



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL DE FIBRA DE
BANANEIRA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA
POR PROJETO**

Nília Oliveira Santos Lacerda

Brasília – DF

Dezembro

2009



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL DE FIBRA DE BANANEIRA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA POR PROJETO

Nília Oliveira Santos Lacerda

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Gerson de Souza Mól apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF
Dezembro
2009

Folha de aprovação

NÍLIA OLIVIERA SANTOS LACERDA

**PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL DE FIBRA DE BANANEIRA: UMA
PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA POR PROJETO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em ____ de _____ de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól
(Presidente)

Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
(Membro externo – IQ/UFG)

Prof. Dr. Thérèse Hofmann Gatti
(Membro externo – IA/UnB)

Prof. Dr. Patrícia Fernandes Lootens Machado
(Suplente – PPGEC/UnB)

Brasília – DF
Dezembro
2009

DEDICATÓRIA

Dedico...

Ao meu esposo Vando, meu amor e minha vida

Ao meu orientador, meu amigo Gerson

A Rosirene e a Nyuara, pelo apoio incondicional

*A todos os professores que irão se apaixonar e usufruir desse
trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter-me protegido e me acompanhado durante toda essa caminhada nas idas e vindas de Goiânia a Brasília. E ter-me acordado nos vários cochilos ao longo dessas viagens.

Meu esposo Vando a quem amo muito, meu porto seguro. Pela grande paciência, palavras de conforto e confiança nas horas de insegurança, angústia e lágrimas; pelo amor, carinho, admiração e compreensão da minha ausência em muitos momentos.

As minhas irmãs, em especial, a Susana, minha amiga e companheira nas horas difíceis e também nos momentos felizes, agradeço por me ajudar nos problemas do dia-a-dia.

Meus pais, por terem me ajudado a chegar até onde cheguei.

Minhas primas, primos e tios, minha sogra e meu sogro, minha cunhada pelo apoio e compreensão nas horas que tive que me ausentar.

Meu orientador e amigo Gerson Mól, a quem eu admiro muito e tenho um grande carinho, pela dedicação, orientação, e acima de tudo, por ter acreditado em mim e no meu trabalho.

A prof.^a Patrícia Lootens, pelos ensinamentos, orientações, preocupação e pelas palavras sinceras e inesquecíveis que ajudaram no meu crescimento profissional e em minha vida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências da UnB, que ajudaram na minha formação profissional, Bob, Joice, Wildson, Ricardo Gauche e Márcia Murta pela atenção, as palavras amigas, preocupação e simpatia.

Aos meus amigos da UnB, em especial os que passei a maior parte do tempo, Luciana, Denise, Ana Paula, José Acrísio, Susana, Rejane, Kellen, Mírian, Juliana, Adriana e Elisângela, e a Carol pela atenção e carinho especial em me ajudar nessa caminhada.

Às minhas amigas, Thaiza, Luciane, Neima e Grazielle. Pelo apoio e confiança, e pela paciência em sempre poder me ouvir nos momentos de dúvidas e desabafos, em especial Thaiza, pelos momentos de discussões teóricas, pelo apoio, pelo carinho e preocupação; e Grazielle, minha companheira de viagem no último semestre, pela dedicação toda especial que teve por mim.

Em especial Nyuara que foi mais que uma amiga, foi uma co-orientadora. Te agradeço por confiar em mim, pela calma e disponibilidade em me ajudar.

Aos meus amigos Jez Willian, Lílian e Cláudia. Agradeço pelos momentos inesquecíveis que passamos juntos durante a graduação, por todas as dificuldades que superamos e por tudo que aprendi com vocês.

Às amigas do período da graduação. Em especial aquelas com quem passei mais tempo, Simone, Priscilla, Elizabeth, Fabiana pelo apoio e incentivo.

Aos amigos e amigas que me acompanharam e deram força durante o desenvolvimento do trabalho, nas horas alegres e também nas horas difíceis e compreenderam minha ausência nesse período, em especial, Edivaldo e Greyce Kelly.

Às professoras Edith Lotufo e Therese Hofmann . As cooperárias da Cooprec, em especial a Neonice e Lúcia. A artista Mírian Pires e sua irmã Helena Pires. Pelas horas disponíveis em entrevistas, orientações e contribuições para o desenvolvimento do trabalho.

A Quem me acolheu com muito carinho, dando hospedagem nessa longa jornada: Elaine, Luciana, Maria Stela, Sílvia e Karen e Sinara.

Aos meus companheiros de trabalho do CEJA, que me acompanharam e me deram apoio nessa longa caminhada, “Seu Iraci”, Eldiney, Sonia Darc, Péricles, Cássia, Ordália, Cleuza, Maria Conceição, em especial a Rosirene, por sempre acreditar em tudo que eu faço, apoiando-me, compreendendo-me de maneira incondicional.

A Jacqueline pelas aulas e orientações que favoreceram minha aprovação no mestrado.

Ao NUPEC (Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências – UFG), pelo apoio, pelas vivências socializadas, pelas discussões teóricas que ajudaram muito na elaboração desse trabalho. Em especial a Prof.^a Agustina por se preocupar com o crescimento profissional do professores da rede pública, e por ter me ajudado com as discussões teóricas. Ao prof. Márton pelas palavras sempre otimistas e carinhosas e alegres.

Ao NEA/COREM (Núcleo de Educação Ambiental da Coordenação do Ensino Médio de Goiás), por acreditarem no trabalho e por serem responsáveis pela divulgação e repercussão do mesmo, em especial a Viviane, Rose, Sílvia e Marize.

Aos Ex-alunos do CEJA, e agora amigos, que me apoiaram para fazer o mestrado. Ludmilla, Jôse Kelli, Marcus, Diogo, Lucas, Meire, em especial, à Sarah, pelo grande incentivo para eu fazer a prova de seleção do mestrado. E a Ludmilla por ser minha companheira e amiga, e ter me ajudado em muitos momentos difíceis dessa caminhada.

Aos integrantes da primeira equipe do projeto, pela dedicação e empenho durante o tempo que participaram, em especial, ao Hélio, grande amigo e companheiro, que nunca deixou de fazer parte do projeto, sempre ali, nas horas alegres e nas horas difíceis, agradeço por todas as contribuições e toda a dedicação.

Todos os alunos que passaram e contribuíram de alguma maneira para o crescimento e desenvolvimento do projeto. Em especial, Rubens, Bruno, David, Wanderson, Aline, Cristina, que se apaixonaram pelo projeto, deixando suas marcas e fazendo parte dessa história.

A todos que de alguma forma colaboraram para a execução desse trabalho. Muito obrigada!

"Na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenho para não apenas falar de minha utopia, mas participar dela com práticas coerentes."

Paulo Freire

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
1. PRINCÍPIOS NORTEADORES DO TRABALHO	31
1.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS	31
1.2 DIRETRIZES CURRICULARES	43
1.3 RESSIGNIFICAÇÃO DO ENSINO MÉDIO NO ESTADO DE GOIÁS	50
1.4 A IMPORTÂNCIA E A RELEVÂNCIA DO ENSINO POR PROJETOS	61
1.5 AS CONTRIBUIÇÕES DA INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO POR PROJETOS	69
1.6 O ENFOQUE CIÊNCIA – TECNOLOGIA – SOCIEDADE (CTS) E O ENSINO POR PROJETOS NA PERSPECTIVA FREIREANA	76
1.7 ASPECTOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO EIXO ESTRUTURANTE DA PROPOSTA	90
1.8 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E SEUS ASPECTOS RELEVANTES PARA NOSSA PROPOSTA.....	101
2. O PAPEL: TEMA DE UM PROJETO DE ENSINO	121
2.1 A HISTÓRIA DO PAPEL	121
2.2 HISTÓRIA DO PAPEL DE FIBRA DE BANANEIRA EM GOIÁS	154
2.3 A QUÍMICA DO PAPEL.....	158
2.4 PROCESSO INDUSTRIAL DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	173
2.5 ASPECTOS AMBIENTAIS OBSERVADOS NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE PAPEL ...	184
3. PROPOSTA DE PROJETO DE ENSINO DE QUÍMICA: PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL DE FIBRA DE BANANEIRA.....	189
3.1 CONHECENDO A ESCOLA.....	189
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA	191
3.3 ESTRUTURA DO MATERIAL PARADIDÁTICO: “A QUÍMICA E O PAPEL”	194
3.4 PAPEL ARTESANAL: A PRODUÇÃO DENTRO DA ESCOLA.....	201
3.5 ESTUDO DE ESPAÇO SOCIAL NA COOPREC	204

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	217
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	223
6. REFERÊNCIAS	227
APÊNDICE A.....	239
APÊNDICE B.....	245
APÊNDICE C.....	249
APÊNDICE D.....	253

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

FIGURA 1. Lâmina de barro.....	123
FIGURA 2. Casca de árvore.....	123
FIGURA 3. Bambu	123
FIGURA 4. Papiro (Cyperus papyrus).....	124
FIGURA 5. Livro feito com folhas de palmeiras amarradas.....	127
FIGURA 6. Tonalamalt, suporte dos engenhosos hieróglifos dos astecas.....	128
FIGURA 7. Retrato de T'sai Lun	130
FIGURA 8. Papéis secando em Aldeia papeleira no Nepal.....	132
FIGURA 9. Fabricação de papel feita pelos antigos chineses.....	133
FIGURA 10. Rota do papel.....	134
FIGURA 11. Antiga Moedora “Holandesa”.....	137
FIGURA 12. Atual refinadora	137
FIGURA 13. Retrato de Gutenberg.....	138
FIGURA 14. Vespas – primeiro inventor do papel.....	139
FIGURA 15. Modelo da primeira máquina de papel.....	140
FIGURA 16. Otávio Roth (SP)	148
FIGURA 17. Marlene Trindade (UFMG/MG)	148
FIGURA 18. Lygia M. M. Sabóia (UnB/DF).....	148
FIGURA 19. Prof. Thérèse Hofmann Gatti	151
FIGURA 20. Mírian Pires	154
FIGURA 21. Prof.^a Edith Lotufo	155
FIGURA 22. Claiton Alves.....	156
FIGURA 23. Dona Maria e Sr. Guiseppe na Feira do Cerrado.....	157
FIGURA 24. Alunos do 3º ano do Ensino Médio na Mos tra Científica 2007	157
FIGURA 25. Estrutura da molécula D – glicose	159
FIGURA 26. Exemplos de monossacarídeos	161

FIGURA 27. Fórmula da D-glicose: cadeia aberta.....	162
FIGURA 28. Formas α e β D-glicose.....	163
FIGURA 29. Tipos de estruturas da celulose.	163
FIGURA 30. Tipos de interações que ocorrem na celulose	165
FIGURA 31. Hemiceluloses	165
FIGURA 32. Precursores primários da lignina	168
FIGURA 33. Modelo de lignina das coníferas.....	168
FIGURA 34. Estrutura das fibras	170
FIGURA 35. Formação da fibra de celulose.....	171
FIGURA 36. Luz atingindo folha de papel.....	181
FIGURA 37. Organoclorados produzidos no processo de branqueamento....	184
FIGURA 38. Caixa de ações propostas referente à unidade 8 do material	200
FIGURA 39. Construção da Usina de Reciclagem	208
FIGURA 40. Pias para lavagem da polpa e obtenção do papel.....	209
FIGURA 41. Bancada para colocação das telas.....	209
FIGURA 42. Liquidificador	210
FIGURA 43. Máquina de cortar papelão.....	210

Tabelas

Tabela 1. Celulose das coníferas	169
Tabela 2. Celulose das folhosas.....	169
Tabela 3. Classificação dos branqueadores de papel.....	182
Tabela 4. Agentes branqueadores de papel.....	183
Tabela 5. Questões elaboradas pela aluna A e E.....	219
Tabela 6. Conteúdos relacionados.....	220

A PRODUÇÃO DE PAPEL ARTESANAL DE FIBRA DE BANANEIRA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA POR PROJETO

Mestranda: Níliá Oliveira Santos Lacerda

Orientador: Gérson de Souza Mól

RESUMO

O projeto de produção de papel artesanal a partir da fibra de bananeira surgiu no Colégio Estadual Jardim América, em Goiânia – GO, a partir de uma experiência vivenciada por alunos do Ensino Médio, durante uma visita na Cooperativa de Reciclagem Cooprec, em função de um trabalho que estava sendo realizado sobre o tema gerador LIXO. A partir desse projeto sentimos a necessidade de um estudo mais aprofundado do tema, o que foi feito por meio de um material paradidático sobre a produção de papel e suas relações com conceitos científicos. Para fundamentação do material proposto utilizamos com referenciais norteadores: o ensino por projetos numa perspectiva freireana, o enfoque CTSA, a educação ambiental, a experimentação investigativa, a necessidade de contextualização e de interdisciplinaridade. A metodologia utilizada para aprofundamento do tema foi: pesquisas sobre história e química do papel, entrevistas semi-estruturadas com os sócios da cooperativa (Cooprec), com a Assessora do Núcleo Artesanal de Reciclagem. Também foi proposto aos alunos participantes do projeto que formulassem questões que gostariam de aprender em relação ao processo e que pudesse ser explicado por meio de conceitos científicos de maneira interdisciplinar. As questões apresentadas foram analisadas e relacionadas aos conteúdos de química e áreas afins (biologia, geografia etc.). Em seguida as questões foram relacionadas com todos os tópicos que ajudariam a respondê-las, definindo os conteúdos a serem trabalhados no material paradidático. Para a elaboração desse material partimos dos seguintes princípios: (a) o aproveitamento de resíduos da bananicultura como matéria-prima natural; (b) possibilidade de um trabalho com enfoque na preservação ambiental; (c) o resgate e a valorização de técnicas artesanais; (d) a utilização de tema gerador para o ensino de conceitos científicos, ambiente e cidadania; (e) a inserção de textos que tratam sobre atitudes e valores importantes para a formação de alunos críticos e ativos. Um dos objetivos da nossa proposta apresentada é aprimorar o projeto com uma problematização, relacionando esse tema gerador com os conteúdos de química, na tentativa de tornar seu ensino mais significativo para os alunos.

Palavras-chave: Ensino por projetos, papel de fibra de bananeira, material paradidático.

THE PRODUCTION OF HANDMADE PAPER FROM BANANA FIBER: A PROPOSAL FOR TEACHING CHEMISTRY FOR PROJECTS

Author: Nília Oliveira Santos Lacerda

Adviser: Géron de Souza Mól

ABSTRACT

The project to produce handmade paper from banana fiber appeared in the Colegio Estadual Jardim America, in Goiania GO, as a result of the experience of high school students during a visit to Cooprec (Cooperative Recycling), due to an assignment that was addressed to the generation of garbage. From this project we felt the need to further study the issue, which was done through a paradidactic material on paper production and its relationship to scientific concepts. In order to support the proposed material, the following were used as guidance references: teaching projects on Freire's perspective, the focus on CTSA, environmental education, the investigative trial, the need for contextualization and interdisciplinary means. The methodology used to explore this theme was to research the history and chemistry of the paper, semi-structured interviews with members of the cooperative (Cooprec), and with the Craft Recycling Center Senior Assistant. It was also suggested that the students participating in the project should formulate questions about the process and the answers could be explained with scientific concepts through an interdisciplinary process. The questions were analyzed and related to the content of chemistry and other related fields (biology, geography, etc.). The questions were then related to all topics that helped to answer them, defining the contents to be worked on the paradidactic material. In exploring this material, the following principles were observed: (a) the recovery of waste from the banana as natural raw material, (b) whether a work focused on environmental preservation, (c) the rescue and recovery of craft techniques, (d) the theme used in teaching scientific concepts, environment and citizenship (e) the inclusion of texts that deal with attitudes and the values important for training students and critical assets. One of our proposal goals is to improve the project with a questioning investigation, linking this theme with the contents of chemistry, in an attempt to make the education more meaningful for students.

Keywords: educational projects, banana fiber paper, paradidactic material

INTRODUÇÃO

Em 2007, trabalhando o tema LIXO, com alunos do Ensino Médio, foram propostas várias ações, entre elas visitas à Cooperativa de Reciclagem (Cooprec) e ao Aterro Sanitário de Goiânia. Dessas vivências, a visita à Cooprec foi a que mais despertou o interesse dos alunos, principalmente o trabalho de reaproveitamento do pseudocaule da bananeira para produção de papel. Tal comportamento motivou-nos trabalhar a produção do papel artesanal.

Junto com um grupo de alunos do 3º ano do Ensino Médio matutino, elaboramos e desenvolvemos o projeto “FIBRA DA BANANEIRA: um papel importante”. Apresentado na III Mostra Científica CEJA, realizada no Colégio Estadual Jardim América no mesmo ano. O trabalho ficou entre os cinco que mais se destacaram na Mostra e foi escolhido para representar a escola na XI Feira de Ciências do Estado de Goiás, em setembro de 2007, quando ficou em primeiro lugar na classificação geral. O trabalho foi apresentado também no I Congresso Goiano de Educação Ambiental – I CONGEA –, na Expocerrado, além de participar do concurso “Jovem Cientista”, organizado pelo Laboratório de análises clínicas Padrão, instituto privado de Goiânia, ficando em segundo lugar.

Depois da realização de oficinas na escola, recebemos vários convites para apresentar o projeto fora da unidade escolar. Em uma dessas apresentações, na Coordenação do Ensino Médio do Estado de Goiás, surgiu a ideia do projeto Produção de papel a partir da fibra de bananeira fazer parte do Programa de Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás como uma disciplina optativa

ou um projeto cujo eixo norteador fosse a Educação Ambiental (EA) para ser desenvolvido durante um semestre.

Diante do contexto vivido pelos alunos do Ensino Médio nessa escola pública, caracterizada pelo baixo interesse dos alunos pela disciplina de Química, conseqüentemente, pelo baixo aprendizado dos conceitos e pela falta de contextualização do Ensino de Química, sentimos a necessidade de aprofundar a discussão desse tema.

A partir dessa problemática nos deparamos com o seguinte problema: É possível favorecer a aprendizagem de conceitos químicos no Ensino Médio utilizando a produção de papel artesanal a partir de fibra de bananeira como tema?

Diante desse problema, nossa hipótese é que é possível favorecer a aprendizagem de conceitos químicos no Ensino Médio por meio da produção de papel artesanal a partir de fibra de bananeira como tema gerador.

Para isso, reunimo-nos, depois de discussões, orientações e estudos sobre o projeto, descobrimos algumas informações importantes a respeito do reaproveitamento do pseudocaule. Um fato que nos chamou a atenção foi saber que a produção da banana resulta em grande quantidade de matéria vegetal acumulada no solo depois da colheita dos cachos, gerando acúmulo de resíduos vegetais (folhas, pseudocaule e engaço) que, por sua vez, provocam problemas ao ambiente.

Constatamos ainda que o papel da fibra de bananeira insere-se numa tendência mundial de utilização de fibras naturais para fabricação de papel. Isso ocorre em virtude da tentativa de reaproximar o homem da natureza, por isso a busca de novas fontes de materiais naturais e o resgate de técnicas tradicionais, em contraposição à produção industrial em larga escala. Esse papel pode apresentar diferentes texturas que lhe conferem diferentes aplicações, tais como confecção de

cúpulas de abajures e luminárias, cartonagens, cartões especiais e base para outros trabalhos artísticos.

