazina	Básicos, mordentes, pigmentos orgânicos.
Quinolina	Ácidos, básicos.
Tiazina	Básicos, mordentes.
Tiazol	Branqueadores ópticos, básicos, diretos.
Triarilmetano	Ácidos, básicos, mordentes.
Xanteno	Ácidos, básicos, mordentes, branqueadores ópticos, solventes.

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química (2011)

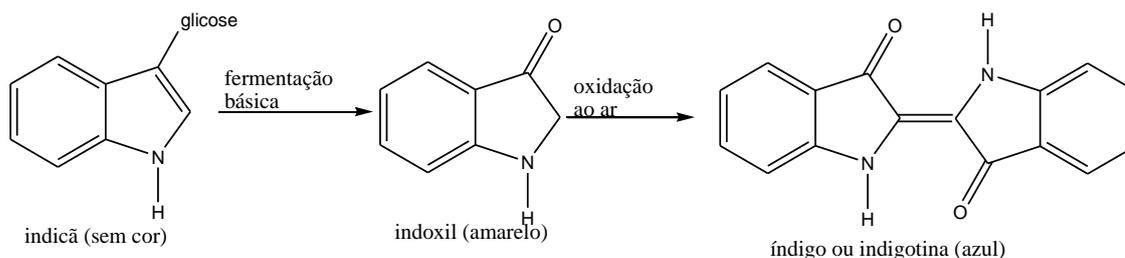
3.1 Corante Índigo

O corante índigo também conhecido como anil confere ao jeans seu azul característico, o termo deriva do grego *indikon* e do latim *indicum* e significa uma substância da Índia, região da qual se originou (MÜNCHEN et al., 2015).

O índigo era obtido de plantas do gênero *Indigofera* e, em diversos países, inclusive no Brasil, a espécie *Indigofera tinctoria* era de ocorrência nativa. No final do século XVIII o estado do Rio de Janeiro era polo produtor de anil no qual realizavam exportação para a Europa (VITA; LUNA; TEIXEIRA, 2007; MÜNCHEN et al., 2015).

Segundo München et al., (2015) o primeiro registro referente ao uso desse corante foi no ano de 2000 a.C. no Egito, nesse período a técnica usada para sua redução era a fermentação que levava ao composto *leuco* solúvel em água. A técnica de obtenção era por meio da extração das folhas de *Indigofera tinctoria* e a fermentação ocorria em solução básica formando indoxol, que é amarelo, ao ser oxidado devido ao contato com o ar volta a índigo que apresenta coloração azul escuro. A reação de obtenção do índigo está representada no Esquema 1.

Esquema 1 – Processo de obtenção do índigo natural

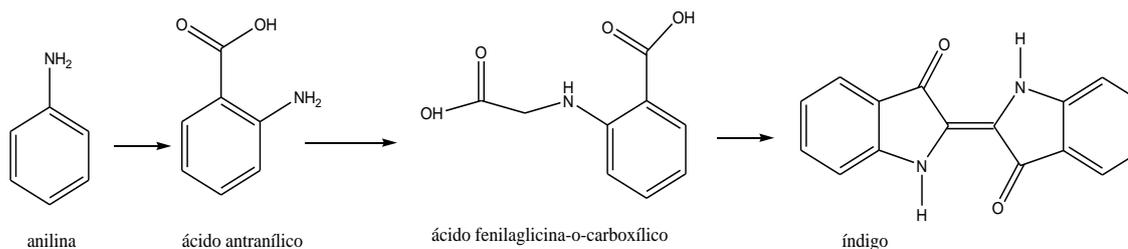


Fonte: München et al., (2015)

A estrutura do índigo foi primeiramente sugerida por Adolf Von Baeyer em 1869, mas a obtenção sintética do corante levou aproximadamente mais de uma década de pesquisa. A primeira síntese comercial de índigo baseou-se no processo publicado por Von Heumann em 1890 e a BASF iniciou a produção em 1897 (VUOREMA, 2008).

O processo de síntese do índigo usado pela indústria alemã BASF em 1897 ocorreu a partir da oxidação da anilina, conforme representação no Esquema 2. O índigo é um composto com fórmula química $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e apresenta como característica a presença de grupos cetônicos ($C=O$). É insolúvel em água, mas na forma reduzida ($C-OH$) torna-se solúvel (PASCHOAL; TREMILIOSI- FILHO, 2005; MÜNCHEN et al., 2015).

Esquema 2 – Processo de obtenção do índigo sintético a partir da anilina



Fonte: München et al., (2015)

Assim como explica München et al., (2015) o índigo apresenta a cor azul e isso se deve à propriedade dos corantes em absorver luz visível que se explica a presença de grupos cromóforos tais como nitro, nitroso, azo e carbonila. Os autores completam que a cor é intensificada e/ou modificada por grupos auxocromos tais como etila, nitro, amino, sulfônico, hidroxila, metóxi, etóxi, cloro e bromo.

Nesse sentido, a remoção da cor dos efluentes têxteis é uma das maiores dificuldades das indústrias, devido à elevada estabilidade biológica dos corantes que dificulta sua degradação. Segundo Guaratini e Zanoni (2000), estima-se que cerca de 15% da produção mundial de corantes é perdida para o meio ambiente durante a síntese, processamento ou aplicação.

3.2 O Tema Corante Têxtil no Ensino de Química

O uso do termo corante têxtil é pouco recorrente no vocabulário das pessoas, no entanto, sua aplicabilidade está constantemente em nosso cotidiano, exemplos são as peças de roupas que usamos, assim como todo material de tecido tingido. Por esse motivo, a escolha do tema corante têxtil apresenta relevância ao ensino de Química por possibilitar debates vinculados a perspectiva CTSA.

A escolha do tecido jeans para abordar questões sobre impactos ambientais, relações de trabalho, consumismo contemporâneo não foi por acaso, pois a peça jeans tornou-se um artigo de moda que está presente em quase todo guarda-roupa, sendo por meio da utilização do uniforme escolar, peça básica do dia-a-dia. Nesse sentido, o desenvolvimento tecnológico vinculado à produção de jeans e ao tratamento e redução de resíduos aliado à pesquisa científica são fatores de discussão essenciais no meio educacional.

No ensino de Química, há poucas propostas vinculadas ao uso do corante índigo no processo de fabricação do jeans como meio de discussão em sala de aula sobre questões que envolvem as diferentes realidades. O trabalho de Silva et al., (2008) é exemplo de abrangência do tema corantes no ensino médio, no qual discutem sobre a estruturas dos corantes. Nesse trabalho está exposto dois experimentos, sendo o primeiro relacionado a absorção de cor de objetos por meio de um espectro eletromagnético elaborado com materiais de baixo custo. O segundo experimento analisa a ação do hipoclorito de sódio (água sanitária) sobre o corante presente no tecido jeans.

Outro trabalho com foco no tema corantes é o de Pereira (2008) que elaborou um módulo de ensino para química orgânica. Nesse material destaca-se dois experimentos relacionados ao jeans, sendo denominado *Desbotando a calça jeans* que possibilita abordar a oxidação de compostos orgânicos, e o outro *Colorindo com o índigo* que traz como proposta de trabalho conceitos de solubilidade, interações intermoleculares, reações orgânicas e conjugação de ligações duplas.

Existe uma extensão de conceitos químicos que podem e devem ser vinculados a perspectiva CTSA para serem trabalhados desde o ensino fundamental, passando pelo ensino médio e chegando no ensino superior. München et al., (2015) citam alguns exemplos, como o estudo do conceito de solução que está relacionado à solubilidade de corantes têxteis em água e seus impactos como o desbotamento das roupas ocasionando na poluição de rios e lagos. O estudo do conceito de concentração também envolve os mesmos aspectos, possibilitando cálculos de concentração com o volume de água contaminada na produção de uma calça jeans.

Para o ensino de funções orgânicas a abordagem desse conteúdo podem priorizar a estrutura molecular do índigo e da celulose, assim como de outros corantes e fibras têxteis associado à nomenclatura de compostos orgânicos. Os autores München et al., (2015) ainda explicam que as reações orgânicas estão presentes especialmente no desbotamento de calças jeans pelo uso de agentes oxidantes como cloro, ozônio e permanganato e os polímeros tem relação direta no modo de formação da fibra de algodão.

Entende-se que a integração entre conhecimento químico e situações sociais promove uma dinamização de temas relevantes como corantes têxteis e o processo de fabricação do tecido jeans, observado na dimensão em que esses assuntos afetam diretamente a sociedade.

Logo, os inúmeros caminhos de debates sobre aspectos socioeconômicos, ambientais, científico, tecnológico são ferramentas básicas para a alfabetização científica consciente e crítica priorizando o ser social.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Método de Pesquisa

A pesquisa desenvolvida é de abordagem predominantemente qualitativa. Lüdke e André (1986, p. 11) apresentam algumas características da pesquisa qualitativa:

- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
- Os dados coletados são predominantemente descritivos;
- A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
- A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Neste tipo de investigação valoriza-se a subjetividade dos sujeitos da pesquisa por meio da observação e do material obtido durante a realização das atividades, o pesquisador não é considerado neutro pois suas crenças e valores influenciam na obtenção e análise dos dados.

De acordo com Günther (2006), a pesquisa qualitativa tem como característica a grande flexibilidade e adaptabilidade pois não utiliza instrumentos e procedimentos padronizados, considera cada problema objeto de uma pesquisa específica para a qual são necessários instrumentos e procedimentos específicos.

Segundo Gamboa (2003, p. 399) a “pesquisa qualitativa se refere à coleta e tratamento de informações sem uso de análise estatística, a instrumentos como entrevistas abertas, relatos, depoimentos, documentos que não fecha a interpretação num único sentido”. Dessa forma, se torna necessária a elaboração de um quadro de conceitos ou categorias abertas que permitam a definição de um horizonte de interpretação. Na busca dos sentidos, também é necessária a recuperação dos contextos sociais e culturais onde as palavras, os gestos, os símbolos, as figuras, as diversas expressões e manifestações humanas têm um específico significado.

Sendo assim, os passos dessa pesquisa foram: coleta de dados, transcrição e preparação dos mesmos para análise específica.

No início levantamos duas hipóteses que nortearam a elaboração da proposta:

- 1) O tema corante têxtil é abordado de forma incipiente no ensino de Ciências;
- 2) A contextualização dos conteúdos de Química através da temática corantes têxteis aliada a atividades baseadas no protagonismo dos alunos é uma alternativa para o desenvolvimento da aprendizagem de conceitos químicos em sala de aula de forma cidadã a partir de uma abordagem CTSA.

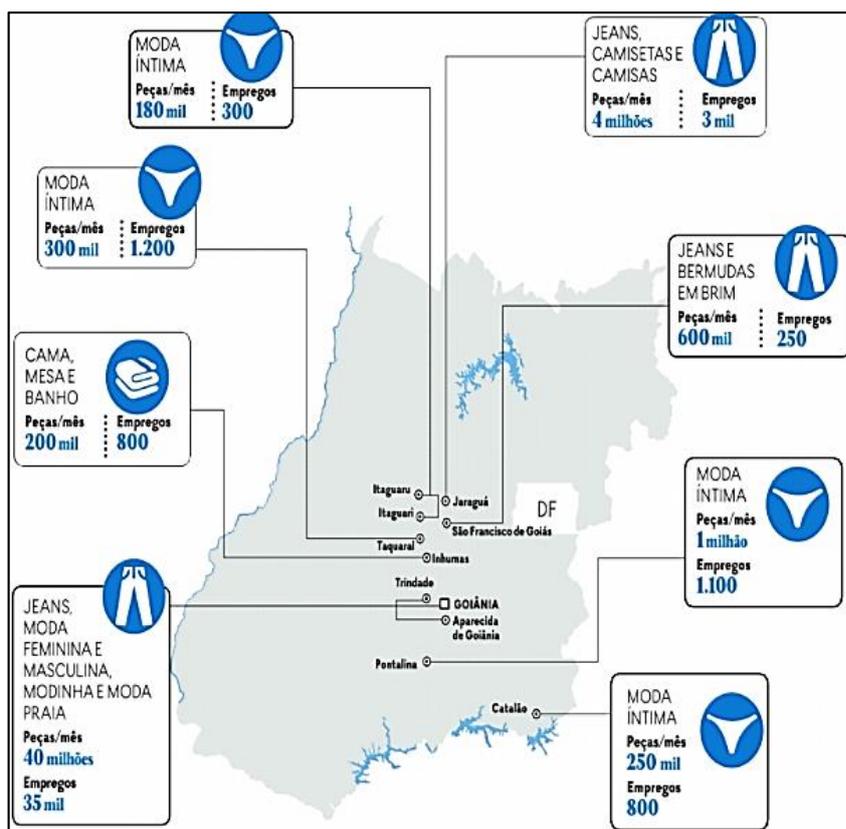
A partir dessas hipóteses e do desenvolvimento da proposta, esta pesquisa investigou como o ensino de Química permite a articulação entre o fenômeno e a teoria, utilizando de atividades teóricas-experimentais a partir de um enfoque socioeconômico e ambiental por meio da abordagem do tema corantes têxteis em sala de aula.

4.2 Público alvo e ambiente de pesquisa

O Estado de Goiás é reconhecidamente um polo confeccionista que se destaca pela geração de empregos e participação na economia. De acordo com Freitas (2016) o estado produz cerca de 50 milhões de peças de roupas por mês, sendo 90% exportadas para os demais estados brasileiros, Estados Unidos e países da Europa.

Com base em pesquisas realizadas pelo Sindicato das Indústrias de Vestuário no Estado de Goiás (Sininvest-Goiás, 2016) a empregabilidade em Goiás neste setor corresponde a 10% da nacional. Entre as cidades que recebem a maior parte dos polos de confecção se destaca Goiânia, como está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Principais segmentos de confecções em Goiás



Fonte: Sininvest-Goiás (2016)

Sendo os polos de confecções um setor que gera emprego a população e contribui com a economia, torna-se relevante o estudo de fatores que integram esse contexto, como por exemplo, o consumo de corantes têxteis, os aspectos ambientais, os sociais entre outros. Nesse sentido, buscamos desenvolver a pesquisa em um ambiente que permite explorar a criatividade, florescer o pensamento crítico e a alfabetização científica.

Os sujeitos desta pesquisa foram alunos do segundo ano do curso Técnico Integrado de nível médio em Controle Ambiental (CTICAMB) do Instituto Federal de Goiás - Campus Goiânia, com faixa etária entre 16 e 17 anos. Os estudantes foram convidados a participar da pesquisa e treze alunos aceitaram. No período em que a pesquisa foi desenvolvida a instituição estava com suas atividades acadêmicas paralisadas. Recorremos a Pontifícia Universidade Católica de Goiás que cedeu o espaço físico necessário para a realização das atividades, como por exemplo, salas de aula equipadas com Datashow, laboratório de Ensino de Química e materiais (vidrarias, reagentes) para o desenvolvimento dos experimentos.

A instituição de ensino público federal, inaugurada em 1942, localizada em Goiânia-GO oferece cursos nos eixos tecnológicos de Produção Cultural e Design; Recursos Naturais; Controle e Processos Industriais; Infraestrutura; Informática e Comunicação; Turismo e Lazer; e Ambiente e Saúde, além de cursos de graduação nas áreas das Ciências Sociais Aplicadas, Engenharias, Ciências Humanas, Ciências Exatas e da Terra, e Linguística, Letras e Artes. A IF oferece educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicâmpus, especializada na oferta de educação profissional, tecnológica e gratuita em diferentes modalidades de ensino desde educação técnica integrada ao ensino médio à pós-graduação (IFG, 2017).

O curso Técnico Integrado de nível médio em Controle Ambiental oferecido pela IF tem por objetivo, atender aos princípios enunciados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico, além de priorizar a formação de profissionais capazes de acompanhar atividades de prevenção da poluição por meio de Educação Ambiental, da Tecnologia Ambiental e da Gestão Ambiental (IFG, 2009).

Os objetivos específicos da instituição que orientam a formação técnica em Controle Ambiental visa propiciar formação de profissionais para atuarem nas áreas de produção, desenvolvimento científico, extensão e desenvolver sua capacidade crítica; desenvolver a capacidade de convivência em grupo, de forma a contribuir com sua formação ética, política, cultural e profissional; propiciar uma formação básica sólida que permita desenvolver a facilidade do exercício do aprendizado autônomo, propiciando uma permanente busca de

atualização e aprimoramento profissional (IFG, 2009). Para o cumprimento dos objetivos o curso tem duração de até quatro anos no período matutino e regime seriado anual de no mínimo 200 dias letivos e 800 horas anual.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

De acordo com Lüdke e André (1986) a diversidade de instrumentos para a coleta de dados em uma pesquisa possibilita uma análise mais adequada. Desta maneira, os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram questionários investigativos prévio e final, filmagem em áudio e vídeo, transcrição das filmagens, anotações dos alunos em roteiros experimentais impressos, transcrição de filmagem da roda de conversa entre os alunos e a pesquisadora.

Segundo Severino (2007), o questionário se caracteriza por ser um conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo. As questões aplicadas devem ser pertinentes ao objeto e claramente formuladas de modo a serem bem compreendidas pelos sujeitos.

Os questionários utilizados nesta pesquisa foram previamente avaliados, por meio de aplicação dos mesmos em um grupo de alunos (calouros) do 1º período do curso de Licenciatura em Química, o que nos permitiu fazer correções e adequações quando necessário. Entendemos que esta etapa colaborou com a elucidação de questões referentes aos questionários, como a interpretação, permitindo uma avaliação prévia em um grupo de alunos recém-saídos do ensino médio.

Os demais instrumentos utilizados foram escolhidos devido à necessidade de coletar informações que não eram obtidas somente pelos questionários investigativos. Como instrumento para a coleta de dados das atividades experimentais foi proposto aos participantes da pesquisa que anotassem suas observações e dúvidas nos roteiros experimentais impressos disponibilizados aos mesmos.

Além disso as ações foram filmadas para melhor observação da interação dos alunos com a sequência de atividades propostas e os materiais escritos recolhidos. A roda de conversa foi uma ação que oportunizou debates sobre questões científicas e socioambientais entre os alunos e a pesquisadora, sendo um momento de troca de experiências e diálogos sobre as atividades realizadas o que permitiu desdobramento em questões e hipóteses com momentos dinâmicos e participativos.

Além desses instrumentos, as observações e anotações da pesquisadora durante o desenvolvimento das atividades foram consideradas o que proporcionou uma análise mais consistente dos dados. Essas observações estão relacionadas com o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas, analisando seus diálogos e atitudes, fatores que enriquecem os dados desta pesquisa.

