

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS INHUMAS
LICENCIATURA EM QUÍMICA



**SITUAÇÃO DE ESTUDO: ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR
DA FABRICAÇÃO DO POLVILHO**

WAGNÉLIA ALVES DA ROCHA

INHUMAS, NOVEMBRO DE 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS INHUMAS

LICENCIATURA EM QUÍMICA

WAGNÉLIA ALVES DA ROCHA

**SITUAÇÃO DE ESTUDO: ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR
DA FABRICAÇÃO DO POLVILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/ Câmpus Inhumas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Dr^a Lorennna Silva Oliveira Costa

INHUMAS, NOVEMBRO DE 2018

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)

R672 Rocha, Wagnélia Alves da
Situação de estudo: organização do ensino de química a partir da fabricação do polvilho. [Manuscrito] / Wagnélia Alves da Rocha. -- Inhumas, 2018.
77f.: il.

Orientadora: Prof. Dra. Lorena Silva Oliveira Costa
Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Inhumas, Curso Licenciatura em Química, 2018.
Bibliografia.

1. Ensino de Química. 2. Situação de estudo. 3. Material didático-pedagógico. I. Título.

CDD 540.07

Código 18.2018

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Maria Aparecida de Castro,
CRB-1/2599.

Biblioteca Atena, Câmpus Inhumas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Wagneria Alves da Rocha

Matrícula: 20161039020068

Título do Trabalho: Situação de Estudo: Organização do Ensino de Química a partir da fabricação do Petróleo

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: / /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inhumas
Local

10.12.18
Data

Wagneria Alves da Rocha
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

WAGNÉLIA ALVES DA ROCHA

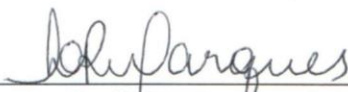
**SITUAÇÃO DE ESTUDO: ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA A
PARTIR DA FABRICAÇÃO DO POLVILHO**

Monografia apresentada à banca examinadora da Coordenação de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Inhumas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

COMISSÃO EXAMINADORA



Profª. Drª. Loreнна Silva Oliveira Costa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas



Profª. Ms. Luciana Pereira Marques
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas



Profª. Drª. Elisangela Cardoso de Lima Borges
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas

Inhumas, 23 de novembro de 2018

A minha família que sempre me apoiou nessa caminhada...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido forças para dedicar aos estudos.

À minha família, que sempre esteve presente me apoiando e ajudando.

À minha orientadora, professora Loreнна pela dedicação e apoio.

À professora Luciana pela orientação na elaboração da oficina.

Às professoras Karla e Elisângela pelas contribuições na qualificação deste trabalho.

Às minhas colegas de graduação Geicy, Lilia e Tatielly que me ajudaram na implementação da oficina temática.

Ao proprietário e ao funcionário da fábrica de polvilho e à artesã que fabrica polvilho, pela disponibilidade e acolhimento durante a realização desse trabalho.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”.

Paulo Freire

RESUMO

As disciplinas escolares mudam de acordo com mudanças na sociedade, nesse contexto é necessário pensar em um currículo que prepare os alunos para lidarem com os dilemas da sociedade atual, sendo fundamental repensar o Ensino de Química levando em consideração elementos da vivência dos estudantes bem como o questionamento das relações sociais que estabelecem nessa sociedade. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo elaborar um material didático-pedagógico alternativo para o ensino médio na disciplina de química, através de uma Situação de Estudo (SE) sobre a fabricação do polvilho e analisar sua implementação. A pesquisa foi realizada seguindo quatro etapas: 1) Revisão bibliográfica; 2) Visita técnica a um local onde se produzem polvilho artesanalmente e a uma fábrica de polvilho industrializada; 3) Elaboração de uma oficina temática intitulada “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer”, que levou a construção de um material didático-pedagógico sobre o tema; e 4) Tabulação e análise dos dados. Após as análises foi perceptível que a elaboração de oficinas temáticas e materiais didático-pedagógicos alternativos demandam muito tempo, o que pode ser uma “barreira” para professores da Educação Básica, que geralmente possuem alta carga horária de trabalho. Desta forma, este projeto elaborou um material didático-pedagógico que pode ser implementado nas escolas e também pode ser adaptado de acordo com a realidade de cada ambiente escolar.

Palavras-chaves: Ensino de Química; Situação de Estudo; Fabricação de polvilho; Oficina Temática; Material Didático-Pedagógico.

ABSTRACT

School subjects change as society does, so it is necessary to elaborate a curriculum that can prepare students to deal with the challenges of today's society. It is crucial then to reflect on chemistry teaching while considering elements from students' own experiences, as well as to question the social relations they establish in society. Therefore, this paper aims to design an alternative teaching material for chemistry courses at *Ensino Médio* (Brazilian High School), by means of a study case on the manufacturing of cassava flour, its analysis and implementation. The research has been carried out in four steps: 1) a literature review; 2) technical visits at a location where cassava flour was handcrafted and at an industry; 3) preparing a workshop with the theme "A Journey From Cassava to Cassava Flour", which led to the designing of a teaching material about that theme; 4) data tabling and analysis. After analysis, it was clear that designing workshops and alternative teaching materials was time-consuming, which can prevent basic education teachers to put them in effect, since most teachers have full-time working schedules. Thus, this project has designed a teaching material that may be implemented in schools and may also be adapted to various school environments.

Keywords: Chemistry Teaching; Study Case; Cassava Flour Manufacturing; Theme Workshop; Teaching Material.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Ralo utilizado para ralar mandioca na produção artesanal	32
FIGURA 2 – Ralador de mandioca elétrico simples, utilizado pela artesã entrevistada	32
FIGURA 3 – Massa da mandioca no tecido para extração da fécula no processo artesanal	33
FIGURA 4 – Massa fibrosa retida no tecido durante a extração da fécula no processo artesanal.....	33
FIGURA 5 – Tanque de decantação da fécula no processo industrial de fabricação do polvilho	34
FIGURA 6 – Recipiente utilizado pela artesã entrevistada para decantação da fécula da mandioca	34
FIGURA 7 – Máquina utilizada para ensacar polvilho na produção industrial	36

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Estrutura da oficina	26
QUADRO 2 – Conceitos químicos abordados na oficina.....	28
QUADRO 3 - Análise da implementação da oficina	29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – A EDUCAÇÃO ESCOLAR E O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA	16
1.1 – A escola e a educação escolar: sua caracterização diante das mudanças da sociedade atual	16
1.2 – O ensino de Química no contexto da sociedade contemporânea	18
1.3 – Caracterização da Situação de Estudo (SE): uma orientação curricular	22
CAPÍTULO 2 – CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA	25
2.1 – Algumas questões sobre a fabricação do polvilho artesanal e industrial.....	29
2.1.1 – Mandioca: matéria-prima para a fabricação do polvilho	29
2.1.2 – Processo da fabricação do polvilho	30
CAPÍTULO 3 – OFICINA TEMÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO SOBRE A FABRICAÇÃO DO POLVILHO: IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE.....	38
3.1 Relato da Elaboração das Oficinas	38
3.2 - Análise da primeira implementação da oficina temática	40
3.3 - Análise da segunda implementação da oficina temática	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM A ARTESÃ QUE FABRICA POLVILHO	61
APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM UM DOS FUNCIONÁRIOS DA FÁBRICA DE POLVILHO	63

APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM O PROPRIETÁRIO DA FÁBRICA DE POLVILHO	65
APÊNDICE D – MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO ELABORADO DURANTE A ESTRUTURAÇÃO DA OFICINA.....	67
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DA PRIMEIRA IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA “DA MANDIOCA AO POLVILHO, UM CAMINHO A PERCORRER”	74
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DA SEGUNDA IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA “DA MANDIOCA AO POLVILHO, UM CAMINHO A PERCORRER”	76

INTRODUÇÃO

Pesquisas apontam que o foco da educação escolar tem sido na qualificação dos alunos visando à aprovação em exames (GASPARIN, 2012). Porém, para enfrentar os desafios da sociedade atual, esse objetivo deve ser questionado, criticado e modificado, pois a finalidade social do conteúdo escolar é a apropriação teórica dos conteúdos de forma crítica para que possam ser usados na transformação da sociedade (GASPARIN, 2012). Chassot (2005) defende que a finalidade do ensino é melhorar a relação do cidadão com o mundo, uma vez que ele passa a ver o mundo de outra forma, podendo se posicionar mais criticamente em relação a fatores cotidianos.

Repensar o Ensino de Química é necessário para despertar o interesse dos alunos nos conteúdos abordados em sala de aula, promovendo um ensino que faça sentido para eles em seu cotidiano. Conforme Maldaner e Zanon (2010) explicitam, o grande desafio da escola e dos professores na atualidade, em que a tecnologia é predominante e facilitadora da busca por conhecimento, é fazer com que os alunos vejam uma necessidade que deve ser satisfeita através dos estudos, com uma aprendizagem efetiva.

Para despertar o interesse dos alunos na aquisição do conhecimento é importante o papel dos professores na elaboração de novas práticas pedagógicas e na mediação do trabalho pedagógico, de forma a incentivar a participação dos alunos nas aulas (MALDANER; ZANON, 2010). Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 274) relata que “A repetição acrítica de fórmulas didáticas, que dão resultados, acaba por transformar a Química escolar em algo cada vez mais distante da ciência química e de suas aplicações na sociedade”. Como o conhecimento científico não faz parte do contexto cultural dos alunos é importante associar esse conhecimento com o meio social, fazendo com que o senso comum adquira um aspecto mais crítico e elaborado (SCHNETZLER, 2002).

Mortimer, Machado e Romanelli (2000) apontam que o Ensino de Química tradicional deixa de lado os fenômenos reais, contribuindo para que os estudantes do Ensino Médio vejam a Química como algo difícil e desinteressante, por ser muito abstrata e não conseguirem relacioná-la com a realidade. Assim, é de suma importância estudos e pesquisas sobre o currículo, sobre diferentes abordagens do conteúdo em sala de aula, como também, é importante pensar em materiais didático-pedagógicos alternativos para o Ensino de Química como uma possível forma de despertar o interesse dos alunos nas aulas.

Esses materiais didático-pedagógicos podem ser elaborados a partir de uma Situação de Estudo (SE), que é uma proposta curricular que traz a abordagem dos conteúdos de ciências de forma contextualizada e interdisciplinar, com uma temática voltada para o contexto social dos alunos (HALMENSCHLAGER, 2011). A participação dos professores na elaboração desses materiais é importante, devido eles conhecerem a realidade socioeconômica e cultural dos seus alunos.

Diante dessa discussão, o objetivo deste trabalho é organizar uma oficina temática para o Ensino de Química com a elaboração de um material didático-pedagógico através de uma SE sobre o processo de fabricação do polvilho e analisar as fases de construção e implementação. Além disso, pretende-se discutir referenciais teóricos do Ensino de Química que abordem discussões sobre o Ensino de Química na sociedade contemporânea.

A pesquisadora em curso de formação inicial de professora percebeu a necessidade de abordar o Ensino de Química de forma contextualizada com o cotidiano dos alunos. Desta forma, escolheu o tema sobre a fabricação do polvilho, pois, na cidade de Araçu no entorno de Inhumas onde reside o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, possui uma indústria que fabrica polvilho em uma fazenda e na área urbana do referido município ainda existem pessoas que produzem o polvilho artesanalmente em suas casas. Levando em consideração esse contexto social, o presente trabalho pretende valorizar a prática artesanal na fabricação do polvilho, para que os alunos tenham contato com essa tradição popular. Para tanto foi feito um contraponto entre a produção industrial do polvilho e a produção artesanal por meio de entrevista com uma produtora artesanal e com um trabalhador e o dono da fábrica.

A fabricação artesanal do polvilho é uma tradição cultural da cidade de Araçu que está se tornando obsoleta, e conseqüentemente esquecida, por isso é importante resgatar essa tradição, pois mostra a identidade cultural dessa comunidade. E ao mesmo tempo é um tema pouco abordado em sala de aula, apesar de ser um insumo presente em diversos alimentos consumidos pelos estudantes. Isso traz a possibilidade de que eles participem ativamente das aulas, questionando, respondendo aos questionamentos levantados e participando das atividades propostas durante a implementação da oficina.

A problemática da investigação é a seguinte: Quais são os limites e as possibilidades da organização e implementação de uma oficina temática para o Ensino de Química sobre a fabricação do polvilho através de uma SE? Além disso, questiona-se: essa sequência didática pedagógica pode gerar a participação dos alunos e contribuir com o processo de ensino-aprendizagem? Na medida em que o material e a sequência didático-pedagógica foram sendo

elaborados surgiram outros questionamentos: quais conceitos podem ser trabalhados ao se discutir a fabricação do polvilho? Quais as diferenças da produção artesanal e industrial do polvilho? Quais os diferentes impactos nas relações humanas e na natureza natural? Como organizar essa discussão em um material didático para ser trabalhado no Ensino Médio?

A partir dos questionamentos algumas hipóteses foram levantadas: diante da finalidade social do conteúdo escolar é possível promover uma discussão nas aulas de química em que se questione relações de trabalho, degradação ambiental, conceitos químicos, conhecimentos populares entre outros, a partir da produção do polvilho. Um ensino contextualizado pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem promovendo um maior engajamento dos alunos nas aulas. Trabalhar de forma dialógica entre conhecimentos científicos e conhecimentos populares pode contribuir no processo de valorização dos conhecimentos populares.

O material didático-pedagógico utilizado para ministrar a oficina foi elaborado utilizando as etapas da SE, o qual abordou os processos químicos existentes durante a fabricação do polvilho em três aspectos: fenomenológico, teórico e representacional (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000), trazendo os saberes populares desse processo, comparando-os com os saberes científicos, buscando valorizar todas as formas de saber, porém, com ênfase nos conceitos e símbolos químicos.

Para obter-se os objetivos propostos este trabalho foi estruturado em 3 capítulos. No primeiro capítulo serão discutidas algumas teorias sobre a escola, a educação escolar e o Ensino de Química na sociedade contemporânea; também será discutido a SE como uma proposta curricular para o Ensino de Química. No capítulo 2 será apresentado o caminho metodológico que foi utilizado para a realização da pesquisa; a forma como a oficina foi elaborada e algumas questões sobre o processo de fabricação do polvilho. Já no capítulo 3 será discutido o caminho percorrido para elaborar a oficina, a sequência didática-pedagógica utilizada durante a implementação da oficina; e a transcrição da oficina que foi ministrada na semana acadêmica e os questionários aplicados ao final da mesma.

CAPÍTULO 1 – A EDUCAÇÃO ESCOLAR E O ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO DA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA

1.1 – A escola e a educação escolar: sua caracterização diante das mudanças da sociedade atual

A escola é um local onde ocorre a interação de diferentes culturas, portanto é importante compreender a escola como um local de produção e reprodução de culturas, entre elas a cultura científica, a cultura social, a cultura de mídias, a cultura dos alunos e a cultura da escola¹ (LIBÂNEO, 2008). Segundo Maldaner e Zanon (2010): “Quanto mais profunda puder ser a significação da cultura, mais capacidade terão as novas gerações de recriá-las e projetá-las para novas possibilidades de entendimento do meio em que vivem e de preservá-lo com boa qualidade de vida” (MALDANER; ZANON, 2010, p. 332).

A cultura da escola está relacionada à identidade da escola e das pessoas que ali trabalham, seus modos de agir e resolver conflitos, seus valores e suas convivências. Normalmente, são significados ocultos que moldam essa cultura. Sendo assim, cada escola possui uma cultura própria que não aparecem nos planejamentos escolares, mas que é de suma importância para a aprendizagem, pois se tratam das práticas e experiências sociais dos alunos e professores compartilhadas na sala de aula (LIBÂNEO, 2008).

Essa cultura, entretanto, pode ser alterada, e é o que está ocorrendo na sociedade contemporânea, uma vez que estão surgindo vários fatores que acarretam transformações no contexto escolar em nível de estrutura física e nível de ensino: mudanças no currículo², novas visões sobre a avaliação de aprendizagem dos alunos, introdução de novos materiais pedagógicos como televisores, computadores e internet (LIBÂNEO, 2008). Sendo assim,

as instituições escolares vêm sendo pressionadas a repensar seu papel diante das transformações que caracterizam o acelerado processo de integração e reestruturação capitalista mundial. De fato, o novo paradigma econômico, os avanços científicos e tecnológicos, a reestruturação do sistema de produção e as mudanças no mundo do conhecimento afetam a organização do trabalho e o perfil dos trabalhadores, repercutindo na qualificação profissional e, por consequência, nos sistemas de ensino e nas escolas (LIBÂNEO, 2008, p. 45).