De forma mais sistemática e fundamentada, conseguimos integrar o trabalho já desenvolvido com enfoque somente em EA a conceitos científicos interdisciplinares, mas com evidência maior, principalmente, à disciplina de Química.

Uma das etapas do trabalho desenvolvido foi o estudo de documentos e análise da estrutura e funcionamento de uma Cooperativa. Esse foi um dos pontos de partida desse trabalho por meio de uma entrevista semi-estruturada¹ com às coordenadoras do projeto (Prof. Edith Lotufo – PUC-GOIÁS e Neonice – presidente da cooperativa), com intuito de conhecer melhor a estrutura e o funcionamento da cooperativa, considerando questões relacionadas à história da cooperativa, à produção de papel, suas técnicas de produção, fontes de recursos, o perfil dos cooperados, ações para preservação de recursos naturais etc. Também por meio de pesquisas, buscamos conhecer um pouco a história do papel no Estado de Goiás, precisamente na capital – Goiânia.

Além disso, um grupo de sete alunos do Ensino Médio, do matutino, cinco do 1º ano e dois do 2º ano, foi convidado a participar desse trabalho, para serem monitores de turmas maiores no semestre seguinte. A fim de estudar melhor as etapas de produção do papel, fizemos várias reuniões no período vespertino. Com o objetivo de explorar conceitos científicos de maneira interdisciplinar e melhor direcionar o trabalho, foi proposto que os alunos formulassem questões sobre o que gostariam de aprender em relação ao processo.

Fizemos um levantamento de questões junto aos alunos, em horário vespertino, com o objetivo de contribuir para um maior envolvimento destes nas

atividades propostas. Os alunos participaram ativamente dessa atividade para levantamento de questões, mas percebemos que suas dúvidas e curiosidades não eram facilmente externadas, tornando-se necessário o diálogo com o professor/pesquisador presente na atividade.

As dúvidas apresentadas foram analisadas e relacionadas aos conteúdos de Química e áreas afins (biologia, geografia etc.). Em seguida, as mesmas foram relacionadas com todos os tópicos que ajudariam a respondê-las, definindo assim os conteúdos a serem trabalhados no material paradidático.

Para a fundamentação teórica do trabalho, abordamos trabalhos e pesquisas sobre o enfoque Ciência/Tecnologia/Sociedade – CTS – numa perspectiva freireana, contextualização, interdisciplinaridade, educação ambiental, experimentação e ensino por projetos.

Nossa proposta é elaborar um material paradidático que possa orientar o trabalho de professores que se interessem em trabalhar essa temática como disciplina optativa ou como um projeto de ensino no Ensino Médio, independente da série ou de pré-requisitos.

No material proposto, os conteúdos estão organizados para esclarecer e permitir uma melhor compreensão do processo de produção de papel de fibra de bananeira, favorecendo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos relacionados.

O trabalho de dissertação foi dividido em quatro capítulos, além da introdução. No capítulo primeiro, intitulado “Princípios Norteadores do trabalho”, começamos com um breve histórico do Ensino de Ciências. No tópico – Diretrizes Curriculares - desenhamos as principais características e mudanças que

¹ Roteiro da entrevista se encontra no apêndice.

aconteceram no Ensino Médio no Brasil ao longo de sua história. Descrevemos ainda as mudanças pelas quais o Ensino Médio do Estado de Goiás está passando com o programa da “Ressignificação do Ensino Médio e o Ensino Médio Inovador”.

No primeiro capítulo também descrevemos sobre a experimentação e seu verdadeiro significado. Para isso, fizemos um estudo sobre seu histórico, características, críticas ao seu uso e reflexões sobre como utilizá-la como recurso do desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Posteriormente, em nosso material paradidático, na seção “fazendo”, sugerimos algumas atividades utilizando a experimentação com caráter investigativo.

Ainda no primeiro capítulo, discutimos nosso tema na perspectiva de um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS –, de Ensino por Projetos na perspectiva Freireana e da Educação Ambiental. Como nosso trabalho tem como princípio o ensino por projetos, deixamos evidente as possibilidades de enfoque interdisciplinar e contextualizado. Essas linhas norteiam nosso trabalho de fundamentação e construção do material paradidático.

Como o enfoque CTS tem como objetivo propiciar a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, surge assim necessidade de buscar possibilidades para resolver problemas da vida do aluno, permitindo também que o mesmo possa propor e participar de soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade. Esse aspecto está no material paradidático, na seção intitulada “tomando atitude”.

Nossa escolha em trabalhar com um tema gerador – A produção de papel de fibra de bananeira – baseia-se nas concepções de Freire (1987) sobre esses temas. Para esse autor é necessário buscar os temas geradores por meio de uma metodologia conscientizadora em que os educandos busquem “dimensões

significativas de sua realidade para que os educandos comecem a refletir sobre sua realidade”.

De acordo com Santos (2008), a escolha de tema social em CTS pode estar de acordo com as concepções freireanas, mas não necessariamente seguir seu método “ao pé da letra”. Essa escolha pode partir também de necessidades do grupo, do professor e dos alunos. No nosso caso, o tema era desenvolvido na escola como um projeto extraclasse e sentimos a necessidade de aprofundar seu envolvimento com conceitos científicos e sua riqueza em possibilidades de se trabalhar assuntos contextualizados, produzindo ações para transformar o contexto social e político do mundo atual. Na visão de Santos (2001), essa seria a visão humanística de ensino de CTS em uma perspectiva freireana.

No tópico “Ensino por projetos” descrevemos as várias maneiras de melhorar o processo ensino-aprendizagem. Essas propostas são os centros de interesse, temas geradores, projetos de trabalho, resolução de problemas e outros. Sabemos que o desenvolvimento, por si só, de cada proposta citada não resolve todos os problemas do processo ensino-aprendizagem. Acreditamos, porém, que a união de características de cada uma dessas propostas tornará esse processo mais significativo, atendendo tanto as necessidades dos professores, quanto as dos alunos.

De acordo com os PCNEM (1999), o que é ensinado deve haver relação com o contexto da vida do aluno, para saber resolver problemas de sua vida, e assim ser capaz de exercer a verdadeira cidadania. Nesse momento, a contextualização e a interdisciplinaridade se tornam peças chaves para que aconteçam essas relações. Não conseguimos justificar a importância desses enfoques sem relacioná-los, pois são perspectivas que se completam.

Podemos confirmar isso com os PCNEM (Brasil, 1999), que descreve a necessidade de uma organização curricular que trabalhe com os conteúdos de ensino de modo interdisciplinar e contextualizado, para dar significado ao aprendido, estimulando a autonomia intelectual do aluno, promovendo uma integração desses conhecimentos à vida dos alunos.

No segundo capítulo apresentamos conteúdos relacionados ao tema “A produção de papel artesanal da fibra de bananeira”. Dessa forma, apresentamos assuntos como: história do papel, história do papel de fibra de bananeira, química do papel, produção industrial de papel, produção artesanal a partir da fibra de bananeira, aspectos ambientais e estudo de espaço social na Cooperativa (COOPREC). Além disso, abordamos como foi elaborado o material paradidático sobre o papel, com o intuito de conhecer e saber diferenciar as etapas de produção e com isso possibilitar melhorias no processo artesanal voltados para uma conscientização ambiental.

No terceiro capítulo descrevemos a realidade do Colégio em que foi desenvolvido o trabalho e como aconteceu a produção de papel na escola de 2007 até o momento, ressaltando a importância desse contexto escolar no desenvolvimento dessa pesquisa e na elaboração do material proposto. Descrevemos o estudo de espaço social da Cooprec, como objetivo também de conhecer a realidade dos cooperados e suas condições de trabalho, buscando enriquecer nossa proposta e demonstrar como a produção de papel artesanal se torna um meio de sobrevivência.

Em um dos apêndices dessa dissertação, apresentamos o material paradidático que traz uma maneira de se ensinar Química contextualizando um tema. O mais importante, trazendo apenas conceitos e informações relevantes que

façam sentido para o aluno, ele consegue aprender conceitos científicos, atitudes e valores e pode resolver problema em seu ambiente escolar e também em sua vida.

1. PRINCÍPIOS NORTEADORES DO TRABALHO

Para orientar a elaboração do material paradidático, além do levantamento de questões desenvolvidas junto ao grupo de alunos envolvidos, foi necessário um estudo sobre o histórico do Ensino de Ciências e suas diretrizes curriculares; legislação sobre mudanças e reformas no Ensino Médio; e a Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás, como objetivo de situar nossa proposta dentro desse programa.

1.1 Breve histórico sobre o Ensino de Ciências

A organização do ensino de Química tem, nos últimos anos, passado por inúmeras transformações. Em geral, as mudanças apresentadas têm o objetivo de melhorar as condições de formação do espírito científico dos alunos, considerando aspectos histórico-culturais nos quais a sociedade se encontra. As alterações buscam conferir ao ensino de ciências aspectos considerados mais relevantes para que o homem possa entender e agir cientificamente no mundo que o cerca, por meio de conhecimentos que, de modo geral, estão além do senso comum.

Krasilchik (2000) assinala a Revolução Industrial como motivo principal para aumentar o poder dos cientistas e, assim, estabelecer socialmente a tecnologia. Esse reconhecimento da Ciência e da tecnologia como fundamentais para a economia das sociedades levou a sua admissão no ensino com a consequente criação de unidades escolares autônomas em áreas como a Física, a Química e a Biologia bem como a profissionalização de indivíduos para ensinar essas áreas.

Santos e Greca (2006) apontam a preocupação com o processo de ensino e aprendizagem em Ciências Naturais, como sendo um campo específico de pesquisa e desenvolvimento, que já completa praticamente meio século, se considerar como marco inicial a criação dos grandes projetos americanos e ingleses para a didática da ciência na Educação Básica.

Então, podemos nos perguntar: Por quais mudanças vem passando o Ensino de Ciências no Brasil? Como essas mudanças se relacionam com o contexto sócio-político-econômico nacional? Quais os impactos dessas mudanças no trabalho docente e no aprendizado em Ciências? Que pesquisas têm sido feitas nesta área? Em que medida e de que forma essas pesquisas têm efetivamente chegado ao professor de Ciências?

Segundo Krasilchik (2000), o crescimento e o reconhecimento da Ciência e da Tecnologia foram essenciais para o desenvolvimento econômico, cultural e social. Conseqüentemente, o ensino das ciências também cresceu muito, sendo foco de inúmeros movimentos de transformação do Ensino, podendo contribuir com as várias tentativas de reformas educacionais.

Ao examinar a evolução histórica do ensino de Ciências no Brasil, Delizoicov e colaboradores (1994) revelam que a metodologia do ensino de ciências não é desenvolvida por meio da orientação de um programa básico, ainda que sejam consideradas diferenças quanto à abordagem e ao enfoque.

Delizoicov e colaboradores (1994) demarcam três épocas distintas na evolução do ensino de ciências no Brasil: do início do século XX até o final da década de 1950, do final dos anos 50 ao início dos anos 70, dos anos 80 até meados dos anos 90. Podemos completar com o período que vai do ano 2000 até os dias atuais.

Tomando como marco inicial a década de 50, é possível reconhecer nestes últimos 50 anos movimentos que refletem diferentes objetivos da educação, modificados evolutivamente em função de transformações na política e economia.

De acordo com Krasilchik (2000), o foco era a ciência acadêmica, que defendia a idéia de que o ensino de ciências ajudaria na formação de futuros cientistas. Isso acabou prevalecendo e permanecendo através dos tempos de maneira bem formalizada, e essa tensão ainda gera reflexos no atual ensino de ciências, em que se trabalham, em muitos casos, definições, deduções, equações e experimentos cujos resultados são previamente conhecidos.

Até o final da década de 1950, segundo Delizoicov e colaboradores (1994), o ensino de ciências não possuía caráter próprio, seguia o ensino tradicional das outras disciplinas como a verbalização, aulas teóricas com explanação somente do professor, que sempre focalizava o lado positivo da ciência e da tecnologia, sem se falar nas características negativas. Os conteúdos eram baseados na ciência estável do século XIX, tendo como base materiais e livros didáticos de outros países, e as demonstrações experimentais só serviam para provar a existência de teorias.

Esse ensino visava desde a escola primária (...) até sua formação no 3º grau. De seu lado, a população estudantil era elitizada; as escolas públicas definiam o padrão de qualidade em ensino, embora o oferecessem para poucos. (...) Os cursos de Magistério, embora profissionalizantes, eram uma extensão do ginásio público, destinados a futuras professoras pertencentes em sua maioria à elite. Destacava-se neste período o prestígio social e mesmo salarial de que desfrutavam as professoras primárias (...), com seu trabalho respeitado principalmente por reproduzir conhecimento e formação de crianças, sobretudo das classes privilegiadas. (DELIZOICOV E COLABORADORES, p.25, 1994).

Podemos perceber, então, que uma das maiores mudanças ocorrida nesse cenário da Educação foi a desvalorização do trabalho docente, tanto no aspecto social quanto no da remuneração,

A partir do final da década de 1950, surgem novas tendências, paralelamente a uma expansão da rede pública de ensino, determinadas pela crise do modelo político-econômico e sua mudança, condicionada a fortes influências externas. O reflexo de maior importância deste período são os chamados “Projetos de Ensino de Ciências”, destinados ao primeiro e segundo graus², nas áreas de Física, Química, Biologia e Matemática. Krasilchik (2000) ressalta que a grande referência sobre esses projetos eram os Estados Unidos:

Um episódio muito significativo ocorreu durante a “guerra fria”, nos anos 60, quando os Estados Unidos, para vencer a batalha espacial, fizeram investimentos de recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o Ensino Médio. A justificativa desse empreendimento baseava-se na idéia de que a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola secundária em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas. (p. 85).

Esses projetos de ensino se caracterizavam basicamente pela produção de textos, material experimental e treinamento para professores (com metodologias diferenciadas e ainda pouco conhecidas), vinculados a uma valorização do conteúdo a ser ensinado e tentando diminuir as dificuldades e o desconhecimento dos docentes em relação às novas técnicas.

Inicialmente, foram traduzidos os projetos que já existiam, e os que mais se destacavam, conforme já afirmamos, eram os projetos norte-americanos,

² Segundo Delizoicov e colaboradores (1994), eram assim chamados ainda por 1º e 2º graus, que foram substituídos atualmente por Ensino Fundamental e Médio.

denominados por Krasilchik (2000) como sendo uma “sopa alfabética”: os Projetos de Física (Physical Science Study Committee – PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS), de Química (Chemical Bond Approach – CBA) e (Science Mathematics Study Group – SMSG) são conhecidos universalmente por suas siglas. Esses projetos tinham como objetivo formar uma elite que refletisse não só a política governamental, mas também a escola que eles queriam mostrar, só para os ricos e bem-sucedidos.

Nesses projetos, o objetivo do trabalho em Ciências era desenvolver o lado racional, a capacidade de fazer observações, analisar estatísticas e sempre reproduzir experimentos controlados. No período 1950-70, prevaleceu a idéia da existência de uma sequência fixa de etapas, o método científico na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, permitindo chegar a uma conclusão e elaboração de novos problemas.

Para Santos e Greca (2006), esses projetos iniciais de ensino tiveram a preocupação de proporcionar uma visão globalizada dos processos de produção e desenvolvimento realizados pelos cientistas. Segundo as autoras, a compreensão do que era ciência, sua produção e validação pela comunidade científica, encontrava-se fortemente apoiada na concepção positivista de ciência e na crença de que a aplicação de seus resultados pudesse resolver os graves problemas que afligiam a humanidade, bem como prever e evitar que novos problemas surgissem.

Esse período foi marcante na história do ensino de Ciências e até hoje influencia as tendências curriculares de várias disciplinas do Ensino Médio e fundamental. Ao longo dessas últimas décadas, as modificações no contexto

político, econômico e social resultaram em transformações das políticas educacionais e em mudanças no ensino de Ciências.

Os projetos se expandiram mundo afora sob a influência cultural norte-americana, repercutindo de maneiras diferentes em diversos países, inclusive no Brasil. Como era difícil a adequação de projetos estrangeiros para nossa realidade, durante as décadas de 60 e 70, os projetos de Ensino de Ciências começaram a ser produzidos no Brasil, nesse período. De acordo com Delizoicov e colaboradores (1994), houve três tendências permeando o Ensino de Ciências da época: a tendência *tecnicista*, a *escola-novista* e a *de Ciência Integrada*.

Segundo esses autores, a tendência *tecnicista* era baseada na psicologia comportamental, aplicando testes, indicando mudanças de comportamento durante os estudos. A *escola-novista* tinha a preocupação excessiva em ensinar o método científico, valorizando as atividades experimentais dos cientistas, esse método era conhecido como “Método da redescoberta”. A partir dessa concepção, muitos professores foram induzidos a confundir métodos científicos com metodologia do ensino de Ciências. Já a tendência de *Ciência Integrada* propunha que o professor de Ciências soubesse basicamente usar os materiais instrucionais, não necessitando ter conhecimento total e seguro do conteúdo a ser ensinado.

Para Delizoicov e colaboradores (1994),

Não se pode garantir que essas tendências tenham sido aplicadas consistentemente em muitas escolas. Pelo contrário, há indicadores de que penetraram modestamente nas salas de aula. No entanto, atingiram os cursos de formação, conseqüentemente, os professores e a produção de livros – textos comerciais. Estes sim atingiram as salas de aula e se constituem cada vez mais no instrumento básico de trabalho dos professores, sempre impregnados com traços daquelas tendências. De alguma forma também contribuíram para o esvaziamento de conteúdo, bem como para a falta de discussão, numa concepção mais crítica

facilitando uma visão acabada do conhecimento científico e do trabalho dos cientistas. (p. 27).

As mudanças no cenário mundial provocaram significativas mudanças no currículo de ciências e na educação básica no Brasil. A partir do momento que passou a considerar a importância da formação do trabalhador, foi de encontro ao desenvolvimento científico e tecnológico, criando um distanciamento entre o que era ensinado em ciências e o conhecimento necessário à produção científica e ao desenvolvimento da tecnologia.

De acordo com Krasilchik (2000), a Lei n. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, aumentou a participação das Ciências no currículo escolar. Conseqüentemente aumentou a carga horária de Física, Química e Biologia, reforçando assim a idéia de que essas disciplinas teriam o objetivo de desenvolver o espírito crítico através do exercício do método científico. A ditadura militar em 1964 mudou o cenário político do país e também o papel social esperado da escola, deixando de focar a cidadania para buscar a formação do trabalhador que seria mais importante nesse momento para o desenvolvimento econômico do país.

Segundo Krasilchik (1992), o MEC criou em 1963 seis centros de Ciências nas maiores capitais brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Porto Alegre e Belo Horizonte. As estruturas institucionais desses centros eram bem diversificadas. Algumas dessas instituições com trajetórias e vocações diferentes persistem até os dias atuais, como a de Belo Horizonte, estreitamente associada à Faculdade de Educação da UFMG, e o Centro do Rio, hoje mantido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia. Os outros desapareceram ou foram incorporados pelas universidades onde passaram a se estruturar grupos de

professores para preparar materiais e realizar pesquisas sobre o ensino de Ciências.