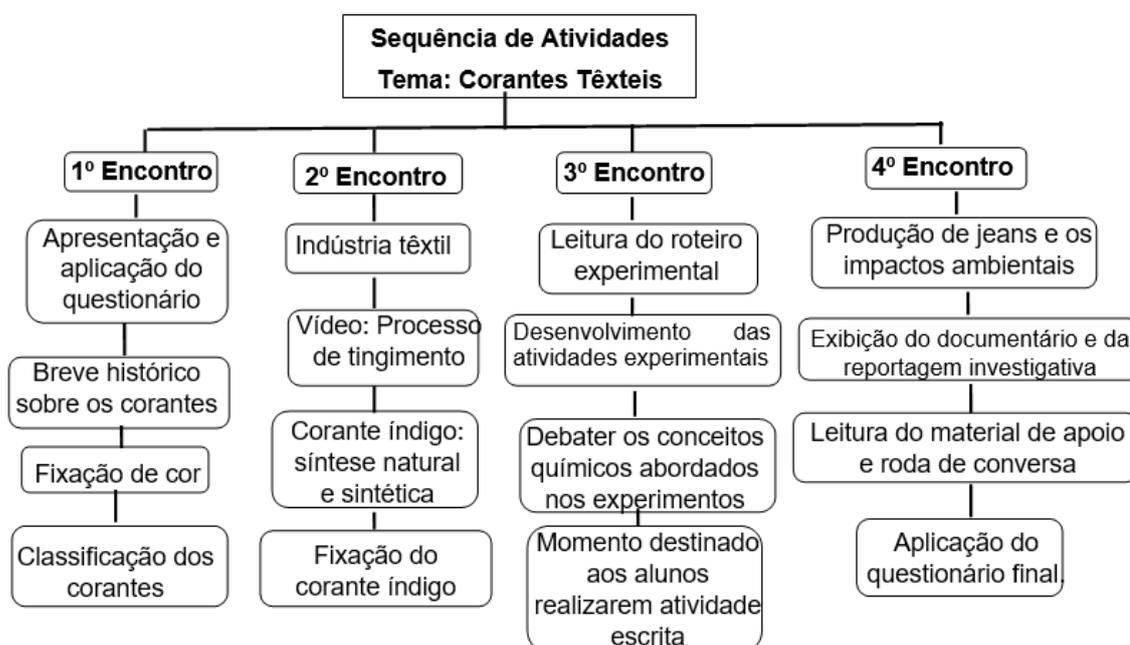
4.4 Metodologia

As atividades desenvolvidas na escola, foram elaboradas a partir das hipóteses iniciais e do questionário prévio aplicados aos sujeitos da pesquisa. Este questionário foi aplicado no primeiro encontro e teve por objetivo diagnosticar o conhecimento dos alunos referente ao tema proposto relacionado aos conceitos químicos socioeconômicos e ambientais.

A partir da caracterização da turma foram desenvolvidas atividades que se basearam nas seguintes metodologias: aulas expositivas-dialogadas com uso de vídeo, atividades experimentais realizadas pelos alunos em laboratório de Ensino de Química, exibição de documentário e reportagem investigativa, finalizando com uma roda de conversa entre os alunos e a pesquisadora.

As etapas de desenvolvimento desta pesquisa estão representadas na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura organizacional do desenvolvimento das atividades



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A importância de se trabalhar com temas sociais se deve ao fato de que o mesmo possibilita a contextualização dos conteúdos, explicitam o papel social da Química, as suas

aplicações e implicações demonstrando como o cidadão pode aplicar o conhecimento em sua vida (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Sob esta perspectiva, as atividades foram elaboradas por intermédio da relação de conceitos químicos com a temática corantes têxteis, na Tabela 3 foram listados os conteúdos abordados e os objetivos de cada atividade:

Tabela 3 – Objetivos e conteúdos abordados em cada encontro

Encontro	Objetivo (s)	Conteúdos
1º Encontro – A origem dos corantes; Fixação dos corantes têxteis as fibras; Classificando os corantes têxteis.	-Diagnosticar a relação do tema proposto à vida de cada aluno; -Compreender conceitos químicos característicos dos corantes têxteis.	Ligações Químicas; -Interações Moleculares; -Funções Orgânicas.
2º Encontro – O desenvolvimento das indústrias têxteis ao longo da história; Corante índigo; Fixação do corante índigo a fibra têxtil.	-Identificar o processo químico presente nas sínteses do corante índigo.	-Reatividade; -Transformações Químicas.
3º Encontro – Experimento 1: descolorimento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO); Experimento 2: desbotamento do tecido jeans.	-Discutir as reações que ocorrem no tecido jeans após o contato com a substância química; -Compreender os processos químicos que ocorrem no desbotamento do tecido jeans.	-Reatividade; -Reações Químicas.
4º Encontro – Produção do jeans e os impactos ambientais; Documentário e reportagem investigativa; Roda de Conversa.	-Debater sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos provenientes da poluição de rios no Estado de Goiás relacionados com a produção têxtil.	-Concentração; -Solubilidade.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A sequência de atividades foi estruturada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990), que são: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

Em síntese, na PI, são feitas questões problematizadoras e os alunos são instigados a expor o que estão pensando, assim, é realizado um levantamento das concepções sobre o tema, sendo que o objetivo é problematizá-las. Esse primeiro momento deve servir para introduzir um conteúdo específico e fazer um elo desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem ou presenciam, porém não interpretam completa ou corretamente devido à falta de conhecimentos científicos específicos.

Na OC, a conceituação é fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas. Nesse momento, sob a orientação do professor, são estudados os conteúdos necessários para o entendimento do tema. A AC sugere a reinterpretação do problema inicial, tendo como base os conhecimentos adquiridos na OC, e várias atividades podem ser utilizadas na busca da generalização do conhecimento para que os alunos estejam aptos a aplicar os conhecimentos adquiridos em seu dia a dia, em vez de simplesmente encontrar a solução para um problema (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; DELIZOICOV et al., 2009).

As atividades foram realizadas nos meses de outubro e novembro do ano de dois mil e dezesseis, no período matutino. Na Tabela 4 estão elencados os encontros, as atividades desenvolvidas e o tempo utilizado.

Tabela 4 – Descrição da sequência de atividades

Encontro	Atividades Desenvolvidas	Hora/Aula
1	1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial - Apresentação da proposta aos alunos; - Aplicação do questionário prévio; - Contextualização do tema corante têxtil	1h 30 mim.
2	2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento - Introdução aos temas: -Histórico sobre corantes; -Fixação de cor; -Classificação dos corantes; -Indústria têxtil; -Vídeo: processo de tingimento; -Corante Índigo: síntese natural e sintética; -Fixação do corante índigo.	1h 30 mim.
3	3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento - Desenvolvimento de atividades experimentais relacionadas ao processo de desbotamento e descolorimento do tecido jeans.	3h
4	1º Momento Pedagógico: Problematização Inicial - Exibição de documentário que discute a poluição no Rio Meia Ponte localizado no Estado de Goiás. - Apresentação de reportagem investigativa que denuncia o descarte irregular de águas residuais provenientes de lavanderias em Goiás.	45 mim.
	2º Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento - Introdução aos temas: -Produção de jeans e os impactos ambientais; -Leitura do material de apoio.	45 mim.
	3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento - Roda de conversa: debate entre os alunos e a pesquisadora sobre as atividades desenvolvidas dando ênfase em enfoque CTSA; - Aplicação do questionário final.	1h 30 mim.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

A seguir, é apresentado de forma mais detalhada o desenvolvimento de cada uma das atividades.

4.4.1 Apresentação da proposta – Problematização Inicial

No primeiro momento foi promovido um diálogo com os alunos à respeito da pesquisa, explicando ser um trabalho de mestrado e que a participação deles seria voluntária, ou seja, as atividades desenvolvidas não envolveriam avaliação quantitativa.

Após esta etapa, foi aplicado um questionário prévio a fim de diagnosticar a relação do tema proposto à vida de cada um. As respostas obtidas foram consideradas, juntamente com as hipóteses desta pesquisa, para a elaboração das atividades da pesquisa.

Posteriormente analisamos, por meio de questionário a relevância para o aluno quanto ao tema e o estudo de conceitos químicos, se havia relação com questões socioeconômicas e ambientais na compreensão de questões pertinentes aos corantes têxteis.

4.4.2 Introdução dos conteúdos – Organização do conhecimento

Com o objetivo de subsidiar as atividades um material de apoio foi organizado e entregue aos alunos. Este material possibilitava sistematização do conhecimento na área, abordando os seguintes conteúdos:

- Histórico sobre corantes;
- Fixação de cor;
- Classificação dos corantes;
- Indústria têxtil;
- Vídeo: sobre o processo de tingimento do tecido jeans com link disponível na rede:
https://www.youtube.com/watch?v=BUIxf_-qXmQ&t=204s
- Corante Índigo: síntese natural e sintética;
- Fixação do corante índigo.

Para as aulas expositivas-dialogadas foram utilizados os seguintes recursos didáticos: data show, caixa de som, quadro e giz.

4.4.3 Atividades experimentais – Aplicação do conhecimento

Nessa etapa da sequência de atividades, foram realizadas duas atividades experimentais de caráter investigativo. De acordo com Pozo (1998) a investigação no ensino coloca o aluno em situações de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais e procedimentais.

A fim de proporcionar aos estudantes um ambiente de investigação foi desenvolvida inicialmente a atividade experimental denominada “Descoramento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO)” e posteriormente uma segunda “Desbotando o tecido jeans”.

As atividades experimentais foram realizadas em um laboratório de Ciências, os alunos se organizaram em quatro grupos e cada aluno recebeu um roteiro experimental impresso elaborado exclusivamente para essa atividade.

O roteiro experimental desenvolvido para cada experimento, foi estruturado da seguinte maneira: introdução, materiais necessários, desenvolvimento experimental, observação macroscópica (espaço para o aluno anotar suas observações) e explicação sobre o experimento (compreendendo conceitos químicos envolvidos).

4.4.4 Exibição do documentário e reportagem investigativa-Problematização Inicial

Em continuidade as discussões sobre os corantes têxteis foi exibido um documentário sobre o rio Meia Ponte, pois este é uma das principais fontes de abastecimento de água em Goiânia. O documentário com duração de 21 minutos e 30 segundos apresenta diálogos entre representantes de órgãos públicos e privados que relatam sobre a poluição ocasionada por diferentes fatores inclusive o despejo de águas residuais que afeta diretamente a população e o meio ambiente. Esse vídeo está disponível na rede através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=sC8NWVd0zPQ&t=7s>.

Em um momento posterior foi apresentado aos alunos uma reportagem investigativa, que denuncia o despejo de resíduos provenientes das lavanderias em rios de Goiás, disponível no link: <http://g1.globo.com/goias/noticia/2015/02/mp-investiga-lavanderias-suspeitas-de-poluir-mananciais-em-jaragua-go.html>.

4.4.5 Introdução dos conteúdos – Organização do conhecimento

Nesse momento foi feita a leitura do material de apoio junto com os estudantes, permitindo que os mesmos questionassem sobre o tema, apresentando dúvidas e sugestões. Em seguida iniciamos a abordagem do conteúdo sobre a produção do jeans e os impactos ambientais ocasionados por esse setor por meio de aula expositiva-dialogada com uso de data show para contextualizar com imagens sobre o assunto.

4.4.6 Roda de conversa – Aplicação do conhecimento

Para finalizar a sequência de atividades foi organizada uma roda de conversa o que possibilitou um espaço para os alunos e a pesquisadora interagirem e estabelecerem diálogos, ampliando percepções sobre si mesmos, sobre os outros e sobre o mundo que os cerca.

Para Sasseron e Carvalho (2011), roda de conversa é todo e qualquer discurso em que o aluno e o professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, explicando e justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, configurando na construção da argumentação.

A escolha pela roda de conversa ocorreu principalmente por permitir que os participantes expressem, concomitantemente, suas impressões, conceitos, opiniões e concepções sobre o tema proposto, assim como refletir sobre as manifestações apresentadas pelo grupo. A coleta de dados por meio da roda de conversa permite a interação entre o pesquisador e os participantes da pesquisa por ser uma discussão focada em tópicos específicos na qual os participantes são incentivados a emitirem opiniões sobre o tema de interesse (MELO; CRUZ, 2014).

Com o objetivo de incentivar o diálogo aluno/pesquisadora foram formuladas quatro questões relacionadas a conceitos químicos (QQ) e abordadas no desenvolvimento das atividades, assim como, três questões de aspectos ambientais (QA) para iniciar o debate. As questões foram:

(QQ1) As fibras de tecido são moléculas orgânicas, nesse sentido qual característica o corante deve ter para se fixar a esse material, lembrando que em sua maioria os corantes são compostos insolúveis?

(QQ2) O ponto de ebulição e de fusão interfere na fixação do corante a fibra têxtil? Porquê?

(QQ3) No conteúdo de concentração estudamos unidades de medidas e a conversão delas. Qual a importância da relação massa x volume?

(QQ4) Qual a diferença do primeiro experimento para o segundo?

(QA1) Qual o prejuízo do uso de um corante que não interage totalmente com a fibra têxtil?

(QA2) O que fazer com o resíduo gerado nas aulas experimentais desenvolvidas?

(QA3) Qual a solução para o alto consumo de água ao lavar vidrarias de laboratório?

Após esse momento de debate, de questionamentos, de troca de ideias, os estudantes responderam o questionário final com objetivo de sistematizar a compreensão que eles tiveram ao realizar todas as ações descritas.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo apresentamos os resultados do desenvolvimento das atividades realizadas em uma turma de segunda série do ensino médio do Instituto Federal de Goiás – Campus Goiânia.

Para cada uma das etapas realizadas questionário prévio, atividades experimentais, roda de conversa e questionário final, foram organizados critérios que serviram de suporte para a análise e discussão dos resultados. Para efeitos de manutenção do sigilo e preservação da identidade dos participantes da pesquisa, foi utilizada uma codificação dos sujeitos com a letra “A”, seguida por números de um a treze, correspondente ao número de participantes. Assim, os sujeitos da pesquisa passaram a ser identificados como A1, A2, A3, ..., A13.

5.1 Análise do questionário prévio

Nesta etapa os dados foram obtidos por intermédio da aplicação de um questionário investigativo, cujo objetivo era diagnosticar a compreensão dos estudantes em relação ao tema corantes têxteis associado a questões econômicas, sociais, ambientais, científicas e tecnológicas.

A Tabela 5 a seguir apresenta as abordagens de conceitos que serão consideradas de acordo com a perspectiva CTSA, sustentadas em Santos (2002).

Tabela 5 – Abordagens conceitual CTSA (continua)

Aspectos	Conceitos chaves
Econômicos (AE)	Economia
	Lucro
	Geração de emprego
	Produção
	Custo
Sociais (AS)	Empregabilidade
	Qualidade de vida
	Educação
Ambientais (AA)	Impactos ambientais
	Descarte de resíduos
	Poluição
	Degradação
Científicos (AC)	Interação molecular
	Ligações químicas
	Reatividade
	Funções orgânicas

Fonte: adaptado de Santos (2002, p. 203)

Tabela 5 – Abordagens conceitual CTSA (continuação e conclusão)

Tecnológicos (AT)	Desenvolvimento de práticas sustentáveis
	Padronização industrial de produção
	Equipamentos avançados

Fonte: adaptado de Santos (2002, p. 203)

As análises das questões encontram-se apresentadas a seguir. Na primeira questão:

Questão 1 - Liste produtos comerciais que você conhece em que os corantes têxteis foram utilizados para sua fabricação.

Encontramos respostas sobre os produtos comerciais indicados como contendo corantes têxteis em seu processo de fabricação apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Indicação de produtos associados a corantes têxteis

Aluno (n=13)	Jeans	Sapato/ tênis	Tecidos em geral (roupas)	Sofá/ estofados	Artigos decorativos/ acessórios	Bolsa
A1	X	X	X	X		X
A2	X		X			
A3	X	X	X			
A4	X	X				
A5	X	X				
A6		X	X			X
A7		X	X		X	
A8	X		X			
A9	X	X	X	X		
A10		X	X			
A11		X	X	X		X
A12		X	X		X	
A13			X			
% de reposta	53,84	76,92	84,61	23,07	15,38	23,07

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Os estudantes identificaram o uso de corantes têxteis em produtos usuais do cotidiano, recorrendo aos exemplos como jeans, tênis ou sapato e tecidos em geral. Ainda que haja inúmeras aplicabilidades aos corantes têxteis, os alunos encontraram dificuldades em apresentar produtos variados. Destacamos exemplos pontuais, identificados apenas por alguns alunos, como: sofá/estofados, artigos decorativos/ acessórios e bolsas. Esses exemplos ainda que comuns nos apresenta uma maior diversidade. Recorrentemente restringe-se a aplicação de corantes têxteis as peças de roupas ou sapatos, no entanto, uma gama de setores fazem uso, que englobam o setor automobilístico (estofamento), de artigos de decoração, de móveis, entre outros.

O produto que obteve o maior percentual de indicação foi o tecido em geral seguido por sapato/tênis e o jeans. Ainda que o jeans não tenha sido o produto mais indicado pelos estudantes, a motivação pela escolha deste está associada ao fator social e regional do estado de Goiás, a confecção de roupas jeans. Dessa forma, compreendemos a relevância em desenvolver as atividades experimentais, em apresentar documentário e reportagem investigativa regional, pois é um tema que aborda ações diretamente relacionadas ao aluno que vivencia em seu dia a dia situações ocasionadas pelas lavanderias, indústrias de manufatura de produtos têxteis e confecções de peças jeans.

Na segunda questão:

Questão 2 - Descreva quimicamente como você entende o processo de fabricação desses produtos que listou.

Sete estudantes (53,84%) responderam a questão com destaque para o uso de expressões relativa a corantes como apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 – Respostas referente a questão 2 do questionário prévio

A2	As roupas em geral precisam ser tingidas para ganhar cores, o exemplo é o jeans que precisa da cor e as tintas são jogadas em locais inadequados.
A7	Os tecidos e linhas são produzidos e depois são pigmentados , e os artigos de decoração são coloridos durante sua fabricação.
A9	Os corantes têxteis reagem na roupa, a colorindo.
A10	São tingidos por produtos para dar a ela sua cor.
A11	Extração de produtos de origem vegetal e adição de produtos químicos.
A12	É extraída ou criada uma cor e aplicada aos produtos têxteis.
A13	Em relação a roupa já tive uma experiência, ao comprar potinhos de corantes e pintar calças jeans. Para colorir só fervei uma água coloquei o corante e a calça, por alguns minutos no varal.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Em negrito encontramos as expressões utilizadas pelos estudantes, que remetem a reatividade química, ao meio ambiente. Para a resposta de A2 temos a descrição de preocupação em relação ao descarte de resíduo em locais inadequados, anterior à abordagem da temática, o que remete a uma aproximação desse problema como a realidade dos alunos. Dessa forma, o estudo de situações que envolvem as relações entre CTSA trazem maior significado à aprendizagem e desenvolvimento da cidadania por estar próximo ao contexto dos estudantes, considerando a diversidade e as características locais e especificidades regionais (BRASIL, 2013, p. 195).