¹ Cultura da escola, também é chamada por Libâneo (2008) de cultura organizacional e “diz respeito ao conjunto de fatores sociais, culturais, psicológicos que influenciam o modo de agir da organização como um todo e do comportamento das pessoas em particular. [...] Esses aspectos têm sido denominados frequentemente “currículos ocultos”” (LIBÂNEO, 2008, p. 106).

² Currículo é o elemento principal do projeto pedagógico, orientando os objetivos e os conteúdos contidos nesse projeto, e de acordo com Libâneo (2008) ele é elaborado para responder as seguintes perguntas: “O que nossos alunos precisam aprender, para que aprender, em função de que aprender?” (LIBÂNEO, 2008, p. 171).

Essas alterações no sistema de educação geralmente são ditadas pelas classes que detém o poder econômico do país. Ponce (2010) afirma que a escola é regida de acordo com os interesses das classes dominantes, “a classe que domina materialmente é também a que domina com a sua moral, a sua educação e as suas ideias” (PONCE, 2010, p. 171). Dessa forma, as variações que ocorrem na educação geralmente são ditadas pelos interesses das classes dominantes, apesar de existirem os movimentos de resistência.

Enquanto a sociedade dividida em classes não desaparecer, a escola continuará sendo uma simples engrenagem dentro do sistema geral de exploração, e o corpo de mestres e de professores continuará sendo um regimento, que, como os outros, defende os interesses do Estado (PONCE, 2010, p. 185).

Ponce (2010) afirma que o Estado defende uma neutralidade escolar e dessa forma pretende camuflar a verdadeira realidade social desse mundo moderno, onde existe uma luta de classes e a exploração capitalista. Promove-se a manipulação das ideias dos alunos, a fim de que sejam “um povo manso e resignado, respeitoso e discreto, um povo para quem os patrões sempre tenham razão” (PONCE, 2010, p. 173). Pois, a pretensão é de que a escola ajude a moldar os pensamentos e modos de agir dos alunos, assim, o que aprenderem caminhará com eles durante suas vidas, seja como seres humanos, como operários (funcionários) e como cidadãos; irão ser críticos ou acríticos, saberão questionar ou apenas aceitarão sua realidade com resignação.

Para que ocorra uma mudança na realidade da sociedade atual, que é dividida em classes que possuem interesses divergentes, Saviani (1999) defende um método de ensino que transforme as relações de produções através da prática social, que é comum a professores e alunos. Saviani (1999, p. 85) afirma que, deve-se lutar “no campo pedagógico para fazer prevalecer os interesses até agora não dominantes”. A pedagogia que defende os interesses das classes populares interessa-se por métodos de ensino eficazes,

[...] serão métodos que estimularão a atividade e iniciativa dos alunos sem abrir mão, porém, da iniciativa do professor, favorecerão o diálogo dos alunos entre si e com o professor, mas sem deixar de valorizar o diálogo com a cultura acumulada historicamente; levarão em conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, mas sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e graduação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (SAVIANI, 1999, p. 79).

Saviani (2011) também defende que é impossível a existência de uma neutralidade na educação, pois não existe conhecimento desinteressado e a neutralidade ou a não neutralidade do ensino corresponde a uma ideologia, ou seja, é o “caráter interessado ou não interessado do

conhecimento” (SAVIANI, 2011, p. 49). A burguesia defende uma escola neutra, porém a classe trabalhadora necessita de um conhecimento que a impulse para o entendimento de seu posicionamento na sociedade. “A burguesia, beneficiária das condições de exploração, não tem interesse algum em desvendá-las, ao passo que o proletariado que sofre a exploração tem todo interesse em desvendar os mecanismos dessa situação” (SAVIANI, 2011, p. 50).

Na sociedade contemporânea é fundamental uma escola que não seja neutra, mas que seja inclusiva, que luta contra a exclusão econômica, política, cultural e pedagógica. A escola de hoje, portanto, não deve

[...] limitar-se a passar informações sobre as matérias, a transmitir o conhecimento do livro didático. Ela é uma síntese entre a cultura experienciada que acontece na cidade, na rua, nas praças, nos pontos de encontro, nos meios de educação, na família, no trabalho etc., e a cultura formal que é o domínio dos conhecimentos, das habilidades de pensamento. Nela, os alunos aprendem a atribuir significados às mensagens e informações recebidas de fora, dos meios de comunicação, da vida cotidiana, das formas de educação proporcionadas pela cidade, pela comunidade (LIBÂNEO, 2008, p. 52).

Desta forma o professor não tem que ser apenas mediador de conteúdos, mas deve também, mediar meios para que os alunos compreendam o mundo, as informações recebidas das mídias e consigam significar as mensagens recebidas das interações em seu contexto social (LIBÂNEO, 2008).

Libâneo (2008) afirma que essas mudanças na educação precisam ser encaradas como uma oportunidade de crescimento profissional, assim os professores juntamente com os gestores das escolas necessitam repensar suas práticas reflexivamente, examinando suas opiniões e valores que as sustentam, modificando-os. Pensando nas necessidades dos alunos, da sociedade e na forma em que devem ser aplicados métodos para que ocorra um efetivo processo de ensino aprendizagem e para que isso aconteça é necessário que os professores considerem a cultura do aluno, o que ele já sabe do mundo, para melhor assimilação do conteúdo.

1.2 – O ensino de Química no contexto da sociedade contemporânea

A sociedade vem passando por grandes mudanças que refletem na sala de aula, desta forma os campos de estudos sobre as políticas curriculares³ cresceram. Existem vários grupos

³ As políticas curriculares no contexto abordado por Abreu e Lopes (2008) podem ser vistas “como construções sócio históricas vinculadas a interesses e finalidades sociais predominantes, bem como um processo amplo

de pesquisa sobre o Ensino de Química, como o Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ), da Universidade de São Paulo (USP); o Grupo de Pesquisa e Prática Docente, da Universidade de Brasília (UnB); o Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (Gipec), da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí); entre outros grupos, que participam na produção de políticas de currículos e atuam na comunidade disciplinar (ABREU; LOPES, 2008). Esses grupos contribuem nas discussões para a mudança no Ensino de Química e há vários representantes nas diversas áreas da comunidade escolar que contribuem na “produção de material didático, produção de propostas curriculares (oficial ou não), atuação nas associações científicas, coordenação de projetos de pesquisa, atuação na formação continuada e publicação acadêmica e não acadêmica” (ABREU; LOPES, 2008, p. 45).

O GEPEQ foi criado em 1984, na USP, com o objetivo de contribuir para um melhor Ensino de Química, o grupo segue quatro linhas de trabalho: “produção de material didático para o ensino médio, formação continuada de professores, divulgação científica e a pesquisa em Ensino de Química” (ABREU; LOPES, 2008, p. 53). O GEPEQ criou o projeto Interações e Transformações no Ensino de Química, sendo uma proposta curricular pioneira desenvolvida desde 1985 em São Paulo, essa proposta segundo Abreu e Lopes (2008):

“[...] considera relevante a utilização da vivência dos alunos, bem como do trabalho coletivo, facilitando o diálogo entre o educando e o ambiente social na construção e reconstrução dos conceitos trabalhados na dimensão da sobrevivência do ser humano (Bosquilha et al., 1992). A proposta é organizada em módulos intercambiáveis, que podem ser utilizados em qualquer sequência, por intermédio de textos e de experimentos” (ABREU; LOPES, 2008, p.54).

O Grupo de Pesquisa em Ensino de Química e Prática Docente começou a desenvolver seus trabalhos em 1991, na UnB, sobre análise e reflexão sobre a prática docente. Uma das propostas do grupo é o Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS), iniciado no fim de 1996, que “surtiu com o objetivo de compatibilizar o conteúdo programático da disciplina, no Programa de Avaliação Seriada para o ingresso na Universidade de Brasília, com o contexto educacional das escolas do ensino médio” (ABREU; LOPES, 2008, p. 52). O projeto também possui como objetivo a construção de material didático que altere a abordagem do Ensino de Química em sala de aula. A metodologia adotada elenca os seguintes pontos:

“[...] o envolvimento ativo dos alunos nas aulas, a exploração dos seus conhecimentos prévios, o trabalho partindo de uma abordagem qualitativa e

constituído por discursos, valores e intenções de vários sujeitos nos múltiplos espaços a que pertencem no contexto social e educacional” (ABREU; LOPES, 2008, p. 41-42).

macroscópica para uma abordagem quantitativa e microscópica, a utilização de atividades práticas para iniciar as discussões, o tratamento contextualizado, a relação entre os conceitos introduzidos e os conceitos prévios, a valorização da história e filosofia da ciência para o ensino CTS e a tomada de decisões (ciência, tecnologia e sociedade)” (ABREU; LOPES, 2008, p. 52).

O Gipec foi formado em 1995, na Unijuí, sendo integrado por pessoas do departamento de Biologia, Química, Física e Matemática, que já eram parceiros no desenvolvimento de atividades. O grupo se destaca na produção de material didático e na formação inicial e continuada de professores, em parceria com estudantes de licenciaturas e professores da instituição (ABREU; LOPES, 2008). Um dos projetos desenvolvidos pelo Gipec é a Situação de Estudo (SE), que será abordada no tópico 1.3 (Caracterização de uma Situação de Estudo (SE): uma orientação curricular).

Os grupos de comunidades disciplinares de Ensino de Química, como os citados acima defendem um “determinado conhecimento químico em um dado contexto sócio histórico, bem como as formas de ensino” (ABREU; LOPES, 2008, p. 60), o que pode acarretar no reforço das ideias propostas por eles ou no surgimento de novos discursos. As políticas curriculares, portanto, são produzidas de formas diferentes, de acordo com o contexto em que cada sujeito está inserido, pois cada um possui “uma história de lutas e conquistas, valores, interesses e interações diversas em relação aos outros grupos” (ABREU; LOPES, 2008, p. 48). Assim, as formas como os textos e discursos são interpretados dependem do sujeito como indivíduo e como parte integrante de um grupo social, influenciando na forma que as políticas curriculares são produzidas, diferindo em alguns pontos de um grupo para outro (ABREU; LOPES, 2008). As políticas públicas, também são condicionadas por fatores institucionais e disciplinares, como foi citado por Abreu e Lopes (2008, p. 48), “com relação às comunidades disciplinares, os sentidos produzidos na reinterpretação das políticas são determinados pelas diferentes histórias, discursos e formas de organização, bem como pelas diferentes formas de validação e legitimação social e acadêmica”.

O surgimento de grupos de pesquisas nas áreas do Ensino de Química associaram a formação de professores com o desenvolvimento de materiais pedagógicos, rompendo a abordagem clássica dos conteúdos de Química adotados na maioria dos livros educativos propondo novas metodologias de ensino. Os livros didáticos tradicionais, muitas vezes, adotam uma abordagem distante do contexto social dos alunos, causando um grande desinteresse ou até mesmo uma aversão dos mesmos pelo conteúdo químico (MORTIMER; SANTOS, 2008). A metodologia e os conteúdos utilizados para o Ensino de Química

tradicional, na maioria das vezes estão cheios de conceitos que não são apreendidos pelos alunos, e os mesmos demonstram dificuldades em relacionar uma concepção à outra e relacionar o conceito aprendido em sala de aula com sua realidade social, pois essas concepções são trabalhadas de forma desvinculada de “suas origens científicas, de qualquer contexto social e tecnológico” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 274).

O Ensino de Química tradicional muitas vezes se baseia em repetições de fórmulas didáticas e memorização de conteúdos, que se transformam em testes de múltiplas escolhas, fazendo com que esse tipo de ensino esteja distante da ciência química e suas aplicações e implicações na sociedade (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000). Para reverter essa forma de ensino é necessária a adoção de novas práticas docentes e nova organização dos conteúdos. Porém, muitas vezes os professores se sentem mais seguros em adotar a abordagem tradicional, pois requer apenas conhecimentos relacionados aos conteúdos abordados nos livros, favorecendo a adoção dos livros tradicionais em detrimento dos livros inovadores (MORTIMER; SANTOS, 2008).

Segundo Mortimer e Santos (2008), a criação do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM), em 2004, favoreceu a introdução no mercado de livros modernos. As normas do PNLEM contribuíram na época, e ainda hoje, para que livros que trazem novas abordagens fossem adotados nas escolas públicas. Echeverria, Mello e Gauche (2008, p. 81) afirmam que, o PNLEM foi criado “com o objetivo de democratizar o acesso ao livro didático, na medida em que propicia a distribuição gratuita de livros aos estudantes das redes públicas brasileiras”. Pretende-se melhorar a qualidade do processo ensino-aprendizagem no Ensino Médio através desse programa, além de impor um padrão de qualidade aos livros didáticos que chegam as editoras brasileiras (ECHEVERRIA; MELLO; GAUCHE, 2008).

Os grupos de pesquisadores em Química sempre defenderam a ideia de diversidade de propostas em que os professores tenham a liberdade e o interesse em desenvolver diferentes práticas, utilizando distintas fontes de materiais de consulta, ou seja, que os professores adotem outros referenciais além do livro didático no planejamento de suas aulas (MORTIMER; SANTOS, 2008). Ao adotar uma nova postura em sala de aula, o professor deve abordar “um ensino que desenvolva no aluno a capacidade de “ver” a Química que ocorre nas múltiplas situações reais, que se apresentam modificadas a cada momento” (CHASSOT, 1996, p. 41). Santos (1992), afirma ser necessário formar alunos que,

[...] conheçam como utilizar as substâncias químicas no seu dia a dia, bem como se posicionem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de se buscar soluções para os problemas sociais que podem

ser resolvidos com a ajuda do desenvolvimento da química (SANTOS, 1992, p. 5-6).

Santos e Mortimer (1999) argumentam que a formação para a cidadania necessita desenvolver nos alunos conhecimentos básicos para que eles consigam se posicionar frente a questões ambientais, políticas e éticas que estejam relacionadas à ciência e tecnologia. “Nessa perspectiva, o ensino de ciências deveria levar o aluno a vivenciar situações que propiciassem o desenvolvimento da capacidade de julgar, avaliar e se posicionar frente às questões sociais que envolvem aqueles aspectos” (SANTOS; MORTIMER, 1999, p. 1). Discutir esses temas sociais é relacioná-los com o cotidiano dos alunos de forma multidisciplinar (SANTOS; MORTIMER, 1999), pois para compreender um determinado tema é necessário ir além de uma disciplina, mas entender seu contexto social e histórico, para isso precisa-se compreender conceitos relacionados a diversas áreas de ensino.

Para Chassot (1995, p. 39) “o ensino de Química deve ser um facilitador da leitura no mundo”. Diante dessa afirmativa, o autor defende que a finalidade desse ensino é melhorar a relação do cidadão com o mundo, uma vez que ele passa a ver o mundo de outra forma, podendo se posicionar mais criticamente em relação a fatores cotidianos. Segundo o autor,

[...] dois alfabetizados, um dos quais conhece Química e outro não, diante de notícias sobre o uso de defensivos agrícolas ou de edulcorantes ou ainda de um desastre nuclear como os de Chernobyl ou de Goiânia! Aqui o primeiro tem condições de fazer uma leitura mais crítica sobre a informação que lhe é imposta (CHASSOT, 1995, p. 39).

O Ensino de Química deve romper sua ligação com a dominação das classes que detém o poder, e para que isso ocorra ele precisa ser questionador, para se “transformar num ensino libertador” (CHASSOT, 1995, p. 40). Dessa forma, o Ensino de Química além de formar cidadãos críticos tem que formar também, cidadãos que hajam sobre esse mundo de forma a transformá-lo para melhor (CHASSOT, 1995).

Segundo Santos e Schnetzler (1996) é necessária uma reformulação da educação Química atual para que ela forme cidadãos conscientes de seu papel como tal, e para isso é necessário reformular a organização do ensino atual. Não basta inserir debates sobre temas sociais em sala de aula e criar dinâmicas. Para eles é necessário propor “novos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 33).