Segundo Schnetzler (2002), com a expansão dos programas de pós-graduação e delineamento de uma área específica de pesquisa chamada de Ensino de Ciências, as organizações acadêmicas assumiram a responsabilidade de investigar e procurar fatores e situações que melhorassem os processos de ensino-aprendizado nesse campo. Esse movimento ocorre agora nos Centros de Ciências ou nas Universidades e ganha atenção das autoridades federais e instituições internacionais.

O movimento inicial foi o trabalho desenvolvido nos anos cinquenta pelo IBECC (Instituto Brasileiro de Ciências e Cultura) e depois pela Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (FUNBEC), seguido pelo projeto do PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino) nos anos 1970 e 80, e substituído pelo SPEC (Subprograma de Educação em Ciências), parte do amplo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) subvencionado por organizações internacionais com contrapartida brasileira (KRASILCHIK, 1992).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação n 5.692, promulgada em 1971, indica claramente as modificações educacionais e, conseqüentemente, as propostas de reforma no ensino de Ciências ocorridas neste período. De acordo com Krasilchik (2000), novamente as disciplinas científicas foram afetadas de forma diferente, passando a ter características profissionalizantes, deixando de ter sua função de currículo. A nova legislação conturbou o sistema, mas as escolas privadas continuaram a preparar seus alunos para o curso superior e o sistema público também se reajustou de modo a abandonar as pretensões irrealistas de

formação profissional no 1º e 2º graus³ por meio de disciplinas pretensamente preparatórias para o trabalho.

Por volta do ano de 1970, além de estimular a formação científica, o ensino de ciências incorporou mais um objetivo: permitir a vivência do método científico como necessária à formação do cidadão. Dessa forma, buscou-se elaborar currículos de ciências para que pudessem integrar Ciência, Tecnologia e Sociedade, o chamado movimento CTS.

Outros valores e outras temáticas ligadas a problemas sociais foram introduzidos aos currículos e tiveram grandes repercussões nos programas vigentes. Os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS), como campo interdisciplinar, originaram-se dos movimentos sociais das décadas de 60 e 70, sobretudo devido às preocupações com as armas nucleares e Químicas e ao agravamento dos problemas ambientais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico (CUTCLIFFE, 1990⁴, apud SANTOS E MORTIMER, 2001).

Aumentou assim o interesse e a quantidade de pesquisas sobre as consequências do uso da tecnologia e sobre os aspectos éticos do trabalho dos cientistas, como a sua participação em programas militares e a realização de experimentos na medicina e biotecnologia.

Para Santos e Mortimer (2001), o movimento CTS surgiu em contraposição ao cientificismo que estava incorporado nos currículos na década de 60, os quais valorizavam a ciência por si mesmo, acreditando cegamente em seus resultados favoráveis. A ciência era vista como uma atividade neutra:

³ Atualmente chamados de Ensino Fundamental e Médio.

⁴ CUTCLIFFE, S. H. *Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar*. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos / Leioa (Vizcaya): Univesidad del País Vasco, 1990. p.20-41.

A ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Portanto a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas e possui fortes implicações para a sociedade. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T. Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência. Esse processo teve início nos países europeus e da América do Norte e resultou no desenvolvimento de diversos projetos curriculares CTS destinados ao Ensino Médio. (SANTOS E MORTIMER, p. 96, 2001).

Os autores ainda complementam que, devido a esses fatos, o letramento científico e tecnológico tornou-se o principal objetivo do ensino de ciências, em contrapartida com os movimentos das décadas de 1950 e 60, que eram focados na formação de cientistas ou jovens que optassem pela carreira científica.

Nesse novo contexto, o letramento científico tenta levar o aluno a entender como Ciência e tecnologia influenciam-se mutuamente, tornando os jovens capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas do cotidiano, e a tomarem decisões com responsabilidade social (SANTOS & SCHNETZLER, 2003).

Delizoicov e colaboradores (1994) não descrevem a respeito do movimento CTS, mas deixam claro em seu texto as características principais desse movimento. Afirmam a necessidade de um currículo mais consistente, começando com a democratização do ensino destinado ao homem comum que tinha que conviver com o produto da ciência e da tecnologia, das quais necessitava de conhecimentos, não apenas como especialista, mas como cidadão político, profissional liberal, sujeito crítico capaz de transformar e desnivelar a realidade de acordo com a necessidade de cada indivíduo, sendo capaz de

discutir e refletir acerca das implicações sociais do desenvolvimento científico e a neutralidade da ciência.

Para Gil Pérez (2001), essa neutralidade da Ciência é resultado do que ele denomina uma visão deformada, que transmite uma imagem descontextualizada e socialmente neutra da ciência, quando são ignoradas as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem também deformada dos cientistas como seres acima do bem e do mal, sem poder opinar. A avaliação de atitudes dos cientistas é sempre esquecida e muitas vezes ignorada.

Em 1996, foi aprovada uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, n 9.394/96. No parágrafo 2º do seu artigo 1º, podemos perceber a preocupação com a relação escola-trabalho, com os problemas do cotidiano, e com a responsabilidade social. Nesse parágrafo, diz que “a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social”.

De acordo com Krasilchik (2000), a formação básica do cidadão na educação básica necessita de certos valores inseridos em nossa sociedade: domínio da leitura, da escrita, do cálculo, entendimento do ambiente material e social, do sistema político, da tecnologia e das artes.

O Ensino Médio tem a função de consolidação dos conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo. Esse aprendizado inclui a formação ética, a autonomia intelectual e a compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos processos produtivos. Embora a lei indique precariamente os valores e objetivos da educação nacional, espera-se que a escola forme o cidadão-trabalhador-estudante quando, por exemplo, determina em seu artigo 80: “O Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada.” (KRASILCHIK, p. 87, 2000).

É importante analisar a evolução das concepções curriculares nesses últimos 50 anos, pois através deles os governos defenderam seu ponto de vista e mostraram seus resultados nos vários níveis dos sistemas educacionais, desde o criador das políticas até a realidade das salas de aula, que têm mudado muito em função das condições de trabalho.

Krasilchik (2000) conclui, então, que as pesquisas feitas na área do ensino das ciências no Brasil já têm um grande acervo de informações e conhecimentos que vão desde a elaboração de documentos normativos até a realidade do ensino das várias disciplinas científicas, tendo, assim, um papel fundamental na elaboração dos processos e documentos oficiais.

Segundo Nardi (2004), por volta de 1970 surgiram alguns grupos de ensino de física e matemática na Universidade de São Paulo, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e na Universidade Federal de Pernambuco. O autor afirma que, devido à formação desses grupos, esse período se tornou importante para o ensino de Ciências e Matemática no país, devido a várias ações em prol dessa melhoria.

A partir de 1980, os projetos de educação científica aumentaram em número, favorecendo a formação de novas lideranças de pesquisadores em várias universidades brasileiras e levando a pesquisa em Ensino de Ciências no país a se constituir como uma importante área acadêmica. No ano de 2000 muitos programas de Mestrado e Doutorado na área de ensino foram implantados e impulsionaram a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior - CAPES – a criar o *Comitê de Ensino de Ciências e Matemática*.

Segundo Santos e Schnetzler (1996) as mudanças no ensino de química começaram a ficar evidentes com as discussões em congressos, encontros e

seminários voltados para o ensino nos anos 90, tentando assim melhorar e dar um novo significado, reformulando o ensino conteudista, priorizando a educação para a cidadania, sendo este um dos fatores essenciais para educação básica, conforme especificado na Constituição Brasileira e na legislação do ensino. Os autores em sua pesquisa tentam descobrir o verdadeiro significado de ensinar química para cidadania, quais conhecimentos em química são realmente necessários e significativos, que realmente irão preparar nossos alunos para o exercício consciente de cidadania.

É necessário colocar em prática mudanças como essas de se ensinar química para que os alunos exerçam sua cidadania, são as novas tendências que são divulgadas por meio de políticas do MEC, detalhadas e especificadas em documentos oficiais divulgadas com os nomes de “parâmetros” e “diretrizes curriculares”. Esses documentos são muito importantes para entendermos as reformas e mudanças que estão acontecendo atualmente no Brasil e os motivos dessa necessidade de mudanças.

1.2 Diretrizes curriculares

Um breve estudo sobre a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB – (Brasil, 1996) , e resoluções dela advinda, se torna necessário para justificar nossa proposta de elaboração de um material paradidático que tenha princípios como a formação cidadã, a visão do aluno como sujeito ativo do processo, resolvendo problemas e tomando atitudes, a contextualização, a interdisciplinaridade, entre outras.

A LDB define e regulariza o sistema de educação brasileiro com base nos princípios presentes na Constituição. A primeira LDB foi promulgada em 1961,

seguida por uma versão em 1971, que vigorou até a promulgação da mais recente, em 1996.

Um dos principais artigos que devemos citar é sobre a obrigatoriedade e gratuidade do Ensino Médio. O título III da LDB indica os deveres do Estado: o dever de educar. O Estado deve garantir não apenas o acesso, mas a permanência do aluno na escola, garantindo todo o ensino obrigatório e gratuito, ou seja, o ensino fundamental. O inciso II do artigo 4º determina de forma progressiva a obrigatoriedade do Ensino Médio, o que significa o direito de cursar de forma gratuita o Ensino Médio:

Art. 4º. O dever do Estado com a educação escolar pública será efetivado mediante a garantia de:

I - ensino fundamental, **obrigatório e gratuito**, inclusive para os que a ele não tiveram acesso na idade própria;

II - progressiva extensão da **obrigatoriedade e gratuidade ao Ensino Médio**, (Art. 4º, incisos I e II, BRASIL, 1996). [grifo nosso]

De acordo com Domingues e colaboradores (2000), as primeiras formulações para a reforma do Ensino Médio, realizadas pela Secretaria da Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação e do Desporto (SEMTEC/MEC), foram iniciadas no período entre 1994 a 1998 e tiveram como diretrizes fundamentais:

A identificação do Ensino Médio com a formação geral básica, articulada com uma perspectiva de educação tecnológica e com o mundo do trabalho; b) o ideário de diversificação e flexibilização curricular, como forma de estabelecer um modelo educacional flexível de atendimento às diferentes clientela; c) a autonomia da escola e do aluno na adequação curricular, favorecendo o processo formativo contextualizado; d) a definição de diretrizes curriculares nacionais que privilegiassem as competências e as habilidades básicas voltadas para o trânsito e a complementaridade entre o ensino regular e a formação profissional. (p. 66).

De acordo com a LDB (BRASIL, 1996), o Ensino Médio faz parte da educação básica, sendo a sua última etapa. A sociedade contemporânea aponta para a exigência de uma educação diferenciada, uma vez que a tecnologia está impregnada nas diferentes esferas da vida social. (Domingues e colaboradores, 2000). Desse modo, o perfil de saída do aluno do Ensino Médio está diretamente ligado às finalidades desse ensino, como determina o Art. 35 da LDB:

Art. 35. **O Ensino Médio, etapa final da educação básica**, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a **preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando**, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o **aprimoramento do educando como pessoa humana**, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a **compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos** dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996). [grifo nosso]

De acordo com a LDB (BRASIL, 1996), o Ensino Médio está incluído na educação básica e tem como objetivo aprofundar os conhecimentos apropriados no Ensino Fundamental, desenvolvendo também a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos e não apenas preparar para processos seletivos com o único objetivo de ingressar em cursos superiores. Ainda aponta que não há como resolver um problema sem uma base em conhecimentos científicos e com esse conhecimento, então, será possível encontrar soluções tecnológicas e propiciar novos conhecimentos científicos. Nossa proposta se fundamenta nesse artigo, pois não temos a pretensão de simplesmente repassar conteúdos para se realizar processos seletivos, mas sim aprofundar os

conhecimentos que serão significativos para o aluno, para os professores, para escola e para comunidade.

O parágrafo segundo do artigo primeiro da LDB (BRASIL, 1996), “*A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social*”, é reforçado no item II do artigo 35, destacando a importância entre a relação da escola com o mundo do trabalho. Isso significa que os conhecimentos de vida e habilidades adquiridos ao longo da vida do aluno são muito importantes no processo educativo. É necessário, portanto, o amadurecimento interior de cada indivíduo em consequência do seu relacionamento com o meio ambiente e com a sociedade.

Sendo assim, a escola deve fornecer conhecimentos que tenham alguma utilidade para que o aluno possa apropriar-se destes conhecimentos, participar da sociedade em que vive de forma ativa, valorizando sua criatividade. A educação precisa deixar de ser simplesmente alfabetizadora ou profissionalizante para se transformar em uma educação que tenha como princípios a construção pessoal, para cidadania e para o mundo do trabalho, e essa preocupação também está clara e bem desenhada em nossa proposta.

Segundo os PCNEM (BRASIL, 1999), a educação básica prepara os alunos para dar continuidade aos estudos, construindo, assim, competências e habilidades básicas, e não acumulando conceitos já determinados. Podemos indicar esses aspectos também na LDB:

Art. 22. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o **exercício da cidadania** e fornecer-lhe meios para **progredir no trabalho e em estudos posteriores**. (BRASIL, 1996). [grifo nosso]

Nesse artigo podemos destacar novamente a preocupação com a preparação para o trabalho, em que o aluno seja capaz de resolver um problema real, indicando e relacionando os diversos contextos e práticas sociais. Essa preocupação é reforçada também nos PCNEM.

Essa educação geral, que permite buscar informação, gerá-la e usá-la para solucionar problemas concretos na produção de bens ou na gestão e prestação de serviços, é preparação básica para o trabalho. Na verdade, qualquer competência requerida no exercício profissional, seja ela psicomotora sócio-afetiva seja cognitiva, é um afinamento das competências básicas. Essa educação geral permite a construção de competências que se manifestarão em habilidades básicas, técnicas ou de gestão (BRASIL, 1999, p. 30).

De acordo com Ricardo e Zylbersztajn (2008), as reformas do Ensino Médio estão de acordo com a LDB (BRASIL, 1996), mostrando assim a necessária reorientação na estrutura curricular e nas práticas educacionais. Um fator importante que os autores apontam é a superação da transmissão de conteúdos que acontece por acúmulo de informações. A proposta de reforma para o Ensino Médio necessita de princípios que superem essa transmissão de conteúdos com objetivos mais amplos e coerentes. Esse é um dos objetivos de nossa proposta: orientar os alunos a pesquisarem, a buscarem conhecimento a partir de conceitos básicos, mas que serão trabalhados significativamente de maneira contextualizada.

A ampliação desses objetivos identificaria uma primeira interpretação do que seriam as competências. Esses termos estão sendo muito utilizados atualmente, para se trabalhar diretamente com os anseios e potenciais de cada aluno ou aluna. Mas os termos competências e habilidades foram propostos primeiramente pelo MEC, segundo os autores dos PCNEM:

(...) a gente não definiu que a proposta deveria ser Parâmetros Curriculares Nacionais baseados em competências e habilidades. Isso já foi uma proposta do próprio MEC, quer dizer, nem nós tínhamos clareza, nem fomos nós que optamos que a proposta deveria ser através de competências e habilidades⁵. (RICARDO E ZYLBERSZTAJN, 2008, p. 260).

Segundo os autores, o termo competências foi inserido nos documentos oficiais na construção da LDB (BRASIL, 1996), quando se determinou que uma das funções da União fosse

Estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o Ensino Médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum. (BRASIL, 1996 Art. 9º, incís o IV).

Segundo os PCNEM (BRASIL, 1999), as competências e habilidades básicas comuns exercidas pelos brasileiros garantem a democratização. “A definição destas competências e habilidades servirá de parâmetro para a avaliação da Educação Básica em nível nacional.” (p. 31).

Segundo Perrenoud (1999, p. 07) são vários os significados de noção de competência, mas o autor define como “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”.

É necessário ter cuidado ao se utilizar as competências como parâmetros, para que não se transforme em um discurso regulativo. Alguns autores divergem em relação a esses conceitos e fazem algumas ressalvas sobre a utilização desse termo tão utilizado nos PCNEM.

⁵ Relato de um dos autores do PCN, entrevistado por Ricardo e Zylbersztajn (2008).

Lopes (2001) argumenta que as competências no atual contexto escolar estão estreitamente vinculadas com mundo produtivo. Visando assim, a preparação das pessoas para um mundo mais competitivo, em que o emprego é uma questão de sobrevivência. Na visão dessa autora seria uma tentativa de responsabilizar os indivíduos pelo possível fracasso de sua inserção nessa sociedade em constante mudança. Por isso, ao se trabalhar com competências no Ensino Médio deve haver um cuidado maior na organização disciplinar, para que os conteúdos não fiquem submetidos às exigências das competências a serem formadas.

Considerando os PCNEM (Brasil, 1999) pretendemos desenvolver, por meio de nossa proposta, competências e habilidades necessárias não somente para saberes científicos, mas também para a formação humana, com intuito de formar cidadãos conscientes e capazes de utilizar o raciocínio e a compressão, deixando de lado a memorização e o ensino conteudista.

Então seguiremos o conceito de competências definido pela LDB (BRASIL, 1996), que planeja o currículo de forma integrada, transformando a organização disciplinar em um processo crescente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, conseguindo, assim, integrar e articular os conhecimentos de todas as disciplinas.

A integração dos conhecimentos se define melhor ainda quando a LDB determina as competências que o aluno deve adquirir no final do Ensino Médio:

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do Ensino Médio o educando demonstre:

- I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
- II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;
- III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia

necessários ao exercício da cidadania. (BRASIL, 1996, Art. 36º, § 1º).

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999), a proposta de Reforma do Ensino Médio é de suma importância para atender às necessidades vivenciadas em um mundo em que ocorrem profundas mudanças sociais, econômicas, políticas e culturais. Há que se considerar também as características do cenário regional e local com cuidado, pois é a partir deste cenário que se pode realizar uma reforma que traga mudanças na organização do mundo do trabalho, nos mecanismos de poder e nas funções do Estado.

É mediante a essa nova legislação (LDB, PCNEM, PCNEM+, OCEM) que se inicia a proposta de Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás, tratado a seguir.

1.3 Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás

A Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás é um processo em implantação que prevê uma nova organização para o ensino básico no estado. Por isso, é de suma importância tratarmos desse assunto, visto que nossa proposta nela se insere e o projeto teve início na escola na mesma época. Nesse contexto, percebemos a possibilidade do nosso trabalho configurar uma disciplina optativa⁶, prevista nessa proposta, em nossa escola.

Para situarmos o Programa da Ressignificação, precisamos descrever um pouco da problemática vivida atualmente no Ensino Médio, que apesar do grande

⁶ *Disciplinas optativas são um dos eixos estruturantes do Programa de Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás.*

aumento no número de matrículas, ainda é constatado que apenas 25% dos alunos, em média, conseguem concluir essa etapa final da educação básica.

Isso mostra a desigualdade do Brasil em relação a outros países, incluindo países da América Latina. Surge então o início, ou podemos dizer a iniciativa, para que aconteça a Reforma do Ensino Médio no Brasil, sendo uma prioridade da política educacional do Governo Federal, que explica a necessidade de adequação desse nível de ensino tanto às mudanças que chegaram com a chamada *“terceira revolução técnico-industrial, na qual os avanços da microeletrônica têm um papel preponderante”*, quanto às novas dinâmicas sociais e culturais constituídas nesse processo de mudanças. (BRASIL, 1999, p.15).