O A9 associa o processo de tingimento à reação que ocorre entre a fibra têxtil e o corante. O A11 e A12 apresentam conclusões de que para ocorrer o tingimento é necessário a extração ou fabricação de corantes, identificamos que esses alunos recorrem ao exemplo

semelhante as tintas utilizadas na construção civil, por ser um produto comum e de maior visibilidade nos meios de comunicação.

O A13 descreve um exemplo do seu cotidiano, em que explica o passo a passo de como fez para tingir uma calça jeans. Na resposta desse aluno identificamos vários elementos em que a Química está presente, que vão desde o uso de corantes comerciais até o momento em que coloca a água para ferver e adiciona o corante e a calça. Apesar desse aluno não explicar a relação da Química com o procedimento realizado, ele entende que conceitos químicos estavam envolvidos na prática.

Conforme nos coloca Driver et al., (1999) a dificuldade que os alunos encontraram em responder a segunda questão do questionário prévio se justifica, pois durante a infância as ideias das crianças se desenvolvem como resultado da experiência e da socialização, transformando-se em visões ‘do senso comum’, essas visões representam o conhecimento do mundo descrito dentro da cultura do dia-a-dia.

Nessa perspectiva, conseguimos explicar algo quando já temos um conhecimento prévio, então o fato dos estudantes não terem contato com o processo de fabricação dos corantes têxteis e até mesmo dos produtos listados torna-se pouco provável que façam relação com o conteúdo químico.

Na análise da terceira questão:

Questão 3 - Como você entende a relação entre a produção têxtil e os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Discriminamos as respostas de acordo com os aspectos econômicos (AE), os aspectos sociais (AS) e os aspectos ambientais (AA). A Tabela 7 a seguir apresenta a resposta do aluno discriminada de acordo com os três parâmetros definidos como:

AE – relacionados a economia, lucro, geração de emprego, produção, custo;

AS – relativos a empregabilidade, qualidade de vida, educação;

AA – relacionados aos impactos ambientais, descarte de resíduos, poluição, degradação.

Tabela 7 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos (continua)

A1	(AE) Usam corantes em sua constituição gerando um lucro muito grande anual; (AS) No meio social os produtos têxteis tem uma importância social, importância pois nos dias atuais é fundamental ter roupas; (AA) Ambientalmente as fábricas de produtos têxteis gera uma degradação assustadora com os corantes descartados de forma irresponsável nos rios.
----	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Tabela 7 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos (continuação e conclusão)

A4	(AE) ----- (AS) ----- (AA) Não entendo muito, mas sei que para a produção têxtil acontecer, o meio ambiental é degradado.
A5	(AE) ----- (AS) ----- (AA) Não entendo muito sobre o assunto mas acredito que é algo prejudicial ao meio ambiente.
A6	(AE) A indústria têxtil é de grande importância para a economia local; (AS) ----- (AA) Mas também agride fortemente o meio ambiente especialmente aquático.
A7	(AE) A sua relevante importância econômica no mundo da moda; (AS) A sua relevante importância social; (AA) Abafa os prejuízos que a fabricação deste produto traz ao nosso planeta, desde sua fabricação até o seu descarte . A produção têxtil vem desde o seu princípio, causando inúmeros impactos negativos ao meio ambiente.
A8	(AE) A produção têxtil é muito importante para o meio econômico; (AS) e social; (AA) Mas prejudica muito o meio ambiental.
A9	(AE) A produção têxtil é uma das maiores do mundo; (AS) ----- (AA) Por conta dos corantes, essa produção causa um grande impacto no meio ambiente como a poluição de rios.
A10	(AE) Produz muito dinheiro , nos envolve totalmente; (AS) Mas o nosso envolvimento é a partir da compra já que não sabemos como é fabricado. (AA) -----
A11	(AE)/(AS)/(AA) Entendo que a produção têxtil , como todas as outras produções tem impacto no meio ambiente , no meio social e econômico, sejam eles benéficos ou não.
A12	(AE) A produção têxtil é um mercado que movimenta muito o meio econômico; (AS) É necessário a fabricação têxtil para que a sociedade tenha como se vestir; (AA) Mas em contra partida, são gerados muitos impactos ambientais.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Na análise identificamos que os alunos compreendem a relação existente entre a produção têxtil e os aspectos socioeconômicos e ambientais, porém não se observa a indicação de exemplos que justificam esse contexto. No primeiro capítulo, destacamos que as autoras Martins e Paixão (2011) expõem sobre a necessidade de preparar os alunos para assumirem papéis dinâmicos e ativos na sociedade, desenvolvendo uma cidadania responsável com base no pensamento crítico para que possam responder questões como essa, fundamentadas em exemplos do cotidiano.

Observamos que em momento algum os alunos questionam sobre como a produção têxtil pode interferir na vida dele, da família, do bairro onde mora, como exemplo temos os prejuízos em morar próximo a uma lavanderia ou próximo a um rio que recebe o descarte de resíduos. São questionamentos como esses, segundo Fagundes et al. (2009), que promovem uma leitura crítica do mundo em que vivem indo além do aprender a ler e a escrever. Para corroborar com esta afirmação, observamos que os aspectos sociais não se encontram nas respostas e os que mencionam como para A12 “*é necessário a fabricação têxtil para que a sociedade tenha como se vestir*”, não relacionam com exemplos comuns do cotidiano direcionados a empregabilidade, qualidade de vida, educação.

Identificamos que os alunos apresentam com maior segurança exemplos relacionados aos aspectos econômicos, apontando questões direcionadas ao “*mundo da moda*”, ao “*lucro anual*” por parte desse setor, ou seja, são esses fatores econômicos que circulam nas mídias permitindo com que os alunos tenham uma base para tais afirmações, como é o exemplo do A9 que destaca “*a produção têxtil é uma das maiores do mundo*”.

No que se refere aos aspectos ambientais, as respostas dos estudantes contemplam questões sobre o “*descarte de forma irresponsável nos rios*”, “*agressão ao meio ambiente especialmente aquático*” e “*poluição*”. Os exemplos apresentam interpretações relacionadas as ações humanas que afetam a população e o meio ambiente. Nesse sentido, recorremos aos autores Santos e Mortimer (2000) que destacam a importância do ensino de inter-relações com o enfoque CTSA que viabiliza o questionamento à ordem capitalista que afeta os valores humanistas.

As respostas possibilitam a inserção do enfoque CTSA nas questões abordadas no questionário prévio pois encontram-se diretamente relacionadas a uma ação social que integra diferentes campos do saber. No entanto não observamos o desenvolvimento do pensamento crítico, pois este requer uma abordagem reflexiva pautada na contextualização da teoria à prática, o que demanda tempo, disponibilidade do professor e do aluno. Assim como salienta Perez e Sierra (2014), os caminhos para a formação docente não consistem em reproduzir teorias ou desenvolver práticas mais eficazes, mas sim fazer da prática um processo crítico que permite ao aluno compreender e transformar o conhecimento.

5.2 Atividades Experimentais

As respostas obtidas no questionário prévio possibilitaram a organização dos conteúdos para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, a partir de suas concepções

espontâneas. De acordo com a sequência de atividades elaborada, os experimentos foram realizados após a explanação dos conteúdos pertinente ao tema com a expectativa da aprendizagem de acordo com o planejamento de ensino.

Para diagnosticar a utilização de conceitos científicos de forma coerente e assertiva, analisamos as anotações feitas nos materiais disponibilizados na forma de roteiros experimentais impresso que destinava um espaço para descrição das observações macroscópicas. Além disso, as anotações da pesquisadora e a transcrição da filmagem foram consideradas.

No desenvolvimento das atividades foram abordados conceitos químicos trabalhados na perspectiva CTSA, um exemplo foi o constante alerta que em cada etapa do procedimento experimental estava sendo gerados resíduos, matéria-prima consumidas e energia gasta, sendo direcionadas aos alunos as seguintes perguntas durante a atividade experimental: Questão 1 - O que fazer com o material utilizado? Questão 2 - Onde descartar? Questão 3 - Qual a sua responsabilidade social? Esses questionamentos incentivam os alunos a refletirem a prática e a forma com que estão contribuindo com a sociedade e meio ambiente.

5.2.1 Experimento 1 – Descoramento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO)

Esta atividade foi organizada com o objetivo de discutir as reações que ocorrem no tecido jeans após contato com a substância química, avaliando a aprendizagem do aluno referente aos conceitos de reatividade, concentração, transformações químicas associadas ao fenômeno conhecido como descoramento. Nesse experimento foram utilizadas duas amostras de tecido jeans (preto e azul) e adicionada algumas gotas de hipoclorito de sódio (NaClO) presente em produtos comercializados como água sanitária, tendo como objetivo analisar a reação química que ocorre entre o hipoclorito de sódio (NaClO) em contato com o tecido jeans.

Considerando as anotações dos alunos, destacamos exemplos em que a palavra ação aparece recorrente nas respostas como condição para explicar um fenômeno:

(A1): *“Quando colocamos água sanitária no jeans de cor preta a ação é rápida dando ao tecido uma cor amarelada. Já no jeans de cor azul a ação é menor e o tom de amarelo também”*.

(A2): *“A ação da água sanitária no jeans de cor preta é mais rápida, no jeans de cor azul desbotou menos”*.

(A3): *“No jeans de cor preta a ação é mais rápida, no jeans de cor azul a ação é menor”*.

Observamos que a expressão “*ação mais rápida*” é usada pelos alunos para indicar uma reação química entre o jeans de cor preta e o hipoclorito de sódio de forma imediata, ao contrário do que visualizaram no jeans de cor azul, para justificar esse fato, os alunos escreveram que a “*ação é menor*”. O uso da palavra “*desbotou*” feita pelo A2 chama a atenção para a associação entre os termos “descorar” e “desbotar”. A química envolvida no processo de desbotamento da calça jeans baseia-se em interações moleculares não havendo a formação ou o rompimento de uma ligação química.

Dentre as anotações feitas pelos estudantes, identificamos duas respostas que relacionaram o processo de descoramento com uma reação química:

(A4): “*A água sanitária tem uma reação mais rápida no jeans de cor preta, pelo fato de haver mais de um corante*”.

(A5): “*A primeira reação é que os tecidos endurecem rapidamente, onde o tecido de coloração azul não sofre reações como o de cor preta*”.

O uso da expressão “*reação*” não significa que esses alunos tenham compreendido o experimento, havendo apenas uma troca da palavra “*ação*” por “*reação*”, visto que não é feita uma comparação baseada no tempo de reação ocorrida, corroborando para a generalização do termo. Os alunos não fazem uma correlação entre o conceito químico e o fenômeno observado. No entanto, há um indício de compreensão do conceito, pois os alunos se apropriam do termo *reação*. A dificuldade que os alunos encontram em utilizar conceitos químicos para explicar um fenômeno, se justifica, segundo Chassot (2016) pelo fato dos termos ensinados na disciplina de Química não pertencerem ao senso comum das pessoas, isso faz com que leve um tempo maior para relacionar o conhecimento prévio do aluno ao conhecimento químico.

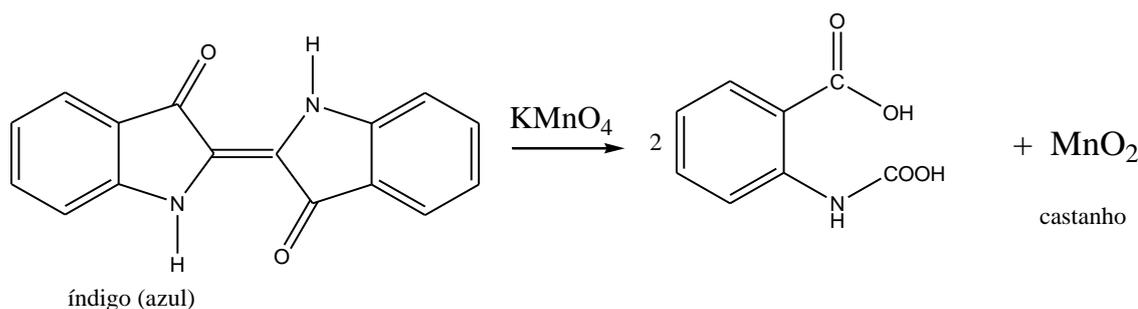
Observamos que os alunos não utilizaram representações químicas para as reações que ocorreram no experimento. Esse fato pode ser justificado pela complexidade do tema, pelos conceitos químicos englobados e que não foram detalhadamente discutidos durante a atividade, mesmo que sejam alunos do segundo ano do ensino médio e que já tenham estudado os conteúdos abordados nessa atividade a temática corantes têxteis é uma proposta diferenciada, pouco recorrente. Para os autores Silva, Machado e Tunes (2011) a experimentação no ensino permite a articulação entre fenômenos e teorias, dessa forma aprender ciências deve ser uma relação constante entre o fazer e o pensar.

5.2.2 Experimento 2 – Desbotando o tecido jeans.

Esta atividade foi organizada com o objetivo de avaliar a compreensão dos alunos relativos aos processos químicos que ocorrem no desbotamento do tecido jeans. Na realização desse experimento utilizamos amostras de tecido jeans (preto e azul) mergulhadas em solução de permanganato de potássio (KMnO_4) em diferentes concentrações, posteriormente as amostras foram retiradas dessa solução e transferidas para placas de petri, sendo imersas a uma solução de ácido clorídrico (HCl) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) nos respectivos volumes: 10, 20, 30 e 40. Esse experimento teve como objetivo reproduzir o processo de desbotamento do tecido jeans realizado pelas indústrias têxteis.

O desbotamento do jeans é um processo químico que acontece pela oxidação do tecido em contato com o permanganato de potássio (KMnO_4) havendo a formação do óxido de manganês (MnO_2), representado no Esquema 3. Este processo foi discutido com os alunos destacando a reatividade química mostrando por meio da mudança de cor que uma reação ocorreu.

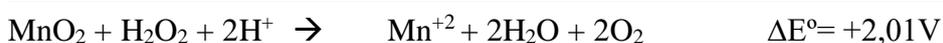
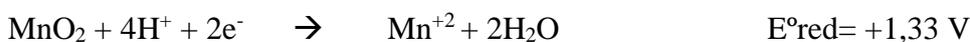
Esquema 3 – Oxidação do índigo (cor azul) em solução diluída de permanganato de potássio com formação do óxido de manganês (cor castanha)



Fonte: München et al., (2015)

Os conceitos de reatividade, transformações químicas, interações moleculares foram reforçados durante a atividade experimental. Ao imergir a amostra de tecido na solução de ácido clorídrico (HCl) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ocorre uma reação de óxido-redução liberando gás oxigênio, sendo as equações representadas da seguinte maneira:

Reação de óxido-redução entre MnO_2 e H_2O_2 em meio ácido



(Marrom)

(Incolor)

O conteúdo de óxido-redução encontra-se contemplado nos livros didáticos do segundo ano do ensino médio. Com base nas anotações, identificamos que não houveram relatos citando a liberação do gás oxigênio nas etapas finais do experimento, no entanto, o termo “leve espuma” esteve presente nas seguintes anotações:

(A7): “*Houve um pouco de espuma e um pouco de descolorimento, mudanças fracas*”.

(A8): “*Quando adicionou o peróxido de hidrogênio 10 vol., ocorreu um leve descolorimento com pouco espuma*”.

(A9): “*Quando as amostras entraram em contato com a solução, o jeans espumou e começou a descolorir/desbotar*”.

O uso de termos científicos não é habitual na vida dos estudantes e esse fato é identificado nessa atividade. Os alunos observaram que após a adição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) uma espuma se formou, sendo essa proveniente da liberação do gás oxigênio após a reação de óxido-redução.

Observamos que os alunos apresentaram dúvidas ao comparar descolorimento com desbotamento, visto que ambos os experimentos são reações que se sucedem de maneiras diferentes, ou seja, o desbotamento ocorre por meio das interações eletrostáticas fracas que apresentam afinidade eletrônica consistindo em um processo gradativo.

Esse processo em que os alunos desenvolvem novas maneiras de explicar um fenômeno envolve interações dialógicas entre professor e alunos ou entre pequenos grupos de alunos. Nessas interações, o professor ou o colega que tenha compreendido melhor possibilita ao outro construir seus próprios significados (DRIVER et al., 1999).

Ressaltamos que assim como na primeira atividade experimental, os alunos não usaram de representações químicas das reações envolvidas no processo. Para Bachelard (1996) a formação da consciência inicia-se pela representação geométrica, pelo delinear dos fenômenos e acontecimentos envolvidos em uma experiência, sendo que esses caminhos marcam a construção do concreto e do abstrato, por meio da observação dos fatos entendendo as questões relacionadas ao meio representacional, o que não observamos também nesta segunda etapa.

Entendemos que a representação química está associada a compreensão teórica dos conceitos e que requer um trabalho intenso, de muitas aulas, para não se torna superficial, além disso, o estudo de cadeias carbônicas, macromoléculas complexas, estruturas orgânicas são ensinadas no terceiro ano do ensino médio.

5.3 Roda de Conversa

Esta atividade foi organizada com o objetivo de debater sobre os aspectos socioeconômicos e ambientais provenientes da produção têxtil, possibilitando um momento de socialização compartilhando conhecimento.

A roda de conversa é uma prática incomum no ambiente de sala de aula e pouco recorrente como ação metodológica, pesquisas como a de Oliveira e Silva (2011) apontam que o desenvolvimento das aulas estão organizadas e desenvolvidas, predominantemente, por meio da exposição verbal dos conteúdos, no treino de exercícios padronizados e na aplicação de exames, testes e provas, elaborados e aplicados pelos professores com o intuito de verificar quais são os alunos que conseguem repetir as ações realizadas em sala. Os estudos realizados por Pazinato e Braibante (2014) também evidenciam a predominância no Brasil do ensino tradicional, que tem como característica a transmissão de conteúdos que não levam em consideração as ideias e os interesses dos alunos.

O registro das interações foi realizado por meio de gravações em áudio e vídeo, posteriormente transcritas. No princípio os alunos apresentavam-se constrangidos e desconfiados, mas os registros mostram que aos poucos foram se soltando e participando da conversa com desenvoltura; outros permaneceram tímidos e só falavam quando eram incentivados. Este comportamento pode ser resultado de um “ensino bancário” (FREIRE, 2011, p. 27), que deforma a necessária criatividade do educando e do educador, não permitindo desenvolver a “curiosidade epistemológica” sem a qual não se alcança o conhecimento do objeto de estudo (FREIRE, 2011).

Para Auler (2011, p. 75), a busca pela democratização das decisões em temas sociais envolvendo C&T, aproxima-se das postulações freirianas, o aluno deve “ser mais”, ser sujeito histórico e não objeto. Este autor entende a necessidade de mudanças curriculares que possibilite o fim da “cultura do silêncio”.

No desenvolvimento dessa atividade, ao ser questionados se havia algo que gostariam de compartilhar sobre as atividades realizadas, o A13 se manifestou de acordo com a transcrição de sua fala:

“Gostei dos experimentos, pois aprendemos na prática a ação do hipoclorito de sódio em contato com o jeans, também é importante saber a quantidade de produto ao colocar uma roupa de molho, porque a água sanitária pode danificar as fibras do tecido”.