1.3 – Caracterização da Situação de Estudo (SE): uma orientação curricular

Diante da necessidade de repensar o Ensino de Química, conforme citado por Santos e Schnetzler (1996), uma nova abordagem na forma de ensinar ciências pode ser uma das opções para trazer reformulações para o ensino, entre essas formas está a Situação de Estudo (SE). A SE é uma orientação curricular baseada nas ideias de Vigotski, um dos autores da teoria histórico-cultural, que foi proposta pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (Gipec) da Universidade Regional do Noroeste Do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí). Esses estudos iniciaram-se no ano de 2000 (SANGIOGO, et al., 2013).

Com a criação do Gipec-Unijuí superou-se a ideia da produção de propostas alternativas para o Ensino de Ciências que não rompia com a linearidade e fragmentação do currículo escolar. Buscou-se um entendimento mais profundo do significado da educação científica na vida dos estudantes em um mundo altamente influenciado pela cultura científica e tecnológica. [...] o foco da produção centrou-se nas SEs (MALDANER; ZANON, 2004), orientação curricular cujo significado desejado e produzido envolve contextualização, inter e transdisciplinaridade, abordagens metodológicas diversificadas, orientações curriculares oficiais, conhecimentos prévios de estudantes e professores, tecnologia e sociedade, tradição escolar e acadêmica, múltiplas fontes de informações e, principalmente, compromisso com o estudo (MALDANER, et al., 2010, p. 111-112).

Para iniciar a produção de uma SE se identifica primeiramente um contexto social que permite a abordagem “de conteúdos, conceitos e temas escolares” (MALDANER, et al., 2010, p. 116). O currículo é organizado de forma interdisciplinar, para que os conteúdos específicos de diversas disciplinas e fatos cotidianos se relacionem entre si dialeticamente, para produzir “uma formação social relevante” (MALDANER, et al., 2010, p. 116).

A SE “conduz o sujeito a assumir tarefas coletivamente vivenciadas, experimentando o sentido de um aprendizado que supera a forma enciclopédica típica aos conteúdos tradicionais” (MALDANER, et al., 2010, p. 120). Como a SE parte da vivência dos alunos facilita-se o debate em sala de aula e a relação dos conceitos cotidianos com os conceitos científicos introduzidos pelo professor (MALDANER, et al., 2010).

Na medida em que a vivência social é inserida e tratada, conceitualmente, na sala de aula, as SEs se abrem para outras relações, mais gerais e globais, por meio das Ciências, num ir-e-vir dialético que permite constituir formas dinâmicas de saber, com a significação e o uso de saberes, no contexto em que concorrem formas diversificadas de explicação, com as linguagens e modelos explicativos peculiares a cada âmbito cultural de produção/validação (MALDANER, et al., 2010, p. 122).

Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012) afirmam que a SE é estruturada seguindo as seguintes etapas: **problematização**; **primeira elaboração** e **função da elaboração e compreensão conceitual**.

Na **problematização** pretende-se averiguar o entendimento dos alunos sobre determinada problemática, que necessite de novos conhecimentos para total compreensão. Para que haja diálogo entre professor e aluno é necessário que os temas desafiadores sejam relacionados com questões de vivência do aluno. Nessa primeira etapa da SE, o professor precisa ter em mente os conceitos científicos que irá trabalhar para poder introduzir palavras necessárias para a compreensão desses conceitos (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Na **primeira elaboração**, que é a segunda etapa da SE, os alunos entram em contato com circunstâncias que vão além das palavras que representam os conceitos apresentados na problematização. São apresentados a eles novos significados, como propriedades e linguagens químicas, por exemplo, fórmulas químicas, possibilitando um entendimento mais complexo do conceito apresentado na primeira etapa da SE. Podem ser apresentados novos contextos, possibilitando a evolução dos significados iniciais, pois o objetivo principal é a significação conceitual (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Já na terceira etapa da SE, que é a **função da elaboração e compreensão conceitual**, são apresentadas aos alunos explicações científicas para que comecem a identificar as palavras que representam os conceitos que já foram abordados nas etapas anteriores, suas fórmulas e significados no contexto em que são empregadas, possibilitando novas significações como equações e transformações químicas. Nessa etapa da SE, busca-se a generalização do conceito, com o objetivo de que os alunos tenham uma formação de pensamento conceitual, possibilitando compreenderem outras situações além das que foram apresentadas no desenvolvimento da SE (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Diante da possibilidade de utilizar uma SE para produzir uma oficina temática para o Ensino de Química, o presente trabalho foi elaborado seguindo o caminho metodológico que será abordado a seguir no Capítulo 2. Nesse capítulo também serão apresentadas algumas questões sobre o processo de fabricação do polvilho artesanal e industrial.

CAPÍTULO 2 – CAMINHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

O presente projeto foi elaborado utilizando a pesquisa qualitativa, que possui o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento; os dados coletados são principalmente descritivos; o pesquisador se preocupa em como os problemas elencados se manifestam nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas; se preocupa também, com a perspectiva dos participantes (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Os dados descritivos dessa pesquisa foram obtidos através do contato direto da pesquisadora com o ambiente estudado.

A pesquisa foi estruturada em quatro momentos: 1) Revisão bibliográfica para nortear o projeto; 2) Visita técnica a um local onde se produzem polvilho artesanalmente e a uma fábrica de polvilho industrializada, ambas situadas na cidade de Araçu interior de Goiás; 3) Elaboração de uma oficina temática intitulada “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer”, com a elaboração de um material didático-pedagógico sobre o tema, que foi ministrada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Inhumas (IFG- Câmpus Inhumas); e 4) Tabulação e análise dos dados.

A revisão bibliográfica foi efetivada para dar embasamento teórico ao projeto e para orientar as discussões e análises sobre o currículo e a importância de repensar o Ensino de Química. Também orientou na elaboração das entrevistas e da oficina temática. Pois, para executar um projeto, é necessário fazer uma investigação que permite o confronto entre as informações, os dados e as evidências coletadas com o conhecimento teórico a respeito do tema analisado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Posteriormente foram realizadas visitas técnicas nos locais de produção do polvilho, tanto artesanal quanto industrial. Nessas visitas foram feitas entrevistas semiestruturada com uma das artesãs que produzem polvilho na cidade de Araçu (APÊNDICE A), a fim de coletar dados sobre a forma de produção do produto e seu entendimento sobre os processos que ocorrem durante a fabricação do polvilho, com um funcionário e com o proprietário de uma fábrica de polvilho para compreensão do processo industrializado (APÊNDICES B e C). As entrevistas foram semiestruturadas, pois “onde não há imposição de uma ordem rígida de questões, o entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém e que no fundo são a verdadeira razão da entrevista” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 33-34).

O processo de fabricação do polvilho foi acompanhado e registrado com os recursos fotográficos, áudio e audiovisual. Ao finalizar as visitas técnicas foram feitas anotações em

diário de campo para não se perder questões que foram observadas. “Uma regra geral sobre quando devem ser feitas as anotações é que, quanto mais próximo do momento da observação maior sua acuidade” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 32).

A partir de estudos da composição da mandioca e da produção do polvilho na primeira e segunda etapa da pesquisa, estruturou-se a oficina temática “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer” (QUADRO 1). Para isso, analisou-se os conceitos químicos que poderiam ser trabalhados a partir da fabricação do polvilho, além de fatores históricos, sociais e econômicos, pensou-se nos possíveis experimentos e organizou-se um material didático-pedagógico (APÊNDICE D) para auxiliar na implementação da oficina.

Quadro 1 – Estruturação da oficina

Atividade	Ação desenvolvida
Revisão Bibliográfica	Estudos de materiais sobre a fabricação do polvilho (livros e artigos).
Caracterização da produção do polvilho artesanal	Entrevista semiestruturada com uma artesã que produz polvilho.
	Visita técnica a um local onde se produz polvilho artesanal; Captura de imagens do processo de produção.
Caracterização da produção do polvilho industrial	Entrevista semiestruturada com um funcionário e o proprietário de uma fábrica de polvilho.
	Visita técnica a uma fábrica de polvilho; Captura de imagens do processo de produção.
Elaboração do material didático-pedagógico	Análise dos processos químicos que ocorrem em cada etapa do processo de fabricação do polvilho; Estudo de materiais sobre os conceitos químicos envolvidos nos processos de fabricação do polvilho; Estudo de materiais que abordem a parte social, histórica e econômica da temática em estudo.

Fonte: Autoria própria.

A oficina foi realizada seguindo as etapas da SE e os conteúdos foram discutidos na medida em que os processos da fabricação do polvilho estavam sendo trabalhados pela pesquisadora, que é licencianda em Química, juntamente com três professoras em formação inicial do oitavo período do curso de Licenciatura em Química do IFG – Câmpus Inhumas.

Vale ressaltar que nenhuma dessas professoras licenciandas já estão inseridas em sala de aula no seu dia a dia, tendo esse contato apenas nas disciplinas de Estágio Supervisionado.

A oficina foi estruturada de modo a envolver os estudantes do Ensino Médio para participarem ativamente de todas as etapas, assim eles fizeram a ralação da mandioca; a separação da fécula da massa da mandioca utilizando um tecido e participaram nas três etapas da SE por meio do diálogo. O diálogo foi conduzido através de alguns questionamentos como, por exemplo: Qual a composição química da massa da mandioca? Houve uma alteração na composição da mandioca para a massa? Se não houve que fenômeno ocorreu quando ela foi ralada? Qual o método de separação de mistura foi utilizado durante o processo de extração da fécula da massa da mandioca?

A partir do processo de fabricação do polvilho foram abordados os conteúdos químicos, relacionando a parte **teórica**, **fenomenológica** e **representacional**. O aspecto do conhecimento químico **teórico** relaciona “as informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276). O aspecto **fenomenológico** refere-se aos fenômenos concretos e abstratos relacionados com a química, mas não se limitam a prática laboratorial, pode ser algo que esteja presente no dia a dia, como o densímetro em um posto de gasolina. Por fim, o aspecto **representacional** se refere aos conteúdos da Química relacionados aos símbolos, “que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas” (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 277).

O principal objetivo da oficina foi discutir com os alunos conceitos químicos (QUADRO 2), sociais, históricos, culturais e econômicos relacionados à fabricação do polvilho, abordando os conhecimentos populares desse processo. A oficina foi elaborada com os objetivos específicos de significar alguns conceitos químicos relacionados com o processo de fabricação do polvilho, como substância, mistura, ácido, base e fermentação; aprofundar a discussão sobre o conceito de ácido e base inserindo o conceito de pH, sendo demonstrado através da verificação da acidez do polvilho azedo e doce utilizando o papel indicador universal de pH; apresentar as diferenças no processo de fabricação do polvilho doce e do polvilho azedo, que ocorre através da fermentação e discutir questões ambientais envolvendo processos sustentáveis, como a reutilização dos materiais de refugo da fabricação do polvilho.

Quadro 2 – Conceitos químicos abordados na oficina

Conceitos químicos	Etapas da oficina
Transformações químicas e físicas	Processo de ralação da mandioca (transformação física) e fermentação (transformação química).
Substância e mistura	Água com a fécula deixada de repouso após a lavagem da massa da mandioca (mistura heterogênea).
Métodos de separação de misturas	Lavagem da massa da mandioca (filtração) e decantação da fécula.
Fermentação	Fermentação, momento em que a fécula é submersa por água e deixada de repouso até atingir o ponto final, caracterizando o polvilho azedo.
Ácido-base	Ocorre o surgimento de ácido butírico e ácido láctico durante a fermentação.
pH	Ocorre a diminuição do pH durante o processo de fermentação da fécula.

Fonte – Autoria própria.

A oficina foi ministrada duas vezes, pois ao analisar a primeira implementação que ocorreu em uma turma de 1º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Química no IFG- Câmpus Inhumas no primeiro semestre de 2018, percebeu-se que era necessário modificar o questionário aplicado ao final da oficina (APÊNDICE E), que continha perguntas diretas. Então foram elaboradas perguntas discursivas para avaliar a aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos ministrados.

A segunda implementação da oficina ocorreu no segundo semestre de 2018 em um evento acadêmico do IFG-Câmpus Inhumas para alunos dos cursos técnicos do Ensino Médio, foi filmada e transcrita, para posterior análise dos processos de ensino-aprendizagem. Foi aplicado novamente um questionário (APÊNDICE F) ao final da oficina. A interação dos alunos com as formas que foram ministradas as oficinas temáticas foram analisadas, bem como, a forma que eles lidaram com o conteúdo relacionado com a prática social “fabricação do polvilho”. O Quadro 3 mostra o roteiro da análise da elaboração e implementação da oficina.

Quadro 3 - Análise da elaboração e implementação da oficina

Atividade	Instrumento de coleta de dados
Análise da Elaboração da oficina	Narrativa do caminho percorrido para elaboração da oficina.
Análise da implementação 1	Questionário e diário de campo.
Análise da implementação 2	Perguntas dissertativas sobre os conceitos trabalhados e gravação em áudio e vídeo.

Fonte: autoria própria.

2.1 – Algumas questões sobre a fabricação do polvilho artesanal e industrial

2.1.1 – Mandioca: matéria-prima para a fabricação do polvilho

O polvilho é produzido a partir da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), que é originária da América do Sul, muito provavelmente do Brasil. Essa hipótese é levantada, pois além da maioria das espécies selvagens terem sido encontrados nesse país, os indígenas brasileiros foram os primeiros a utilizarem a mandioca para alimentação e para confecção de produto manufaturado, a farinha (LIMA, 2010).

A mandioca possui em sua composição ácido cianídrico (HCN), que é altamente tóxico, porém a mandioca “mansa” possui baixo teor desse ácido, necessitando apenas ser cozida para sua eliminação. Já a mandioca “brava”, que contém um teor mais elevado de HCN necessita ser processada para sua eliminação, desta forma, os índios tiveram que inventar instrumentos para processar a mandioca e eliminar o HCN: panelas, raladores, torradores, peneiras e *tipiti*⁴. Ao inventarem o processamento da mandioca os índios inseriram o trabalho feminino em sua cultura, atribuído às mulheres a maior parte desse trabalho (FAUSTO, 2006).

Vários fatores influenciaram na disseminação do cultivo da mandioca pelo mundo, dentre eles podem ser destacados a facilidade de cultivo, diversidade genética, resistência a pragas, adaptação em vários ambientes, reprodução vegetativa, suporta longos períodos sem chuvas e podem ser cultivadas juntas com outras culturas (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

⁴ *Tipiti* “é um cesto cilíndrico extensível, com uma abertura na parte superior, por onde é colocada a massa amolecida da mandioca. A torção das alças existentes nas extremidades do *tipiti* permite extrair a água com ácido cianídrico, mais ou menos como quem torce uma rede depois de lavá-la” (FAUSTO, 2006, p. 39).

Os índios já cultivavam a mandioca quando os portugueses chegaram ao Brasil, e uma das características da mandioca que mais lhes chamou a atenção foi a conservação da mandioca processada em forma de farinha, o que determinava sua denominação entre os índios de “farinha de guerra”. Os portugueses não tinham nenhum alimento tão nutritivo quanto a mandioca e que se mantinha conservado por tanto tempo, o que os levou a adotarem a farinha de mandioca na dieta dos marinheiros, causando uma grande revolução na redução da mortalidade dos marinheiros e dos escravos transportados nos navios negreiros, aumentando o lucro dos traficantes de escravos.

Desta forma, o saber agrícola indígena foi de suma importância para o período colonial e para as transações econômicas no Atlântico Sul dos portugueses, pois a farinha de mandioca passou a ser a principal fonte alimentícia de carboidratos (GUIMARÃES, 2015). “Hoje, é possível constatar o resultado desse processo, considerando a grande difusão da mandioca pelo mundo, tendo uma grande importância na segurança alimentar, de modo especial para os agricultores de subsistência e comunidades carentes na África” (GUIMARÃES, 2015, p. 41).

A mandioca tem um alto valor energético, por isso é muito importante como fonte de alimentos nutricionais, principalmente para famílias pobres. No Brasil, a mandioca é consumida *in natura* ou é utilizada como matéria-prima para fabricação de farinhas, féculas, polvilhos azedos entre outros produtos. A industrialização de suas raízes agregam valor a essa cultura tradicional brasileira, pois proporciona retorno financeiro para os produtores que reduzem as perdas pós-colheitas das raízes altamente perecíveis e geram empregos (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

De acordo com dados do site “Embrapa Mandioca e Fruticultura”⁵, mais de 100 países produzem mandioca e o Brasil é o segundo maior produtor do mundo, participando com 10% da produção mundial. A mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros. Em termos de áreas cultivadas, fica entre os oito primeiros produtos agrícolas do país e o sexto em valor de produção.