Levando em conta que o Ensino Médio deve ter como objetivo a continuidade dos estudos, o exercício da cidadania e o mundo do trabalho, levando em consideração os conhecimentos com os quais os alunos se relacionam no seu cotidiano e também os processos com que conviverão no âmbito do trabalho. Enfrenta-se dificuldades para se atingir esses objetivos, devido as desigualdades citadas acima, tornando-se necessário uma reforma.

Segundo Martins (2000), para realizar a reforma do Ensino Médio, foram criadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Resolução CEB, n. 3/98). Além disso, foram elaborados também os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999), de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n. 9.394/96.

Segundo Martins (2000), todo programa de governo determina um conjunto de normas e regras, mas as escolas e seus profissionais da educação têm o dever de realizarem a releitura crítica desses programas. É necessário que as escolas de Ensino Médio “construam seus próprios caminhos”, relacionando os

novos referenciais teóricos e contextualizando os temas culturais e políticos a partir da dinâmica da sociedade brasileira.

O Programa de Reforma do Ensino Médio está sujeito a essa estruturação que será norteadada pelas normas oficiais e legais, em que “haverá, necessariamente, um processo de Ressignificação dessas orientações, originando um produto híbrido que se revelará apenas nas e pelas práticas dos educadores” (Martins, p. 84, 2000).

No programa de Ressignificação do Ensino Médio do Estado de Goiás, um dos principais objetivos do cenário atual do Ensino Médio é mudar as medidas gestoriais e pedagógicas existentes.

De acordo com SEDUC/COREM (GOIÁS, 2009, p.13), entende-se que “ressignificar é reorientar o ato de ensinar e aprender, o ato de gerir a instituição e o conhecimento, as regras de convivência entre os sujeitos”, ou seja, é importante transformar o ambiente escolar em espaço de aprendizagem que tenha significado para o aluno. É indispensável um estudo aprofundado nas formas de se trabalhar o conhecimento para que o Ensino Médio atinja seus objetivos, realizando as necessárias reformulações estruturais, atendendo, assim, aos anseios da sociedade em transformação, entendendo que não existe apenas um modelo de jovem, mas juventudes inseridas em uma grande diversidade de valores e culturas.

A Ressignificação do Ensino Médio tem como meta a qualidade do Ensino para todos e propõe uma articulação com a educação profissional de nível médio constituindo, assim, uma das possibilidades de garantir o direito à educação e ao trabalho qualificado.

Diante dessa busca de conhecimentos e das concepções de ciência e trabalho, os princípios necessários para que se tenha êxito na proposta de Ressignificação do Ensino Médio podem ser estruturados da seguinte maneira:

- valorizar o processo qualitativo de ensino e aprendizagem, sem supervalorizar as notas de avaliações quantitativas que em muitos casos são os únicos resultados;
- criar condições para o desenvolvimento de parâmetros e diretrizes curriculares locais (estaduais), com a mediação das Secretarias de Educação e do MEC, e com referências nas diretrizes nacionais;
- trabalhar de forma coletiva e participativa a elaboração do Projeto Político Pedagógico;
- trabalhar o desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos em relação aos padrões convencionais de conhecimento escolar;
- reestruturar a escola de acordo com três princípios: currículo, formação de professores e gestão (Domingues e colaboradores, 2000);
- proporcionar as devidas condições, bem como todos os materiais necessários, apoio pedagógico para que ocorra êxito na elaboração e execução do currículo;
- continuar as discussões iniciais e aprofundá-las com a organização de fóruns e seminários locais que permitam a troca de conhecimentos e experiências a partir da própria realidade, para que os resultados sejam produtivos;
- realizar uma nova leitura sobre os PCNEM e as DCNEM (Diretrizes Curriculares do Ensino Médio), valorizando o aluno, respeitando a

diversidade cultural, permitindo o diálogo e a construção do currículo de forma coletiva.

Todos esses princípios serviram de base para que a Rede Estadual de Educação de Goiás organizasse reuniões, debates e seminários, para tentar identificar as causas dos problemas encontrados no Ensino Médio, que foram intensamente discutidos pela comunidade escolar (gestores, professores, estudantes).

E esses debates e discussões são constantes nessa etapa de transformação. Não é um projeto pronto e acabado, ele está em construção. Juntamente com a comunidade escolar são discutidas propostas inovadoras, pontos a serem melhorados, erros e acertos são analisados para corrigir e aperfeiçoar o que está em fase de implantação e implementação.

Os resultados dessas discussões mostram o esforço coletivo, para compreender a realidade educacional do Ensino Médio em Goiás e assim perceber que existem desafios a serem superados, justificando, assim, essa mudança. A motivação maior que justifica esse trabalho é identificar e compreender a situação atual do Sistema educacional do Estado de Goiás para a instauração de processos e procedimentos que ajudem na transformação de um ensino mais significativo.

Segundo Domingues e colaboradores (2000), para que a reforma aconteça, é preciso dar uma identidade ao Ensino Médio. Essa será construída com base na formação geral sólida e preparação básica para o trabalho e com base em um currículo diversificado e flexibilizado. Essas bases são o grande eixo das mudanças nesse nível de Ensino. É preciso ainda que o Ensino Médio incorpore

as necessidades locais mais adequadas para cada escola, partindo das características dos alunos e participação de professores e famílias nesse trabalho.

A identidade de Ensino Médio se define na superação do dualismo entre propedêutico e profissional. Importa configurar um modelo que ganhe uma identidade unitária para esta etapa da educação básica, e assumir formas diversas e contextualizadas da realidade brasileira. Busca-se uma escola que não se limite ao interesse imediato, pragmático e utilitário. Uma formação com base unitária, no sentido de um método de pensar e de compreender as determinações da vida social e produtiva – que articule trabalho, ciência e cultura na perspectiva da emancipação humana. (MEC, p. 08, 2008).

De acordo com o artigo 26 da LDB (BRASIL, 1996), o currículo deve trabalhar a base comum nacional e a parte diversificada, com conteúdos e habilidades definidos pelos sistemas de ensino e pelas escolas, dentro dos princípios pedagógicos de identidade, diversidade e autonomia, como forma de adequação às necessidades dos alunos e ao meio social, estando, assim, de acordo com os princípios que norteiam o programa da Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás.

Domingues e colaboradores (2000) ressaltam que o currículo não pode ser determinado como algo pronto, definido por especialistas. O currículo deve ser produzido pela escola juntamente com os professores que precisam definir o que devem ensinar, como e por que ensinar o conteúdo em questão, levando em conta a realidade escolar local e as relações que acontecem dentro da escola. Atualmente percebemos que existe uma desarmonia entre essa nova proposição curricular e a prática pedagógica escolar atual, e esse descompasso pode atrapalhar as necessárias mudanças nas práticas pedagógicas.

De acordo com SEDUC/COREM (GOIÁS, 2009), atualmente as vagas do Ensino Médio no país são direcionadas a um público específico que não busca apenas a informação, mas sim uma formação cultural, científica, esportiva, artística, cidadã e também uma formação para o trabalho. Sendo assim, a função desse nível de ensino não é simplesmente a preparação para exames seletivos destinados ao nível superior, mas é principalmente a preocupação com o mundo do trabalho.

Levando em consideração algumas especificidades da região Centro-Oeste, como o grande número de pessoas que estão na zona rural, é conveniente uma análise mais delicada nessa população.

Além dessa preocupação com a população que está localizada no campo de uma forma geral, uma das necessidades maiores desse programa é um Ensino Médio preocupado com a formação para a vida e para a cidadania.

E uma das preocupações que devemos levar em consideração é a questão dos valores que deverão ser trabalhados também nessa etapa do ensino. É necessário entender que educar não é apenas transmitir informação, nem somente desenvolver a capacidade intelectual do aluno. A aprendizagem se torna de certa forma mais verdadeira quando o nosso aluno compreende os quatro pilares da educação: aprender a aprender, aprender a fazer, aprender a viver com os outros e aprender a ser alguém, de acordo com os quatro pilares da educação descritos no Relatório da UNESCO⁷.

⁷ *EDUCAÇÃO UM TESOURO A DESCOBRIR. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. MEC - Ministério da Educação e do Desporto. 1998.*

A escola não pode apenas repassar informações. A escola preocupada com a formação para a vida e para a cidadania precisa formar cidadãos conscientes, ativos, que aprendam e vivam fundamentados em valores.

Segundo Santos e Schnetzler (2003), o objetivo da educação para cidadania é preparar o cidadão para tomar decisões e dar opiniões com consciência do seu papel na sociedade. O aluno deve ser capaz de realizar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a sociedade. Isso inclui conscientizar o cidadão quanto aos seus direitos e deveres na sociedade, sobretudo no que se refere ao compromisso de cooperação, na busca de soluções para os problemas existentes.

Não há como formar cidadãos sem desenvolver valores de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, da reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Se não combatermos o personalismo, o individualismo, o egoísmo, não estaremos transformando cidadãos passivos em cidadãos ativos. (...) A educação para cidadania implica, sobretudo, a educação moral, educação fundamentada em valores éticos que norteiem o comportamento dos alunos e desenvolva a aptidão para discutir decisões necessárias, sempre voltadas para a coletividade. (SANTOS E SCHNETZLER, p. 40-41, 2003).

Na escola existe, de maneira bem distante, a participação do aluno de Ensino Médio nos processos de tomada de decisão. Geralmente não há contribuições significativas para a formação e o exercício da cidadania do aluno na escola. Por que as discussões em muitos casos são superficiais e os alunos não são ouvidos durante essas reuniões.

Segundo Santos e Schnetzler (2003), a escola de Ensino Médio tem um papel fundamental na formação da cidadania. Por isso, é necessário que se tenha uma formação para o exercício da cidadania, proporcionando aos jovens a possibilidade de participação ativa e significativa na gestão escolar e em todas as atividades desenvolvidas dentro da escola e também na comunidade. Assim

nossos jovens irão se transformar em verdadeiros sujeitos do processo educativo, participando nos processos em que suas opiniões serão levadas em conta, aumentando suas responsabilidades tanto sociais quanto políticas.

Para que essa formação aconteça, é preciso que o Projeto Político Pedagógico seja respaldado na realidade escolar, construído e articulado com as necessidades da comunidade escolar. Deve-se fundamentar uma educação voltada para a cidadania, para a cultura, para a ciência e para a vida, considerando a integração da formação para a cidadania, a preparação para a continuidade dos estudos, e a formação para o mundo do trabalho (GOIÁS, 2008).

Atualmente enfrentamos o desafio do grande volume de informações, consequência das novas tecnologias que mudam constantemente, colocando sempre novos parâmetros para a formação dos cidadãos. Não se trata de acumular conhecimentos. O aluno deve adquirir conhecimentos básicos para a sua preparação científica e sua capacidade de utilizar as diferentes tecnologias.

A partir da reforma, o Ensino Médio promoverá um aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando, assim, o prosseguimento de estudos, a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para que este continue aprendendo e seja capaz de se adaptar com flexibilidade às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores.

O Ensino Médio passa a compreender a etapa final da Educação Básica, promovendo no cidadão oportunidades de compreender os fundamentos sócio-culturais, científicos e tecnológicos historicamente acumulados. A partir de práticas que desenvolvam criatividade, autonomia intelectual, posturas críticas e a responsabilidade, o Ensino Médio visa à formação de homens capazes de intervir na sociedade com competência, ética e soberania (GOIÁS, 2009).

Segundo dados fornecidos pelo MEC, que constam no documento da SEDUC/COREM (GOIÁS, 2009), de 2003 a 2007 houve uma grande redução no número de matrículas no Ensino Médio. O crescimento que ocorreu de 2003 a 2004 sofreu várias quedas de 2005 a 2007, sendo considerada a maior diminuição no número de matrículas de 2006 para 2007, totalizando 546.156 alunos que deixaram de estudar. Assim, o crescimento de números de matrículas que tivemos na década de noventa até o ano de 2006 sofreu uma queda.

De acordo com a análise realizada pela SEDUC/COREM (GOIÁS, 2009), a situação de exclusão desses jovens à educação é um fator preocupante. Mesmo tendo uma grande oferta de vagas, percebemos, com esses índices, que ainda há pouco interesse do aluno pelo estudo ou existe a impossibilidade de continuidade na escola.

Outro dado no documento que é importante ser analisado é a distância entre o quantitativo de estudantes de 1ª série (118.994) e o da 3ª série (72.656), indicando um grande número de alunos que deixaram os estudos nessa fase de ensino, sem contar os índices de reprovação que também são grandes. Esses dados apontam uma das principais consequências da retenção e do abandono escolar. Em outras palavras, o Ensino Médio e a comunidade escolar caminham em desarmonia com o cenário atual da sociedade. (GOIÁS, 2009).

Os dados geram interrogações que foram discutidas para a construção do Programa de Ressignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás: “Por que os índices relativos à aprovação, retenção e abandono são altos? Qual é a importância do Ensino Médio e da escola para nossos alunos? Qual seria a escola de Ensino Médio adequada para a sociedade em que vivemos? Qual o objetivo de ensinar? E que público queremos atingir?”

De acordo com a SEDUC/COREM (GOIÁS, 2009), os dados estatísticos levantados pelos órgãos avaliadores mostram a necessidade de mudanças na maneira de se organizar o Ensino Médio no Estado de Goiás. Essas mudanças exigem transformações dos princípios educacionais, das práticas pedagógicas. Todas essas ações para modificar a perspectiva do Ensino Médio em Goiás compõem o Programa de Ressignificação do Ensino Médio do Estado de Goiás. A partir do momento que a educação tiver um novo significado para os jovens, e forem traçados novos rumos para o Ensino Médio, como está acontecendo no Estado de Goiás, haverá uma contribuição para o aprimoramento da formação de nossos jovens, uma superação do modelo vigente e uma grande expansão do Ensino Médio em nosso país.

Por isso necessitamos repensar a estrutura e mudanças necessárias no Ensino Médio. O Colégio em que realizamos nosso trabalho (Colégio Estadual Jardim América – Goiânia-GO) aderiu ao Programa da Ressignificação em 2008 e, por isso, deverá ter já em 2011 todas as séries estruturadas por períodos (do 1º ao 6º período) e com disciplinas optativas em sua matriz curricular. Nesse contexto, nossa proposta é um trabalho de ensino por projetos que será uma dessas disciplinas para contemplar as mudanças necessárias para um ensino mais significativo e de qualidade. Como nossa proposta se fundamenta em um ensino por projetos, se torna necessário um estudo sobre a importância sobre o assunto.

1.4 A importância e a relevância do ensino por projetos

Tem-se observado ao longo do tempo uma variedade de propostas pedagógicas com fundamentos epistemológicos e filosóficos diferenciados, com intuito de dar sentido à prática educativa escolar.

Segundo Filho e colaboradores (2004), várias maneiras são propostas para solucionar os problemas da educação e, à medida que surgem, são defendidas por vários professores, como os centros de interesse, temas geradores, projetos de trabalho, resolução de problemas e outros. Sabemos que o desenvolvimento, por si só, de cada proposta citada não resolve todos os problemas, mas acreditamos que a união de características de cada uma dessas propostas torna o processo ensino – aprendizagem mais significativo, atendendo em parte tanto às necessidades dos professores, quanto às dos alunos

Vamos conceituar previamente cada uma dessas propostas (centros de interesse, temas geradores, projetos de trabalho e resolução de problemas) e observar como suas características estão permeadas em nossa proposta.

Decroly (1986) propõe que o ensino se desenvolva por centros de interesses. Os conhecimentos não são apresentados por disciplinas, e têm sempre que levar em consideração o interesse do aluno, que é primordial para uma aprendizagem que faça sentido na vida desse aluno. O aluno observa seu mundo para descobrir seus focos de interesse a partir do que ele já conhece e o que ele ainda quer e precisa conhecer. Mas, segundo Filho e colaboradores (2004), o centro de interesse, atualmente, parte de temas centrais propostos pelos professores e são escolhidos diretamente pelos alunos.

Hernandez (1998) defende que os centros de interesse possuem dois pontos de partida. O primeiro ponto é partir do interesse do aluno através da

aprendizagem por descoberta, e o segundo é a democracia estabelecida na escola, onde o que deve ser ensinado é uma decisão em conjunto da comunidade escolar. O tema escolhido faz parte da realidade do aluno, da família, da escola e suas relações socioculturais.

De acordo com Garcia (1999), uma das etapas importantes da metodologia do ensino por projetos é a problematização que acontece durante a reflexão e discussão sobre a escolha e os significados do tema.

A problematização é um momento de extrema importância para assegurar que todos os alunos se envolvam com o desenvolvimento do projeto e, por isso, demanda que se criem e se proporcionem situações e recursos que instiguem ao máximo a curiosidade dos estudantes em torno do significado e abrangência do tema. O grau de aprofundamento e complexidade dos conteúdos que serão trabalhados no projeto estão intimamente relacionados à consistência e significação da problematização. (GARCIA, 1999, p. 41).

Martins (2005), ressalta que os temas podem ser escolhidos a partir do interesse dos alunos ou a partir de sua realidade, mas também podem estar relacionados com algum conteúdo que consta no planejamento. Quando o tema é de interesse do aluno, torna-se mais agradável para ele resolver problemas e ver os assuntos de “maneira inteligente e questionadora dentro dos contextos disciplinares e não isolados” (p. 47). Dessa forma, o currículo escolar terá função humanizadora, facilitando a apropriação do conhecimento científico e sua formação cidadã.

Segundo Freire (1987), os temas geradores estão relacionados com a problematização da situação. Dentro da metodologia, os temas ajudam a compreender a realidade de maneira mais crítica, através da reflexão e das discussões em grupo, daí o diálogo se torna peça fundamental nesse processo de participação para se trabalhar com os temas geradores.

Nesse caso não é preciso um planejamento pronto, recheado de atividades convencionais, que serão realizadas de forma mecânica. Com a problematização e a utilização de temas geradores, o trabalho com projetos se torna mais significativo, e o aluno deixa de ser passivo, aceitando todas as informações que lhe são servidas prontas, sem discussão nem comprovação, se tornando assim manipulado e acrítico. (MARTINS, 2005a).

A utilização de temas geradores tem referências na obra de Freire (1987) e foram idealizados para desenvolver o fazer, o pensar e a práxis do diálogo em sala de aula, parte de uma leitura de mundo, em que o aluno se vê inserido no processo de descobertas de assuntos que são relevantes para o significado de seu mundo.

Então, os temas geradores são temas que servem ao processo de codificação - decodificação e problematização da situação. Eles permitem concretizar, metodologicamente, o esforço de compreensão da realidade vivida para alcançar um nível mais crítico de conhecimento dessa realidade, pela experiência da reflexão coletiva da prática social real. Esse é o caminho metodológico: o trabalho educativo dispensa, pois, um programa pronto e as atividades tradicionais de escrita e leitura, mecanicamente executadas. A avaliação é um processo coletivo cujo foco não é o "rendimento" individual, mas o próprio processo de conscientização. O diálogo é, portanto, o método básico, realizado pelos temas geradores de forma radicalmente democrática e participativa. (TOZONI-REIS, 2006, p.104).