Verificamos pela argumentação do aluno que o mesmo associa as ações recorrentes do cotidiano com os conceitos químicos de solubilidade, concentração, reatividade, além disso, o

desenvolvimento do pensamento científico é revelado nesse trecho: “*é importante saber a quantidade de produto ao colocar uma roupa de molho, porque a água sanitária pode danificar as fibras do tecido*”, em que o A13 compreende a importância de saber a dosagem do produto químico antes de utilizá-lo. A introdução de fatos do cotidiano pelos alunos possibilita que as discussões em sala de aula se aproximem de problemas da vida real como é orientado nas DCN (2013) priorizando as inter-relações CTSA, conforme discutimos no primeiro capítulo. Para isso, o professor precisa interpretar tais conhecimentos em um processo dialógico.

Em alguns momentos, apesar de não contemplar completamente as falas dos alunos em relação ao conceito químico apresentado, a pesquisadora não descartava totalmente essas contribuições, esse fato teve efeito sobre a dinâmica das interações pois os alunos não deixavam de oferecer suas contribuições como nos exemplos das transcrições das falas:

(A8): “[...] *os tecidos são fáceis de serem tingidos pelos corantes têxteis*”.

(A9): “[...] *o processo de desbotamento é um fenômeno químico e o descolorimento é físico*”.

(A10): “[...] *somente por meio de processos industriais que o corante têxtil se fixa ao tecido*”.

Outra estratégia de interação foi a discussão de questões pontuais inseridas no cotidiano, dessa maneira os estudantes traziam exemplos reais que lhes afetavam de alguma forma como nos exemplos transcritos das falas:

(A2): “[...] *é por isso que quando lavo uma calça nova sai muito corante e a água fica azul*”.

(A3): “[...] *já tinha observado que alguns tecidos desbotam mais que outros*”.

(A4): “[...] *não entendo porque as indústrias têxteis usam corantes que não são próprios para aquele tecido [...] o custo será maior*”.

Destacamos o relato do A12 quando os estudantes foram questionados sobre o uso de corantes têxteis de maneira incorreta, o mesmo pontuou sobre os efeitos no meio ambiente: “*o uso de corantes têxteis de forma incorreta aumenta a quantidade de resíduos despejados nos rios, ou seja, deve se considerar a concentração do produto e se o tecido absorve esse corante totalmente*”.

Este aluno compreende os conceitos químicos de concentração, reatividade, solubilidade explorando por meio da linguagem termos técnicos e fundamentais para a apropriação do conceito químico, dessa forma, supera com novas interpretações o conhecimento prévio indicando o indício de uma alfabetização científica.

Lemke (1997 apud Sasseron e Carvalho, 2013) propõe que aprender ciência é aprender a “falar ciência”, pois a fala é tomada como a apresentação do domínio do conteúdo científico, uma vez que é ela que permite ao raciocínio estruturar informações para gerar conhecimento.

Observamos que os alunos participativos respondiam as questões e mantinham interação sobre o assunto. Eles introduziam o seu ponto de vista e levantavam outros aspectos como os apresentados nas transcrições das falas:

(A13): “[...] existem tecnologias para o tratamento de resíduos”.

(A11): “Os resíduos gerados podem ser tratados mas e o custo é alto [...] por que se fosse barato não poluiriam os rios”.

(A9): “[...] a química ajuda com estudos para tratar o resíduo [...]”.

Ao final da atividade, diagnosticamos que por mais que se mantivesse uma interação com os alunos, não conseguimos fazer com que todos dialogassem e expusessem suas opiniões. Isso nos remete a consideração de que as questões possibilitaram o envolvimento de parte dos alunos sem ter envolvimento de todos, o que nos permite defender a ideia de que o enfoque CTSA contribui para o envolvimento de alguns alunos, mas não implica necessariamente na mobilização de todos, a qual depende de uma série de outros fatores, entre eles a própria motivação interna dos estudantes.

Outra dificuldade inerente à perspectiva CTSA nas aulas de Química em que apesar de possibilitar a participação dos alunos que trazem questões e situações vivenciadas em seu cotidiano, os assuntos acabam excedendo ao planejado e pelo fato da quantidade de explicações fornecidas serem complexas há sempre o risco dos alunos confundirem conceitos que apareceram em situações diferentes. O que reforça a importância de se repensar a formação de professores a partir das necessidades formativas, análise crítica da formação atual e das propostas de reestruturação curriculares do cursos de licenciaturas para que possam formar um profissional reflexivo e comprometido com sua prática (FRANCISCO JUNIOR; PETERNELE; YAMASHITA, 2009).

5.4 Análise do questionário final

Reconhecendo o percurso metodológico - verificação das concepções espontâneas, por meio da problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento - este questionário teve como objetivo analisar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos após a aplicação da sequência de atividades. As questões buscaram respostas que sintetizassem as percepções dos alunos sobre o tema corantes têxteis e os aspectos socioeconômicos e ambientais.

Na análise da primeira questão:

Questão 1 – Relacione os conceitos químicos que estão envolvidos no processo de tingimento e desbotamento do jeans.

Os estudantes relacionaram os conceitos químicos envolvido no processo de tingimento e no desbotamento do jeans, ambos os processos são de escala industrial e foram apresentados e discutidos a partir da realização de experimentos em laboratório, exibição de vídeos e reportagens de curta duração descrevendo o passo a passo do tingimento de um tecido e as interferências que afetam o contexto socioeconômico e ambiental. Os conteúdos químicos abordados nas atividades foram: interações moleculares, ligações química, reatividade que são ensinados nas séries iniciais do ensino médio.

Destacamos em negrito no Quadro 2 expressões que os alunos apresentaram uma percepção de aprendizagem relacionados aos conceitos químicos abordados nas aulas expositiva, possibilitando o desenvolvimento da escrita e a compreensão conceitual. Entendemos que a partir do momento em que o ensino de Ciências apresenta uma linguagem facilitada contribuindo para a compreensão do aluno, o mesmo consegue atribuir significados aos conceitos científicos ensinados em sala de aula (CHASSOT, 2016).

Quadro 2 – Respostas referente a questão 1 do questionário final

A1	O desbotamento nada mais é que a reação produzida pela quebra de ligações químicas resultando na forma original do tecido. O tingimento é a ligação de cadeias de macromoléculas com determinados tecidos conforme o corante apropriado.
A3	No primeiro dia de experimento fizemos o descoramento que consiste em processos químicos e foi mais rápido e o segundo dia fizemos o desbotamento que consiste em processo físico.
A5	Para um jeans chegar a uma tonalidade ideal foi necessário um corante específico para o tipo de tecido para assim ocorrer as ligações químicas. No desbotamento ocorreu a retirada de um pouco desse resíduo de corante mais por ser um processo físico se levou uma quantidade de tempo maior ao contrário do descoramento.
A7	Os processos químicos que pude observar, foram em maior parte as ligações iônicas, covalente e de hidrogênio que há entre os corantes e as fibras de tecido. Além disso, tem também os processos de diluição e degradação de resíduos.
A9	As ligações de hidrogênio permitem a absorção do corante na fibra. E a quebra das ligações duplas levam o tecido a voltar para sua cor original, um tom amarelado.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Na análise identificamos expressões em que os estudantes fazem uso da escrita científica, recorrendo aos conceitos químicos abordados durante as aulas como: “*ligações químicas*”, “*cadeias de macromoléculas*”, “*ligações iônicas*”, “*covalente*”, de “*hidrogênio*”, “*oxidação*”, “*absorção do corante na fibra*”, “*ligações duplas*” e “*interações moleculares*”.

Esses exemplos evidenciam a compreensão dos conceitos de reações e ligações químicas envolvidos no processo experimental, pois indicam na escrita como na resposta do A1 “o tingimento é a ligação de cadeias de macromoléculas com determinados tecidos conforme o corante apropriado” aspectos que possibilitaram a aprendizagem. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 78), “compreender um dado requer utilizar conceitos, ou seja, relacioná-los dentro de uma rede de significados que explique porque ocorrem e que consequências eles têm”.

Entendemos que há muitos conceitos químicos envolvidos na discussão da temática e a relação entre eles são complexas. Mesmo alguns processos experimentais que inicialmente parecem ser mais simples de compreender como os relacionados a mudança de cor, formação de gás, tornam-se complexos para os alunos assim a probabilidade que os mesmos façam confusão entre os conceitos químicos que explicam esses fenômenos é alta.

Nesse sentido, ainda que tenha identificado uma mudança na percepção conceitual dos estudantes, o A8 não menciona a relação dos conceitos químicos envolvidos no processo de tingimento e desbotamento, “no desbotamento foi usado primeiramente o permanganato que depois misturado fez reagir e espumar”. Compreendemos que mesmo havendo a integração do enfoque CTSA ao conteúdo químico, é possível que o aluno faça menção somente ao fato concreto, que nesse caso foi a experimentação. No primeiro capítulo desse trabalho, Bachelard (1996) nos coloca que a formação da consciência inicia-se pela representação geométrica, pelo delinear dos fenômenos e acontecimentos envolvidos em uma experiência.

Destacamos no Quadro 3 exemplos em que os alunos compreendem os conceitos químicos abordados nas atividades anteriores e fazem uso da escrita científica para explicarem os fenômenos químicos e físicos envolvidos nos processos:

Quadro 3 – Respostas referente a questão 1 do questionário final (continua)

A2	No descoloramento ocorre um processo químico, no desbotamento um processo físico. Para cada tecido tem que haver reação com o corante específico e ocorrer uma ligação em cada reação.
A4	Para cada tecido é preciso que haja uma ligação com o corante, para que ele se fixe, o descoloramento é um processo químico e o desbotamento é um processo físico.
A6	Aprendemos que o processo de tingimento do jeans está relacionado a vários processos químicos como ligações iônicas, covalente, de hidrogênio e oxidação e processos físicos como temperatura.
A12	No processo de tingimento é necessário a fixação do corante através das interações moleculares, o que garante a permanência do corante no tecido, contudo para ocorrer o desbotamento é necessário a desfixação desse corante, havendo quebra de ligações e de fibras.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Quadro 3 – Respostas referente a questão 1 do questionário final (continuação e conclusão)

A13	O desbotamento é um processo físico que ocorrer devido a vários processos um deles seria a lavagem. Já o tingimento é um processo químico que se utiliza produtos como corantes para dar cor ao jeans.
-----	--

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Os alunos explicam a relação dos conceitos químicos envolvidos no processo de tingimento e desbotamento do jeans, apresentando consistência nas respostas, explorando os conceitos de reatividade, ligações químicas, interações intermoleculares, sustentando a teoria por meio de exemplos, alcançando um nível mais elevado a partir do desenvolvimento da sequência de atividades. O mecanismo que o aluno encontra para alcançar novas estruturas de generalização, possibilitadas pelo processo de aprendizagem, constroem novos pensamentos que são internalizados atingindo um plano de operação elevado (RAPOSO; MÓL, 2011).

Para análise da segunda questão entendemos que o processo de desenvolvimento da aprendizagem, alternada ao enfoque CTSA são caminhos para a alfabetização científica, dessa forma o ponto de partida não implica somente no que compreenderam nas atividades experimentais, mas sim na soma de fatores pertinentes aos aspectos epistemológicos de cada estudante assim como o que já havia sido vivenciado anteriormente.

Na análise da segunda questão:

Questão 2 – Como a atividade experimental, que você realizou, colaborou na sua compreensão da química dos corantes.

Destacamos no Quadro 4 exemplos em que os alunos compreenderam a relação da química com o tema proposto formulando respostas a partir das questões debatidas no decorrer das aulas explicitando habilidades de raciocínio para organizar informações e para relacionar ideias para ler, interpretar e desenvolver o conhecimento prévio. Carvalho (2013) nos coloca que o diálogo e a escrita são atividades complementares e fundamentais nas aulas de Ciências, desse modo, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento:

Quadro 4 – Respostas referente a questão 2 do questionário final (continua)

A1	A colaboração para a compreensão que foi estabelecida após o experimento foi que as propriedades químicas dos corantes são complexas e é de fundamental importância o seu conhecimento antes do uso para que tenha um resultado plausível e com menos impacto ambiental.
----	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Quadro 4 – Respostas referente a questão 2 do questionário final (continuação e conclusão)

A2	Sim. Entendi descolorimento é químico e desbotamento é físico. Colaborou para minha compreensão dos corantes que são usados nas roupas e principalmente nas calças jeans, onde, se você não fizer a dosagem e colocar o corante certo na calça durante a lavagem elas vão liberar uma grande quantidade de resíduos que na grande maioria as lavanderias jogam a água em rios, córregos e acaba poluindo os rios.
A3	Colaborou em questão da conscientização de como é importante saber o funcionamento do processo das indústrias têxteis, como o mal funcionamento pode prejudicar o meio ambiente.
A4	Com a atividade percebi que cada tecido e o corante tem que ter uma ligação, para que a coloração fique boa, e também diminua os impactos ambientais e financeiro, e o descolorimento é um processo químico.
A5	Como o uso de roupas jeans em questão as calças são algo comum no nosso dia-a-dia, mas não tínhamos tal ciência do descarte dos resíduos do produto. Essa aula experimental foi possível ver o que estaria por trás de um tecido aparentemente simples.
A6	Colaborou na compreensão da fixação dos corantes e nos processos químicos necessários para que essa ocorra e também a importância do estudo dos processos de tingimento para melhor tratar os resíduos.
A7	Com elas pude observar nas duas experiências que através de processos químicos fáceis, esses corantes podem ter suas ligações rompidas fazendo com que resíduos sejam gerados.
A8	Ajudou a compreender que não é qualquer corante que devemos colocar em certos tecidos pois pode haver muito desperdício e pouca precisão.
A9	Ela me fez entender sobre a capacidade de fixação de cada corante relacionada a uma fibra específica. Também me levou a compreender o desgaste que a fibra sofre ao passar por esses processos físicos e químicos.
A10	Que cada corante tem sua fibra de fixação e que quando usado em quantidade errada causa muitos problemas. E que mesmo no lavar o jeans em casa acabamos liberando resíduos químicos.
A11	Colaborou para a compreensão de dosagem, características e impactos que a utilização desregrada desses produtos podem trazer, além do entendimento de suas finalidades e funcionalidades.
A12	Colaborou na compreensão de como o corante é fixado, a concentração necessária para a coloração do tecido, a eficácia do desbotamento e do descolorimento e da quantidade de química utilizada para cada processo.
A13	Colaborou no fato de conhecimento prático e teórico, onde é um processo simples de se realizar mas complexo de compreender o desenvolvimento dos resíduos que são descartados.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Os conceitos de ligações químicas, interações moleculares, funções orgânicas que emergiram durante os encontros possibilitaram aos estudantes identificar relações entre a química e os seus aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais contribuindo para sua compreensão. Os aspectos socioeconômicos e ambientais tiveram maior relevância nas

discussões em sala de aula possibilitando significativamente a formação crítica sendo identificados nas respostas que se encontram no Quadro 4.

Por serem estudantes do curso técnico em Controle Ambiental identificamos a preocupação que emerge em relação aos aspectos ambientais observando que na matriz curricular do curso há disciplinas, como por exemplo, Tratamento de Efluentes, Tratamento de Água, Química Ambiental contempladas no segundo ano que debatem questões relacionadas a poluição de efluentes, degradação ambiental, tratamento de resíduos. Além disso, no terceiro e quarto ano do curso as disciplinas de Estudos Ambientais, Práticas de Educação Ambiental, Saúde e Meio Ambiente, Gerenciamento de Resíduos reforçam o estudo de conteúdos nesse contexto. Dessa forma, é natural que os alunos desenvolvam habilidades nesse campo, mas não significa que os mesmos não possam inter-relacionar os conteúdos químicos à perspectiva CTSA.

Na terceira questão:

Questão 3 – Apresente aspectos sociais, ambientais e econômicos que você considera está relacionado com a produção têxtil.

O objetivo era que os estudantes organizassem os conceitos, questões, ideias trabalhadas ao longo da pesquisa relacionando-os com outros não mencionados pela pesquisadora mas que tenham influência no conhecimento prévio de cada indivíduo.

Para a análise discriminamos as respostas de acordo com os aspectos econômicos (AE), os aspectos sociais (AS) e os aspectos ambientais (AA). A tabela a seguir apresenta a resposta do aluno discriminada de acordo com os parâmetros definidos na Tabela 8:

Tabela 8 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos (continua)

A2	<p>(AE) Durante uma produção de jeans, para o aspecto econômico deve-se medir a quantidade de corante que é utilizado nas calças.</p> <p>(AS) No aspecto social, para a população ribeirinha que consome diretamente aquela água altamente poluída, é muito prejudicial, e até mesma para nós água ainda pode ser prejudicial, mesmo depois de tratada.</p> <p>(AA) No aspecto ambiental, deve-se “tratar” a água ou dar um destino próprio para a água que sai das lavanderias, o que não ocorre na maioria dos casos, pois aquela água que contém muitos resíduos é jogada em rios ou na rede de esgoto.</p>
A4	<p>(AE) Impacto financeiro;</p> <p>(AS) Toda a população é prejudicada;</p> <p>(AA) A produção de jeans causa muita poluição das águas, os resíduos são descartados irregularmente e há uso incorreto de corantes que acaba gerando impactos ambientais.</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Tabela 8 – Aspectos econômicos, sociais e ambientais apresentados pelos alunos (continuação e conclusão)

A5	<p>(AE)Essa produção é de modo muito grande gera lucros financeiros;</p> <p>(AS) Danos à saúde da população;</p> <p>(AA) Os danos ambientais como a produção e descarte inapropriado tem gerado riscos aos mananciais de água, rios e lagos. Como foi relatado em aula no documentário e reportagem muitas lavanderias funcionam fora dos padrões ambientais para os donos dessas tais lavanderias isso seria uma economia já que não teriam que gastar para recuperar o padrão de potabilidade da água.</p>
A7	<p>(AE/AS) Em um país que o desemprego vem crescendo acentuadamente, podemos dizer que as fabricas que produzem jeans vem de forma social e econômica ajudando o cidadão brasileiro;</p> <p>(AA) Mas não podemos falar tão bem assim dessas industrias olhando de um ponto de vista ambiental, pois as empresas que tem tal seguimentos em sua maioria, não tem alvará de funcionamento e muito menos licença pelo ministério do meio ambiente. Assim tais fabricas tem poluído cada vez mais nossos rios e nossos solos, com seus inúmeros resíduos produzidos em uma escala absurda.</p>
A8	<p>(AE/AS) O jeans é um dos tipos de roupas mais comuns e mais famosos também, e a sua produção é muito comum;</p> <p>(AA) Porém os produtores não ligam para o dano que ele pode causar no meio ambiente, uns usam corantes errados e além disso mandam para as estações de tratamento ou até para rios.</p>
A9	<p>(AE) O custo dos corantes usados em excesso; o custo do tratamento desses resíduos; os serviços de tingimento de tecidos, entre outros;</p> <p>(AS) Os empregos gerados por essa indústria e a possibilidade de obter uma peça de roupa “nova” por menor valor tingindo-a;</p> <p>(AA) A poluição gerada pelo despejo dos resíduos nos rios. Econômicos: o custo dos corantes usados em excesso; o custo do tratamento desses resíduos; os serviços de tingimento de tecidos, entre outros.</p>
A11	<p>(AE) O altos gastos com produtos para tingir e fazer a lavagem dos produtos, o baixos salários dos operários da indústria têxtil e os altos gastos com o descarte e tratamento dos resíduos gerados;</p> <p>(AS) Degradação da saúde física e psicológica de quem trabalha no mercado têxtil, além de “trabalho escravo”;</p> <p>(AA) Impactos ambientais com a alta produção de resíduos e seu descarte de forma impropria.</p>
A13	<p>(AS) Os aspectos são fatores bem comuns mas não retratado no meio social, relacionando ao trabalho possui até hoje um grande índice de trabalho escravo principalmente entre famílias;</p> <p>(AA/AE) Ambientais e econômicos são dois fatores que andam juntos, pois se você economiza com produtos obtendo uma utilização deles mais precisa, não haverá tanto despejos de resíduos em água, poluindo.</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Na análise observamos que os estudantes apresentaram criticidade ao escreverem sobre as interferências causadas pela produção têxtil aos aspectos econômicos, sociais e ambientais recorrendo aos conceitos estudados nos encontros, as explicações indicam elementos e prever eventos associados ao cotidiano. Identificamos que estas justificativas se

baseiam nas discussões feitas sobre o tema e demonstram coerência no que diz respeito à conexão das informações disponíveis, como nos exemplos:

(A5): *“Essa produção é de modo muito grande gera lucros financeiros mas os danos ambientais com a produção e descarte inapropriado tem gerado riscos aos mananciais de água, rios e lagos e à saúde da população. Como foi relatado em aula no documentário e reportagem muitas lavanderias funcionam fora dos padrões ambientais para os dono dessas tais lavanderias isso seria uma economia já que não teriam que gastar para recuperar p padrão de potabilidade da água”.*

(A7): *“Em um país que o desemprego vem crescendo acentuadamente, podemos dizer que as fabricas que produzem jeans vem de forma social e econômica ajudando o cidadão brasileiro. Mas não podemos falar tão bem assim dessas indústrias olhando de um ponto de vista ambiental, pois as empresas que tem tal seguimento em sua maioria, não tem alvará de funcionamento e muito menos licença pelo ministério do meio ambiente. Assim tais fábricas tem poluído cada vez mais nossos rios e nossos solos, com seus inúmeros resíduos produzidos em uma escala absurda”.*

Evidenciamos que à medida que o enfoque CTSA é introduzido aos conceitos químicos os alunos conseguem se situar no contexto e contribuir com o desenvolvimento das atividades. Além disso, identificamos por parte dos alunos a constante introdução de questões do cotidiano. Destacamos no Quadro 5 exemplos que fazem uma inter-relação entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais no qual os alunos apresentam a ideia de totalidade em que todos os aspectos sofrem interferências associadas:

Quadro 5 – Respostas referente a questão 3 do questionário final (continua)

A1	(AE/AS/AA) Os aspecto ambientais e econômicos são ligados de uma forma complexa, dois extremos. De um lado a degradação de bacias hidrográficas e do outro a lucratividade onde tais pontos influência de maneira direta e indireta os habitantes de uma região em que se estabeleceu esse tipo de indústria. Com o descarte inapropriado desses dejetos poluindo os rios acabando com o sustento de ribeirinhos que gera lucro para empresários.
A6	(AE/AS/AA) A produção de jeans impacta em grande escala o meio ambiente especialmente pela fraca fiscalização do governo dentro de industrias que trabalham de forma ilegal. Os impactos sociais e econômicos também são grandes pois muitas vezes os trabalhadores não possuem conhecimento adequado para lidar com os produtos químicos e não recebem remuneração adequada.

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Quadro 5 – Respostas referente a questão 3 do questionário final (continuação e conclusão)

A10	(AE/AS/AA) No mundo que vivemos hoje todos nós temos jeans no guarda-roupa e não sabemos como foi para produzir e a quanto da natureza precisou. Um exemplo foi ela usar a reportagem de Pernambuco mostrando quanto cada pessoa ganha por peça e que me chocou e veio à cabeça pagamos 100,00 em uma peça de jeans enquanto as pessoas que produzem não tem condição de trabalho e nem direito ambiental
-----	---

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Observamos que os alunos compreenderam a relação da Química com o enfoque CTSA centrado em temas de relevância social possibilitando com que os mesmos fizessem uma leitura crítica do mundo em que vivem a partir da formação do pensamento crítico (FAGUNDES, 2009).

Destacamos exemplos que vão além das interpretações e inter-relação dos aspectos econômicos, sociais e ambientais abordando também os aspectos científicos (AC) relacionados aos conceitos químicos (interação molecular, ligações químicas, reatividade, funções orgânicas) e os aspectos tecnológicos (AT) relacionados ao desenvolvimento de práticas sustentáveis, padronização industrial de produção, equipamentos avançados:

(A3): *“A poluição dos rios por causa dos resíduos gerados na confecção do jeans que afeta a realização da fotossíntese e a passagem do oxigênio e deixando a água tóxica e imprópria para o consumo. A ETE não consegue tirar todas as impurezas contidas na água e essa água acaba chegando na casa do consumidor afetando a saúde. Além de ser bastante caro o processo para o tratamento adequado dessa água”.*

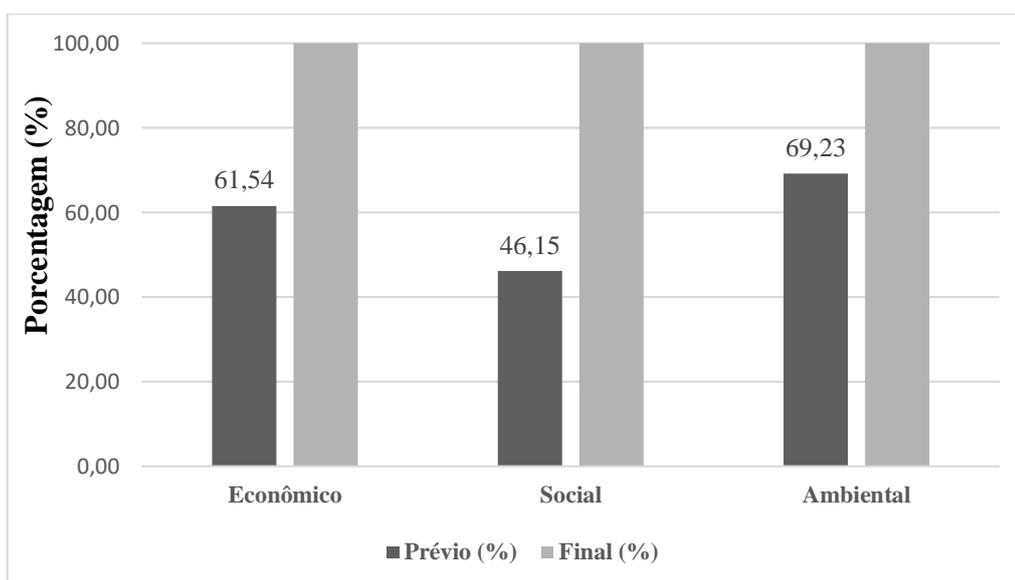
(A12): *“A produção de jeans apresenta grandes taxas de empregos, contudo, isso não representa uma boa condição de vida, uma vez que os grandes comerciantes são detentores do capital produzido, e que os próprios produtores ao produzir a calça jeans, passam por processos que danificam a saúde tanto pela inalação quanto pelo manejo de grande quantidade de substâncias químicas, além de que o resíduo gerado por essa produção muitas vezes não é tratado corretamente e vai direto para cursos de água próximos, que futuramente serão usados para abastecimento. O impacto produzido nos seres vivos e na natureza pelo despejo ilegal dessas substâncias também é negativo”.*

Essas respostas extravasam as ideias pensadas inicialmente e refletem a compreensão dos conceitos explorados ao demonstrarem a extensão das ideias para novas situações relacionadas aos aspectos científicos e tecnológicos. Demonstram também habilidades investigativas sendo utilizadas pelos alunos para comentarem e estudarem situações além das propostas para que possam atuar na sociedade na tentativa, por exemplo, de buscar soluções enquanto futuros técnicos de Controle Ambiental, no sentido de fiscalizar, de estudar o

desenvolvimento de práticas sustentáveis, de se responsabilizar civilmente colaborando para a transformação da sociedade consumista em que vivemos.

A análise do desenvolvimento da escrita, da reflexão crítica, da argumentação pautada em exemplos concretos do cotidiano relacionados aos conceitos químicos, de acordo com os aspectos econômicos, sociais e ambientais a partir da terceira questão do questionário prévio e final encontra-se representado no Gráfico 1 a seguir.

Figura 3 – Desenvolvimento da argumentação



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No questionário prévio, de acordo com a Tabela 6, 61,54% dos alunos apresentaram indicativos que atenderam ao aspecto econômico (AE) relacionados a economia, lucro, geração de emprego, produção, custo; 46,15% indicaram parâmetros para o aspecto social (AS) relativos a empregabilidade, qualidade de vida, educação; e 69,23% para o aspecto ambiental (AA) relacionados aos impactos ambientais, descarte de resíduos, poluição, degradação. Identificamos que antes de ser trabalhada a proposta os estudantes compreendiam com mais facilidade a interferência da produção têxtil no aspecto ambiental indicando maior relevância a esse contexto.

Após a realização das etapas da sequência de atividades em que foram abordados conceitos como interação molecular, reatividade, ligações químicas inter-relacionados ao enfoque CTSA que discutiu o tema corantes têxteis na perspectiva científica, tecnológica, social e ambiental os estudantes apresentaram indicativos que atenderam aos três aspectos presente no questionário final e foram além desses indicativos como a exemplos dos aspectos científicos (AC) como sendo relacionados aos conceitos químicos e os aspectos tecnológicos (AT)

relacionados ao desenvolvimento de práticas sustentáveis, padronização industrial de produção, equipamentos avançados.

O percentual obtido no questionário final indica que os estudantes compreenderam e explicaram a relação da produção têxtil com o aspecto econômico, social e ambiental refletindo ao planejamento de ações pedagógicas bem elaboradas, discutidas com o enfoque CTSA a partir da formação do professor reflexivo que se preocupa em formular objetivos, ampliar saberes aperfeiçoando teoria à prática (PERRENOUD, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A realização de uma sequência de atividades em que os alunos são protagonistas no desenvolvimento de cada etapa, surge como uma opção para os educadores em ensino de Química que acreditam no desenvolvimento do conhecimento a partir de uma proposta investigativa que evidencie e desperte as habilidades de cada sujeito. O fato da pesquisadora ter participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) contribuiu de forma significativa para que a abordagem fosse desenvolvida sistematicamente.

Evidenciamos que há uma necessidade de aprofundamento da abordagem CTSA, não se restringindo apenas à questão ambiental, mas possibilitando uma abordagem que contemple diferentes aspectos. Esse aprofundamento refere-se também ao tratamento conceitual em termos de processos químicos envolvidos no tema abordado. A falta desse aprofundamento fez com que alguns alunos não compreendessem corretamente processos químicos referente ao desbotamento e descolorimento do jeans.

Nesse sentido, os dados evidenciaram que estratégias didáticas como: realização de atividades experimentais, roda de conversa, exibição de vídeos e reportagens são estratégias que podem contribuir para o envolvimento de um maior número de alunos. No entanto, uma questão a ser repensada é a dificuldade em conduzir as discussões dos alunos em relação ao tema, de forma a esclarecer conceitos incorretos apresentados pelos alunos, a aprofundar a abordagem conceitual, a explorar amplamente o enfoque CTSA e como promover interações dialógicas.

Os dados também nos indicaram que a abordagem CTSA possibilita o aumento da interações dialógicas em sala de aula. Ao introduzir o enfoque CTSA os alunos estabelecem relações com fatos do cotidiano e isso contribui de forma marcante para que o aluno desenvolva a escrita científica, a linguagem técnica, o pensamento crítico. No entanto, isso depende de uma postura do professor mais aberta a ouvir os alunos.

Dessa forma, apontamos para a necessidade de serem desenvolvidas propostas em que os licenciados em sua formação inicial possam desenvolver práticas de ensino em que sejam contemplados o enfoque CTSA. Além disso, os cursos de formação continuada devem ser pensados na perspectiva de desenvolver práticas nesse sentido. Assim, o desenvolvimento de materiais curriculares e de cursos de formação de professores são condições essenciais para isso, além de outros fatores identificados na presente investigação como a valorização do profissional, dando condições para que o professor desenvolva sua prática docente.

A realidade do professor em sala de aula não se compara a um quantitativo de treze alunos e que para desenvolver uma sequência de atividades como essa ele requer tempo de planejamento e organização das atividades, assim como, um espaço adequado com laboratório equipado, monitores que auxiliem na realização dos experimentos, pois a Ciência não é feita de qualquer maneira e os alunos precisam vivenciar para compreender a necessidade de um laboratório de Química em uma instituição de ensino, valorizando assim o conhecimento.

Essa pesquisa nos permitiu considerar que uma sequência de atividades bem elaborada, adequada ao planejamento das aulas, discutida e previamente testada, com um percurso metodológico que valoriza o conhecimento prévio do aluno, permitindo a articulação entre o fenômeno e a teoria por meio de um enfoque socioeconômico e ambiental, alcança o conhecimento científico, sendo necessário para isso que o professor esteja preparado para lidar com as adversidades do ambiente escolar, como um profissional reflexivo, comprometido com o ensino e com a aprendizagem.

A pesquisa indicou que a elaboração do material pedagógico contribuiu para a inclusão do enfoque CTSA, com uma função que não se restringe à ilustração de aplicações práticas. Todavia, a sua abordagem nessa perspectiva mais ampla depende de uma mudança de concepções dos professores e da sua prática pedagógica, processo desencadeado por meio de ações de formação continuada de professores. A prática pedagógica do professor se consolida no dia-a-dia do seu fazer pedagógico da sala de aula. Prática essa que pode ser construída com o suporte de um material bem elaborado e com o compromisso e vontade do professor em buscar o desafio de uma nova prática.

A abordagem temática a partir de temas previamente estabelecidos propiciará a imersão de aspectos vivenciais dos alunos que problematizam a sua realidade, permitindo refletir sobre a questão do ensino do cotidiano e da motivação. Mas entendemos que o processo educacional é complexo e depende de vários fatores.

Para finalizar destacamos a potencialidade do produto educacional gerado nesta pesquisa que é de baixo custo e pode ser reproduzido de forma ilimitada em escolas de ensino médio na forma de e-book. O seu uso permite ao professor estabelecer diálogo com os alunos, de forma que perceba as interpretações que eles fazem sobre o mundo e sobre a ciência, promovendo uma nova dinâmica em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.E.M. Corantes naturais para têxteis: da antiguidade aos tempos modernos. **Conservar Patrimônio**, Lisboa, n. 3 e 4, p. 37-49, 2007.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. S.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p.

BERNARDO, J. R. R.; VIANNA, D. M.; SILVA, V. H. D. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: SANTOS, W. L. P. S.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

CARVALHO, A. M. P. (Org.) O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

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

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, maio, 1999.

FAGUNDES, S. M. K.; PICCINI, I. P.; LAMARQUE, T.; TERRAZZAN, E. A. Produções em educação em ciências sob a perspectiva CTS/CTSA. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Florianópolis-SC, 2009. Disponível em <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1120.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2017.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Tradução Elsa Gomes de Sarría. Buenos Aires: Colihue, 2005.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; PETERNELE, W. S.; YAMASHITA, M. A formação de professores de química no estado de Rondônia: necessidades e apontamentos. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 113-122, maio, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra: São Paulo, 2011.

FREITAS, D. Fagulhas pontas de agulha. **O Popular**, Goiânia, 14 agosto 2016. Caderno 1 p. 12-13. Disponível em: <http://www.onlineclipping.info/imagens/upload/2016/08/14/15/1/14.08.2016_O-Popular_Fagulhas-pontas-de-agulha.jpg> Acesso em: 10 ago. 2017.

GAMBOA, S. A. S. Pesquisa qualitativa: superando tecnicismos e falsos dualismos. **Contrapontos**, Itajaí, v. 3, n. 3, p. 393-405, set.-dez., 2003.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação Social**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010.

_____. Formação de professores: condições e problemas atuais. **Revista Internacional de Formação de Professores (RIPF)**, Itapetininga, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa *versus* pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, maio-ago. 2006.

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS. **Apresentação do campus Goiânia...** [Atualizado em 18 ago. 2017]. Disponível em: <<http://www.ifg.edu.br/goiania/apresentacao>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

_____. **Projeto Pedagógico do curso Técnico de nível médio integrado em Controle Ambiental**. Goiânia, 2009.

LIBÂNIO, J. C.; PIMENTA, S. G. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança. **Educação & Sociedade**, ano XX, n. 68, p. 239-277, dez. 1999.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 289-292, mar.-abr. 1999.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Pesquisa educacional e produção de conhecimento do professor de química. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 331-365.

MARTINS, I.P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2002.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W. L. P. S.; AULER, D.

(Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MELO, M. C. H; CRUZ, G. C. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014.

MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 172-179, 2015.

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, V. G. Tecnologias de informação no contexto das práticas pedagógicas de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. In: LONGHINI; M. D. (Org.). **O uno e o diverso na Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 311-322.

PASCHOAL, F.M.M.; TREMILIOSI-FILHO, G. Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante índigo blue a partir de efluentes industriais. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 766-772, 2005.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 00, n. 0, p. 01-08, 2014.

PEREIRA, C. L. **A história da ciência e a experimentação no ensino de química orgânica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília 2008. Disponível em: <http://bdtd.bce.unb.br/tesdesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3709>. Acesso em: 10 jan. 2017.

PEREZ, L. F. M.; SIERRA, D. F. M. Perspectiva teórica e metodológica crítica para a formação de professores de ciências sob o enfoque CTSA. In: NERY, B. K.; MALDANER, O. A. (Org.). **Formação de professores: compreensões em novos programas e ações**. Ijuí: Unijuí, 2014, p. 159-180.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica**. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2002.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. A diversidade para aprender conceitos científicos: a ressignificação do ensino de ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 287-311.

SANTOS, W. L. P. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível

em: < <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/IOMS-5KZJL9/2000000035.pdf?sequence=1>> Acesso em 08 set. 2017.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; PINHEIRO JUNIOR, E. M.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de ciências. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 131-157.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, dez. 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p. 169-189, maio-ago. 2013.

_____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

_____. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011, p. 231-261.

SILVA, C. S.; OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, R. (Org.). **Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. p. 43-57.

SILVA, F. M.; WOUTERS, A. D.; CAMILO, S. B. A. Visualização prática de química envolvida nas cores e sua relação com a estrutura de corantes. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 46-48, 2008.