2.1.2 – Processo da fabricação do polvilho

⁵ Informações retiradas do site da Embrapa Mandioca e Fruticultura: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mandioca>> Acesso em: 23 de abril de 2018.

Para adquirir conhecimento sobre o tema “fabricação do polvilho” foi necessário fazer visitas técnicas ao local onde se produz polvilho artesanal e a fábrica de polvilho, como relatado anteriormente. A partir dessas visitas e das referenciais teóricos estruturou-se este tópico sobre o processo de fabricação do polvilho.

O processamento da mandioca para a fabricação do polvilho começa com a lavagem e o descascamento das raízes, se o processo for industrializado esses dois procedimentos ocorrem simultaneamente, conforme relatado por Matsuura, Folegatti e Sarmento (2003, p. 33), “as raízes são lavadas e descascadas em lavadores/descascadores que são alimentados contínua e mecanicamente por meio de esteiras ou outros tipos de condutores”. Esses autores ainda afirmam que a entrecasca não deve ser retirada da mandioca, pois ela contém de 8% a 15% de fécula⁶. Por outro lado, pôde ser observado durante as visitas técnicas que no processo realizado artesanalmente, somente após todas as raízes serem descascadas e retirada tanto a casca quanto a entrecasca é que são lavadas.

Em seguida, essas raízes são conduzidas aos raladores que nas indústrias possuem lâminas finas e próximas umas das outras, a máquina é operada com velocidade que varia de 1200 rpm à 1500 rpm, com o intuito de produzir uma massa fina para facilitar a extração posterior da fécula, esse processo mecanizado é feito com acréscimos de água no ralador (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

Já na fabricação artesanal do polvilho, a ralação das raízes da mandioca é feita através de ralos (FIGURA 1), a artesã entrevistada já se adaptou um pouco a tecnologia e utiliza um ralador de mandioca elétrico simples (FIGURA 2).

⁶ Fécula é “o amido proveniente de raízes e tubérculos” (COHEN; OLIVEIRA; CHISTÉ, 2007, p. 14).

Figura 1 - Ralo utilizado para ralar mandioca na produção artesanal



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Ralador de mandioca elétrico simples, utilizado pela artesã entrevistada



Fonte: Autoria própria.

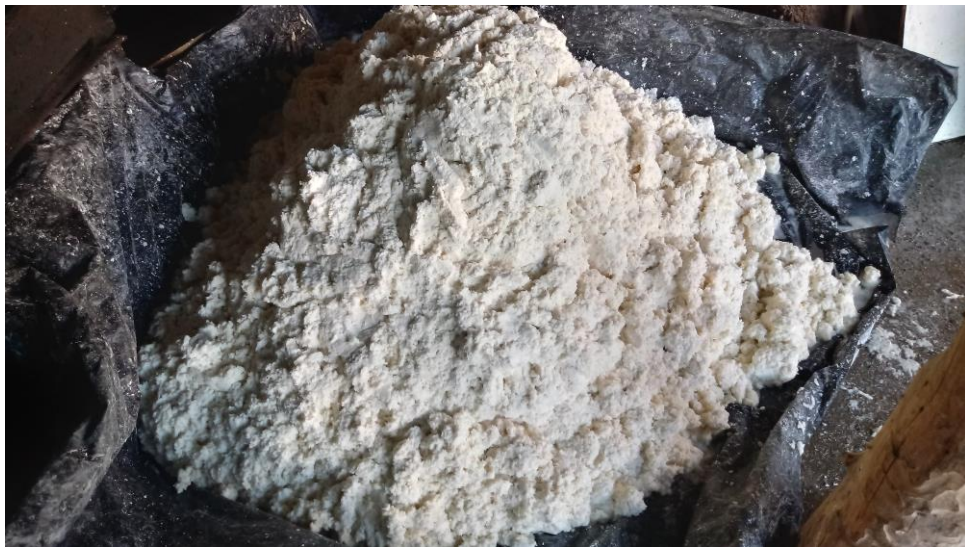
A mandioca ralada na produção industrial é encaminhada para tanques cilíndricos com pás giratórias e uma peneira fina para que seja extraída a fécula, essa extração é feita com acréscimos de água. Pela peneira passa a água com a fécula e fica retida uma massa fibrosa quase que totalmente sem fécula, que pode ser utilizada para alimentação animal (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003). Já na produção artesanal a fécula é extraída através de um tecido (FIGURA 3), em que a massa da mandioca é lavada com acréscimos graduais de água, em que também, fica retida no tecido uma massa fibrosa (FIGURA 4), passando a água com a fécula.

Figura 3 - Massa da mandioca no tecido para extração da fécula no processo artesanal



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Massa fibrosa retida no tecido durante a extração da fécula no processo artesanal



Fonte: Autoria própria.

A água com a fécula tanto no processo industrial (FIGURA 5) como no processo artesanal (FIGURA 6) é deixada em repouso para a decantação da fécula.

Figura 5 - Tanque de decantação da fécula no processo industrial de fabricação do polvilho



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Recipiente utilizado pela artesã entrevistada para decantação da fécula da mandioca



Fonte: Autoria própria.

A fécula é totalmente sedimentada de um dia para o outro e a água sobrenadante é escoada. Esse processo pode ser feito drenando a água, ou se for uma produção artesanal pequena, o recipiente pode ser entornado para que a água escoe, restando somente a fécula no recipiente. Se for para fabricar o polvilho doce a fécula é encaminhada para os jiraus, para secagem. Porém, se for para fabricar o polvilho azedo essa fécula é encaminhada para outro recipiente, em que é coberta por uma camada de 10 a 20 cm de água, sendo deixada de repouso para que ocorra a fermentação. Esse processo é realizado nas produções artesanais e industriais.

Durante o processo de fermentação, que é totalmente natural, ocorre uma modificação na composição química da fécula. Segundo Matsuura, Folegatti e Sarmiento (2003), o ponto final da fermentação pode ser percebido através de alguns fatores como “o aparecimento de bolhas, aumento da acidez, desenvolvimento de compostos aromáticos e alteração da textura, que se torna mais friável. O pH do polvilho fica entre 2,5 à 3,5; os compostos aromáticos produzidos são, principalmente, os ácidos láctico e butírico” (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003, p. 40).

O ponto final da fermentação é atingido entre 35 a 45 dias após a fécula ser recoberta com água, dependendo de diversos fatores como clima, região, etc. Após fermentado, a água que cobre o polvilho é deixada evaporar e, em seguida, o polvilho é retirado do tanque e esfarelado manualmente no processo artesanal e com o auxílio de máquinas no processo industrial, e ambos são colocados nos jiraus ao sol para secar. Nos jiraus o polvilho é revolvido várias vezes ao dia para secar de forma homogênea, ao findar o dia o polvilho é recolhido (é recolhido também em decorrência de precipitação de chuva), sendo reposto nos jiraus no dia seguinte, logo de manhã (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

A secagem solar não pode ser substituída pela secagem em equipamentos com outra fonte de calor, pois foi comprovado que a ação dos raios ultravioletas do sol promove uma reação de oxidação que modifica o amido, conferindo a eles propriedades físicas especiais (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003, p. 41).

A secagem total do polvilho doce ou azedo ocorre em até quatro dias, a artesã entrevistada relatou que após o polvilho decantado e a água escoada o polvilho vai para o sol em pedaços durante dois dias, em seguida ele é recolhido e peneirado. O polvilho peneirado é colocado no sol novamente durante dois dias e revolvido de vez em quando para secagem homogênea. Assim que recolhido é embalado para venda. A Figura 7 mostra a máquina, que é utilizada pela indústria em que foi feita a visita técnica, para ensacar o polvilho.

Figura 7 - Máquina utilizada para ensacar polvilho na produção industrial



Fonte: Autoria própria.

Se a água sobrenadante que é drenada ou escoada após a decantação da fécula for descartada diretamente nos rios sem nenhum tratamento causa grandes prejuízos ambientais, pois, diminui a disponibilidade de oxigênio aquático, causando grandes danos às vidas aeróbicas presentes nesse habitat (WOSIACKI; CEREDA, 2002). O proprietário da indústria, que foi entrevistado pela pesquisadora relatou que a água sobrenadante é escoada dos tanques de decantação para represas de resíduos, depois de determinado tempo nessas represas, essa água é utilizada para irrigar o bananal presente em sua propriedade. As cascas da mandioca e a massa fibrosa que fica retida no processo de separação da fécula são utilizadas para alimentar o gado. A artesã entrevistada relatou descartar a água sobrenadante em fossas (três fossas, construídas por seu finado marido), presentes no quintal da sua casa. Ela entrega a casca da mandioca para seu sobrinho alimentar o gado e a massa fibrosa que é retida no tecido durante a lavagem da massa da mandioca para separação da fécula, é doada para um produtor de doce, que busca essa massa para fabricar doces para serem vendidos na festa de Trindade⁷, quando ele não busca essa massa ela também entrega para seu sobrinho tratar do gado.

⁷ Festa de Trindade é uma festa religiosa organizada pela igreja católica na cidade de Trindade, no estado de Goiás, em devoção ao Divino Pai Eterno.

No capítulo 3 será relatado o caminho percorrido para a elaboração da oficina temática, bem como serão analisadas as duas implementações da oficina e dos questionários aplicados ao final das mesmas.

CAPÍTULO 3 – OFICINA TEMÁTICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO UMA SITUAÇÃO DE ESTUDO SOBRE A FABRICAÇÃO DO POLVILHO: IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE

A partir da estruturação da oficina temática para o Ensino de Química utilizando uma SE sobre o processo de fabricação do polvilho foi elaborado um material didático-pedagógico abordando os conceitos químicos em três aspectos: fenomenológico, teórico e representacional (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000). Esse material foi utilizado nas duas implementações da oficina temática.

A seguir será relatado o caminho percorrido para a elaboração da oficina, bem como serão analisadas as duas implementações. A primeira oficina ministrada foi analisada mais superficialmente devido a coleta de dados ter sido feita apenas através de anotações, já a segunda implementação da oficina foi analisada mais detalhadamente, pois foi gravada com recurso audiovisual, que foi transcrito posteriormente.

3.1 - Relato da elaboração das oficinas

Na cidade de Araçu, situada no interior de Goiás, local onde a pesquisadora reside, possui uma indústria de polvilho e artesãs que fabricam polvilho. A partir deste contexto surgiu a ideia de montar uma oficina temática para o Ensino de Química no Ensino Médio, com material didático-pedagógico que relacionasse o processo de fabricação de polvilho com conteúdos químicos e também relacionasse o processo industrial com o artesanal durante a implementação desse material didático. As ideias foram sendo estruturadas e surgiu a necessidade de pensar em uma orientação curricular para implementação desse material. Como a SE parte de temas vivenciais e é trabalhada de forma interdisciplinar, foi escolhida para nortear a oficina.

Para a elaboração do material didático-pedagógico estruturado à partir da SE sobre a fabricação do polvilho, foi necessário realizar pesquisas bibliográficas relacionadas ao processo de fabricação do polvilho, sendo que as referências mais acessíveis foram às relacionadas à fabricação industrial do produto. Durante essa etapa da pesquisa uma das maiores dificuldades foi a questão do tempo para a estruturação de um material novo e do acesso aos materiais bibliográficos, pois não existem de uma forma geral muitas fontes disponíveis sobre o processo de fabricação do polvilho. Foi necessário procurar artigos que

traziam a discussão sobre a mandioca, fatores históricos relacionados ao seu cultivo, do processo de fabricação do polvilho. Além disso, para a organização da SE, estudou-se sobre essa organização curricular e suas etapas para compreender não apenas as etapas, mas os fundamentos teóricos dessa proposta.

Em uma cidade pequena como Araçu, que possui 3.802 habitantes⁸ de acordo com o último censo realizado pelo IBGE em 2010, quase todos se conhecem. Isso facilitou a comunicação com o proprietário da fábrica de polvilho e com a artesã e a permissão para realizar as visitas técnicas, as entrevistas e o registro das etapas da fabricação do polvilho, por meio de fotos.

A “Caracterização da produção do polvilho industrial” por meio da visita técnica ocorreu em um dia: fotografou-se o processo, entrevistou-se o proprietário e um funcionário da fábrica e fez-se as anotações de todos esses processos. Já na “Caracterização da produção do polvilho artesanal” demandou-se mais tempo, pois cada dia a artesã realizava uma etapa diferente da fabricação do polvilho. Assim, foi necessário retornar várias vezes ao local para fazer todas as anotações, fotografar e observar o processo de fabricação em sua totalidade.

As entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas. Isso demandou um tempo para a realização de todas essas etapas, pois foram três entrevistas que relacionavam as diferenças na forma de produção nos dois locais e o conhecimento de cada um dos entrevistados em relação ao processo de fabricação do polvilho. Em seguida, pensou-se nos conceitos químicos que seriam trabalhados em sala de aula e a forma que seriam trabalhados relacionando-os com a fabricação do polvilho. Esse processo foi interessante, pois foi possível perceber as diferenças nos processos de produção e a riqueza de conteúdos que podem ser discutidos nesse processo para além da química, como por exemplo, o trabalho e suas relações sociais, a manufatura e os processos industriais e questão da consciência ambiental dos processos produtivos o que pode gerar uma abordagem interdisciplinar no projeto.

As maiores dificuldades enfrentadas durante a elaboração do projeto foram pouco tempo disponível para realizar todas as etapas necessárias para elaboração do material e para encontrar referências sobre a fabricação do polvilho, principalmente da fabricação artesanal. Desta forma, um das limitações na elaboração desse tipo de material é justamente a falta de tempo dos professores que possuem altas jornada de trabalho. Por outro lado, pode-se envolver os estudantes no processo de elaboração desse material, organizando, por exemplo, visitas técnicas, pesquisas de materiais com outros professores, de forma interdisciplinar.

⁸ Dado retirado da página eletrônica do IBGE, disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aracu/panorama>. Acesso em 04 de dezembro de 2018.

Assim, se professores de diversas disciplinas trabalhassem para elaborarem esse material de forma coletiva conjuntamente com os estudantes, poderia ser uma alternativa de contextualizar os conteúdos e promover a participação ativa dos estudantes.

Nesse sentido, o presente trabalho mostra sua contribuição para o Ensino de Química deixando um produto, material didático-pedagógico, que foi produzido e implementado e que pode ser adaptado, se for o caso, e trabalhado em sala de aula com alunos do Ensino Médio. A construção de um material didático dessa natureza pode ser feita por professores, mas demanda uma disponibilidade grande de tempo. Assim, defende-se a necessidade de fomentar a interação entre professores das escolas e professores e estudantes-pesquisadores dos cursos de licenciatura.

3.2 – Análise da primeira implementação da oficina temática

A primeira oficina temática “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer” foi ministrada por quatro professoras licenciandas em Química, para alunos do primeiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado ao Curso de Química do IFG – Câmpus Inhumas, no primeiro semestre de 2018. Foram utilizados os seguintes recursos didáticos: quadro branco, pincel para quadro branco, data show, uma apostila sobre o tema da oficina, além dos materiais utilizados no decorrer da oficina para os alunos fabricarem o polvilho e analisarem o pH do polvilho doce e polvilho azedo: bacias, ralos, tecidos, mandiocas, béqueres, pissetas, provetas, tubos de ensaio, papel indicador universal de pH, amostras de polvilho doce e azedo.

Considerando que a oficina foi estruturada na organização curricular de SE a mesma iniciou com a problematização discutindo com os alunos aspectos históricos da mandioca, levantando-se o seguinte questionamento:

- Vocês sabem a origem da mandioca?

Os alunos responderam corretamente, que a mandioca é originária da América do Sul, muito provavelmente do Brasil. Então, a professora continuou explanando sobre a questão, relacionando-a a fatores históricos como as grandes navegações que foram responsáveis pela chegada dos portugueses ao Brasil e pela disseminação dessa cultura para outros continentes. Em seguida foi mostrado o vídeo “Cultura da Mandioca⁹” que fala sobre a mandioca, sua origem e principais utilizações, para auxiliar nos demais questionamentos que foram

⁹ Vídeo disponível no canal do you tube *RTV Caatinga Univasf*, publicado em 6 de março de 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=yF_i2RA9p00&feature=youtu.be, acesso em 11 de junho de 2018.

levantados no decorrer da oficina. Falou-se sobre a planta da mandioca, a forma como ela é cultivada, o tempo que demora para ser colhida e o ranking dos maiores produtores de mandioca.