Segundo a autora, partir de saberes existentes constrói-se o processo da conscientização, isto é, discutir os conteúdos da "consciência ingênua do mundo e das coisas em busca da consciência crítica é o significado da educação" (p 102). Para se conseguir a leitura crítica do mundo, é necessário que haja questionamentos e problematização, e isso pode ser alcançado trabalhando-se com os temas geradores.

Os projetos de trabalho têm a função de tornar a aprendizagem ativa, criativa, interessante, significativa e atrativa para o aluno. Dessa forma, um projeto supera em muito os conhecimentos que poderiam ser adquiridos somente por meio de aulas expositivas, pois nele os alunos buscam os conhecimentos pelas necessidades e por interesses individuais e do grupo no contexto no qual estão inseridos. Os projetos são uma estratégia para se aprender a trabalhar em grupo, para cultivar ou construir valores, respeito pelos outros, etc.. (FILHO E COLABORADORES, 2004, p. 269).

A partir dessa análise, vamos discutir projetos como uma concepção pedagógica e não simplesmente como uma técnica de ensino atrativa para os alunos.

Segundo Martins (2005), a escola sofre pressões de várias manifestações culturais como programas de TV, artigos de revistas etc. Então, é preciso uma preparação de acordo com a realidade e o futuro de nossos alunos, para que aconteça uma participação maior entre escola e comunidade, possibilitando, assim, a busca de soluções de problemas por meio de conceitos e conteúdos que foram ensinados.

Os projetos não são métodos, nem aplicação de fórmulas com regras, mas tem elementos comuns com outros procedimentos e outras estratégias de ensino e devem estar em sintonia e conexão com os conteúdos do currículo escolar. (MARTINS, 2005, p. 38).

Martins (2005) ainda afirma que, a partir da realização de projetos, os alunos têm a possibilidade de mudar suas concepções e criarem uma visão mais crítica sobre os fatos e problemas do seu cotidiano. O autor diz ainda que “a verdadeira aprendizagem se dá pela assimilação significativa de conhecimentos – a teoria originando-se da prática e retornando a ela para ser aplicada na vida por novos caminhos” (p. 40).

Segundo Filho e colaboradores (2004), um dos objetivos do trabalho com projetos deve ser contribuir para construção de competências e atitudes que irão

ajudar na participação na sociedade, para que o educando se torne um cidadão crítico e responsável. Essa proposta pedagógica é uma das “possibilidades de facilitar a aprendizagem dos alunos” (p. 267).

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999), o que é ensinado deve ter relação com o contexto da vida do aluno, e assim ser capaz de exercer a verdadeira cidadania, sendo esse exercício uma das competências básicas necessárias para diminuir as desigualdades, cada vez maiores.

De que competência se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático. (BRASIL, 1999, p. 24).

Martins (2005) aponta que uma das características do ensino por projetos é a transformação do aluno passivo em um aluno participativo, para que aconteça a apropriação do conhecimento e o desenvolvimento de atitudes e valores para sua formação cidadã, assim ele poderá desenvolver seu raciocínio e sua reflexão sobre fatos do seu dia-a-dia e aumentar seu interesse e o desejo de saber e conhecer. Esse interesse também é influenciado quando o professor consegue despertar a curiosidade de seu aluno.

Projetos de ensino são propostas pedagógicas disciplinares ou interdisciplinares, compostas de atividades a serem executadas por alunos, sob orientação do professor, destinadas a criar situações de aprendizagem mais dinâmicas e efetivas, atreladas às preocupações da vida dos alunos pelo questionamento e pela reflexão, na perspectiva da construção do conhecimento e da

formação para a cidadania e para o mundo do trabalho. (FILHO E COLABORADORES, 2004, p. 266).

Martins (2005) afirma que trabalhar com projetos também desenvolve habilidades nos alunos que facilitam a compreensão através da investigação e reflexão, ajudando assim em sua participação social em assuntos de sua comunidade e sua escola.

De acordo com Hernández e Ventura (1998), essa proposta precisa estar relacionada com o mundo, necessitando de uma transformação na postura pedagógica do professor e da escola, tendo como um de seus objetivos aproximar a escola da realidade do aluno.

Segundo Garcia (1999), a metodologia que será utilizada nesse tipo de ensino é muito importante, pois é a partir dela que podemos superar o ensino convencional e a maneira de se relacionar com os alunos. A influência do professor nesse processo deve ser ponderada, mas isso não quer dizer que o aluno fará tudo de forma espontânea. O trabalho deverá ser orientado de forma consistente e coerente.

1.4.1 Papel do professor

De acordo com Martins (2005), os projetos de pesquisas são propostas pedagógicas flexíveis e por isso não têm modelos definidos. O trabalho pode ser adaptado e organizado de acordo com as necessidades locais e interesses dos alunos, dentro das orientações do professor. Algumas das vantagens de se utilizar o ensino por projetos são:

- a motivação e a vontade dos alunos na busca de informações e dados para conhecerem melhor aquilo que pesquisam;
- a interação e o intercâmbio entre eles, com partilha de responsabilidades nas equipes que realizam as tarefas;

- as transformações sentidas nas salas de aula, consideradas laboratórios de experiências e de mostruários;
- o despertar de contínuas questões sobre os fatos ou problemas a estudar, levando-os sempre a querer saber mais sobre o assunto;
- a vontade dos alunos de mostrar aos demais colegas da escola, por meio de seminários, murais, debates, desenhos, etc., os resultados alcançados. (MARTINS, 2005, p. 51).

Para Martins (2005), essa transformação no ensino só poderá acontecer quando o professor romper com o modo arcaico de ensinar, transformando o processo ensino-aprendizagem em algo mais significativo e prazeroso, para os alunos, para o professor e para escola.

Ainda para o autor, um dos objetivos que o professor deve ter em mente é de utilizar recursos e metodologias que ajudem os alunos no processo de reflexão, apropriação do conhecimento e que os alunos aprendam a relacionar os conceitos científicos com o tema que estará em discussão.

Segundo Martins (2005), são atribuições do professor:

- orientar os alunos nas possíveis soluções de problemas, através da reflexão sobre os temas selecionados;
- estimular a curiosidade dos alunos em conhecer e saber mais sobre o tema em questão;
- trabalhar com metodologias que ajudem na compressão de conceitos, ajudando e facilitando o processo de ensino-aprendizagem;
- divulgar sempre os resultados alcançados (por meio de exposições, relatos etc.)
- estimular os alunos a participarem de outros projetos.

Martins (2005a) ressalta a importância do papel do professor nesse processo, para que aconteça uma mudança nos métodos e não apenas aconteça o repasse de informações.

Segundo Santos (2007), é importante relacionar o desenvolvimento de atitudes e valores com a capacidade de tomada de decisões, através de temas e mediados pelo diálogo, princípios defendidos por Paulo Freire. De acordo com o autor, os saberes podem ser trabalhados sob uma perspectiva de educação problematizadora, que se inicia com a reflexão e parte para o diálogo de situações reais que realmente irão consolidar a educação como prática da liberdade.

Mas, apesar da grande importância dos professores nesse processo, Filho e colaboradores (2004) ressaltam que, para não se tornar uma estratégia imposta, o tema do projeto deve partir dos alunos. Os autores relatam também que outros autores concordam que o tema deve partir do professor, “de acordo com a sua intenção educativa, pois, de outra forma, se cairia em uma postura espontaneísta” (p. 272).

O mais importante, entretanto, é que o projeto tenha participação de toda comunidade escolar. Quando todos se envolvem na definição e no planejamento das ações e da escolha do tema, o trabalho começa a fazer sentido e a avaliação será mais coerente e vivenciada por todos.

Filho e colaboradores (2004) apontam para a característica principal do ensino por projetos que é a resolução de problemas ligados ao tema. Por mais que o tema seja sugestão do professor, é importante a sua orientação e a dedicação para que o educando se sinta parte do trabalho e estimulado para procurar soluções para as questões levantadas durante o trabalho.

Os projetos escolares são instrumentos que propiciam a aprendizagem pelo saber fazer e pelo como fazer, criando situações dinâmicas e estabelecendo relações interdisciplinares pela descoberta, por meio de ações seqüenciadas sistematizadas. (MARTINS, 2005, p. 68).

De acordo com Nogueira (2005), os projetos pedagógicos não podem ser pensados e estruturados pelos professores com o objetivo de atingir somente conteúdo conceitual por si só, devem ser pensados também os conteúdos procedimentais e atitudinais. Segundo o autor os conteúdos procedimentais são caracterizados pelo saber fazer, pelas tomadas de decisões, realização de ações de forma ordenada com objetivo de atingir uma meta. E os conteúdos atitudinais são os valores, normas, posturas e atitudes que serão criados e trabalhados, por exemplo, a valorização de nossa cultura ao invés da “cultura importada ou americanizada” (p. 21).

É necessária uma mudança de postura para que os professores auxiliem e orientem a formação de alunos em relação a esses três tipos de conteúdos, tornando-se pessoas independentes e críticas. Para que essa mudança pedagógica aconteça, os professores devem pensar o ensino de forma contextualizada e interdisciplinar, como afirma os PCNEM, trabalhando na prática e conhecendo as demanda de alunos.

1.5 As contribuições da interdisciplinaridade e contextualização no Ensino por projetos

Segundo os PCNEM (BRASIL, 1999, p. 98), a atual legislação para o Ensino Médio deixa claro que a “Interdisciplinaridade e Contextualização formam o eixo organizador da doutrina curricular expressa na LDB”.

A LDB buscou preservar, no seu Artigo 26, a autonomia da proposta pedagógica dos sistemas e das unidades escolares para contextualizar os conteúdos curriculares de acordo com as características regionais, locais e da vida dos seus alunos; assim entendida, a parte diversificada é uma dimensão do currículo, e a contextualização pode ser a forma de organizá-la sem criar

divórcio ou dualidade com a Base Nacional Comum. (PCNEM, BRASIL, 1999, p.98).

Para Morin (2002a), um ensino voltado para interdisciplinaridade tem como um de seus objetivos formar alunos com uma visão global de mundo, que consigam “articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos” (p. 29). Sem esquecer a importância na abordagem de um tema ou tópico que esteja acima das barreiras disciplinares, ou seja, abordar o tema como um todo.

Morin (2002) também afirma que o termo interdisciplinaridade tem vários significados. Mas devemos tomar cuidado com alguns desses significados, para que ela não se torne uma simples negociação entre as disciplinas, em que cada disciplina defenda apenas seu próprio território, aumentando assim as barreiras disciplinares e a fragmentação do conhecimento.

A interdisciplinaridade implica em uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente uma das outras. Aqui se estabelece uma interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, conseqüentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos, de terminologias fundamentais, etc. Entre as diferentes matérias ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas integrações; existe um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas. (SANTOMÉ, 1998, p. 63).

Conforme Augusto e Caldeira (2007), para que aconteça esse processo interdisciplinar, é necessária uma verdadeira integração com troca e cooperação entre as disciplinas, de modo que desapareçam as fronteiras, deixando o objeto de estudo em destaque. Fica, assim, evidente que o tema a ser estudado está além dos princípios disciplinares.

Para Morin (2002a), não podemos deixar de enfatizar também a importância da contextualização. Conforme o autor, a fim de que tenhamos um ensino significativo, é necessário deixar as informações dispersas que não se inserem na visão geral de mundo e não estão ligadas aos princípios de cada um de nós.

Segundo Filho e colaboradores (2004), quando se fala em projetos de trabalho, temos uma grande possibilidade de desenvolvê-los numa visão interdisciplinar. Vale lembrar que os parâmetros curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 1999) têm como proposta a abordagem interdisciplinar no tratamento dos conteúdos e como eixo do currículo. Mesmo assim não quer dizer que um projeto precisa ser sempre interdisciplinar. Existem casos em que o professor realiza sua abordagem de forma isolada apenas com seus conteúdos dentro de sua disciplina, mas nem por isso deixa de ser projeto.

A tônica do trabalho interdisciplinar é a integração das diferentes áreas do conhecimento, um efetivo trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento. As diferentes disciplinas não se apresentam fragmentadas e compartimentadas, sendo necessário um trabalho de coordenação que integre objetivos, atividades e procedimentos. Nesse tipo de abordagem, há, na nossa visão, um campo mais fértil para se desenvolver os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. (FILHO E COLABORADORES, 2004, p. 267).

Para Nogueira (2005), os projetos interdisciplinares possibilitam aos alunos o acesso à pesquisa. O aluno se sentirá motivado a buscar novos conhecimentos sobre um tema, problema ou questão, quando perceber as relações existentes entre as disciplinas. Ele sentirá a necessidade de receber desafios para a pesquisa.

De acordo com Martins (2005), para se obter resultados satisfatórios, será necessária uma maior cooperação entre as disciplinas na escolha do tema,

assumindo alguns aspectos globalizantes, deixando de utilizar uma visão fragmentada, ou seja, a visão de apenas uma ou outra disciplina. Ainda segundo o autor, é preciso ultrapassar o currículo sequencial e fragmentado que temos atualmente nas escolas, adotando assim um ensino compartilhado. Mas isso só será possível se conseguirmos realizar mudanças na escola, no currículo, nas famílias, nas atitudes dos professores e dos alunos.

Segundo Santomé (1998), quando se fala sobre essa cooperação e esse compartilhamento, não se está diminuindo a importância de cada disciplina em sua particularidade.

De toda forma, convém não esquecer que, para que haja interdisciplinaridade, é preciso que haja disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se apoiando-se nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez, serão afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares. (SANTOMÉ, 1998, p.61).

É preciso também que entendamos os vários enfoques dados ao trabalho interdisciplinar. Segundo Lenoir (2001), a interdisciplinaridade se divide em três enfoques: a interdisciplinaridade curricular, a interdisciplinaridade didática e a interdisciplinaridade pedagógica. A interdisciplinaridade curricular acontece na construção do currículo escolar: define o lugar, os objetivos e programas de cada disciplina. A interdisciplinaridade didática compreende o planejamento do trabalho interdisciplinar a ser realizado, aproximando os planos específicos de cada disciplina, de modo que os conteúdos possam ser mais facilmente integrados. E, por último, a interdisciplinaridade pedagógica, que trata da prática pedagógica interdisciplinar, isto é, aquela que ocorre na sala de aula.

Conforme Amaral (1998), as mudanças na postura e na prática pedagógica devem ter a participação dos professores e todos na escola, mas nunca poderão

ser impostas, devem partir do professor, aluno, coordenação e direção. De acordo com o autor pode-se perceber que não se consegue obter sucesso com mudanças quando são impostas. Por isso é importante conhecermos nossos professores, o que eles pensam e sabem a respeito das propostas interdisciplinares, quais dificuldades poderão encontrar, e, se já trabalham nessa perspectiva, quais serão os resultados obtidos.

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999, p. 87), um dos grandes desafios da organização curricular é “tratar os conteúdos de ensino de modo contextualizado, aproveitando sempre as relações entre conteúdos e contexto para dar significado ao aprendido, estimular o protagonismo do aluno e estimulá-lo a ter autonomia intelectual”, promovendo, assim, uma integração desse conhecimento contextualizado à vida dos nossos alunos.

Segundo Martins (2005), se a escola desenvolver novas temáticas curriculares, estará contextualizando o ensino com a realidade vivenciada pelo aluno, através do processo de reflexão-ação atendendo, assim, as propostas da LDB.

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 1999), a contextualização tem como função relacionar diferentes conhecimentos de diferentes disciplinas para a construção de novos significados, buscando valorizar o vínculo dos conhecimentos científicos com a realidade. Assim, percebemos a importância da contextualização na medida em que ela estimula a curiosidade e desperta o desejo de aprender do educando, mostrando a ligação das ciências com a realidade.

Morin (2002) considera que a contextualização não pode acontecer a partir de informações desconectadas da realidade, as informações devem se ligar

com o objetivo de inserirem uma visão global do mundo, para ter significado para os educandos e professores.

De acordo com Santos (2007), a contextualização não pode ser vista apenas como um método de ensino que aumenta a motivação e facilita a aprendizagem. Não é só porque o professor contextualiza as aulas que o aluno aprenderá todo o conteúdo ensinado, “a simples inclusão de questões do cotidiano pode não implicar a discussão de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão ou não motivar suficientemente os alunos para se interessar por ciências” (p.4).

Assim, a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos: 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano. (SANTOS, 2007, p.5).

Segundo Martins (2005), a utilização de uma abordagem contextualizada contribui para o desenvolvimento do ensino por meio de projetos, em que o aluno deixa de ser um mero espectador passivo e passa a ser um sujeito ativo, dando significado ao que se aprende e desenvolvendo no aluno a capacidade de relacionar o aprendizado com sua vida cotidiana.

A contextualização no currículo poderá ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma dinamicamente articulada que possibilite a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos científicos, de aspectos sociocientíficos (ASC) concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. A discussão de ASC, articulada aos conteúdos científicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à ciência e à tecnologia. Em uma perspectiva CTSA, essa discussão envolverá também atitudes e valores comprometidos

com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas. (SANTOS, 2007, p.6).

Para Santos (2007), a abordagem pedagógica contextualizada aliada aos aspectos sociocientíficos podem ajudar também na formação de cidadania, já que possibilita a compreensão de princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de processos e situações do cotidiano.

Conforme Martins (2005), os problemas educacionais que surgem dia a dia direcionam-se cada vez mais para a preparação do aluno como cidadão consciente de si mesmo e útil à sociedade e precisa, portanto, de atividades pedagógicas que estejam de acordo o aluno e o seu ambiente.

Dessa forma, a escola fugirá das situações irreais, apontadas pelos currículos escolares que, desde longa data, são assuntos dos livros didáticos e de cujo conhecimento o estudante pouco aproveita por não poder usufruí-lo plenamente, e menos ainda vivenciá-los. Outros temas poderão passar a desempenhar papel socializador pela descoberta e pela transmissão de conteúdos de relações sociais. (MARTINS, 2005, p.68).

Trabalhar com a contextualização em química não é relacionar o conhecimento e o cotidiano do aluno de forma artificial. Não é simplesmente citar exemplos como ilustração ao final de algum conteúdo, mas contextualizar é problematizar situações reais, procurando estratégias para solucionar essas situações, buscando os conhecimentos necessários para entendê-las, respeitando as diversidades de cada um, visando à formação do cidadão, e ao exercício de seu senso crítico (BRASIL, PCN+, 2002).

Temos sempre que enfatizar que o ensino de química tem como um dos seus objetivos a contribuição para a formação de cidadãos conscientes, capazes de tomar atitudes, desenvolvendo, assim, conhecimentos e valores que servirão como mediadores na relação do indivíduo com o mundo. Não esquecendo as

orientações contidas nos PCNEM (BRASIL, 1999) sobre a contextualização, utilizar exemplos que tenham uma importância local ou regional.

1.6 O enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) e o Ensino por projetos na perspectiva freireana

Um dos nossos objetivos é despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, levando-o a buscar possibilidades para resolver problemas de sua vida e também para que possa propor soluções de problemas de sua comunidade e sociedade e participar delas, caracterizando, então, nosso material paradidático com um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para isso, julgamos necessário abordarmos, mesmo que de forma rápida, esse tema e suas principais características.