SOUZA, C. R. L. **Degradação de corantes reativos e remediação de efluentes têxteis por processos avançados envolvendo ferro metálico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em < <http://www.quimica.ufpr.br/cpgquim/pgq/dissert/M04202.pdf>> Acesso em 19 jan. 2017.

VITA, S.; LUNA, F.J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1381-1386, 2007.

VUOREMA, A. **Reduction and analysis methods of indigo**. University of Turku, Finland, 2008. Disponível em: <<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/42825/AI388%20Vuorema.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL

***MATERIAL
PEDAGÓGICO***

***ENSINO DE
CONCEITOS QUÍMICOS
EM UMA ABORDAGEM
CTSA POR MEIO DA
TEMÁTICA CORANTES
TÊXTEIS***

ANGÉLICA RAMOS DA LUZ

SANDRA REGINA LONGHIN

**ENSINO DE CONCEITOS
QUÍMICOS EM UMA
ABORDAGEM CTSA POR MEIO
DA TEMÁTICA CORANTES
TÊXTEIS**

Produto Educacional vinculado à dissertação O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis

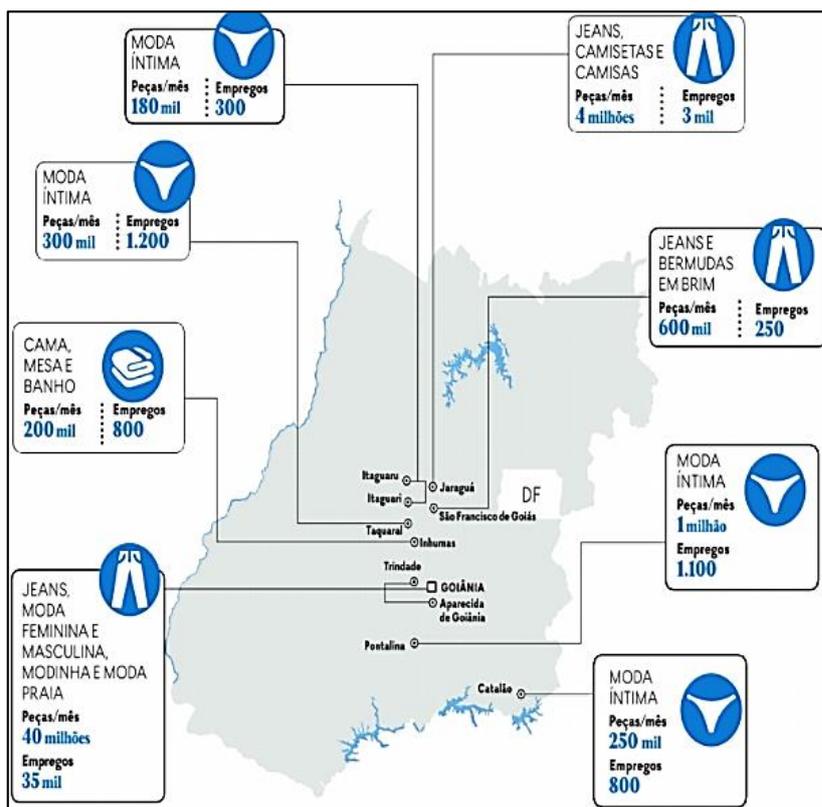
Jataí
2017

APRESENTAÇÃO

O material proposto consiste em textos no qual abordamos a história e a Química dos corantes, assim como os problemas ambientais ocasionados pelas indústrias e lavanderia têxteis, apresentamos também experimentos, documentário, reportagem investigativa e uma roda de conversa. A sugestão é de que no desenvolvimento da proposta sejam intercaladas a leitura e discussão dos textos com a realização dos experimentos e exibição de vídeos, finalizando com uma roda de conversa. Objetiva-se com isso um processo de ensino mais dinâmico em que as diversas dimensões do conhecimento químico sejam abordadas.

Entendemos que a formação da cidadania, objetivo maior do ensino básico, pode ser alcançada de forma mais efetiva quando abordamos problemas, ou situações reais, do cotidiano do aluno. Em consequência a organização do conteúdo tende a ser diferente daquela comumente trabalhada em sala de aula. Sendo os polos de confecções um setor que gera emprego a população e contribui com a economia, torna-se relevante o estudo de fatores que integram esse contexto, como por exemplo, o consumo de corantes têxteis, os aspectos ambientais, os sociais entre outros. Na Figura 1 está apresentado as cidades que recebem a maior parte dos polos de confecção em Goiás em destaque está Goiânia. Nesse sentido, buscamos um ambiente que permite explorar a criatividade, florescer o pensamento crítico e a alfabetização científica.

Figura 1 – Principais segmentos de confecções em Goiás



Fonte: Sinvest-Goiás (2016)

A sequência de atividades está dividida em quatro encontros. No primeiro exploramos a história dos corantes de uma maneira mais geral, indicando a importância que estes materiais apresentaram ao longo da história da humanidade. Discutimos a constituição das fibras têxteis mais utilizadas, indicamos as formas pelas quais as moléculas de corantes se fixam aos tecidos e apontamos os princípios de classificação dos corantes.

No segundo encontro, fazemos um apanhado de alguns conceitos químicos que nos ajudam a compreender o processo de tinturaria, dando destaque ao corante índigo. No terceiro encontro, apresentamos dois roteiros experimentais que poderão ser trabalhados em conjunto com os textos, esses experimentos não foram pensados com a intenção de comprovar ou demonstrar quaisquer teorias. O objetivo é de promover discussões que abordam os conceitos ou ideias apresentados ao longo do material. Nos roteiros dos experimentos, além de se indicar os materiais necessários e o procedimento a ser desenvolvido, apresentamos comentários que podem ajudar o professor no desenrolar das atividades, indicamos os resultados macroscópicos esperados e fornecemos a interpretação microscópica além das expressões representacionais dos fenômenos.

Para finalizar a sequência de atividades, propomos no quarto encontro a utilização de documentário e reportagem investigativa para discutir questões socioambientais, buscando

despertar no aluno o pensamento crítico. Além disso, sugerimos ao professor que seja realizado uma roda de conversa com o objetivo de estimular o diálogo entre aluno/professor, a argumentação e a linguagem científica. É importante que o professor busque explorar os conhecimentos que os alunos já trazem consigo de suas vivências cotidianas. Não somente no intuito de superá-las, tomando-as sempre como incorretas, mas tentando por outro lado agregar a elas uma dimensão de reflexão.

Havendo condições na escola, imaginamos que seja importante que os próprios alunos realizem as atividades. Todavia consideramos que as mesmas podem ser muito bem aproveitadas na forma de demonstrações. Para tanto é importante que o professor busque envolver a turma fazendo com que cada aluno visualize as etapas do procedimento e o resultado que se obtém. Recomendamos que o professor esteja constantemente provocando os alunos com questionamentos relacionados ao procedimento apresentado no caso das demonstrações.

Se o professor perceber que há necessidade de abordar outros conceitos que não foram aqui explorados, acreditamos que poderá fazê-lo, pois a proposta não é fechada em si. Para finalizar as orientações apresentamos a Tabela 1 com os objetivos e os conteúdos a serem abordados em cada encontro. Sinta-se livre para organizar as atividades da melhor forma que lhe convir, porém alertamos que fique atento no sentido de criar situações em que os alunos possam se expressar.

Tabela 1 – Objetivos e conteúdos a serem abordados em cada encontro

Encontro	Objetivo (s)	Conteúdos
1º Encontro – A origem dos corantes; Fixação dos corantes têxteis as fibras; Classificando os corantes têxteis.	-Diagnosticar a relação do tema proposto à vida de cada aluno; -Compreender conceitos químicos característicos dos corantes têxteis.	Ligações Químicas; Interações Moleculares; Funções Orgânicas.
2º Encontro – O desenvolvimento das indústrias têxteis ao longo da história; Corante índigo; Fixação do corante índigo a fibra têxtil.	-Identificar o processo químico presente nas sínteses do corante índigo.	Reatividade; Transformações Químicas.
3º Encontro – Experimento 1: descolorimento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO); Experimento 2: desbotamento do tecido jeans.	-Discutir as reações que ocorrem no tecido jeans após o contato com a substância química; -Compreender os processos químicos que ocorrem no desbotamento do tecido jeans.	Reatividade; Reações Químicas.
4º Encontro – Produção do jeans e os impactos ambientais; Documentário e reportagem investigativa; Roda de Conversa.	-Debater sobre os impactos ambientais, sociais e econômicos provenientes da poluição de rios no Estado de Goiás relacionados com a produção têxtil.	Concentração; Solubilidade.

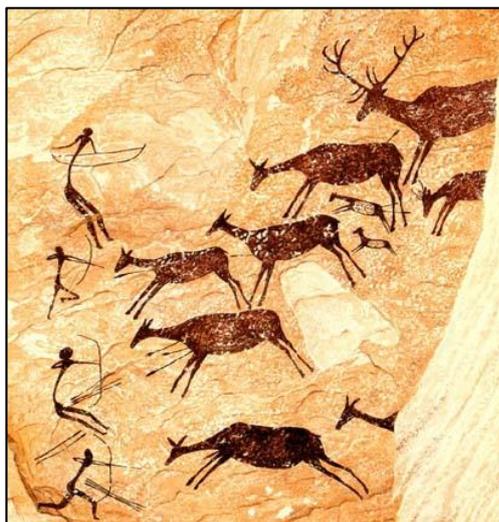
Fonte: Elaborado pela autora (2017)

1º ENCONTRO

A ORIEM DOS CORANTES

O uso de materiais para colorir objetos é algo que acompanha a humanidade desde o período paleolítico (350000 a.C.) sendo as primeiras evidências da manipulação de pigmentos.

Imagem 1 – pinturas rupestres em interiores de cavernas



Fonte: <http://prehistoria.tumblr.com/>

Além dos materiais de origem mineral, as cores eram obtidas de seres vivos, de sementes, raízes, cascas de árvores. Alguns corantes eram usados para modificar a cor dos alimentos, e outros se prestavam ao tingimento de tecidos ou do couro.

Imagem 2 e 3 – flores e plantas usadas para tingimento, bota de couro com diferentes tonalidades de cor



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/22025485657635852/>

http://www.corquimica.com.br/imgs/calcadista_acabamento2.jpg

É provável que o uso de corantes seja tão antiga quanto o de pigmentos minerais. Todavia as evidências mais antigas do uso de corantes naturais datam de cerca de 6000 a.C.

Essa diferença de tempo entre os dois tipos de evidências se deve ao fato de que os corantes degradam-se com mais facilidade. Quando expostos a:

Imagem 4, 5 e 6 – umidade, iluminação excessiva e oxigênio do ar



Fonte: <http://www.seger.net.br/artigo4.html> <http://www.plantasdeaquario.com/ilumi.htm>
<http://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/determinacao-oxigenio-presente-no-ar.htm>

Ao longo da história da humanidade, os corantes tiveram uma importância cultural e comercial. A cerca de 4000 a. C, os habitantes da Mesopotâmia já dominavam as técnicas de tinturaria, e praticavam um intenso comércio.

Imagem 7 – técnicas de tinturaria



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tingimento>

Com a descoberta da América os europeus passaram a ter uma nova fonte de matéria prima. Das terras brasileiras foram levadas toneladas de madeira de pau-brasil para serem processadas pelas tinturarias europeias.

Imagem 8 – árvore de pau-brasil



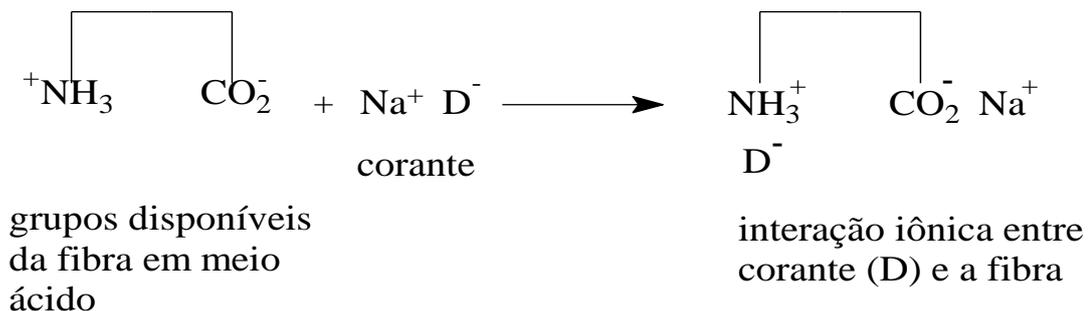
Fonte: <http://bio-orbis.blogspot.com.br/2015/09/voce-conhecem-o-pau-brasil.html>

FIXAÇÃO DOS CORANTES TÊXTEIS AS FIBRAS

A forma de fixação da molécula do corante a essas fibras geralmente é feita em solução aquosa e pode envolver diferentes tipos de interações:

Interações Iônicas - são tingimentos baseados em interações mútuas entre o centro positivo dos grupos amina e carboxilatos presentes na fibra e a carga iônica da molécula do corante ou vice-versa.

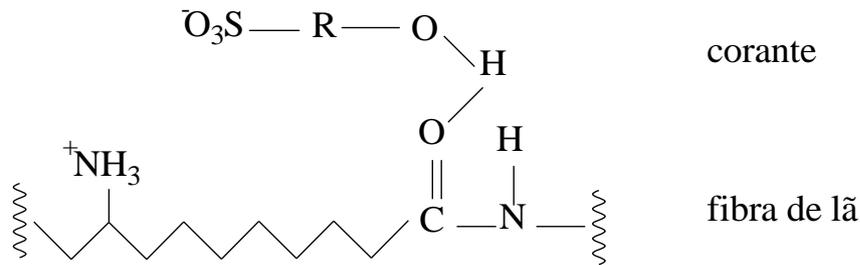
Figura 2 – Exemplo da interação iônica entre o corante (D) e os grupos amino da fibra da lã



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Interações de Hidrogênio - são tinturas provenientes da ligação entre átomos de hidrogênio covalentemente ligados no corante e pares de elétrons livres de átomos doadores em centros presentes na fibra. Exemplos característicos deste tipo de interação são encontradas na tintura de lã, seda e fibras sintéticas como acetato de celulose.

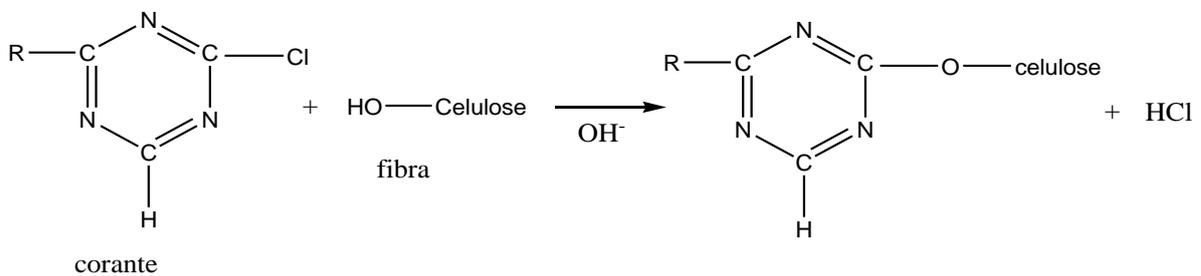
Figura 3 – Esquema da interação de hidrogênio entre o corante sulfonado e os grupos carboxilas da fibra de lã



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Interações Covalentes - são provenientes da formação de uma ligação covalente entre a molécula do corante contendo grupo reativo (grupo eletrofílico) e resíduos nucleofílicos da fibra. Exemplos característicos deste tipo de interação são tinturas de fibra de algodão.

Figura 4 – Exemplo da interação covalente entre um corante contendo grupos reativos (triazina) e grupos hidroxila presentes na celulose da fibra de algodão



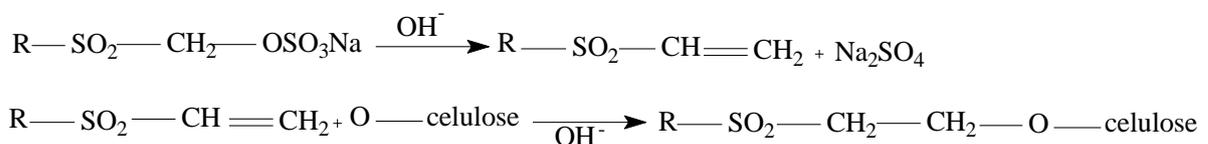
Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

CLASSIFICANDO OS CORANTES TÊXTEIS

Os corantes podem ser classificados de acordo com sua estrutura química ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra têxtil.

Corantes Reativos - são corantes contendo um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras proteicas e também com grupos amino das poliamidas.

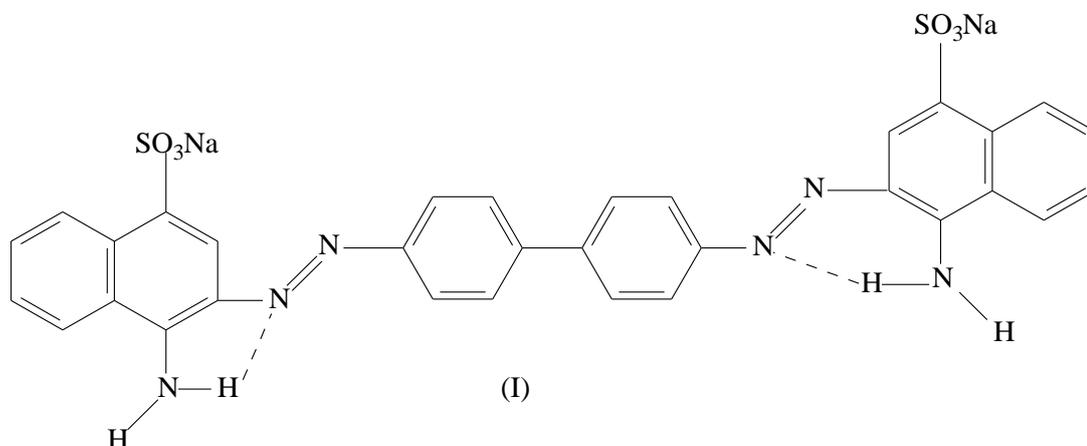
Figura 4 – Exemplo do processo de tintura de algodão com corante contendo o grupo sulfatoetilsufona como centro reativo da molécula



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes Diretos - este grupo de corantes caracteriza-se como compostos solúveis em água capazes de tingir fibras de celulose (algodão, viscose) através de interações de Van der Waals.