Como o vídeo informa sobre mandioca mansa e brava, os alunos foram questionados:

- Qual a diferença entre a mandioca “mansa” e a mandioca “brava”?
- Para que cada uma é utilizada falando em termos alimentícios e de processamento?

Aos alunos não souberam responder sobre essa diferença e demonstraram entusiasmo sobre o tema quando uma das professoras respondeu esses questionamentos relacionando as diferenças quantidade de linamarina presentes em cada tipo, que quando degradadas liberam ácido cianídrico (HCN) que é um composto tóxico (KOBLITZ, 2014), foi explicado também como ocorre a degradação enzimática da linamarina e como o HCN formado é removido. É importante ressaltar que a mandioca “brava” também contém outra substância que libera o HCN, a lotaustrarina, porém ela aparece em uma quantidade muito baixa. De acordo com Cohen, Oliveira e Chisté (2007), em relação ao teor dos compostos cianogênicos a linamarina corresponde a 97%, enquanto a lotaustrarina corresponde apenas a 3%.

Em seguida foi entregue aos alunos mandiocas descascadas e pediu-se que os alunos ralassem as mesmas. Então, foram questionados:

- Qual a composição química da massa da mandioca?
- Houve uma alteração na composição química da mandioca para a massa?
- Se não houve uma alteração na composição da mandioca para a massa da mandioca, que fenômeno ocorreu quando ela foi ralada?

Os alunos responderam corretamente que ocorreu uma transformação física, pois não houve alteração na composição da mandioca para a massa, apenas sua estrutura física foi modificada, passado de um inteiro para partes fragmentadas do mesmo sólido. Ao serem respondidos esses questionamentos foram introduzidos os conceitos de transformações químicas e físicas. Para a primeira elaboração desse processo (segunda etapa da SE), foi mostrado novamente a fórmula química do amido. Para a função da elaboração e compreensão conceitual (terceira etapa da SE), foram apresentadas explicações científicas do processo utilizando o conceito de transformações químicas e físicas.

Pediu-se para os alunos extraírem a fécula da mandioca da massa, filtrando-a com o auxílio de acréscimos graduais de água para facilitar o processo, em um tecido fino. Ao realizar essa etapa, os alunos foram questionados:

- Qual método de separação de mistura foi utilizado durante esse processo?

Os alunos responderam corretamente a pergunta: filtração. A fécula da mandioca filtrada foi deixada em repouso para decantação. Foi mostrada uma fécula já decantada previamente para os alunos, esclarecendo que foi trazida uma amostra já pronta por demandar um longo período para que ocorra total decantação. A água sobrenadante foi escoada, restando apenas a fécula na vasilha. Então os alunos foram questionados:

- O que ocorreu aqui?
- Que tipo de separação de mistura foi utilizado para separar a fécula da água sobrenadante?

Os alunos responderam corretamente aos questionamentos, como o esperado, pois já tiveram contato com os conceitos anteriormente. Como a oficina foi aplicada no final do primeiro semestre de 2018 e os alunos como relatado anteriormente cursam o Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Química, possuem as disciplinas curriculares Química I, Química Inorgânica e Práticas de Laboratório no primeiro ano, então eles já tiveram contato com os conteúdos ministrados na oficina em sala de aula.

Mostrou-se para os alunos uma porção de fécula já seca, explicando que depois de decantada a fécula e escoada a água sobrenadante, coloca-se no sol para secar e que aquele é o resultado desse processo, que é o conhecido polvilho doce. Então foram mostradas para eles petas doces e azedas e foram feitos os seguintes questionamentos:

- Qual a diferença na composição dessas petas?
- Quais as matérias-primas principais para a fabricação das duas?
- Qual a diferença existente entre o polvilho doce e polvilho azedo?

Após serem respondidos os questionamentos, foram introduzidos alguns conceitos científicos como a fermentação, ácido, base e pH. Colocou-se uma camada de aproximadamente 10 cm de água sobre a fécula da mandioca que foi separada da água sobrenadante e foi explicado aos alunos que esse processo é necessário para que inicie uma fermentação, e todo o processo químico que ocorre durante esse período, que é de aproximadamente 40 dias, após essa fermentação o polvilho vai se tornar azedo. Então, foi mostrado um recipiente com a fécula coberta com a camada de água decorrido 30 dias.

Para a primeira elaboração do conceito de ácido e base que já foi problematizado anteriormente apresentou-se as fórmulas moleculares e estruturais dos principais compostos aromáticos que aparecem durante a fermentação do polvilho, que são o ácido butírico e ácido láctico. Para a função de elaboração e compreensão conceitual foi averiguado o teor de acidez do polvilho azedo comparando com o teor de acidez do polvilho doce, utilizando o papel

indicador universal de pH para tal verificação. Verificou-se que esse valor estava dentro do almejado, que segundo Matsuura, Folegatti e Sarmento (2003, p. 40) o ponto final da fermentação para obtenção do polvilho azedo ocorre quando o pH está entre 2,5 e 3,5.

Os alunos responderam ao questionário que foi aplicado ao final da oficina e de uma forma geral demonstraram ter assimilado o conteúdo e gostado da metodologia utilizada para sua implementação. Discorreram, que além de ter propiciado o conhecimento sobre a fabricação artesanal do polvilho, recordado conceitos químicos que já haviam aprendido, aprendido “coisas” novas, foi também uma forma de interação com os colegas, pois trabalharam em grupos.

3.3 - Análise da segunda implementação da oficina temática.

A segunda implementação da oficina temática “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer” contou com a presença de dez alunas do primeiro e segundo ano do Ensino Médio Técnico Integrado ao Curso de Agroindústria e do EJA em panificação, uma monitora e três professoras (licenciandas em Química). Foram utilizados, como na primeira implementação, os seguintes recursos didáticos: quadro branco, pincel para quadro branco, data show, uma apostila sobre o tema da oficina, além dos materiais utilizados no decorrer da oficina para as alunas fazerem o polvilho e analisarem o pH do polvilho doce e polvilho azedo: bacias, ralos, tecidos, mandiocas, béqueres, pissetas, provetas, tubos de ensaio, papel indicador universal de pH, amostras de polvilho doce e azedo.

Ao analisar a transcrição da filmagem da oficina, percebe-se que em determinados momentos em que P1¹⁰ questionava as alunas sobre questões relacionadas à mandioca elas sabiam responder através de conhecimentos prévios, por exemplo, quando questionadas sobre a forma que é feito o plantio da mandioca:

18¹¹ - P1: O plantio da mandioca. Como vocês acham que é feito o plantio da mandioca?

((P1 espera resposta, mas nenhuma aluna responde))¹²

19 - P1: É feito através de quê? Sementes? Mudas?

20 - A5¹³: O caule dela.

21 - P1: Isso, o caule.

¹⁰ P1 é a sigla correspondente a uma das professoras licenciandas que ministraram a oficina, sendo que P2 e P3 são as siglas correspondentes às demais professoras.

¹¹ Cada número significa um turno e cada turno representa uma fala.

¹² Na transcrição “(())” representa comentários da pesquisadora.

¹³ As dez alunas são representadas por códigos de A1 a A10, cada aluna recebe uma numeração.

22 - P1: As nanivas ou estacas, como são conhecidas, são cortadas com cerca de 20 cm de comprimento para serem plantadas, com cerca de 7 a 8 nós, que são essas partezinhas ((a P1 aponta para as gemas da mandioca)), a cova tem que ficar com cerca de 25 cm de diâmetro, sobra mais ou menos 2,5 cm de cada lado da rama, e mais ou menos de 5 a 10 cm de profundidade. Então, a partir dessas extremidades irão surgir as raízes e os brotos da mandioca.

Percebe-se que somente com a pergunta inicial de P1 sobre a forma do plantio da mandioca não foi suficiente para obter resposta das alunas, sendo necessário introduzir possíveis respostas (turno 19) à essa pergunta. Nesse fragmento, ocorreu uma problematização, que é a primeira etapa da SE, em que a P1 inseriu questões problematizadoras para averiguar o conhecimento prévio das alunas sobre o tema, que é justamente a proposta da SE inserir um tema do cotidiano dos alunos e professores em sala de aula. As alunas também demonstraram ter conhecimento prévio em relação a utilização da mandioca como matéria-prima:

24 - P1: Mas, o que vocês acham que dá para fazer utilizando a mandioca como matéria-prima?

25 - A1: Bolo, farinha.

26 - P1: Farinha... O que mais?

27 - A2: Polvilho.

28 - A5: Mané-pelado.

29 - P1: Então tem várias formas, mandioca chips também.

As alunas responderam aos questionamentos básicos sobre a mandioca justamente por se tratar de algo presente no cotidiano. Quando foram questionadas se a industrialização da mandioca contribuiu para o crescimento econômico da região Centro-Oeste e do mundo foi obtida a resposta positiva de todas as alunas, sendo que A3 justificou sua resposta:

32 - P1: Como a colega disse, a industrialização contribuiu sim para o crescimento econômico e social da região Centro-Oeste e do Brasil. Como a industrialização contribuiu?

33 - A3: Pelo clima. Não só aqui nessa região Centro Oeste, acho que no Brasil mesmo é bem propício o plantio da mandioca, tudo isso contribui para o crescimento porque é fácil o cultivo... ((inaudível)).

34 - P1: Sim... Mas, também... ((inaudível)). [...] o produto vem em grande escala, pode ser produzido em grande escala. Quando é artesanal o produto é produzido em menor quantidade... no mesmo tempo em que o produto industrializado é produzido em escala bem maior. E também... ajuda a reduzir as perdas pós-colheita das raízes que são altamente perecíveis. Quinze minutos após a colheita a mandioca começa a se deteriorar, em aproximadamente 12h ela já começa a escurecer, em 24h o escurecimento já é perceptível e dentro de 48h ela já é imprópria para o consumo, apresentando um sabor amargo. Também tem a questão que gera emprego, se você industrializou o processo vai precisar de mão de obra para executar as funções, então tem essa questão social, que a industrialização vai gerar empregos para as pessoas.

Quando P1 questionou o motivo da industrialização contribuir para o crescimento econômico e social da região Centro-Oeste e do Brasil no turno 32, A3 relacionou ao clima e a facilidade do cultivo (turno 33). P1 não desconsiderou sua resposta, porém acrescentou outros dados, como a redução de perda pós-colheita, pois a mandioca é altamente perecível e questões sociais como a empregabilidade (turno 34).

Uma questão importante na estruturação de oficinas, a partir da vivência dos estudantes, é a possibilidade de aulas mais dialógicas em que a opinião e fala dos estudantes são consideradas pelo professor na sequência das explicações (MALDANER et al., 2003). Conforme foi dito anteriormente, devido a SE parte da vivência dos alunos facilita-se o debate em sala de aula e a relação dos conceitos cotidianos com os conceitos científicos introduzidos pelo professor (MALDANER, et al., 2010). Em seguida P1 relacionou a visita técnica à fábrica de polvilho, que foi realizada para a estruturação do material didático, para abordar a questão da industrialização da mandioca (turno 35):

35 – P1: Para produzir essa oficina eu visitei uma indústria que produz polvilho e uma mulher, uma artesã que também produz polvilho. Na indústria eu entrevistei o proprietário e ele disse o seguinte: “Eu sempre plantei mandioca, então pela dificuldade de vender a mandioca aí eu pensei, uai vamos fazer o polvilho, que o polvilho tem muito mais campo que a mandioca. Aí eu resolvi... dessa forma eu montei a fábrica de polvilho”. Nesse trecho o que podemos perceber: que a mandioca *in natura* não tinha muito mercado consumidor, tem pouca procura pela mandioca na forma natural. Então a industrialização serviu para esse produtor aumentar seu campo, pois o polvilho é muito melhor para venda do que a mandioca *in natura*. Então a industrialização reflete tanto na questão econômica como na social.

P1 abordou outro trecho da entrevista realizada com o proprietário da fábrica de polvilho durante a visita técnica (turno 36) em que é relatada a forma organizacional do processo da fabricação do polvilho:

36 – P1: Aqui tem outro trecho da entrevista com o mesmo produtor, ele foi questionado sobre qual era a função dos funcionários na fábrica, como era organizado o processo da fabricação dentro da sua indústria, então ele disse: “[...] quase todos fazem a mesma função. Mas tem um pouco mais diferenciado, o pessoal que trabalha no maquinário é um... o que empacota é outro. E a turma de secagem maior são seis pessoas que ficam por conta de secar ali e fazem o mesmo serviço”. O que vocês podem perceber através desse trecho? Em relação ao processo industrializado? Qual a diferença do processo industrializado com o processo artesanal? Vocês sabem como funciona o processo industrializado?

37 - A3: O processo artesanal é mais lento, né? A industrialização requer uma maior quantidade de água... é um processo mais mecanizado ((inaudível)).

38 - A2: O artesanal é feito mais por uma pessoa.

39 - P1: O processo artesanal às vezes pode ser feito por mais de uma pessoa, mas de forma cooperativa. Todas as pessoas sabem fazer todas as etapas do processo da fabricação do

polvilho, no processo artesanal. Já no industrial, como pode ser percebido na fala do proprietário da indústria ele é fragmentado, como ele disse: um trabalha no maquinário, outro empacota e a secagem que é a parte maior... são seis pessoas que ficam com essa parte. Eu entrevistei também um funcionário e ele disse que ele faz somente a parte da secagem... ele é responsável por pegar o polvilho, distribuir nos jiraus e revolver esse polvilho várias vezes ao dia para que ele seque de forma homogênea. Eu perguntei se ele sabia mexer com o maquinário e ele disse que não. Então o que nós podemos pensar a partir daí? Quando esse funcionário pegar o produto final ele vai se reconhecer nesse produto? Da mesma forma que uma artesã se reconhece?

40 - A1: Não. Porque ele não participou de todos os processos e a artesã participa de todas as etapas.

A partir da análise dos turnos 36 ao 40 observou-se a riqueza de conteúdos que decorrem desse fragmento. As alunas interagem respondendo aos questionamentos de P1 e pode-se abordar a partir daí as relações de trabalho na sociedade capitalista. Atualmente há uma luta entre campos que defendem uma neutralidade da escola e outra que assume a escola como espaço de luta e contradição. Para Frigotto (2016) a escola neutra ou escola sem partido na verdade é uma forma de colocar um partido único, pois priva os professores de ensinarem seus alunos a serem cidadãos críticos. “Decreta-se a idiotização dos docentes e dos alunos, autômatos humanos a repetir conteúdos que o partido único, mas que se diz sem partido, autoriza a ensinar” (FRIGOTTO, 2016, p. 12). Esse formato de ensino vai contra os ideais de um ensino emancipatório, pois os alunos se tornam apenas receptores passivos e os professores se tornam meros transmissores de conteúdos, frustrando um dos objetivos pedagógicos que é formar cidadãos que saibam refletir independentemente, respeitar a diversidade, estejam acostumados a debates, e sejam conscientes de suas condições como cidadãos atuantes em seus meios sociais (MIGUEL, 2016). Como foi discutido o papel da escola na sociedade, a classe dominante quer transvestir a escola de neutralidade, para manter o *status quo*, mas a classe trabalhadora precisa de conhecimentos que a impulsionem para o entendimento de seu posicionamento na sociedade (SAVIANI, 2011). E isso passa pela compreensão dos processos produtivos na sociedade. Daí a importância de se trazer essas discussões, seja em aulas de química, de física, de história, entre outras.

Continuando as discussões sobre a mandioca, no turno 45, quando P1 questionou as alunas sobre a diferença entre a mandioca “brava” e a mandioca “mansa”, ela obteve uma resposta relacionada à sua forma de consumo, se processada ou *in natura*:

45 - P1: Vocês lembram que no vídeo fala em mandioca “brava” e mandioca “mansa”? Vocês lembram?

((As alunas moveram a cabeça afirmativamente))

46 - P1: E qual é a diferença?

((A2 e A3 conversam entre si, em voz baixa))

47 - P1: Vocês lembram?

48 - A2: Uma é utilizada para consumo *in natura* e a outra para industrialização.

49 - P1: Mas e a composição delas? Você sabe qual a diferença na composição de uma para a outra?

50 - A2: É uma diferença na cadeia...