O desenvolvimento científico-tecnológico tem acarretado várias transformações sociais, econômicas, políticas e culturais na sociedade contemporânea. Segundo Santos (2000), as implicações decorrentes dessas mudanças motivaram, desde meados da década de 60, no século passado, vários estudos e o surgimento de movimentos de organizações sociais. Esses passaram a discutir, a partir de diferentes enfoques, a relação da ciência e da tecnologia com o desenvolvimento da vida social, reivindicando uma tomada de consciência com relação aos problemas ambientais, éticos e de qualidade de vida relacionados com as contribuições dos avanços científicos e tecnológicos, com o “objetivo central de preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizá-lo por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social” (Santos, 2000, p. 133).

De acordo com Fourez (1994), o ensino de ciências era muito criticado desde o início do século passado. Essas críticas se acirraram no período da guerra fria, principalmente devido ao lançamento do satélite artificial Sputnik pelos soviéticos. Com vistas a separar científica e tecnologicamente o bloco comunista, os países ocidentais desenvolveram uma política de educação em ciências e alterações nos currículos escolares na década de 1950, buscando uma ênfase maior ao ensino de Ciências e de Matemática. Naquela época, propunha-se uma educação científica para a educação básica, no sentido de preparar os jovens para adquirir uma postura de cientista, pensando e agindo no seu cotidiano como cientistas.

Segundo Santos (2007), no final da década de sessenta, com o aumento de problemas ambientais, houve uma preocupação dos educadores em ciência visando a uma educação que tivesse como objetivo analisar os aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Surgiu assim, no final dos anos de 1970, em diversos países, propostas curriculares para a educação básica voltada para as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com enfoque nas ciências sociais.

Posteriormente, de acordo com Santos (2007) e Ricardo (2007), tais propostas passaram a incorporar também um caráter ambiental, desenvolvendo uma visão mais crítica ao modelo de desenvolvimento; por isso, alguns a identificaram Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

Santos (2007) parte do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS - ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente – CTSA - para propor uma abordagem de contextualização no ensino de ciências em uma perspectiva crítica. Ele diferencia os objetivos do enfoque CTS em relação ao enfoque CTSA. Relata

que o objetivo central dos currículos CTS é o desenvolvimento da capacidade de *tomada de decisão* e o objetivo central do movimento CTSA é acrescentar ao enfoque CTS a ênfase em questões ambientais, visando à promoção da educação ambiental. Mas nos dois movimentos é incorporado o desenvolvimento de valores em seus objetivos.

Como descreve Santos (2007), o letramento científico começa com o entendimento dos princípios básicos de fenômenos do cotidiano e vai até a formação de opinião crítica e à capacidade de tomada de decisão em questões nas quais a ciência e a tecnologia estejam diretamente relacionadas a questões pessoais ou de interesse público. Ou seja, quando o sujeito torna-se capaz de fazer julgamentos críticos e políticos com base em conhecimentos científicos.

Esse letramento engloba a preparação do cidadão para se posicionar, por exemplo, em uma assembléia comunitária para encaminhar providências junto aos órgãos públicos sobre problemas que afetam sua comunidade em termos de ciência e tecnologia. Há de se diferenciar, todavia, algumas concepções do que seria o real letramento do cidadão, ao que se restringe a um letramento superficial no sentido do domínio estrito vocabular de termos científicos. Aqui, podemos diferenciar o letramento do cidadão restrito a um enriquecimento como “ornamento cultural” daquele destinado a uma função social no sentido de participação do cidadão na sociedade. (SANTOS, 2007, p. 612).

De acordo com Soares (1998), uma pessoa alfabetizada, que sabe ler e escrever, pode não ser letrada, caso não faça uso da prática social de leitura, ou seja, apesar de ler, não é capaz de compreender o significado de notícias de jornais, ou não é capaz de escrever cartas ou recados. Pode-se chamar isso, segundo a autora, de analfabetismo funcional. Ao contrário, uma pessoa pode não ser alfabetizada, mas ser letrada se tiver contato direto com as informações do mundo da leitura e da escrita, por meio de outras pessoas.

Deve-se observar que, enquanto a alfabetização pode ser considerada o processo mais simples do domínio da linguagem científica e enquanto o letramento, além desse domínio, exige o da prática social, a educação científica almejada em seu mais amplo grau envolve processos cognitivos e domínios de alto nível. (SANTOS, 2007, p. 479).

Santos (2007) argumenta que o desenvolvimento do letramento científico e tecnológico com função social depende de algumas competências e habilidades: a compreensão da ciência; a expressão de opiniões sobre ciência; o interesse por problemas da ciência atual; a participação nas tomadas de decisões democráticas; a compreensão das influências entre ciência, tecnologia e sociedade. Essas competências e habilidades correspondem a um dos objetivos centrais dos currículos com enfoque em CTS.

De acordo com Pinheiro e colaboradores (2007), todos nós temos valores e posturas sobre as questões científico-tecnológicas, por isso é necessária uma negociação para que haja uma verdadeira participação na tomada de decisões em relação a situações que envolvam ciência e tecnologia. As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia não só para compreender e utilizar seus produtos e conhecimentos, mas também para ter suas próprias opiniões em relação à utilização desses produtos, entendendo, assim, que não são processos, nem conhecimentos neutros, nem definitivos, ou seja, não são verdades absolutas.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros. Para que essas discussões e participações públicas possam se tornar efetivas, é necessário que os cidadãos exijam seus direitos de vez e voz. Deve haver uma igualdade, permitindo a participação direta de todos [...]. É preciso exigir transparência na transmissão da informação, da disponibilidade de tempo e de meios para participar das discussões, bem como

igualdade de tratamento de opiniões. (PINHEIRO E COLABORADORES, 2007, p. 73).

Segundo Pinheiro e colaboradores (2007), publicações no Brasil sobre o ensino na perspectiva CTS podem ser encontradas em periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática, dentre as quais destaca: Bazzo (1998); Auler, (2002); Leal e Gouvêa (2001); Cruz (2001); Bazzo e Colombo (2001); Mortimer e Santos (2000); Pinheiro e Bazzo (2004); Pinheiro (2005).

De acordo com Palacios e colaboradores. (1996)⁸, citados por Pinheiro e colaboradores (2007), os objetivos para implantação de programas CTS podem ser entendidos em três níveis:

Enxerto CTS: Introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. [...] **Ciência e tecnologia por meio de CTS:** Estrutura-se o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares. [...] **CTS puro:** ensina-se ciência, tecnologia e sociedade por intermédio CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado [...]. [grifo nosso]

Nascimento e Linsingen (2006, p. 102) apontam que o nível Ciência e tecnologia por meio de CTS é o tipo de programa “que melhor se adequa à abordagem temática [...], e, por isso, deveria ser adotada pelas escolas que estão em sintonia com a filosofia freireana.”.

É necessário que o enfoque CTS seja inserido nos currículos com o intuito de assumir uma postura questionadora e crítica num futuro próximo desses alunos, futuros cidadãos, e isso deve acontecer não somente dentro da escola, mas também fora dela, em casa, no trabalho, na comunidade etc.

Nos três níveis citados de se trabalhar CTS, o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do

processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais.

1.6.1 O enfoque CTS e o ensino por projetos na perspectiva freireana

O ensino-aprendizagem com enfoque CTS tem como objetivo propiciar a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade, surgindo assim necessidade de buscar possibilidades para resolver problemas da vida do aluno, permitindo também que o mesmo possa propor e participar de soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade.

De acordo com Pinheiro e colaboradores (2007), com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ser construído a partir do trabalho em equipe professor-aluno e não mais tendo o professor como repassador de conteúdos, ou seja, deixa de existir a educação “bancária”, denominada assim por Paulo Freire:

Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de

⁸ PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Madrid. Ediciones Del Labirinto, 1996.*

subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula. (PINHEIRO E COLABORADORES, 2007, p. 77).

De acordo com os citados autores, é necessário que o Ensino Médio propicie aos alunos as devidas condições para se compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade, conseguindo assim conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para estar a par das potencialidades e limitações do conhecimento científico, pois, para que o cidadão possa tomar suas decisões, precisa ter evidências e fundamentação sobre o assunto em questão.

Urge pensar em novas formas de trabalho, de metodologia, de enfoque e de posturas. É preciso estimular o aluno a desenvolver a adaptabilidade e flexibilidade, formando-o como pessoa que tome decisões, avalie o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida na sociedade futura. É, pois, imprescindível desenvolver nos alunos a capacidade de diferenciar o que é conhecimento do que é informação, verificando o que há de mais relevante para poder resolver criticamente um problema específico no campo sócio-tecnológico. (PINHEIRO E COLABORADORES, 2007 p. 79).

Para Freire (1995), os currículos devem priorizar o que é significativo para nossos alunos, mas essa significação para o aluno deve ser igualmente importante para a escola e para a comunidade.

1.6.2 Os princípios da concepção freireana

Para Santos (2008), a proposta de educação de Paulo Freire se constitui em processo humano, portanto, fundamentada na transmissão ou na geração de valores. Sua proposta é essencialmente uma pedagogia humanística, em que o foco são as condições humanas, a realidade onde todos estão inseridos.

Freire (1983) denominou de “educação bancária” a educação em que os opressores mantêm o processo de opressão. Ele defende o contrário, uma

educação dialógica para que aconteça a libertação do oprimido. O autor caracteriza a educação bancária da seguinte maneira:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. (...) Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. (...) O educador, que aliena a ignorância, se mantém em posições fixas, invariáveis. Será sempre o que sabe, enquanto os educandos serão sempre os que não sabem. A rigidez destas posições nega a educação e o conhecimento como processos de busca. (FREIRE, 1983, p. 66-67).

Santos (2008) compara a educação bancária caracterizada por Freire com a educação em ciências que acontece na maioria das escolas: grande utilização de metodologias que valorizam a memorização de termos científicos e sistemas classificatórios. Poderia ser classificada como uma educação neutra, sem problematização, colocando os interesses do mercado, da tecnologia em primeiro lugar, deixando de lado os valores humanos. “Essa educação acaba sendo opressora, na medida em que reproduz um valor de ciência como um bem em si mesmo a ser consumido e aceito sem questionamentos” (p.116).

Na visão de Nascimento e Linsigen (2006), a educação idealizada por Freire teve o foco na alfabetização de adultos em contextos não-formais de educação. Para entender essa concepção é importante destacar os princípios centrais que direcionam a teoria de Freire: a problematização e a dialogicidade.

De acordo com Freire (1987), o diálogo se constrói como relação entre sujeitos mediatizados pelo mundo. Ou seja, os sujeitos têm autonomia, só interagem criativamente mediante a ação, a práxis, quando assumem problemas ou conflitos que se tornam desafios comuns. Poderíamos identificar essa relação

como a ação educativa, explicitar os conflitos humanos e sociais para desafiar as pessoas, trabalhando com o diálogo e realizando as ações para superação desses conflitos.

Freire (1987) propõe, então, uma metodologia na perspectiva problematizadora, uma investigação do universo temático dos educandos ou o conjunto de seus temas geradores. Essa metodologia pode ser trabalhada por meio da *investigação temática*, termo proposto por Freire (1987). Assim, através da *investigação temática*, os educadores podem se aproximar da realidade dos alunos, identificando os níveis de percepção que eles têm da sua realidade.

De acordo com Nascimento e Linsigen (2006), através da investigação temática surgem os *temas geradores que* dão sentido a ação pedagógica e permitem aos educandos superar a situação-limite⁹. Isso os leva a alcançar a consciência máxima possível, para que aconteça a superação da realidade acrítica e possibilite uma educação problematizadora, em que os educandos possam analisar criticamente sua realidade.

Educação e investigação temática, na concepção problematizadora da educação, se tornam momentos de um mesmo processo. Enquanto na prática “bancária” da educação, antidualógica por essência, por isto, não comunicativa, o educador deposita, no educando o conteúdo programático da educação, que ele mesmo elabora ou elaboram, para ele, na prática problematizadora, dialógica por excelência, este conteúdo, que jamais é “depositado”, se organiza e se constitui na visão do mundo dos educandos, em que se encontram seus temas geradores. (FREIRE, 1987, p. 102).

O tema gerador, conforme Freire (1987) é uma proposta fundamentada na dialogicidade. Sem diálogo não existe comunicação, ou seja, não existe a

⁹ As “situações-limites” são situações que parecem intransponíveis pelos indivíduos quando estes se encontram ao nível da consciência real efetiva. Apesar do clima de desesperança que elas geram, não devem

verdadeira educação. É através da comunicação uns com os outros que poderemos transformar nossa realidade. A escola pode deixar de ser campo de reprodução para ser agente de transformação da realidade. Os temas se chamam geradores porque partiram de discussões e criam várias possibilidades de desdobramentos em outros temas, provocando novas ações para serem trabalhadas.

Segundo Nascimento e Linsigen (2006), a investigação temática pode ser determinada pelo processo de *codificação-decodificação-problematização*, na qual os códigos serão decodificados, problematizados, e, em seguida, superados. De acordo com esses autores, esse processo se divide em cinco etapas, sendo que as quatro primeiras estão relacionadas com a investigação temática e a última etapa está relacionada com o trabalho em sala de aula:

Levantamento preliminar – Nessa etapa, é realizada uma análise das condições do local, utilizando conversas informais e diferentes atividades desses indivíduos, registrando a forma como os homens constroem seu pensamento, para conseguir o conjunto das contradições.

Escolha das contradições – A equipe de investigadores fará a escolha das contradições que serão utilizadas na elaboração das codificações para servir à investigação temática (Freire, 1987, p. 108).

Realização dos diálogos decodificadores – Os diálogos acontecem nos “círculos de investigação temática” (Freire, 1987, p. 112). O investigador deverá auxiliar e mediar o diálogo não só ouvindo os participantes, mas também deverá

ser vistas como o fim das possibilidades, mas sim um obstáculo a ser superado durante a caminhada da libertação. (NASCIMENTO E LINSIGEN, 2006, p. 93, em nota de rodapé).

desafiando-os frente às situações existenciais codificadas, para que consigam expor sentimentos e opiniões de si, dos outros e do mundo.

Redução temática – Os investigadores realizam o estudo sistemático e interdisciplinar dos dados coletados nos círculos a partir de seus achados, os educadores identificam os temas geradores para se chegar à delimitação temática. Freire (1987) destaca também a possibilidade de inserção de outros temas à programação, mesmo que esses não tenham surgido da investigação realizada:

Neste esforço de “redução” da temática significativa, a equipe reconhecerá a necessidade de colocar alguns temas fundamentais que, não obstante, não foram sugeridos pelo povo, quando da investigação. A introdução desses temas, de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação educativa é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar, incluindo temas não sugeridos. A estes, por sua função, chamamos “temas dobradiça” (FREIRE, 1987, p. 116).

Segundo Santos (2008), uma proposta CTS na perspectiva freireana seria importante para compreensão das ações relacionadas com a globalização atual que vem aumentando a diferença entre classes. Seria interessante, nessa perspectiva, realizar discussões sobre a exclusão tecnológica. É preciso ter uma visão política no ensino de ciências, só assim poderemos ter um ensino que transforme o contexto sociopolítico do mundo moderno.

Ao pensar em uma proposta de CTS na perspectiva humanística freireana, busca-se uma educação que não se restrinja ao uso e não uso de aparatos tecnológicos ou ao seu bom e mau uso. Além disso, propõe-se uma educação capaz de pensar nas possibilidades humanas e nos seus valores, enfim em uma educação centrada na condição existencial. (...) Nesse sentido, uma educação com enfoque CTS na perspectiva freireana buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma

educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia. (SANTOS, 2008, p. 122).

De acordo com Santos (2008), a escolha de tema social em CTS pode estar de acordo com as concepções freireanas, mas isso não quer dizer que tenha que seguir todas as etapas e orientações desse método, pois essa escolha pode partir também de necessidades do grupo, do professor e dos alunos. É necessário que se tenha uma perspectiva política no ensino de ciências, produzindo ações para transformar o contexto social e político do mundo atual. Na visão de Santos (2001), essa seria a visão humanística de ensino de CTS em uma perspectiva freireana.

Segundo Santos e Mortimer (2001), para que aconteça o enfoque CTS em uma perspectiva freireana, deve-se dar uma maior importância para a visão humanística, em que o compromisso com a sociedade é trabalhar os valores humanos e não centrar-se em valores de mercado gerados pela sociedade tecnológica. Esse caso acontece em muitos trabalhos com enfoque CTS. Muitas propostas aparecem com o objetivo de relevância social, mas na verdade o foco está na preparação dos indivíduos para o uso adequado de artefatos tecnológicos de forma a usufruir melhor de seus recursos. Existem ainda propostas de CTS que seguem um modelo de tomada de decisão tecnocrática em relação a custos e benefícios, em que as atitudes racionais são mais importantes do que os valores defendidos em uma perspectiva humanística segundo Paulo Freire.

Essas propostas podem até ser consideradas como de relevância social, pelo fato de preparar os cidadãos ao manejo cada vez mais especializado da tecnologia e de prepará-los para adotar uma posição de consumidores exigentes que passam a ter uma seleção refinada sobre o que e como consumir. Mas, essa educação tecnológica, porém, pode ser alienante e determinista. Com a finalidade de produzir um novo consumidor, o consumidor

do novo milênio que preserve o ambiente para que a sociedade possa prosseguir no seu afã de exploração e dominação, mantêm-se o modelo consumista de desenvolvimento econômico. (SANTOS E MORTIMER, 2001, p. 122).

Os autores não defendem uma educação que seja contra a utilização da tecnologia, eles defendem uma educação em que os alunos possam pensar, refletir e discutir sobre o seu papel na sociedade em que vivemos, e assim, aprender a resolver problemas relacionados com a tecnologia. Assim, para se ter uma educação com enfoque CTS na perspectiva freireana, é necessário acrescentar no currículo discussões de valores e reflexões críticas sobre a relevância e as condições humanas.

Existem vários projetos relacionados com perspectiva de Freire com enfoque CTS, citaremos aqui dois projetos importantes, sendo que o segundo nos interessa nesse trabalho e daremos um enfoque maior a suas características. O primeiro projeto, "*Formação de professores de Ciências Naturais de Guiné Bissau*", foi desenvolvido por Delizoicov (p. 41, 2008) juntamente com Angotti. Eles desenvolveram um projeto de ensino de ciências na perspectiva freireana para 5ª e 6ª séries do ensino fundamental da Guiné-Bissau, de 1979 até 1981. O projeto adotou a proposta de seleção temática de Freire, constituindo-se depois uma proposta de organização curricular de ensino de Física e de ciências aplicada em outros projetos, inclusive no Brasil, e posteriormente se tornou um modelo curricular.

O segundo projeto, que também se tornou um modelo curricular, tem como característica principal a utilização de temas relacionados com aspectos sócios científicos que fortalecessem as discussões de questões existenciais.

Santos (2002), em sua tese de doutorado, desenvolveu estudos de casos de professores que trabalharam os aspectos sócio científicos (ASC) em aulas de química observando que

[...] apesar de professores não selecionarem a temática geradora a partir da vivência dos alunos, a abordagem dela pôde tomar uma perspectiva freireana. Isso ocorreu na medida em que o professor a recontextualizou aproximando-a de situações de vivência dos alunos e mantendo uma abordagem comunicativa que incorporou o discurso dos alunos nos debates em sala de aula. (SANTOS, 2008, 124).