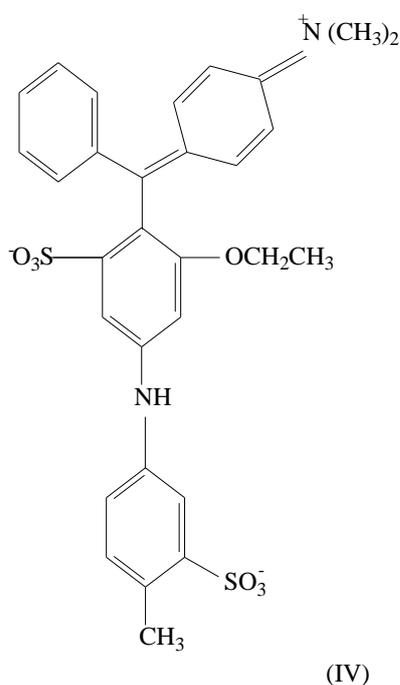
Figura 6 – Exemplo de corante direto (I - corante Vermelho Congo) contendo grupos diazo como grupos cromóforo



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes Ácidos - o termo corante ácido corresponde a um grande grupo de corantes aniônicos portadores de um a três grupos sulfônicos. Estes corantes caracterizam-se por substâncias com estrutura química baseada em compostos que fornecem uma ampla faixa de coloração e grau de fixação.

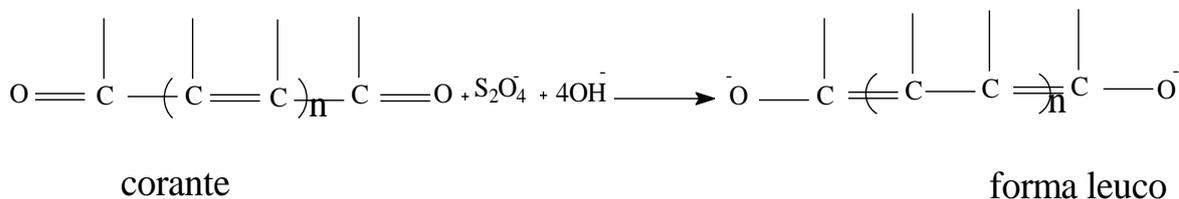
Figura 7 – Estrutura molecular do corante ácido Violeta



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes à Cuba - é uma grande e importante classe de corantes baseada nos índigos, tioindigóides e antraquinóides. Eles são aplicados praticamente insolúveis em água, porém durante o processo de tintura eles são reduzidos com ditionito, em solução alcalina, transformando-se em um composto solúvel (forma leuco). Posteriormente, a subsequente oxidação pelo ar, peróxido de hidrogênio, regenera a forma original do corante sobre a fibra.

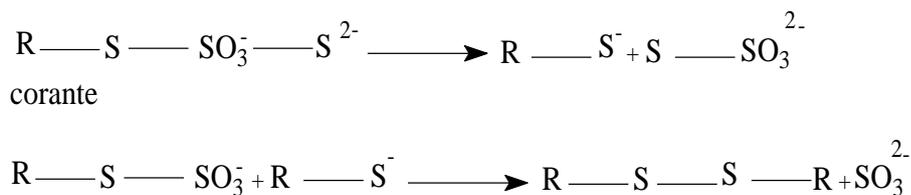
Figura 8 – Exemplo do processo de redução do corante à cuba com ditionito de sódio



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes de Enxofre - é uma classe de corantes que após a aplicação se caracterizam por compostos macromoleculares com pontes de polissulfetos (-S-), os quais são altamente insolúveis em água. Estes compostos têm sido utilizados principalmente na tintura de fibras celulósicas, conferindo cores preto, verde oliva, azul marinho, marrom, apresentando boa fixação. Entretanto, estes corantes usualmente apresentam resíduos altamente tóxicos.

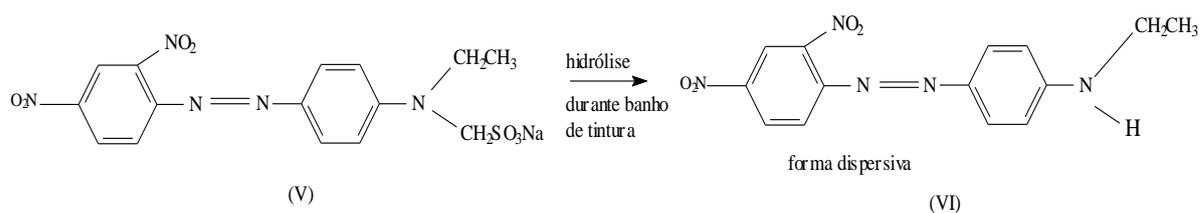
Figura 9 – Exemplo da reação de corantes contendo grupo tiosulfato com íon sulfeto e subsequente formação dos corantes com pontes de dissulfeto



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes Dispersivos - constitui uma classe de corantes insolúveis em água aplicados em fibras de celulose e outras fibras hidrofóbicas através de suspensão (partículas entre 1 a 4 micro). Esta classe de corantes tem sido utilizada principalmente para tinturas de fibras sintéticas, tais como: acetato celulose, nylon, polyester.

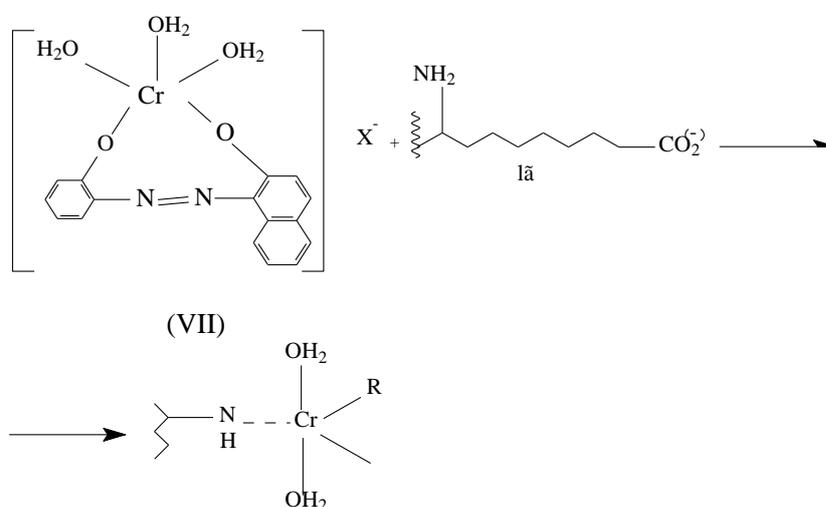
Figura 10 – Exemplo de corante solubilizado temporariamente através de reação de hidrólise (V - Corante Vermelho de Ionamina KA)



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes Pré-metalizados - são úteis principalmente para tintura de fibras proteicas e poliamida. Os corantes são caracterizados pela presença de um grupo hidroxila ou carboxila na posição orto em relação ao cromóforo azo, permitindo a formação de complexos com íons metálicos. A desvantagem ecológica deste tipo de corante está associada ao alto conteúdo de metal (crômio) nas águas de rejeito.

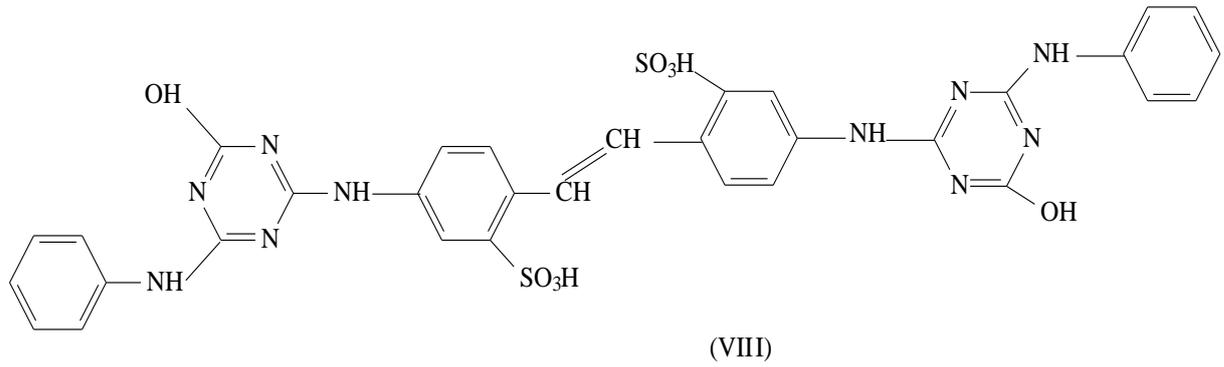
Figura 11 – Exemplo de tintura da lã com o corante pré-metalizado (VII) cromo/corante 1:1 através do grupo amino como ligante e o centro metálico do corante



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

Corantes Branqueadores - estes corantes apresentam grupos carboxílicos, azometino (-N=CH) ou etilênicos (-CH=CH-) aliados a sistemas benzênicos, naftalênicos, pirênicos e anéis aromáticos que proporcionam reflexão por fluorescência na região de 430 a 440 nm quando excitados por luz ultravioleta.

Figura 12 – Exemplo de corante branqueador (VIII) corante fluorescente 32) contendo o grupo triazina usado no branqueador de algodão, poliamida, lã e papel



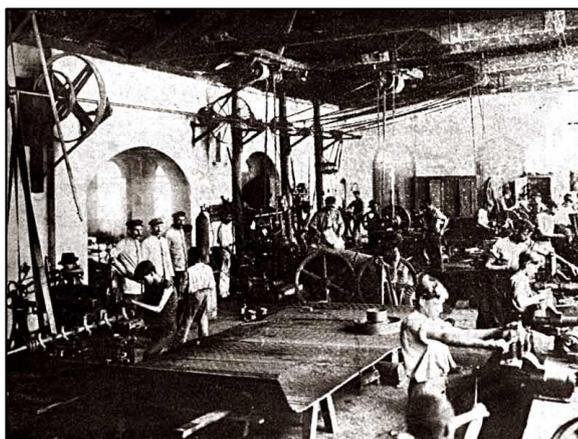
Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

2º ENCONTRO

O DESENVOLVIMENTO DAS INDUSTRIAS TÊXTEIS AO LONGO DA HISTÓRIA

Embora a indústria de corantes têxteis tenha se originado na Europa desde o século XVI, o primeiro corante sintético foi descoberto apenas em 1856 na Inglaterra. Com a intensa inovação tecnológica ao redor de 1915, a Alemanha manteve o monopólio sobre a produção de corante sintético até a Segunda Guerra Mundial.

Imagem 9 – indústria têxtil de 1940.



Fonte: <http://ticianeli.blogspot.com.br/2011/08/para-uma-historia-da-industria-textil.html>

Desde o descobrimento do Brasil, sua história tem estado relacionada à produção de corantes. Durante grande parte do século XIX, o Brasil também foi fonte principal do índigo natural (extraído da *Indigofera tinctoria*). A produção industrial de corantes sintéticos no país foi introduzida logo após a Primeira Guerra Mundial e atualmente supre 60% da sua demanda doméstica.

Imagem 10 – corante índigo.



Fonte: <http://www.etno-botanica.com/2010/06/indigo-natural-o-azul-de-origem-vegetal.html>

Nos últimos anos, a exportação de corantes no Brasil tem mostrado um aumento anual ao redor de 40%. Devido às características climáticas, o Brasil tem sua indústria têxtil

predominantemente baseada em algodão (70%). Os outros corantes representam um consumo per capita de aproximadamente 110 gramas por ano.

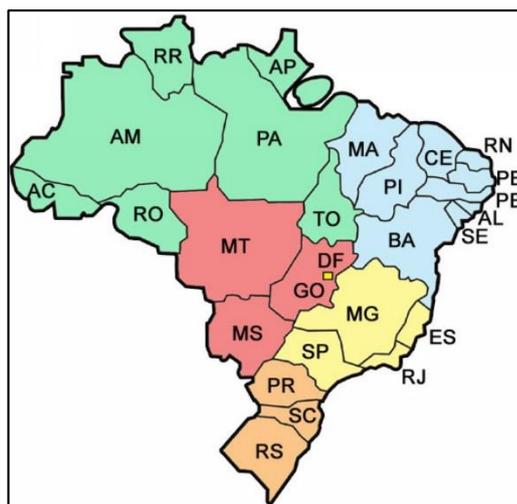
Imagem 11 – plantio de algodão.



Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2176654/cultivares-de-algodao-transgenico-estao-disponiveis-para-o-plantio-na-proxima-safra>

O consumo de fibra têxtil per capita no Brasil é estimado em 7,0 kg por ano por habitante, sendo ligeiramente maior do que a média mundial. Cerca de 75% das indústrias têxteis estão localizadas na região sul (Santa Catarina), sudeste (São Paulo e Minas Gerais) e nordeste (Pernambuco, Bahia e Ceará).

Imagem 12 – mapa do Brasil.



Fonte: <http://www.pronoticia.com/educacao/geografia/mapa-brasil.html>

CONTEXTUALIZANDO

O vídeo sobre tingimento apresenta as etapas do processo de coloração de uma peça jeans feita em uma tinturaria. A reportagem, com duração de 11 minutos e 52 segundos, alerta para alguns cuidados que devem ser tomados ao tingir uma roupa em casa.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=BUIxf_-qXmQ&t=204s

Após a exibição do vídeo orienta-se que promova um debate, sendo pontuadas algumas questões investigativas:

- 1) Ao assistir ao vídeo, comente sobre o que observou.
- 2) Em qual (is) momento (s) do vídeo você identificou o uso de conceitos químicos?
- 3) De acordo com o vídeo, para um tingimento uniforme em toda a peça jeans é preciso adicionar uma substância química, qual substância é essa?
- 4) Se fosse para escolher entre comprar uma calça jeans nova ou tingir uma antiga, o que escolheria? Por quê?

CORANTE ÍNDIGO

Também conhecido como anil, é o corante que confere ao jeans seu azul característico. O índigo era obtido a partir de plantas do gênero *Indigofera* e, em diversos países, inclusive no Brasil, a espécie *Indigofera tinctoria* era de ocorrência nativa. Esse corante começou a ser usado no Egito antes do ano 2000 a.C. e, nesse período, a técnica usada para sua redução era a fermentação, que levava ao composto leuco, solúvel em água.

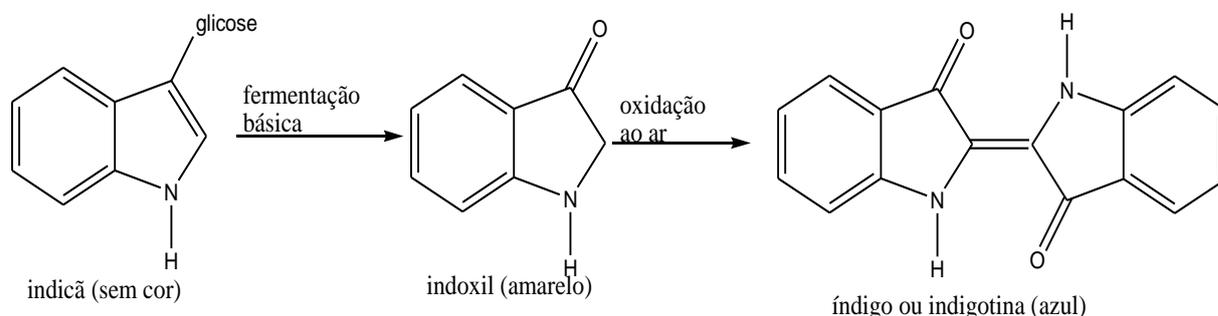
Imagem 13 – *Indigofera tinctoria* – a planta do anil



Fonte: <https://www.tradeindia.com/fp682677/Indigofera-Tinctoria.html>

As folhas de *Indigofera tinctoria* eram usadas para extração, e a fermentação ocorria em solução básica formando indoxol, que é amarelo, e que, ao ser oxidado devido ao contato com o ar, volta a índigo que apresenta coloração azul escuro, representado da seguinte forma:

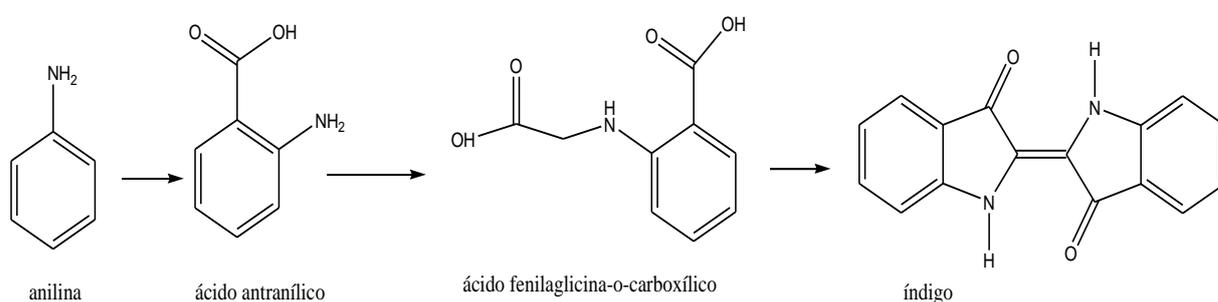
Esquema 1 – Processo de obtenção do índigo natural.



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

A estrutura do índigo foi primeiramente sugerida por Adolf Von Baeyer em 1869, e o caminho sintético do índigo foi viabilizado por ele após mais de uma década de pesquisa. A primeira síntese comercialmente bem-sucedida de índigo baseou-se no processo publicado por Von Heumann em 1890, e a BASF, empresa química alemã especializada em produzir corantes sintéticos para tecidos, iniciou a produção em 1897. O processo de síntese do índigo usado pela indústria ocorre a partir da oxidação de anilina conforme representação.

Esquema 2 – Reação de obtenção do índigo sintético a partir da anilina.



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

O índigo é um composto com fórmula química $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e apresenta como característica a presença de grupos cetônicos ($C=O$). É insolúvel em água, mas na forma reduzida ($C-OH$) torna-se solúvel.

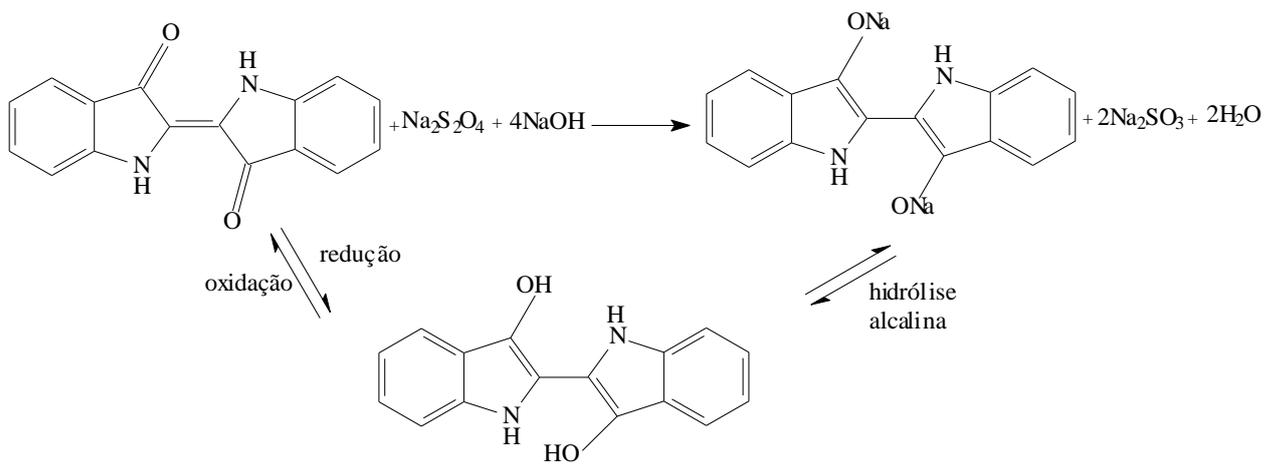
FIXAÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO A FIBRA TÊXTIL

O processo de tingimento ocorre por meio de uma redução do índigo à forma leucoíndigo, com ditionito de sódio em meio alcalino, para sua solubilização em água. O índigo

tem coloração azul, mas na forma leuco, apresenta-se em solução de coloração amarela. Essa forma possui alta afinidade pela fibra celulósica e, com a exposição ao ar, ocorre a reoxidação do índigo, regenerando sua cor azul característica.