No turno 50, quando A2 diz que é uma diferença na cadeia (conhecimento científico) que distingue a mandioca “mansa” da mandioca “brava” ela começa a perceber fatos além do saber popular para explicar a toxidade da mandioca “brava”. Popularmente as pessoas sabem que a mandioca “brava” é “venenosa” e, portanto não pode ser consumida *in natura*, tem que ser processada para o consumo, porém, popularmente não se explica o que permite seu consumo após ser processada. Cientificamente sabe-se que esse processo diminui o teor de ácido cianídrico, que é liberado quando a linamarina, uma molécula presente na mandioca, é degradada. Todas as mandiocas possuem essa molécula, porém é o teor de linamarina em sua composição que determina se ela é “mansa” ou “brava”.

A explicação ocorreu seguindo a primeira elaboração, que é a segunda etapa da SE, em que foram introduzidas novas linguagens químicas, além dos conceitos, que foram as fórmulas químicas do amido e da linamarina, o que possibilitou um maior entendimento da composição química da mandioca. A degradação enzimática da linamarina, também foi explicada, mostrando como ocorre todas as etapas através da representação estrutural de cada molécula degradada e das novas moléculas formadas. Em seguida, explicou-se que através do processamento da mandioca o ácido cianídrico é eliminado ou reduzido, pois é altamente volátil e hidrossolúvel. Então, foi apresentado às alunas um fluxograma com as etapas da produção do polvilho (uma forma de processar a mandioca), como as mesmas já estavam em grupos, pediu-se que cada grupo fabricasse polvilho de forma artesanal. A mandioca já estava descascada e lavada iniciou-se, então, pela etapa da ralação da mandioca.

Na sequência da aula, P2 questionou se houve uma alteração na composição química da mandioca ao se formar massa da mandioca, conforme pode ser observado no turno 59.

59 - P2: Agora que vocês ralaram a mandioca, vocês acham que houve alguma alteração na composição da mandioca, para a massa? Na composição química mesmo? A mandioca quando ralada sofre alguma alteração? Esse pedaço aqui, com essa massa aí dentro da bacia de vocês tem alguma diferença na composição?

No entanto, ela não obteve nenhuma resposta. Diante disso, ela explicou sobre o processo de transformação física e química, sendo que nessa etapa da ralação da mandioca ocorre uma transformação física. Pode-se afirmar que se P2 tivesse levantado outros questionamentos, talvez conseguisse obter uma resposta das alunas. Ela também poderia ter

explicado sobre a transformação física e química e questionado qual dos dois tipos de transformação ocorreram nesse processo. Nesse sentido, é importante estar atento ao momento de problematização da SE para que as perguntas feitas contribuam no prosseguimento da sequência da aula e não fique apenas como estratégia que não gere o diálogo.

Em seguida, lavou-se a massa da mandioca com o auxílio de um tecido, deixou a água com a fécula de repouso para que ocorresse a decantação da fécula. Ao serem questionadas sobre o processo de decantação as alunas responderam. No entanto, observou-se que A3 demonstrou insegurança em relação a sua resposta, como pode ser observado no turno 78.

77 - P3: Bom, após a fécula da mandioca ser filtrada e deixada de repouso ocorreu outro fenômeno. O que ocorreu? Qual fenômeno ocorreu?

78 - A3: Decantação?

79 - P3: Decantação.

No turno 85, P3 questiona as alunas que demonstraram ter domínio sobre o conteúdo de substância e mistura, pois além de responderem corretamente ao questionamento da P3, A3 justificou o motivo da mistura da água com a fécula após a lavagem ser uma mistura heterogênea:

85 - P3: Isso que aconteceu... Dentro desse recipiente tem uma mistura ou uma substância?

86 - A5: Mistura.

87 - P3: É uma mistura. E essa mistura é homogênea ou heterogênea?

88 - Todas as alunas: Heterogênea.

89 - A3: Pois ficou com duas fases.

A metodologia adotada para a implementação da oficina, colocando as alunas para fabricarem o polvilho problematizando cada etapa da sua fabricação, além de abordar a problematização da SE que objetiva averiguar o entendimento dos alunos sobre determinada problemática, que necessita de novos conhecimentos para total compreensão, abrange também, os conceitos científicos relacionando-os com fatos cotidianos na prática, o que pode facilitar a compreensão e a generalização desses conceitos, que é o objetivo da SE, em sua terceira etapa que é a função de elaboração e a compreensão conceitual (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

As alunas demonstraram interesse na dinâmica adotada pela P1 para discutir a diferença entre o polvilho doce e o polvilho azedo. Antes de falar diretamente do conteúdo ela entregou duas petas para cada aluna, uma feita com polvilho doce e outra feita com polvilho

azedo. As alunas começaram a caracterizar as petas antes mesmo de serem questionadas por P1:

- 95 - P1: Vocês provem um pedacinho de cada uma das petas.
 96 - A3: Essa aqui é azeda e essa aqui é doce. ((Disse mostrando as petas)).
 97 - A5: Uma foi feita com polvilho doce e a outra com polvilho azedo.
 98 - P1: Qual a diferença entre essas duas petas?
 99 - A3: Essa aqui é a azeda ((disse mostrando a peta azeda)) tem o gosto mais azedo e essa aqui ((mostrou a peta doce)) tem o gosto mais doce.
 100 - P1: Isso!
 101 - A7: Uma é azeda e outra é doce.

Nesse trecho, P1 observou que a A7 interagiu pela primeira vez na oficina, então para estimular a participação perguntou diretamente para a aluna:

- 102 - P1: Qual é a azeda e qual é a doce?
 103 - A7: A azeda é a pequena e a doce é a grande.
 105 - P1: Isso! Mas qual a diferença entre essas duas petas. Por que uma é azeda e a outra é doce?
 106 - A4: O polvilho.
 107 - P1: É por causa do polvilho, cada uma é feita com um tipo de polvilho. Mas, qual é a diferença do polvilho doce para o polvilho azedo?
 ((A P1 esperou um pouco e perguntou:))
 108 - P1: Alguém sabe?
 109 - A1: É por causa daquele processo.
 110 - P1: Oi?
 111 - A3: Fermentação.

Ao observar os turnos 107 ao 111 pode-se perceber que a aluna A3 já sabia que é através da fermentação que o polvilho se torna azedo. As alunas realizaram o experimento com papel indicador universal de pH, para determinar a acidez do polvilho doce e do polvilho azedo. Ao serem questionadas sobre qual era o polvilho doce e qual era o azedo, apenas pelo valor do pH, percebeu-se que as alunas assimilaram que o polvilho azedo é mais ácido que o polvilho doce, pois o ponto final do processo de fermentação do polvilho é caracterizado pela diminuição do pH do meio:

- 118 - P1: Bom, a amostra de vocês, a amostra um deu qual valor?
 119 - Maioria das alunas: Seis.
 120 - P1: E a amostra dois?
 121 - Maioria das alunas: Sete.
 122 - P1: Então qual é o polvilho doce e qual é o azedo, a partir dessa amostras?
 123 - A3: A um é azeda.
 124 - A3, A2 e A1: E a amostra dois é doce.
 125 - Grupo 2 (A4; A5 e A6): A um é azeda e a dois é doce.
 126 - P1: Vocês ouviram as respostas das colegas? ((Referindo se ao grupo 3))
 127 - A7: O pH 6 é o azedo e o pH 7 é o doce.

128 - A1: Porque o pH é menor.

O questionário aplicado ao final da primeira implementação da oficina temática (APÊNDICE E) foi elaborado de forma objetiva, por exemplo, a questão 3: “Quais métodos de separação de mistura você conseguiu identificar?” A maioria dos alunos respondeu de forma correta: “Filtração e decantação”, alguns alunos responderam apenas a filtração, justificando o momento em que ocorreu durante o processo de fabricação do polvilho, como a seguinte resposta: “Filtração simples, separação em que adquirimos a fécula e a água”. Percebe-se que para responder esse questionário não demandou uma grande reflexão por parte dos alunos, então para a segunda implementação da oficina as questões foram modificadas, foram elaboradas perguntas dissertativas, com o intuito de investigar o aprendizado dos alunos com a apreensão dos conceitos trabalhados.

Ao analisar as perguntas dissertativas aplicadas ao final da segunda oficina, percebe-se que algumas alunas entenderam as diferenças existentes entre a fabricação do polvilho artesanal e industrial e outras não conseguiram apreender o que foi proposto. A seguir foram transcritos trechos das respostas de algumas das alunas que conseguiram apreender de uma forma geral o que foi trabalhado na primeira questão do questionário: “Para a elaboração da oficina foram realizadas duas visitas técnicas: a um local que produz polvilho artesanal e uma indústria de polvilho. Diante desse contexto relacione a produção artesanal com a produção industrial, apontando as diferenças entre as duas formas de produção considerando fatores sociais, econômicos e ambientais:”

“A produção de polvilho artesanal é feita geralmente por apenas uma pessoa sendo ela participando de todo o processo. Geralmente não há reutilização das águas da lavagem. A produção de polvilho industrial ela é feita por vários trabalhadores, pois requer mais profissionais, gerando mais empregos. Geralmente são utilizados maquinários. Nesta produção pode haver a reutilização das águas” (A3).

“Na produção artesanal todos que participam da produção do polvilho sabem etapa por etapa. Já a industrial envolve o processo do emprego, gasto de água muito maior pois vai ser industrializado e os funcionários não sabem fazer parte do processo além da sua função” (A2).

Essas respostas foram recorrentes. Ficou marcado nas respostas das alunas a questão ambiental em que demonstraram preocupação com o fato das indústrias gastarem muita água. O tema da fabricação do polvilho é importante, pois é possível abordar questões ambientais além do grande consumo de água, como foi relatado pelo proprietário da fábrica de polvilho que utiliza cinco mil litros de água por hora, fato impactante para as alunas. Também é possível abordar a poluição causada pelo descarte inadequado do material de refugo das

indústrias de polvilho, como foi relatado anteriormente, se a água sobrenadante que é drenada ou escoada após a decantação da fécula for descartada diretamente nos rios, sem nenhum tratamento, causa grandes prejuízos ambientais, pois diminui a disponibilidade de oxigênio aquático, causando grandes danos as vidas aeróbicas presentes nesse habitat (WOSIACKI; CEREDA, 2002).

Outra aluna demonstrou não ter compreendido essa primeira questão, pois respondeu algo totalmente divergente do proposto, a questão pedia para relacionar a fabricação artesanal com a industrial, apontando as diferenças entre as duas formas de produção considerando fatores sociais, econômicos e ambientais, porém A4 relatou etapas do processo de fabricação do polvilho de uma forma geral:

“Na produção tem a transformação da mandioca sólida para a líquida, uma mistura de fécula com a água e lavagem para escoar a massa da água na retirada da cama ou enzima no processo do polvilho” (A4).

A9 respondeu a primeira questão com poucas relações conceituais:

“Em uma fábrica a produção é mais automática, enquanto na artesanal a produção é mais manual” (A9).

As outras alunas tentaram fazer maiores relações entre os conceitos que foram apresentados na pergunta, o que dá indícios de aprendizagem. Percebe-se que são as que mais interagiram durante a ministração da oficina, as que mais responderam à problematização. Com isso elas atingiram o objetivo da SE, que em sua terceira etapa que é a função de elaboração e compreensão conceitual, busca-se a generalização do conceito com o objetivo de que os alunos tenham uma formação de pensamento conceitual, possibilitando compreenderem outras situações além das que foram apresentadas no desenvolvimento da SE (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Em relação à segunda pergunta dissertativa da oficina que pede para relacionar a produção do polvilho aos conceitos químicos envolvidos nos processos da fabricação do polvilho, algumas alunas souberam fazer essa relação e outras não: “A oficina temática abordou os processos da fabricação do polvilho relacionando-os a conceitos químicos. Diante dessa afirmativa relacione a produção do polvilho e os conceitos químicos envolvidos nos seguintes processos: ralação da mandioca, extração e decantação da fécula:”

A seguir é apresentada uma resposta com maiores relações conceituais:

“Os processos químicos demonstrados na oficina foram o processo de ralação da mandioca onde se fez pequenos fragmentos sólidos, filtração onde se colocou a água e a mandioca ralada e a decantação onde o polvilho vai sedimentar e a fermentação para fazer o polvilho azedo” (A2).

A2 apresentou os seguintes conceitos: transformações químicas e físicas (de forma implícita), filtração, decantação e fermentação. Ao dizer “processo de ralação onde se fez pequenos fragmentos sólidos”, A2 remete ao processo de transformação física que ocorreu no momento que a mandioca foi ralada, onde ela deixou de ser um único sólido e passou a ser partes fragmentadas desse mesmo sólido. Quando ela diz “filtração onde se colocou a água e a mandioca ralada e a decantação onde o polvilho vai decantar”, está se referindo aos métodos de separação de mistura, apresentando a filtração que ocorre no momento em que a massa é lavada para a extração da fécula e a decantação, em que a fécula decanta e a água sobrenadante é escoada. A2 aborda também a fermentação, que ocorre durante o tempo que a fécula é deixada em um tanque durante um determinado tempo para fermentar, processo que dá as características ao polvilho azedo. Ao analisar essa resposta, percebe-se que A2 conseguiu apreender alguns dos conceitos aplicados durante o processo de fabricação do polvilho, faltando relacionar o conceito de ácido e base à etapa de fermentação, pois é o momento em que ocorre a diminuição do pH do meio.

Algumas alunas ao responderem essa questão demonstraram ter apreendido mais um conceito que outro, pois citaram apenas uma parte do processo de fabricação do polvilho, sendo que as alunas A7 e A8 responderam exatamente da mesma forma, ou seja, uma copiou da outra. Elas relacionaram o conceito de ácido ao dizer que ocorre a adição de ácido e fermentação, poderiam estar querendo relacionar ao surgimento dos ácidos butíricos e lácticos durante o processo de fermentação:

“Os conceitos relacionados são durante a adição de ácido e fermentação” (A7 e A8).

Outra aluna respondeu essa questão de forma totalmente descontextualizada:

“Há uma diferença química na composição das mandiocas. Durante a extração tem que ter cuidado para não “ferir” a mandioca, pois se “ferir” a enzima linamarase desencadeia uma série de reações que resultam na liberação do ácido cianídrico” (A4).

A4 provavelmente não conseguiu interpretar a questão, pois relacionou o trecho extração e decantação da fécula com a colheita da mandioca. Diante de sua resposta, observa-se que ela teve dificuldade em apreender o que foi discutido durante a oficina pois, mesmo ao

“se ter cuidado” na colheita da mandioca ocorrerá a degradação enzimática da linamarina. A composição das mandiocas não é diferente como relatado por ela, o que diferencia é o teor de linamarina. As questões foram lidas por P1 antes das alunas responderem as perguntas e nenhuma aluna disse ter dúvidas sobre as questões. Uma provável hipótese para a resposta de A4 pode ser excesso de conteúdo para um único momento e ela não conseguiu relacionar os conceitos provocando uma confusão de conteúdos.

Na terceira questão perguntou-se: “O pão de queijo é produzido a partir de qual tipo de polvilho? E se fosse produzido com o outro tipo de polvilho o que ocorreria?” Obteve-se diversas respostas. Três alunas responderam que é a partir do polvilho doce e sete alunas responderam que é a partir do polvilho azedo, a seguir temos duas respostas de acordo com cada opção:

“Polvilho doce. Provavelmente se fosse com o azedo sua textura e gosto seriam diferentes, além de que pode influenciar na forma de preparo” (A6).

“Utiliza o polvilho azedo, onde o polvilho azedo se expande, dá o sabor do pão de queijo e a massa cresce. Não expandia o gosto mudaria não ficaria sequinho” (A2).

As justificativas das alunas são viáveis. Se o pão de queijo for produzido por polvilhos diferentes suas características também alteram, como no caso do pão de queijo produzido a partir do polvilho doce fica mais denso, com uma consistência mais elástica, pois a fécula se expande menos. Entretanto, se for produzido por polvilho azedo ele fica mais crocante devido uma maior expansão da fécula ao ser aquecida. Vale ressaltar que o pão de queijo pode ser fabricado pelo polvilho doce e pelo polvilho azedo, sendo que cada um vai adquirir uma consistência diferente. Pessoas que preferem pão de queijo mais compactado e com sabor mais suave devem produzir pão de queijo com polvilho doce, já as que preferem pão de queijo mais sequinho (aerado) e com o sabor do queijo mais a florado, deve produzir pão de queijo a partir do polvilho azedo.