Segundo Santos e colaboradores (2004), o Projeto de Ensino de Química e Sociedade (Pequis) produz materiais didáticos que englobam aspectos sócio-científicos em todo seu conteúdo programático. Em cada unidade, há um tema social trabalhado através de textos intercalados aos tópicos conceituais. Os textos temáticos são apresentados nas seções chamadas de “tema em foco”, e, no final de cada tema em foco, há questões para discussão de ASC com objetivo de aumentar a visão de CTS, incorporando questões relativas à vivência do aluno sobre a sua situação existencial.

Reforçando esse projeto, podemos citar também o trabalho de Santos e Schnetzler (1997) que entrevistaram educadores químicos unânimes na indicação da inclusão de temas químicos sociais no conteúdo programático.

No modelo curricular desenvolvido por Santos e colaboradores (2004), a mediação das questões relacionadas com ciência e tecnologia, que estão presentes nos temas sociais abordados no material didático, são desenvolvidas a partir de aspectos (ASC), caracterizados por questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia.

Pode-se dizer que é a natureza das questões de ASC que vai caracterizar a perspectiva freireana da visão de CTS. Elas se tornam ampliadas, na medida em que envolvem o contexto de

opressão, de exploração, de desigualdade que caracteriza o mundo científico e tecnológico globalizado atual. Obviamente, essa abordagem de ASC em uma perspectiva freireana humanística envolve a compreensão de processos científicos. Não ocorre letramento científico somente a partir de discussões de valores. Do mesmo modo, não é suficiente apenas o estudo de processos científicos sem uma compreensão mais ampla de aspectos sociais a eles relacionados. (SANTOS, 2008, p.125).

O autor ainda afirma que, para se trabalhar com enfoque CTS em uma perspectiva humanística freireana, é preciso resgatar as características políticas do movimento CTS. O professor que defende a ideologia dos sistemas tecnocráticos se torna apolítico.

Para Santos e Mortimer (2001), é muito importante levar em consideração o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Quando se pensar em currículos de ciência com o objetivo de formação para a cidadania, não se pode apenas dar informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos de fato se engajem ativamente em questões sociais, nem somente ensinar ao aluno passos para uma tomada de decisão.

É preciso romper com as barreiras do ensino conteudista e trabalhar com uma educação mais ativa, com formação de atitudes e valores que façam sentido para o aluno e a comunidade em que ele está inserido. Só assim teremos alunos que participem ativamente dos problemas que envolvem sua realidade. (Freire, 1987).

1.7 Aspectos da Educação Ambiental como eixo estruturante da proposta

A educação ambiental é o primeiro eixo estruturante da proposta, sendo que o projeto foi idealizado seguindo princípios ambientais de preservação,

diminuição do consumo de papel e reaproveitamento de pseudocaule de bananeira. Por isso se torna importante fazer um breve estudo para entender como a Educação Ambiental permeia nosso projeto e como estrutura nossa proposta de material paradidático.

Diante da constante degradação do ambiente, o tema preservação é muito discutido atualmente. Sendo assim, a Educação Ambiental (EA) é uma importante estratégia para incentivar a reflexão e a mudança de hábitos da comunidade escolar e da sociedade em geral. A Educação Ambiental deve fazer parte da educação atual atendendo às propostas implantadas pelas Diretrizes e PCNEM (1999) que orientam a escola e seus professores a trabalharem com atitudes e com a formação de valores.

A Educação Ambiental inspira-se na utopia de um mundo solidário. Claro que devemos sonhar com a força de nossos desejos, pois, como educadores e educadoras, somos criadores de mundos possíveis, de idéias por realizar. (...) e a utopia inscreve-se na exploração de novas possibilidades e vontades humanas, chamando a atenção para o que não existe em contraposição integrante ao que existe. (TRISTÃO, 2005, p. 262).

Dentre os eventos mundiais mais importantes que marcaram a trajetória da Educação Ambiental nas últimas décadas, podemos destacar a Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano, ocorrida em 1972, em Estocolmo, Suécia, quando surgiu a preocupação com os problemas ambientais, percebendo o necessário desenvolvimento e a implantação de programas de Educação Ambiental (EA).

Segundo os autores Carvalho (2004), Moradillo e Oki (2004) e Abreu (2008), a Educação Ambiental surgiu como uma nova ciência, tendo como um dos seus objetivos tentar ajudar a solucionar e minimizar problemas ambientais mundiais.

Moradillo e Oki (2004) descrevem a Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em Tbilisi, Rússia, em 1977, pela UNESCO, como um marco histórico da implantação da educação ambiental, formando importante elo entre várias ciências em prol do desenvolvimento. Houve também a conferência realizada em agosto de 1987, em Moscou, que criou um quadro teórico-metodológico para a concretização da Educação Ambiental, sugerindo uma reorientação do processo educacional, sendo essa criação o diferencial em relação às outras conferências.

Ainda segundo os autores, foi realizada no Rio de Janeiro, em 1992, a Rio-92, Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, em que a Educação Ambiental foi incorporada definitivamente como processo indispensável no caminho do desenvolvimento sustentável através da Agenda 21, uma agenda de diretrizes para o século 21.

Em 2002, aconteceu outro importante evento, a “Rio + 10”, na África do Sul, na cidade de Johannesburgo, quando foi feito um balanço das ações sócio-ambientais realizadas na última década, após a Rio-92. Constatou ser necessária a união das nações para preservar nosso planeta, cumprindo as responsabilidades assumidas anteriormente no Rio-92.

Nesse encontro, notou-se a grande dificuldade que alguns países desenvolvidos têm em reconhecer a sua parcela de responsabilidade na implementação de medidas de proteção do ambiente e da vida, mas podemos constatar que até hoje existe essa dificuldade, mesmo sabendo que essas medidas são importantes para diminuir a produção industrial e o consumo exagerado (Moradillo e Oki, 2004).

Segundo Carvalho (2004), Moradillo e Oki (2004) e Abreu (2008), a lei federal de n. 6.938, sancionada em 31 de agosto de 1981, oficializou a Educação Ambiental no Brasil e estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Além dessa lei, a questão ambiental foi incluída na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) de 1996, devido a sua importância para a educação básica, por possibilitar uma formação mais ampla do estudante, com abordagem de temas que permitem a reflexão e discussão de assuntos como a ética, a responsabilidade e a cidadania, para tentar compreender o meio ambiente numa perspectiva interdisciplinar. Também foi aprovada pelo Senado a lei federal 9.795, em 1999, oficializando a Educação Ambiental em todas as modalidades de ensino.

É necessário trabalhar Educação Ambiental (EA) na escola. Não é só uma necessidade dos professores, mas também é uma exigência dos Órgãos Estaduais e Federais. No entanto, para se trabalhar esse tema transversal, é necessário trabalhar os professores, os alunos, o grupo gestor e disseminar esses conhecimentos para a comunidade como um todo.

A Educação Ambiental deve proporcionar experiências que possibilitem colocar as pessoas em contato direto com o mundo e sensibilizá-las para os ecossistemas que as envolvem; discutir a importância do ambiente para a saúde e o bem estar do homem e para o exercício da cidadania; avaliar o desenvolvimento econômico aliado à degradação ambiental e à qualidade de vida e desenvolver no educando o sentido ético-social diante dos problemas ambientais. (MORADILLO E OKI, 2004, p.334).

A Educação Ambiental (EA) se torna importante quando nossa sociedade se dá conta do custo ambiental do progresso que conquistamos. Nesse contexto, torna-se primordial que a escola trabalhe de forma que os educandos percebam o significado e a necessidade do respeito e dos cuidados que temos que ter com a

natureza e o ambiente no qual estamos inseridos. De acordo com Chapani e Daibem (2003, p. 21), a EA “é um processo de grande abrangência e não se limita aos princípios e as teorias científicas nem pode ser confinada apenas à sala de aula, mas extrapola estes limites e envolve toda a sociedade”,

Mesmo não tendo se dedicado ao estudo da EA, Paulo Freire apresenta em sua obra princípios e uma práxis que favorecem uma leitura de mundo que leva à reflexão de uma educação ambiental. Percebemos então sua preocupação com uma educação séria e responsável, com uma EA conscientizadora centrada no diálogo. Uma educação que seja colaborativa e participativa, visando estimular a observação e a curiosidade e, sobretudo, respeitando os valores culturais e a ética.

Freire (2003, p.14) ressalta a importância de uma educação que reconheça o bom senso e a sensibilidade de nossos educadores que “realmente engajados no humanismo autêntico” e que possam “educar gente capaz de re-estabelecer o equilíbrio necessário entre os homens e mulheres entre si e na natureza”. A autora também destaca a necessidade de se construir uma sociedade verdadeiramente sustentável.

De acordo com PCNEM (BRASIL, 1999), meio ambiente é um dos temas transversais que, além da aprendizagem de conceitos, ajuda principalmente a desenvolver atitudes e posturas éticas, e a Educação Ambiental tem como objetivo ajudar e transformar os alunos em pessoas conscientes da sua importância para a discussão e tomada de decisões em relação às questões voltadas para o meio ambiente.

Precisamos ampliar e melhorar os projetos em EA nas escolas, mas as dificuldades ainda são muitas. Temos que transformar a forma como se ensina

Educação Ambiental, que, na maioria das vezes, é feita apenas de forma teórica, limitando-se ao repasse do que trazem os livros, os textos e a mídia.

Fertonani e colaboradores (2003) ressaltam a necessidade de despertar nos jovens a sensibilidade para reagir diante dos problemas e irem à “busca de um pensamento crítico e à busca de estratégias para uma melhor qualidade de vida, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes” (p.558). Explicam ainda que os alunos serão agentes multiplicadores, que irão ajudar a conscientizar a comunidade quanto à preservação do ambiente, para que aconteçam mudanças de hábitos e atitudes diante dos problemas atuais relacionados com o meio ambiente.

Então podemos perceber a importância de se implantarem projetos educacionais ambientais nas escolas, como uma tentativa de diminuir os danos ambientais de cada região, de cada comunidade. Cada projeto desenvolvido precisa ter as características e necessidades da região e a participação efetiva da comunidade envolvida, só assim, farão sentido para os alunos e para a comunidade, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida.

De acordo com Fertonani e colaboradores (2003), a educação ambiental como método de ensino está diretamente relacionada com o surgimento da conscientização da problemática ambiental e os movimentos ambientalistas. “A ecologia como ciência global trouxe a preocupação com os problemas ambientais, surgindo a necessidade de se educar no sentido de preservar o meio ambiente” (p.559).

A Educação Ambiental deve proporcionar experiências que possibilitem colocar as pessoas em contato direto com o mundo e sensibilizá-las para os ecossistemas que as envolvem; discutir a importância do ambiente para a saúde e o bem estar do homem e para o exercício da cidadania; avaliar o desenvolvimento econômico aliado à degradação ambiental e à qualidade de vida e

desenvolver no educando o sentido ético-social diante dos problemas ambientais. (MORADILLO E OKI, 2004, p.334).

De acordo com os estudos realizados pelo grupo NECEA¹⁰, citado por Moradillo e Oki (2004), a Educação Ambiental deve sempre buscar o conhecimento para formar valores que permitam a atuação dos jovens no meio em que estão inseridos. Assim fornecerá subsídios para se compreender a realidade e os problemas que afetam o meio em que se vive.

Para o grupo NECEA, apud Moradillo e Oki (2004), para direcionar a educação ambiental, são necessários três princípios: “pensar segundo a categoria de totalidade; interpretar os fatos mediante a apreensão histórica do processo de construção do conhecimento e agir no sentido de possibilitar transformações necessárias à dignificação da vida e à implantação de sociedades sustentáveis” (p.334).

Segundo Schnetzler e Aragão (2000), as várias concepções sobre meio ambiente e Educação Ambiental podem influenciar as estratégias utilizadas pelos professores para trabalhar com Educação Ambiental com princípios em uma formação voltada para cidadania. Mas percebe-se que, mesmo existindo um grande número de propostas inovadoras que visem a essa formação para cidadania, muitas delas não são concretizadas nas escolas.

Fertonani e colaboradores (2003) afirmam a tendência em associar as atividades de EA com as disciplinas de Biologia e Ciências, ficando a Química caracterizada como uma “vilã”. A poluição e degradação ambiental - devido às imagens trabalhadas e definidas, principalmente na mídia, como produtos tóxicos

¹⁰ Araujo, A. R.; Moradillo, E. F.; Pimentel, H. O.; Melo, H. T.; Souza, J. B.; Constante, J. P.; Oki, M. C. M.; Carvalho, M. L. S. M.; Pinho, R. C.; Lôbo, S. F.; Zacarias, T. M.; Paradella, Y. P.; Projeto:

e nocivos ao meio ambiente, fumaças e grandes indústrias poluindo as cidades - configuram esse julgamento.

De acordo com Santos (2007), na década de 70, principalmente as disciplinas científicas sofreram influências sobre o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, dando origem ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Existem características em comum entre o movimento CTS e a Educação Ambiental, como o desenvolvimento de uma cidadania responsável para se trabalhar com soluções de problemas envolvendo questões científicas e tecnológicas.

Santos (2007) explica que um grande desafio é conciliar educação CTS e a EA, pois na maioria das vezes essa parceria acontece de forma superficial, sem um certo aprofundamento sobre as causas dos problemas ambientais. Mesmo estando em um contexto CTS, ainda faltam as interações com Ciência e tecnologia.

Nessa perspectiva, existem propostas de educadores químicos brasileiros para associar aspectos sociais e ambientais ao conhecimento químico, como, por exemplo, o Projeto de Ensino de Química e Sociedade - PEQUIS, que propõe um ensino temático em Química, propiciando a discussão de aspectos sociocientíficos, a compreensão de processos químicos no contexto social e o desenvolvimento de atitudes e valores relacionados à cidadania. Desse projeto foi elaborado o livro didático - *Química e Sociedade*¹¹ -, cujos autores são

Criação/implantação do Núcleo de Estudos em Ciências e Educação Ambiental (NECEA), FAGED/UFBA, Salvador, 1995.

¹¹ *A experiência de elaboração do material didático teve a participação ativa dos professores no processo de produção dos textos didáticos.*

professores de Ensino Médio e têm como proposta articular o conteúdo de Química à abordagem temática (Santos e colaboradores, 2004).

De acordo com Santos e colaboradores (2004), a utilização de temas favorece a compreensão dos processos químicos e possibilita discussões de aspectos ambientais, sociais e tecnológicos relacionadas ao tema, e, além disso, discussões relacionadas com as mudanças de atitudes dos alunos, tornando-os comprometidos para desenvolverem uma cidadania planetária.

Nesse sentido, discutem-se criticamente problemas relacionados à racionalidade técnica de exploração ambiental, a qual está centrada na mera aplicação de soluções práticas para otimização de custos e benefícios econômicos, desconsiderando a complexidade dos aspectos sociais, políticos e ambientais. Nessa perspectiva, procura-se enfatizar também valores e atitudes das pessoas para preservação do ambiente, explorando conhecimentos relativos ao uso adequado dos produtos químicos. (SANTOS E COLABORADORES, 2004, p.12).

Os autores, ao elaborarem o livro, tiveram uma preocupação ambiental ao longo de toda a obra. Em muitos temas, são apresentados aspectos ambientais não só para serem discutidos pelos alunos, como também para a experimentação - a sessão *Química na escola*. A orientação que os autores fazem na última edição do livro do professor é que utilizem materiais não tóxicos, ou que produzam pequenos efeitos ambientais. Tal recomendação reflete a importância de não desperdiçar os materiais para evitar acúmulo ou descarte de produtos químicos na rede de esgoto.

Segundo Matsunaga (2006), o livro *Química e Sociedade* tem um potencial para ser utilizado como instrumento nas práticas de Educação Ambiental, mas é necessária uma reflexão do professor em relação a sua visão ao educar, ou seja, ao intervir na reeducação dos alunos em seu contexto escola.

Podemos perceber, após o relato sobre o livro anteriormente citado, que o Ensino de Química pode contribuir de alguma maneira para a promoção da educação ambiental, no sentido de fazer com que as pessoas compreendam os problemas ambientais e reflitam sobre as suas contribuições individuais. O livro *Química e Sociedade* torna o conteúdo programático mais atraente e contextualizado com a realidade social, e seus temas proporcionam reflexões sobre os significados contemporâneos de conhecimento, ciência, cultura, meio ambiente, associados com questões éticas envolvendo ciência e tecnologia.

Mas mesmo assim percebemos que ainda existem muito livros didáticos que não demonstram essa preocupação ambiental. Apenas fazem ilustrações com pequenos textos, geralmente descontextualizados. Longe do que se entende por educação ambiental, que tem como um de seus objetivos avaliar e discutir as causas e os efeitos dos problemas ambientais próprios de cada região.

Podemos notar certa dificuldade dos professores em desenvolver atividades, projetos e aulas que utilizem a transversalidade da Educação Ambiental relacionadas com os conteúdos de Química trabalhados no Ensino Médio, devido à falta de contato com atividades que envolvessem Educação Ambiental durante sua formação (Fertonani e colaboradores, 2003).

Para Santos (2007), a relação entre Educação Ambiental e o enfoque CTS estará sempre pautada em uma perspectiva crítica e emancipatória do sujeito, da sociedade e do ambiente. Então, para diminuir a dificuldade que certos professores encontram ao desenvolver atividades e discussões que envolvam a EA, é preciso entender a diversidade em que vivemos, uma diversidade de jovens, culturas, hábitos, crenças e valores.

O professor deve conhecer seu público alvo para que seu trabalho faça sentido à vida de seus alunos, mas percebemos que existe um conflito entre diferentes visões de mundo e de relações com os conhecimentos. No entanto, se não existir diálogo, não haverá sucesso na realização de atividades que envolvam a EA com movimento CTSA em uma visão crítica. Para Loureiro, Educação Ambiental crítica também denominada emancipatória ou transformadora é

[...] aquela que possui um conteúdo emancipatório, em que a dialética entre forma e conteúdo se realiza de tal maneira que as alterações da atividade humana, vinculadas ao fazer educativo, impliquem mudanças individuais e coletivas, estruturais e conjeturais, econômicas e culturais. (LOUREIRO, 2004, p. 89).

Freire (1987) propõe uma educação libertadora, que contribui de forma teórica e metodológica para a prática da educação ambiental emancipatória, quando tenta despertar a consciência do educando através da problematização dos temas geradores. Esses temas irão ajudar na superação de dificuldades e melhorar a visão crítica dos alunos em relação a sua realidade e seu crescimento como ser humano.

De acordo com Lima (2004), a utilização de temas-geradores pode estabelecer vínculos entre os impactos socioambientais - seus processos de formação e agentes causais -, os direitos e deveres de cidadania. Para o autor, o tipo de problematização deve atender tanto os educadores como os educandos, assim eles estarão mais preparados para compreender e participar das reflexões de conteúdo ético, ecológico, político e cultural relacionados com a sociedade e seu meio.