O tingimento acontece, primeiramente por absorção nas zonas amorfas e posteriormente por ligações hidrogênio com a celulose. O índigo apresenta a cor azul, e isso se deve à propriedade dos corantes em absorver luz visível seletivamente, que pode ser explicada pela presença de grupos cromóforos tais como nitro, nitroso, azo e carbonila. A cor é intensificada e/ou modificada por grupos auxocromos tais como etila, nitro, amino, sulfônico, hidroxila, metóxi, etóxi, cloro e bromo.

Esquema 3 – Reação de oxidação e redução do índigo



Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

3º ENCONTRO

ROTEIRO EXPERIMENTAL

Experimento 1 – Descoramento do tecido jeans com Hipoclorito de Sódio (NaClO)

Para utilização doméstica (não industrial), o hipoclorito de sódio é ainda muito concentrado e reativo. Surgiu a necessidade de se comercializar uma solução mais diluída do hipoclorito de sódio. Esse produto é a água sanitária, presente na imensa maioria dos lares deste país, além de ser utilizada em indústrias, no comércio etc. A expressão água sanitária refere-se, portanto, a um produto químico, líquido, resultante da diluição em água do produto industrial hipoclorito de sódio.

Sobre o teor de cloro

As embalagens das águas sanitárias informam o teor de cloro ativo do produto. Em Super Cândida e Q'Boa, este teor varia de 2 % a 2,5 %. Esta é a concentração de cloro com que realmente se pode contar como agente bactericida disponível. Como as águas sanitárias Super Cândida e Q'Boa são comercializadas em embalagens de 1 litro (1.000 cm³) ou de 2 litros (2.000 cm³), a quantidade de cloro ativo em cada embalagem é de 20 g a 25 g (embalagem de 1 litro) ou de 40g a 50g (embalagem de 2 litros).

Hipoclorito de sódio (NaClO)

Produto mineral resultante de produção industrial. É produzido a partir da reação de gás cloro misturado com solução de hidróxido de sódio (soda cáustica).



Materiais necessários

- Tiras de tecido jeans (cor azul e preto);
- Água sanitária (NaClO) de marcas diferentes;
- Pipeta de Pasteur;
- Placa de petri.

Procedimento Experimental

1. Coloque um pedaço do tecido em uma placa de pétri;
2. Pingue 10 gotas de água sanitária sobre o tecido;
3. Espere alguns minutos para a efetiva ação do produto.

Observação Macroscópica

Anote aqui suas observações

Compreendendo o experimento

O hipoclorito de sódio é altamente reativo, e também é muito instável. Se deixado exposto à atmosfera, o gás cloro “evapora” da solução a uma taxa considerável, e se for aquecido o hipoclorito de sódio produz sal comum e oxigênio. Isso também acontece quando ele entra em contato com ácidos, luz solar, certos metais, gases, e é uma das razões pelas quais a água sanitária pode ser usada em larga escala – após o uso ela se decompõe em produtos benignos (sal e água) os quais podem ser despejados no sistema de esgotos sem problemas.

O ácido hipocloroso (HClO) é um agente oxidante muito forte (até mais forte que o gás cloro, Cl_2), e pode reagir e destruir muitos tipos de moléculas, incluindo os corantes orgânicos presentes nas roupas.

Também o íon hipoclorito (ClO^-) se decompõem em cloreto (Cl^-) e em uma forma muito reativa de oxigênio:



O ácido hipocloroso HClO podem ativar as ligações químicas de um composto colorido que possuem ligações duplas conjugadas, sendo essas moléculas que confere cor ao composto por doação ou remoção de densidade eletrônica, sofrendo ataque químico convertendo as ligações duplas em ligações simples, fazendo com que a molécula perca a capacidade de absorver luz visível.

Quando ele reage com micróbios, o hipoclorito de sódio ataca as proteínas das células causando a agregação destas e dos micróbios e fazendo com que eles morram. Ele também pode causar a “queima” das membranas celulares. Esse ataque de amplo espectro faz com que o alvejante seja efetivo contra uma enorme gama de bactérias.

ROTEIRO EXPERIMENTAL

Experimento 2 – Desbotando o tecido jeans

O jeans faz parte da vida de pessoas de diversas faixas etárias, culturas, religiões e gêneros. Em nível mundial, o Brasil é referência na produção de jeans e movimenta um setor de R\$ 8 bilhões por ano, sendo o segundo maior produtor e terceiro maior consumidor de denim, tecido de algodão tingido com corante índigo. O jeans, para ser produzido, envolve inúmeras etapas, que têm relações diretas ou indiretas com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia como no cultivo do algodão, na produção do corante índigo, na manufatura do tecido, no tratamento de resíduos das indústrias têxteis.

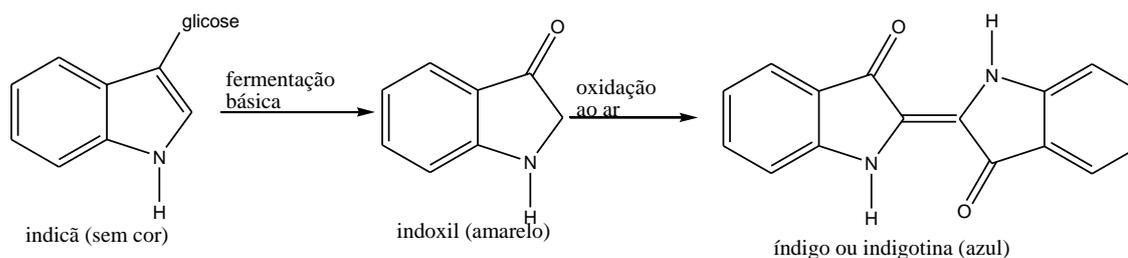
Corante Índigo

O índigo é o corante que confere ao jeans seu azul característico, também conhecido como anil, é um composto com fórmula química $C_{16}H_{10}N_2O_2$ e apresenta como característica a presença de grupos cetônicos ($C=O$). É insolúvel em água, mas na forma reduzida ($C-OH$), torna-se solúvel.

O termo é derivado do grego *indikón* e do latim *indicum* e significa uma substância da Índia, região da qual se originou. O índigo era obtido a partir de plantas do gênero *Indigofera* e, em diversos países, inclusive no Brasil, a espécie *Indigofera tinctoria* era de ocorrência nativa.

Esse corante começou a ser usado no Egito antes do ano 2000 a.C. e, nesse período, a técnica usada para sua redução era a fermentação, que levava ao composto *leuco*, solúvel em água. As folhas de *Indigofera tinctoria* eram usadas para extração, e a fermentação ocorria em solução básica formando indoxil (C_8H_7NO), que é amarelo, e que, ao ser oxidado devido ao contato com o ar, volta a índigo, que apresenta coloração azul escuro. A reação está representada abaixo no Esquema 1.

Esquema 1 – Processo de obtenção do índigo natural



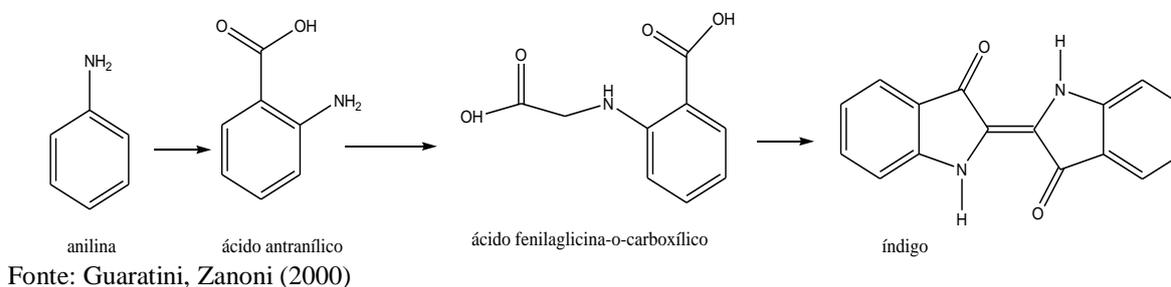
Fonte: Guaratini, Zanoni (2000)

A estrutura do índigo foi primeiramente sugerida por Adolf Von Baeyer em 1869, e o caminho sintético do índigo foi viabilizado por ele após mais de uma década de pesquisa. A primeira síntese comercialmente bem-sucedida de índigo baseou-se no processo publicado por

Von Heumann em 1890, e a BASF (empresa química alemã, especializada em produzir corantes sintéticos para tecidos) iniciou a produção em 1897.

O processo de síntese do índigo usado pela indústria ocorre a partir da oxidação de anilina ($C_6H_5NH_2$), conforme representação no Esquema 2.

Esquema 2 – Reação de obtenção do índigo sintético a partir da anilina.b



Questões dialogadas

Com os anos o jeans ganhou diferentes estilos, como por exemplo, o desbotamento da peça. Para a obtenção desse resultado, será que as indústrias têxteis realizam o processo de lavagem até que o jeans desbote? É possível que haja alguma substância química envolvida no processo de desbotamento do jeans? Podemos reproduzir esse efeito no jeans sem que estejamos em uma indústria têxtil?

Materiais necessários

- Amostras de tecido jeans (cor azul e preto)
- Permanganato de potássio ($KMnO_4$)
- Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) 10, 20, 30 e 40 volumes
- Pipeta de Pasteur
- Ácido Clorídrico (HCl) 0,1 mol
- Béquer de 300 mL
- Béquer de 50 mL
- Placa de petri

Procedimento Experimental

1. /Em três béquer de 50 mL pese 0,1 g, 0,2 g e 0,4 g de permanganato de potássio ($KMnO_4$) respectivamente;
2. Adicione 50 mL de água destilada em cada, dissolva totalmente, transfira individualmente as soluções para 3 placas de petri;
3. Corte amostras de tecidos jeans em partes de dimensões de 3x3 cm;

4º ENCONTRO

PRODUÇÃO DO JEANS E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

A calça jeans, após sua confecção, passa por processos de acabamento como desgaste, lavagens, aplicação de substâncias químicas como a adição de permanganato de potássio.

Imagem 14, 15 e 16 – processos físicos e químicos no tecido jeans.



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/S4RqU2oQiDI/TzP9rym6GwI/AAAAAAAAACEQ/1GwLBvXZdGs/s1600/jeans+lixado.jpg> <http://modaesustentabilidade2015.blogspot.com.br/>
<http://www.paratyecofestival.com.br/releases/primeiro-jeans-feito-de-garrafa-pet-e-lancado-em-evento-de-moda-sustentavel-no-rio-de-janeiro/>

Na produção industrial de jeans, a etapa do tingimento consome 90% da água de todo processo.

Imagem 17 – descarte de resíduo proveniente da indústria têxtil.



Fonte: <http://tianeiva.com.br/2016/04/13/tingimento-textil-produz-poluicao-e-desperdicio/>

Há uma grande variedade de substâncias presentes nos resíduos líquidos descartados pelas indústrias ou lavanderias de tecidos jeans, dando destaque aos: corantes sintéticos; metais como cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio e zinco; sais; surfactantes; sulfetos; solventes; além da coloração predominam os elevados índices de acidez.

Problemas ocasionados pelo volume de resíduos:

- Elevada carga orgânica e coloração acentuada, dificultam a passagem da radiação solar nos cursos d'água.
- Prejudicando a fotossíntese, alterando o sistema aquático e levando toxicidade aguda e crônica a esses ecossistemas.

Desafios para remover a cor dos efluentes:

- Estabilidade biológica dos corantes;
- Dificulta sua degradação pelos métodos mais convencionais e menos onerosos;
- Resistência ao suor, sabão, água, luz ou agentes oxidantes.

Imagem 18 – rio contaminado por resíduo têxtil



Fonte: <http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0020.html>

Diagnóstico ambiental, feito em 2005 pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco, disponibilizou os seguintes dados:

- 56 lavanderias industriais visitadas
- Lavanderias do município de Toritama
- 67% não apresentavam alvará de funcionamento
- 100% delas não tinham licenciamento ambiental.
- Eram processadas ao mês, de 3 mil a 95 mil peças de jeans.
- Produção de efluente gerado estava na faixa de três a quatro mil metros cúbicos por mês.

Imagem 19 – lavanderia têxtil

Fonte: <http://www.lavanderialanucia.es/?idioma=en>

DOCUMENTÁRIO

O documentário que recebe o título de Rio Meia Ponte, apresenta diálogos entre representantes de órgãos públicos e privados que relatam sobre a poluição ocasionada por diferentes fatores, inclusive o despejo de águas residuais, que afetam diretamente a população e o meio ambiente. O documentário, com duração de 21 minutos e 30 segundos, retrata a real situação de uma das principais fontes de abastecimento de água em Goiânia.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=sC8NWVd0zPQ&t=7s>

REPORTAGEM INVESTIGATIVA

A reportagem investigativa apresenta uma denúncia sobre o descarte irregular de resíduos provenientes das lavanderias em rios de Goiás.



Fonte: <http://g1.globo.com/goias/noticia/2015/02/mp-investiga-lavanderias-suspeitas-de-poluir-mananciais-em-jaragua-go.html>

Questões investigativas

Ao término da exibição do documentário e da reportagem investigativa promova um espaço de diálogo, orientando-se pelas seguintes questões:

- 1) Você identifica alguma relação entre os vídeos apresentados? Qual (is)?
- 2) Enquanto cidadão, você se identifica com os temas abordados nos vídeos? Por quê?
- 3) Com base nos vídeos, exponha exemplos em que a sociedade sofre por causa da poluição.
- 4) Sugira uma solução para minimizar os impactos, ocasionados pelo descarte incorreto de resíduos, ao meio ambiente e a saúde humana.

RODA DE CONVERSA

Organize uma roda de conversa que possibilite a criação de um espaço para os alunos e professor interagirem e estabelecerem diálogos, ampliando percepções sobre si mesmos, sobre os outros e sobre o mundo que os cerca.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), momentos em que alunos e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, explicando e justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, são meios para a construção da argumentação.

Com o objetivo de incentivar o diálogo aluno/professor, elaboramos quatro questões relacionadas a conceitos químicos (QQ) e abordadas no desenvolvimento das atividades, assim como, três questões de aspectos ambientais (QA) para iniciar o debate. As questões foram:

QQ1) As fibras de tecido são moléculas orgânicas, nesse sentido qual característica o corante deve ter para se fixar a esse material, lembrando que em sua maioria os corantes são compostos insolúveis?

QQ2) O ponto de ebulição e de fusão interfere na fixação do corante a fibra têxtil? Porquê?

QQ3) No conteúdo de concentração estudamos unidades de medidas e a conversão delas. Qual a importância da relação massa x volume?

QQ4) Qual a diferença do primeiro experimento para o segundo?

QA1) Qual o prejuízo do uso de um corante que não interage totalmente com a fibra têxtil?

QA2) O que fazer com o resíduo gerado nas aulas experimentais desenvolvidas?

QA3) Qual a solução para o alto consumo de água ao lavar vidrarias de laboratório?

Após esse momento de debate, de questionamentos, de troca de ideias, orientamos ao docente sistematizar a compreensão que os alunos tiveram ao realizar todas as ações propostas.

LEITURAS SUGERIDAS

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B.; Corantes têxteis. **Química Nova**, v. 23, n. 1, 2000.

MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 172-179, São Paulo, 2015.

SILVA, F. M.; WOUTERS, A. D.; CAMILO, S. B. A. Visualização prática de química envolvida nas cores e sua relação com a estrutura de corantes. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 46-48, 2008.

SILVA, M. A. M.; FALCÃO, A. S.; SILVA, M. S.; REGIANI, A. M. A tecelagem Huni Kuin e o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, p. 200-207, São Paulo, 2016.

VELOSO, L. A. **Dossiê técnico: corantes e pigmentos**. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012. Disponível em <
<http://www.respostatecnica.org.br/dossietecnico/downloadsDT/NTcwOA==>> Acesso em 19 de Janeiro de 2017.

VITA, S.; LUNA, F.J.; TEIXEIRA, S. Descrições de técnicas da química na produção de bens de acordo com os relatos dos naturalistas viajantes no Brasil colonial e imperial. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1381-1386, 2007.

SUGESTÕES DE VÍDEO

Viver Ciência - A relação dos goianienses com o Rio Meia Ponte. Publicado em 14 de março de 2014. Links de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=zpWu-PHnSoc> ou www.tvufg.org.br/viverciencia

O fio da história, entre agulhas e tecidos – o curta-documentário resgata histórias das primeiras indústrias têxteis de Santa Catarina e a importância do papel da mulher para o setor. Publicado em 22 de maio de 2012. Link de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=A8-xK0I8G7s>

REFERÊNCIAS

FAGUNDES, S. M. K.; PICCINI, I. P.; LAMARQUE, T.; TERRAZZAN, E. A. Produções em educação em ciências sob a perspectiva CTS/CTSA. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Florianópolis-SC, 2009. Disponível em <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1120.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2017.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B.; Corantes têxteis. **Química Nova**, v. 23, n. 1, 2000.

MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 172-179, São Paulo, 2015.

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

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. “O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de ciências”. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O. A. (org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011, p. 131-157.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SILVA, F. M.; WOUTERS, A. D.; CAMILO, S. B. A. Visualização prática de química envolvida nas cores e sua relação com a estrutura de corantes. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 46-48, 2008.

VUOREMA, A. **Reduction and analysis methods of indigo**. University of Turku, Finland, 2008. Disponível em: <<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/42825/AI388%20Vuorema.pdf>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2017.

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Este questionário tem como objetivo obter informações do aluno ou da aluna referente ao tema “corantes têxteis”, sendo este o tema das atividades experimentais que serão desenvolvidas. Nesse sentido, sua colaboração é fundamental para a realização dessa pesquisa. Obrigada!

Informações do (a) Entrevistado (a)

Idade: _____ Sexo: () F () M

Você ou alguém da sua família trabalha na produção, confecção, lavagem ou venda de tecido jeans? () Sim () Não. Se sim, qual serviço realiza: _____

Você considera relevante a abordagem do tema “corantes têxteis”? () Sim () Não

1) Liste produtos comerciais que você identifica que os corantes têxteis foram utilizado para sua fabricação.

2) Descreva quimicamente como você entende o processo de fabricação desses produtos que listou.

3) Como você entende a relação entre a produção têxtil e o meio social, ambiental e econômico?