Antes das alunas responderem a questão três, P1 leu a mesma e fez a seguinte consideração: “responda pensando nas petas que vocês provaram, como era a textura e o sabor de cada?” Como as petas podem ser fabricadas com polvilho azedo e polvilho doce, o objetivo da questão era saber como cada aluna relacionaria o pão de queijo com as petas, que utilizam a mesma matéria-prima: o polvilho. Apesar de nenhuma aluna ter respondido que pode fabricar pão de queijo com os dois tipos de polvilho, em suas justificativas demonstraram saber qual a diferença do produto final ao utilizar o polvilho azedo e o polvilho doce.

Após as análises da implementação e das questões discursivas aplicadas ao fim da oficina ao analisar de uma forma geral, pode-se dizer que os objetivos iniciais do projeto foram alcançados. Pois, houve a interação de algumas alunas, durante todas as etapas da implementação, sendo que todas participaram das etapas práticas, tanto no momento da fabricação do polvilho, como no experimento para determinar o pH do polvilho doce e do polvilho azedo, sendo que houve uma participação efetiva de todos os membros dos grupos durante essas etapas práticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração e a primeira implementação do material didático-pedagógico alternativo no primeiro semestre de 2018, observou-se que os alunos interagiram bem com os conteúdos propostos seguindo as etapas da SE. Fato que foi afirmado pelos próprios alunos, que relataram terem gostado da metodologia da aula, de como os conceitos químicos foram sendo inseridos à medida que as etapas da fabricação do polvilho foram sendo demonstradas. O tema da obtenção do polvilho é novo para os alunos em relação a sua inserção em sala de aula, porém é próximo de suas vivências, pois apesar de não terem contato direto com a fabricação do polvilho, eles tem acesso ao polvilho, sua matéria-prima (a mandioca), e alguns produtos fabricados a partir dele. Isso propiciou uma participação ativa dos alunos em todas as etapas da implementação da oficina: responderam aos questionamentos levantados, mostraram seus pareceres sobre o tema, ralaram a mandioca, extraíram a fécula da massa da mandioca com o auxílio de um tecido e também questionaram as professoras ao surgirem dúvidas.

Ao analisar a segunda implementação do material didático-pedagógico que ocorreu no segundo semestre de 2018, percebeu-se que ao utilizar uma SE de estudo ocorre uma interação entre alunos-alunos e alunos-professores. Alguma metodologia didática das professoras pode ser melhorada, pois nenhuma das professoras que implementou a oficina já atuam em sala de aula no seu dia à dia, todas estão no processo de formação inicial de professores de química. Mas, de forma geral, a maioria das alunas interagiram com as professoras, responderam aos questionamentos e participaram das etapas práticas da oficina. Como já relatado, todas as alunas participaram do processo prático da fabricação do polvilho e demonstraram em alguns momentos um interesse maior, como durante a dinâmica adotada pela P1 para diferenciar o polvilho doce do azedo através da degustação de petas feitas com cada tipo de polvilho. Outro momento foi durante a realização do experimento para determinar o pH de amostras de polvilho doce e polvilho azedo, nessa etapa houve até uma participação mais efetiva de todas as alunas até mesmo durante os questionamentos levantados.

Após todas as análises pode-se dizer que a sequência do material didático-pedagógico possibilitou às professoras trabalharem em sala de aula de forma dinâmica, com tema do cotidiano dos alunos e do professor, abrindo espaço para um diálogo mais aberto, devido os alunos terem conhecimento prévio desse tema. As professoras também puderam trabalhar de forma interdisciplinar, fazendo reflexões sobre as mais diversas áreas que envolvem a

fabricação do polvilho, trazendo uma discussão rica para a sala de aula, como a organização do trabalho na sociedade capitalista. Os alunos que participaram dos dois momentos de implementação das oficinas, de uma forma geral, conseguiram assimilar o que foi abordado na aula, fato comprovado ao analisar as respostas dos questionários aplicados na primeira implementação da oficina e ao analisar a transcrição da gravação áudio visual da segunda implementação e as perguntas discursivas aplicadas às alunas ao fim da mesma. Apesar de não terem respondido todas as questões da forma esperada, conseguiram apreender alguns conceitos, demonstraram ter gostado de realizar os experimentos propostos e, também, de terem fabricado o polvilho.

A maior contribuição desse projeto foi a construção do material didático-pedagógico, que pode ser utilizado por outros professores em suas aulas, e pode ser adaptado para a utilização em escolas que não possuem muitos recursos didáticos e que não possuem laboratórios, pois a maior parte da implementação da oficina pode ser feita com a utilização de recursos alternativos que estão ao alcance de todos, como mandioca, ralos, bacias, tecidos finos (podem ser “panos de prato”), então durante a dinâmica da fabricação do polvilho todas as etapas podem ser realizadas com material alternativo, somente a determinação de pH dos polvilhos que necessita de papel indicador universal de pH, mas pode ser substituído por extrato de repolho roxo. Vale ressaltar, que para construir um material didático-pedagógico igual a esse demanda uma disponibilidade de tempo, que muitas vezes professores de educação básica não possuem, por terem uma alta carga horária de trabalho.

Utilizar uma SE, que é uma orientação curricular, para trabalhar os conteúdos, auxiliou no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, com a abordagem de fatos cotidianos em sala de aula, o que contribuiu para um debate mais aberto, pois os alunos tem um conhecimento prévio do tema mesmo que de forma popular. Os conhecimentos populares podem ser utilizados como base pelos professores para levantarem as problematizações, inserido os conceitos científicos dos fatos. Ao finalizar uma SE os alunos estão mais amparados conceitualmente sobre fatos cotidianos, sabendo lidar com esses temas no dia a dia de forma mais reflexiva, contribuindo para a formação cidadã dos alunos. Por isso, é importante que a escola não seja neutra, que os professores tenham liberdade pra discutir temas de relevância social e não sejam somente transmissores de conteúdos didáticos. Se um ensino não for contextualizado e nem abordado de forma interdisciplinar os alunos poderão não ter a capacidade de enxergar o todo de um determinado problema que ocorre em sua comunidade, assim, ele não vai conseguir atuar como um cidadão crítico, capaz de ver problemas sociais, levantar soluções e cobrar atitudes dos responsáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Rozana Gomes de; LOPES, Alice Casimiro. **A comunidade disciplinar de Ensino de Química na produção de políticas de currículo**. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências. v. 1. ed. Átomo: 2008. Pag. 41-62.

CHASSOT, Attico Inácio. **Catalisando transformações na educação**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 1995.

COHEN, Kelly de Oliveira; OLIVEIRA, Suzi Sarzi; CHISTÉ, Renan Campos. Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.
Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15434062.pdf>> Acesso em: 30 de março de 2018.

ECHEVERRIA, Agustina; MELLO, Irene Cristina; GAUCHE, Ricardo. **O Programa Nacional do Livro Didático de Química no Contexto da Educação Brasileira**. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências. v. 1. ed. Átomo: 2008. Pag. 63-83.

FAUSTO, Carlos. Uma plantinha venenosa. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 39, n. 231, p. 36-39, 2006.

FRIGOTTO, Gaudêncio. “Escola sem partido”: imposição da mordaga aos educadores. **e-Mosaicos**, v. 5, n. 9, p. 11-13, 2016.

GASPARIN, João Luiz. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 5. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências**. Ciência & Educação (Bauru), v. 18, n. 1, 2012.

GUIMARÃES, Francisco Alfredo Moraes. Povos indígenas no Brasil e as lições da floresta cultural: a revolução da cultura da mandioca na economia do atlântico sul e no continente africano. **Pontos de Interrogação - Revista de Crítica Cultural**, v. 4, n. 2, p. 29-48, 2015.

Disponível em: <<http://www.revistas.uneb.br/index.php/pontosdeint/article/view/1680>>

Acesso em: 20 de outubro de 2018.

HALMENSCHLAGER, Karine Raquel. Abordagem temática no ensino de ciências: algumas possibilidades. **Vivências: revista eletrônica de extensão da URI**, v. 7, n. 13, p. 10-21, 2011. Disponível em:

<http://www.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_013/artigos/artigos_vivencias_13/n13_01.pdf

> Acesso em: 18 de junho de 2018.

KOBLITZ, Maria Gabriela Bello. **Matérias-primas Alimentícias: Composição e Controle de Qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5. ed. Goiânia: MF Livros, 2008.

LIMA, Urgel de Almeida. **Matérias-primas dos alimentos**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli EDA. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MALDANER, O. A. et al. Formação de professores em espaços interativos: desenvolvimento curricular em química. In: A pesquisa em educação química no Brasil: abordagens teórico-metodológicas. 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Workshop: Divisão de Ensino**, Poços de Caldas. 2003. 29 p.

MALDANER, Otavio Aloisio, et al. **Currículo Contextualizado na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: A Situação de Estudo**. In: Zanon, L. B.; MALDANER, O. A. Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Pag. 109-138.

MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. **Pesquisa Educacional e Produção de Conhecimento do Professor de Química**. In: Santos, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. Ensino de Química em Foco. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Pag. 331-365.

MATSUURA, Fernando C. A. U.; FOLEGATTI, Marília I. S.; SARMENTO, Silene B. S. **Iniciando um pequeno grande negócio industrial: processamento da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. (Série Agronegócios, 1).

MIGUEL, Luis Felipe. Da “doutrinação marxista” à “ideologia de gênero”—Escola Sem Partido e as leis da mordaga no parlamento brasileiro. **Revista Direito e Práxis**, v. 7, n. 15, p. 590-621, 2016.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v23n2/2131.pdf>> Acesso em: 30 de janeiro de 2018.

MORTIMER, Eduardo Fleury; Santos, Wildson Luiz Pereira dos. **Políticas e práticas de livros didáticos de Química**. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências. v. 1. ed. Átomo: 2008. Pag. 85-103.

PONCE, Aníbal. **Educação e luta de classes**. Tradução de José Severo de Camargo Pereira. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SANGIOGO, Fábio André et al. Pressupostos epistemológicos que balizam a Situação de Estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 35-54, 2013. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5285717>> Acesso em: 13 de março de 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira**. Campinas, 1992. 209 p. Dissertação para obtenção de título de Mestre em Educação – Concentração Metodológica de Ensino, Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **A dimensão social do ensino de Química**—Um estudo exploratório da visão de professores. IN: II encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Rio de Janeiro: 1999. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf>> Acesso em: 29 de junho de 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão. **Química Nova na Escola**, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>> Acesso dia: 29 de junho de 2018.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. 32. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química nova**, v. 25, n. supl 1, p. 14-24, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v25s1/9408.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9408.pdf)> Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

WOSIACKI, Gilvan; CEREDA, Marney Pascoli. Valorização de resíduos do processamento de mandioca. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 8, n. 01, 2002. Disponível em: <<http://177.101.17.124/index.php/exatas/article/view/762>> Acesso em: 30 de março de 2018.

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM A ARTESÃ QUE FABRICA POLVILHO



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Licenciatura em Química
Câmpus Inhumas

Entrevista sobre o processo de fabricação do polvilho artesanal:

1. Desde quando você produz polvilho? Me conte como tudo começou.
2. Como se organiza a forma de produção. (Você trabalha sozinha?)
3. Quanto tempo você trabalha por dia? Trabalha o ano todo?
4. Você gosta de fabricar polvilho?
5. Como você adquire a matéria-prima para a fabricação do polvilho?
6. Você produz para venda e consumo próprio?
7. Você fabrica somente polvilho doce ou fabrica polvilho azedo também?
8. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho?
 - 8.1. A mandioca utilizada para fazer o polvilho é a “brava” ou a “mansa”?
 - 8.2. Após lavar e descascar a mandioca ela é ralada, como ocorre esse processo? É feito em que tipo de ralador?
 - 8.3. Como é feito a extração do amido?
 - 8.4. O que é feito com a massa que não é aproveitada para a fabricação do polvilho?
 - 8.5. Como é feito o processo de separação da água do amido?
 - 8.6. Como o polvilho é colocado para secar?
 - 8.7. Por que é importante colocar o polvilho para secar ao sol?
 - 8.8. Qual o tempo necessário para o polvilho secar?
 - 8.9. Como é feito o armazenamento do polvilho? É em algum recipiente específico?
9. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho azedo?
 - 9.1. Quais são as diferenças no processo de fabricação do polvilho doce e do polvilho azedo?
 - 9.2. Quanto tempo o polvilho tem que ficar submerso em água para dar o ponto certo da fermentação?

- 9.3. Em que tipo de recipiente o polvilho fica durante esse processo? Tem algum motivo específico?
- 9.4. Como você identifica o ponto final da fermentação?
- 9.5. Onde é descartada a água sobrenadante desse processo?
- 9.6. O processo de secagem é o mesmo do polvilho doce?
- 10. Quantos litros de água são gastos durante o processo de fabricação do polvilho?
- 11. Essa água é proveniente de onde?
- 12. Você sabe a quantidade de polvilho produzido por dia?

APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM UM DOS FUNCIONÁRIOS DA FÁBRICA DE POLVILHO



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Licenciatura em Química
Câmpus Inhumas

Entrevista sobre o processo de fabricação do polvilho industrial:

1. Desde quando você trabalha aqui?
2. Qual a sua função? Você gosta do seu trabalho?
3. Você já tinha trabalhado em uma fábrica de polvilho antes?
4. Você sabe como é organizada a forma de produção?
5. Como é adquirida a matéria-prima para a fabricação do polvilho?
6. A fábrica produz somente polvilho doce ou produz polvilho azedo também?
7. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho?
 - 7.1. A mandioca utilizada para fazer o polvilho é a “brava” ou a “mansa”?
 - 7.2. A mandioca é lavada e descascada em máquinas?
 - 7.3. Após lavar e descascar a mandioca é ralada, como ocorre esse processo? É feito em que tipo de ralador?
 - 7.4. Como é feito a extração do amido?
 - 7.5. O que é feito com a massa que não é aproveitada para a fabricação do polvilho?
 - 7.6. Como é feito o processo de separação da água do amido?
 - 7.7. Como o polvilho é colocado para secar?
 - 7.8. Por que é importante colocar o polvilho para secar ao sol?
 - 7.9. Qual o tempo necessário para o polvilho secar?
 - 7.10. Como é feito o armazenamento do polvilho? É em algum recipiente específico?
8. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho azedo?
 - 8.1. Quais são as diferenças no processo de fabricação do polvilho doce e do polvilho azedo?
 - 8.2. Quanto tempo o polvilho tem que ficar submerso em água para dar o ponto certo da fermentação?

- 8.3. Em que tipo de recipiente o polvilho fica durante esse processo? Tem algum motivo específico?
- 8.4. Como você identifica o ponto final da fermentação?
- 8.5. Onde é descartada a água sobrenadante desse processo?
- 8.6. O processo de secagem é o mesmo do polvilho doce?
9. Quantos litros de água são gastos durante o processo de fabricação do polvilho? Tem como reduzir esse volume?
10. Essa água é proveniente de onde?
11. Você sabe a quantidade de polvilho produzido por dia?

APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM O PROPRIETÁRIO DA FÁBRICA DE POLVILHO



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Licenciatura em Química
Campus Inhumas

Entrevista sobre o processo de fabricação do polvilho industrial:

1. Como surgiu a ideia de fundar a fábrica de polvilho? Me conte como tudo começou.
2. Em relação ao mercado consumidor, as vendas são iguais durante todo o ano, ou ocorre variação na demanda?
3. Os comparativos das vendas dos anos anteriores seguiram uma linearidade? A que você atribui esse fato?
4. Como você contrata seus funcionários? Eles precisam ter mão de obra especializada ou você capacita-os?
5. Como se organiza a forma de produção?
6. Como você adquire a matéria-prima para a fabricação do polvilho?
7. Você fabrica somente polvilho doce ou fabrica polvilho azedo também?
8. Qual a quantidade de polvilho produzida por dia?
9. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho?
 - 9.1. A mandioca utilizada para fazer o polvilho é a “brava” ou a “mansa”?
 - 9.2. A mandioca é lavada e descascada em máquinas?
 - 9.3. Após lavar e descascar a mandioca é ralada, como ocorre esse processo? É feito em que tipo de ralador?
 - 9.4. Como é feito a extração do amido?
 - 9.5. O que é feito com a massa que não é aproveitada para a fabricação do polvilho?
 - 9.6. Como é feito o processo de separação da água do amido?
 - 9.7. Como o polvilho é colocado para secar?
 - 9.8. Por que é importante colocar o polvilho para secar ao sol?
 - 9.9. Qual o tempo necessário para o polvilho secar?
 - 9.10. Como é feito o armazenamento do polvilho? É em algum recipiente específico?
10. Como ocorre o processo de fabricação do polvilho azedo?

- 10.1. Quais são as diferenças no processo de fabricação do polvilho doce e do polvilho azedo?
- 10.2. Quanto tempo o polvilho tem que ficar submerso em água para dar o ponto certo da fermentação?
- 10.3. Em que tipo de recipiente o polvilho fica durante esse processo? Tem algum motivo específico?
- 10.4. Como você identifica o ponto final da fermentação?
- 10.5. Onde é descartada a água sobrenadante desse processo?
- 10.6. O processo de secagem é o mesmo do polvilho doce?
11. Quantos litros de água são gastos durante o processo de fabricação do polvilho?
12. Tem como reduzir esse volume?
13. Essa água é proveniente de onde?

APÊNDICE D – MATERIAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO ELABORADO DURANTE A ESTRUTURAÇÃO DA OFICINA



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
GOIÁS
Campus Inhumas

DA MANDIOCA AO POLVILHO, UM CAMINHO A PERCORRER



Inhumas, 15 de agosto de 2018

HISTÓRIA DA MANDIOCA

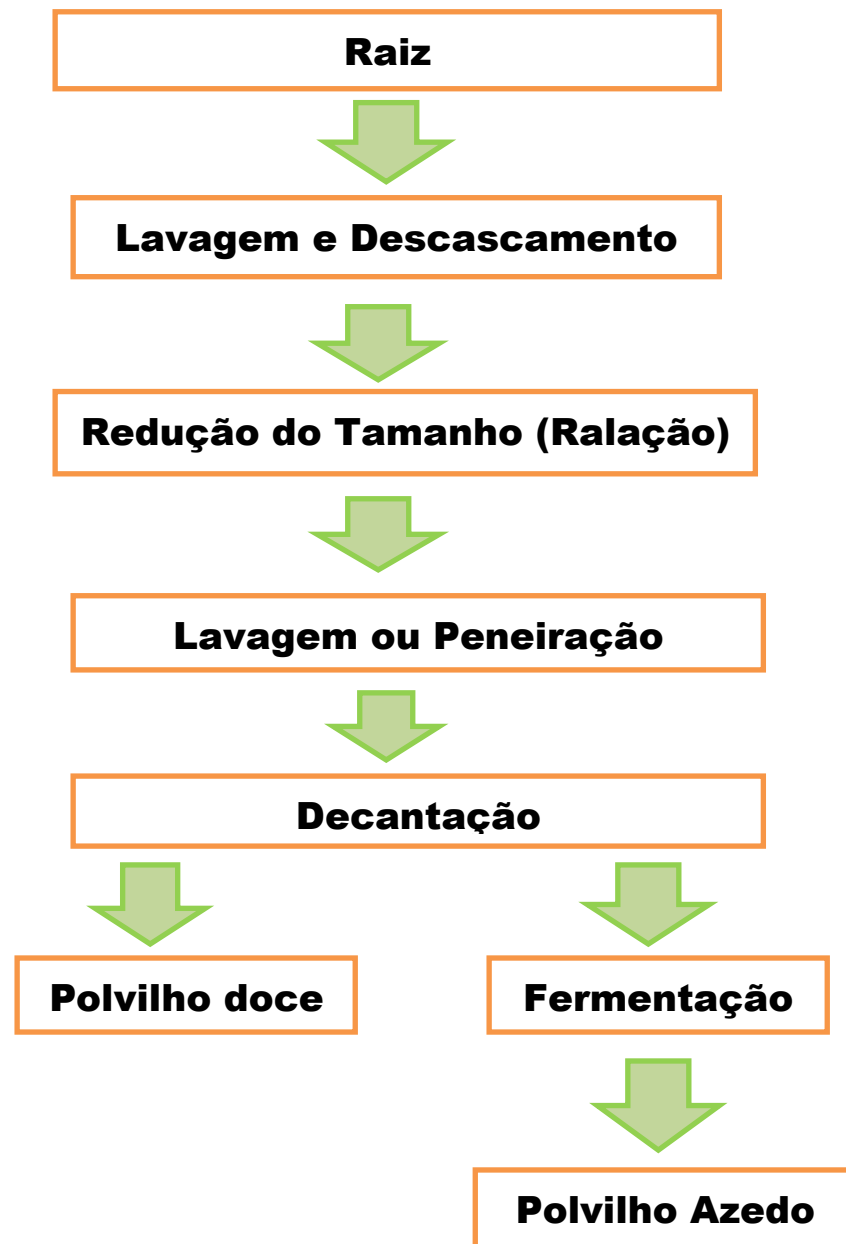
A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária da América do Sul, muito provavelmente do Brasil. Essa hipótese é levantada, pois além da maioria das espécies selvagens terem sido encontrados nesse país, os indígenas brasileiros foram os primeiros a utilizarem a mandioca para alimentação e para fazerem produtos manufaturados a partir dela (LIMA, 2010). Existem várias lendas indígenas sobre a origem da mandioca, e todas dizem ser uma dádiva divina, pois ela é de suma importância para a sobrevivência das tribos. Vários fatores influenciaram na disseminação do cultivo da mandioca pelo mundo, dentre eles podem ser destacados a facilidade de cultivo, diversidade genética, resistência a pragas, adaptação em vários ambientes, reprodução vegetativa, suporta longos períodos sem chuvas e podem ser cultivadas juntas com outras culturas (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

A mandioca tem um alto valor energético por isso, é muito importante como fonte de alimentos nutricionais, principalmente para famílias pobres. No Brasil, a mandioca é consumida *in natura* ou é utilizada como matéria-prima para fabricação de farinhas, féculas, polvilhos azedos entre outros produtos. A industrialização de suas raízes agregam valor a essa cultura tradicional brasileira, proporcionando retorno financeiro para os produtores que reduzem as perdas pós-colheitas das raízes altamente perecíveis e geram empregos (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

De acordo com dados do site “Embrapa Mandioca e Fruticultura”¹, mais de 100 países produzem mandioca e o Brasil é o segundo maior produtor do mundo, participando com 10% da produção mundial. A mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros. Em termos de áreas cultivadas, fica entre os oito primeiros produtos agrícolas do país e o sexto em valor de produção. A mandioca é matéria-prima para a fabricação do polvilho, que é o tema central da oficina “Da mandioca ao polvilho, um caminho a percorrer”.

¹ Informações retiradas do site da Embrapa Mandioca e Fruticultura: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/mandioca>> Acesso em: 23 de abril de 2018.

PROCESSO DA FABRICAÇÃO DO POLVILHO



Procedimento 1 – polvilho doce

- Colheita da raiz
- Descascamento
- Lavagem
- Ralação
- Extração da fécula
- Decantação
- Secagem
- Polvilho doce

Procedimento 2 – polvilho azedo

- Colheita da raiz
- Descascamento
- Lavagem
- Ralação
- Extração da fécula
- Decantação
- Fermentação de 30 a 45 dias
- Secagem
- Polvilho azedo

DISCUSSÕES

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS

A matéria pode sofrer dois tipos de transformações uma física e outra química, essas transformações são as propriedades, ou seja, as características da matéria. Na transformação física ocorre apenas uma mudança de estado físico, pode-se observar e medir que não ocorre alteração na composição da substância. Por outro lado, a transformação química é a capacidade de uma substância transformar-se em outra substância (ATKINS; JONES, 2012).

Anotações:

Em quais momentos da fabricação do polvilho ocorreram:

Transformação(ões) química(s): _____

Transformação(ões) física(s): _____

SUBSTÂNCIAS E MISTURAS

Substâncias são matérias que possuem todas as propriedades definidas, determinadas e praticamente invariáveis nas mesmas condições de temperatura e pressão. Não existem duas substâncias com todas as propriedades iguais, portanto, cada substância é identificada por um conjunto de propriedades próprias. Por outro lado, quando um material não possui todas as propriedades definidas, ou suas propriedades variam mesmo a temperatura e pressão constantes ele é uma mistura (REIS, 2010).

Exemplo: O amido ($(C_6H_{10}O_5)_n$) em água fria ou natural forma uma suspensão leitosa, mas sedimenta-se rapidamente (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003). Trata-se, portanto de uma mistura que pode ser classificada em heterogênea.

PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE MISTURA

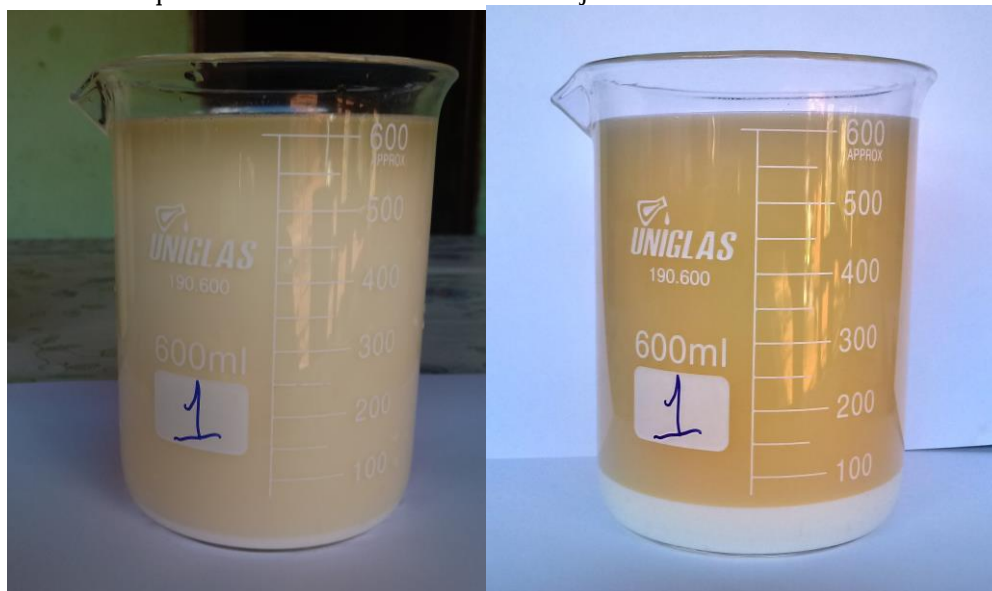
Os materiais encontrados na natureza, normalmente são uma mistura de várias substâncias. Por isso, às vezes se torna necessário separar os componentes desses materiais até que as substâncias puras fiquem totalmente separadas das demais. Pode-se citar os seguintes métodos de separação:

- 1) **Filtração:** separa misturas heterogêneas de um sólido disperso em um líquido ou um gás, utilizando filtros. Exemplo: A extração da fécula da mandioca da massa é feita

lavando a massa e filtrando-a em tecido fino, de modo que passe somente a água com a fécula (aparência leitosa), esse procedimento é feito até a água sair límpida. Esse método de separação é feito através da filtração.

- 2) **Decantação:** separa misturas heterogêneas de um sólido em um líquido ou de dois líquidos imiscíveis entre si. Quando ocorre a decantação de uma das substâncias a separação pode ser feita por inclinação do recipiente ou por aspiração com o auxílio de um sifão (FELTRE, 2004). Exemplo: Após a lavagem da massa a água com a fécula é deixada de repouso para que ocorra o processo de decantação (Figura 1). Quando totalmente decantada a água sobrenadante é drenada, ficando somente a fécula.

Figura 1: No béquer da esquerda contém água com fécula, logo após a lavagem da massa da mandioca. No béquer da direita a fécula da mandioca já está totalmente decantada.



Fonte: Autoria própria.

FERMENTAÇÃO

A fermentação é um processo anaeróbio de síntese de ATP (trifosfato de adenosina) que ocorre na ausência de oxigênio e não envolve cadeia respiratória, o receptor final do hidrogênio é um receptor orgânico (LOPES; ROSSO, 2005). Exemplo: Para transformar a fécula de mandioca em polvilho azedo é necessário cobrir a fécula com uma camada de água de aproximadamente 20 cm, deixar em repouso por tempo variável de 20 a 60 dias dependendo de fatores externos, como temperatura ambiente, contaminação inicial da matéria prima e do ambiente por microorganismos fermentativos. Os fatores que determinam essa fermentação são aparecimento de bolhas, aumento da **acidez** (diminuição do pH para 2,5 a

3,5), aparecimento de compostos aromáticos e mudança na textura. Os principais compostos aromáticos que surgem durante o processo de fermentação do polvilho são os ácidos láctico ($C_3H_6O_3$) e o butírico ($C_4H_8O_2$) (MATSUURA; FOLEGATTI; SARMENTO, 2003).

ÁCIDO E BASE

Por volta de 1884 Svante Arrhenius fez as seguintes definições para ácido e base: ácido é um composto que contém hidrogênio e reage com a água para formar íons hidrogênio. Já a base é um composto que forma íons hidróxidos na água. Porém, essa teoria apresenta limitações, pois ela foi feita utilizando somente a água como solvente. Quando os químicos estudaram solventes diferentes da água como a amônia líquida, perceberam que algumas substâncias apresentam características ácidas e básicas. Em 1923 Thomas Lowry (Inglaterra) e Johannes Brønsted (Dinamarca), trabalhando separadamente chegaram a um mesmo conceito de ácido e base: ácido é um doador de prótons e base é um aceitador de prótons (ATKINS; JONES, 2012).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Título: Ácido – Base

Objetivo: Determinar o pH de uma amostra de polvilho doce e de uma amostra de polvilho azedo.

Material:

- 2 tubos
- Amostra de polvilho doce
- Amostra de polvilho azedo
- Água destilada
- Papel indicador de pH universal

Procedimento:

- 1- Pegar os tubos contendo as amostras 1 e 2
- 2- Completar com água destilada
- 3- Medir o pH usando o papel indicador universal
- 4- Anotar os valores na tabela 1

Tabela 1 - Anotações do pH das amostras de polvilho

AMOSTRA	pH
1	
2	

Qual das amostras vocês identificam como polvilho doce e polvilho azedo?

Amostra 1 _____

Amostra 2 _____

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FELTRE, Ricardo. Química. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **Biologia**. Volume único. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2005).

MATSUURA, Fernando C. A. U.; FOLEGATTI, Marília I. S.; SARMENTO, Silene B. S. **Iniciando um pequeno grande negócio industrial: processamento da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. (Série Agronegócios, 1).

REIS, Martha. **Química: Meio ambiente, Cidadania, tecnologia**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DA PRIMEIRA
IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA “DA MANDIOCA AO POLVILHO,
UM CAMINHO A PERCORRER”**



**Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Licenciatura em Química
Campus Inhumas**

**QUESTIONÁRIO SOBRE A OFICINA “DA MANDIOCA AO POLVILHO UM
CAMINHO A PERCORRER”**

1. Quais conceitos químicos você conseguiu identificar?

2. Cite os momentos durante a fabricação do polvilho em que ocorreram:

Transformação(ões) Química(s): _____

Transformação(ões) Física(s): _____

3. Quais métodos de separação de mistura você conseguiu identificar?

4. Faça a ionização do ácido cianídrico:

5. Você gostou da metodologia utilizada para a realização da oficina? Por quê?

**APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO APLICADO AO FINAL DA SEGUNDA
IMPLEMENTAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA “DA MANDIOCA AO POLVILHO,
UM CAMINHO A PERCORRER”**



**Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Licenciatura em Química
Campus Inhumas**

**QUESTIONÁRIO SOBRE A OFICINA “DA MANDIOCA AO POLVILHO UM
CAMINHO A PERCORRER”**

1. Para a elaboração da oficina foram realizadas duas visitas técnicas: a um local que produz polvilho artesanal e uma indústria de polvilho. Diante desse contexto relacione a produção artesanal com a produção industrial, apontando as diferenças entre as duas formas de produção considerando fatores sociais, econômicos e ambientais:

2. A oficina temática abordou os processos da fabricação do polvilho relacionando-os a conceitos químicos. Diante dessa afirmativa relacione a produção do polvilho e os conceitos químicos envolvidos nos seguintes processos: ralação da mandioca, extração e decantação da fécula:

3. O pão de queijo é produzido a partir de qual tipo de polvilho? E se fosse produzido com o outro tipo de polvilho o que ocorreria?