De acordo com Santos (2007), é necessário que o educando reflita e consiga interagir com as situações reais do seu cotidiano, realizando assim um processo de contextualização que o levará ao desenvolvimento de atitudes e

valores, sendo capaz de tomar decisões responsáveis diante de situações reais. Isso pode ser desenvolvido em uma abordagem temática, em que o diálogo é essencial para a reflexão das situações existenciais, consolidando-se assim a educação como prática da liberdade.

Nesse sentido, então, quando os temas geradores fizerem sentido para os educandos, forem instrumentos de repensar o mundo, a educação ambiental emancipatória servirá de ponte para a reinvenção do futuro.

Nossa proposta é trabalhar com o tema gerador - produção de papel de fibra de bananeira - na perspectiva de que esse tema seja válido para a comunidade local, possibilitando trabalhar a reflexão e a interação com situações reais do dia-a-dia. Pretendemos também contextualizar a partir da educação ambiental, levando o aluno a desenvolver atitudes e valores que favoreçam a tomada de decisões responsáveis diante de situações reais.

1.8 A experimentação no Ensino de Química e seus aspectos relevantes para nossa proposta

Nossa proposta se fundamenta nos princípios da experimentação devido ao fato de que todo o processo de produção de papel artesanal baseia-se em atividades práticas que serão valorizadas de maneira a explorar todos os conceitos científicos que essa prática proporciona.

A experimentação é recurso didático muito importante que deve possibilitar ao aluno a interpretação de fenômenos e a compreensão da ciência, tecnologia e sociedade. É necessária uma reflexão sobre sua importância no atual sistema de ensino-aprendizagem. Devemos analisar também a postura dos professores de ciências na utilização desse recurso, juntamente com suas

dificuldades de aplicações e sugestões para um trabalho mais significativo e problematizador.

Abordaremos nesse tópico, inicialmente, um enfoque histórico, principalmente no Brasil, procurando entender como esse recurso tem sido trabalhado ao longo dos anos. Apontaremos seus objetivos, características, as várias formas de se trabalhar e visão de vários autores. Faremos algumas reflexões críticas sobre a importância que pode ter o uso de experimentos nas aulas de ciências. Arriscaremos também indicando algumas estratégias e estudos no desejo de superar as várias críticas citadas ao longo do texto.

1.8.1 Aspectos históricos da experimentação

Para Giordan (1999), as idéias de Aristóteles estavam presentes entre todos que queriam aprender os fenômenos da natureza e exercitar o entendimento sobre eles. Isso aconteceu durante toda a Idade Média.

Esse exercício desenvolvia-se principalmente num plano além da concretude do mundo físico, estabelecido como estava na lógica, um poderoso instrumento de pensamento já conhecido dos gregos. O acesso ao plano dos fenômenos ocorria através dos sentidos elementares do ser humano, que orientavam seu pensamento por meio de uma relação natural com o fenômeno particular. Na ausência de instrumentos inanimados de mediação, a observação (numa dimensão empírica) era o principal mediador entre o sujeito e o fenômeno. Aliada à lógica (numa dimensão teórica), a observação natural sustentou na sua base empírica a metafísica no exercício de compreensão da natureza. (GIORDAN, 1999, p. 43).

Com respaldo no artigo de Giordan (1999), trataremos aqui de três pensadores importantes para o estudo da experimentação, considerados os fundadores da ciência moderna, e o surgimento de termos importantes que nos ajudarão no entendimento de conceitos que veremos posteriormente. Cada pensador deu suas contribuições, indo contra os pensamentos aristotélicos (nos

quais a experiência tinha base na observação natural) e podemos citar os pensamentos e métodos de cada um deles, mostrando como cada um contribuiu para o que conhecemos como método científico.

Francis Bacon, de acordo com Giordan (1999), defende e fundamenta o método indutivo, que se resume no processo de formular enunciados através de observações e coleta de dados que são contextualizados no experimento. Nesse método não existe contradição, as evidências empíricas devem estar de acordo com os seus enunciados genéricos.

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma que consiste em saltar das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, em se descobrirem os axiomas intermediários a partir desses princípios e da sua inamovível verdade. E outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade, esse é o verdadeiro caminho, porém ainda, não instaurados (BACON¹², citado por GIORDAN, 1999, p. 44).

Após Bacon, ocorreu uma separação com as práticas de investigação existentes que consideravam a natureza e o homem como algo divino, partindo basicamente do senso comum.

Ainda preocupado em formular uma metodologia científica precisa, René Descartes impôs à experimentação um novo papel, diverso do proposto por seu contemporâneo Bacon. Descartes considerava que o processo dedutivo — reconhecer a influência causal de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular — ganharia mais força na medida em que o percurso entre o enunciado geral e o evento particular fosse preenchido por eventos experimentais [...] (GIORDAN, 1999, p. 44).

Sobre os pensadores, o autor conclui com as ideias de Galilei Galileu, que defende a experimentação como o fator mais importante de se fazer ciência. A

partir dela houve um avanço para a compreensão dos fenômenos, apoiando-se em medidas instrumentais mais precisas.

Para Chassot (1996), no Brasil, a experimentação no Ensino Superior é descrita por três documentos históricos. São eles: o primeiro, *As normas do Curso de Filosofia*, que constavam no Estatuto da Universidade de Coimbra (1772); o segundo, *Sobre a maneira de ensinar Química*, texto escrito por Lavoisier por volta de 1790. Esse texto se transformou posteriormente em *O Traité*, que se transformou em livro texto das escolas militares brasileiras “para o ensino anterior à Universidade” (p.142). E o terceiro documento, é constituído pelas Diretrizes para a Cadeira de Química na Bahia elaboradas pelo Conde da Barca, em 1817.

Mas antes desse houve dois decretos importantes. O primeiro decreto oficial do Ensino de Química no Brasil foi em 6 de julho de 1810, com a criação da cadeira de Química na Real Academia Militar. Esse decreto deixava claras as pretensões de um ensino voltado principalmente aos aspectos utilitários, procurando saber, por exemplo, qual a quantidade de metais que entram nos minérios.

Logo após, o decreto de 25 de janeiro de 1812, que foi histórico para o Ensino de Química e, podemos dizer, também para a experimentação, já que mostra a grande ligação da Química com a mineralogia e a grande necessidade de realizar pesquisas sobre a extração de certas substâncias encontradas nos minérios. Surge então com esse decreto o primeiro laboratório químico-prático, trabalhando com uma Química exclusivamente analítica.

¹² BACON, F. *Novum organum. Aforismo XIX*. São Paulo: Editora Abril, 1988. (Coleção Os Pensadores). Orig de 1620.

Segundo Chassot (1996), as diretrizes determinadas pelo Conde da Barca, escritas no ano em que ele morreu, aos 63 anos, marcaram o Ensino de Química no Brasil, quando essa começou a ser reconhecida como ciência. O Conde já demonstrava suas preocupações voltadas para uma Química integrada à realidade. Esse decreto trouxe significativas contribuições para o currículo de Química do Brasil no Ensino Superior, mostrando a importância da Química para o progresso da medicina, farmácia, mineralogia, agricultura e artes.

São, porém, as instruções do Conde da Barca, (...) que nos permite fazer não só as melhores inferências sobre a situação do ensino de Química de então, mas encontrar algumas das orientações que se gostaria de ver imprimidas ao ensino, ainda hoje. Vale destacar que as **coisas do cotidiano, diferente de uma postura apenas utilitarista para o ensino**, não encontramos no texto lavoisierano e muito menos nas diretrizes coimbrãs. [grifo nosso] (CHASSOT, 1996, p.141). [grifo nosso]

Como podemos perceber, já naquela época o Conde se preocupava com um ensino voltado para o cotidiano, trabalhando de maneira realista para resolver os problemas sobre a economia do Brasil. O professor deveria explicar as dificuldades de construções dos fornos, estar atento ao trabalho nas minas de ferro e o estudo dos metais para que fossem aproveitados da melhor maneira possível. Além do que se ponderava pela necessidade de associar esses conhecimentos práticos aos da devida fundamentação teórica. Devemos lembrar que esses fatos estavam voltados para o Ensino Superior. Na visão de Chassot (1996), nesse caso o professor estaria desenvolvendo uma postura tutorial.

Mas essas preocupações foram esquecidas, transformando posteriormente o Ensino de Química em um ensino “livresco e fundamentalmente reorientado para um humanismo retórico” (CHASSOT, 1996, p. 141).

É importante ressaltar que, de acordo com esses fatos históricos e as reformas educacionais propostas pelos governos, haviam várias referências ao uso da experimentação no ensino também no Ensino Básico, mais precisamente no 2º grau, hoje Ensino Médio.

De acordo com Almeida Jr. (1980), no início do período republicano, o Ministro da Instrução, Benjamin Constant, realizou a primeira reforma da educação, promulgada em oito de novembro de 1890. Ele propôs para o 2º grau (atualmente Ensino Médio) um currículo com uma ordem lógica de *Augusto Comte*, em um curso de sete anos, marcando, assim, a “ruptura com a antiga tradição do ensino humanístico” (p. 55).

À parte a polêmica sobre o processo de evolução do pensamento científico, podemos identificar, ainda no pensamento de Comte, os prejuízos que a transposição cega, irrefletida, do método científico e o papel atribuído à experimentação nesse tratamento reservam às práticas da educação científica. Comte, ao desprezar a teologia e a metafísica, refuta o exercício da busca das causas geradoras dos fenômenos, por acreditar que somente a experimentação pode oferecer a medida de força para as explicações positivas. Priorizando analisar com exatidão as circunstâncias da produção de explicações positivas, Comte¹³ adota o rigor empírico como fundamento da prática científica e propõe vincular essas explicações, mediante relações normais de sucessão e similitude. (GIORDAN, 1999, p. 45).

Segundo Almeida Jr.(1980), várias críticas foram feitas em relação a essa reforma, como a falta de implicações experimentais, o grande número de disciplinas, chegando a um total de 36 disciplinas diferentes, o caráter preparatório para o ensino superior. Tentando diminuir esses problemas gerados, surge um projeto de lei do Congresso Nacional, de setembro de 1903, que aponta para a

¹³ COMTE, A. *Curso de Filosofia positiva. Coleção Os Pensadores, Editora Abril, São Paulo. 1983. Orig. 1842.*

necessidade de os Institutos Oficiais se equiparem com laboratórios e material adequado para aulas práticas de ciências:

Art.2º - § 3º - possuir mobiliário escolar de acordo com as exigências pedagógicas, laboratórios e gabinetes completos para o **ensino prático** das ciências.

Art. 6º - § 10º - reclamar perante o diretor o provimento dos laboratórios e gabinetes de forma a satisfazerem as exigências do **ensino experimental**. (ALMEIDA JR, 1980, p. 58). [grifo nosso]

Essas mudanças e adaptações se faziam necessárias para que os institutos fossem reconhecidos e poderiam, assim, receber privilégios e direitos equivalentes ao Ginásio Nacional (antigo Colégio de Pedro II). Então, pode-se constatar que os órgãos oficiais reconheciam a importância da integração das atividades experimentais nas aulas de Química, mesmo que na realidade isso não acontecesse. (ALMEIDA JR, 1980).

Nardi (2005) relata também a importância do uso da experimentação no ensino, quando se refere à criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Durante a década de 40, esse instituto apoiou várias atividades de ensino como: feiras de ciências, museus e clubes de ciência.

1.8.2 Características do ensino experimental

Segundo Rosito (2003, p.197), a experimentação é essencial para um bom Ensino de Ciências, as atividades experimentais melhoram a relação professor – aluno e também o aprendizado.

Por exemplo, o fenômeno da dissolução de um sólido colorido em água não desperta muita atenção quando apresentado isoladamente, apenas como uma informação, mas se planejado como parte de uma atividade experimental, este fenômeno pode se apresentar com vários detalhes interessantes para o aluno. (ROSITO, 2003, p.197).

De acordo com Silva e Zanon (2000, p. 120), não podemos afirmar que a utilização de experimentos irá assegurar uma aprendizagem significativa. Ainda se usa muito a prática para comprovar uma teoria, ou vice-versa, ainda se vê a experimentação com focos extremamente simplistas, muitos professores acham que o aluno deve manipular e ver com seus próprios olhos, sem uma interação cognitiva. É importante que sejam discutidas expressões como estas e se perceba a verdadeira função do professor, que ele seja um mediador para fazer interferências indispensáveis aos processos de ensinar-aprender ciências para promover o conhecimento significativo.

A prevalência dessa visão de que a ciência está na realidade, a espera de ser descoberta é um indício de que o empirismo-indutivismo é amplamente dominante, nos contextos das escolas, em detrimento a valoração da capacidade criadora do sujeito que se transforma ao transformar/criar o real colocado em discussão. (SILVA E ZANON, 2000, p. 121).

Segundo Axt (1991), não é possível que o aluno descubra sozinho uma base experimental, é necessário que ele tenha algum tipo de orientação, com propostas que o levarão no caminho esperado. Segundo Ausubel¹⁴ (citado por AXT, 1991, p. 80) “a aprendizagem pela descoberta será efetivada só na medida em que a situação de aprendizagem esteja muito estruturada, simplificada e competentemente programada”. A aprendizagem do aluno poderá ser estimulada se ele participar de situações problemas, diante de situações que ele não poderá explicar com sua concepção.

Essa nova perspectiva da experimentação, de facilitar a reformulação conceitual, precisa ser difundida entre os professores e deve ser explorada mais amplamente, porque os resultados das

¹⁴ Ausubel, D.P. e colaboradores. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1981.

pesquisas educacionais demoram muito para chegar até a aplicação em aula. (AXT, 1991, p.82).

Mas atualmente há uma tendência forte de as mudanças chegarem mais rápido, pois as pesquisas estão sendo difundidas e há um grande avanço na formação continuada dos professores na área de ensino de ciências.

Rosito (2003) argumenta que as atividades experimentais não podem ser trabalhadas de forma separada das aulas teóricas, das discussões em grupo, trabalho em equipe, etc. A atividade experimental realizada sem integração de uma fundamentação teórica e sem reflexão não passa de comprovação da teoria na prática.

Segundo Rosito (2003), a compreensão efetiva de uma teoria não acontece sem embasamento experimental. Isso não quer dizer que todas as aulas necessitem de experimentos, até porque alguns conceitos não podem ser construídos através de experimentos realizados nas escolas, devido à estrutura e gastos que necessitariam. Esperamos encontrar outras maneiras de se trabalhar ativamente os conceitos, por exemplo, por meio da construção de tabelas, gráficos, e pelos dados coletados de experimentos realizados por outras pessoas.

Então com o estudo da experimentação, podem-se apontar as concepções do professor sobre o que se ensina, o que significa aprender, o que é ciências e, sendo assim, o papel atribuído a experimentação adquire diferentes significados.

Segundo Hodson (1994), é importante também saber o que se pretende do uso das atividades experimentais com nossos alunos:

1. O trabalho em laboratório motiva os alunos? Existem outras formas alternativas melhores para motivá-los?
2. Os alunos adquirem as técnicas de laboratório a partir do trabalho prático que realizam na escola? A aquisição dessas

técnicas é positiva sob um ponto de vista educativo?

3. O trabalho de laboratório ajuda os alunos a compreender melhor os conceitos científicos? Existem outros métodos mais eficazes para consegui-los?

4. Qual é a imagem que adquirem os alunos sobre a ciência e a atividade científica ao se trabalhar em um laboratório? Realmente essa imagem se ajusta a prática científica habitual?

5. Até que ponto o trabalho científico que é realizado pelos alunos pode favorecer as denominadas atitudes científicas? São estas necessárias para praticar o correto exercício da ciência? (HODSON, p. 300. 1994).

O ensino de ciências e as atividades práticas, incluindo a experimentação, desempenham um papel fundamental, pois possibilitam aos alunos uma aproximação do trabalho científico e melhor compreensão dos processos que acontecem nas ciências. A aula teórica e os experimentos devem se tornar um complemento.

A experimentação pode ser desenvolvida dentro de diferentes concepções: demonstrativa, indutivista-empirista, dedutivista-racionalista e construtivista, segundo Moraes (1998).

Demonstrativa - Propõe atividades práticas voltadas para a demonstração de verdades definidas consideradas absolutas.

Empirista-dedutivista – As leis são definidas por indução, partindo de observações objetivas e neutras. Rosito (p. 201, 2003) ressalta que o ensino orientado dentro dessa concepção pode “desvalorizar a criatividade do trabalho científico”, induzindo os alunos a acreditar que os conhecimentos científicos são “verdades definitivas”, não deixando margem para opiniões diferentes.

Dedutivista-racionalista – Segundo Moraes (1998), também pode ser chamado de hipotético-dedutivo (partindo-se de uma hipótese). Ao contrário da concepção citada acima, não iniciaria o experimento a partir de uma observação neutra e objetiva da realidade, mas sim a partir de uma teoria, da razão. Toda

observação e experimentação devem partir de uma teoria. Rosito (2003) acrescenta que o conhecimento científico é sujeito a transformações, derivado de uma construção humana sujeita a alterações que possam compreender melhor a realidade.

Na concepção Construtivista, de acordo com Rosito (2003), os experimentos são desenvolvidos na forma de problemas ou testagem de hipóteses, há uma tendência para atividades interdisciplinares, envolvendo o cotidiano do aluno. Segundo Moraes (1998), as atividades são organizadas levando-se em consideração o conhecimento que os alunos já possuem, o conhecimento será construído por meio da interação sujeito-ambiente:

Interação implica ação do sujeito sobre a realidade. Construir, portanto, significa que o sujeito, para adquirir conhecimentos, necessita interagir com pessoas, com outros seres vivos e também com objetos, sejam eles concretos, sejam simbólicos. Ou seja, acontece uma interação entre o sujeito e o objeto do seu conhecimento. (MORAES, 1998, p. 35).

Para Moraes (1998), a experimentação na visão construtivista é denominada por atributos, atitudes e valores. Caracteriza-se por vários fatores que precisam ser considerados e utilizados:

- conhecimento prévio dos alunos;
- diálogo entre professores e alunos, importante também para se acompanhar e avaliar os alunos;
- solução de problemas, a relação dos conteúdos com o conhecimento prévio dos alunos derivados do cotidiano e das vivências dos alunos. Esse atributo necessita uma abordagem diferenciada com um trabalho interdisciplinar que envolve atitudes e valores que serão construídos.

É preciso promover e incentivar atitudes e habilidades questionadoras, promover autonomia dos alunos, valorizar a cooperação e o trabalho em grupo, direcionando assim, à compreensão dos fatos e não meras comprovações. (MORAES, 1998).

De acordo com as concepções citadas acima, percebemos a importância da experimentação trabalhada de forma reflexiva, ou seja, a concepção construtivista, que valoriza a capacidade dos alunos em apropriar-se dos conhecimentos necessários para sua vida.

O importante é sabermos que a ciência não deve ser tratada como um pacote de conteúdos que serão reproduzidos de maneira mecânica, sem interferências dos problemas e das formas como se vê o mundo. Assim, não é correto reduzir a prática aos experimentos realizados em sala sem considerar as relações com a prática dos fatos vivenciados fora da escola.

Ao se trabalhar a experimentação como estratégia dinâmica, poderemos estimular a atividade cognitiva e o desenvolvimento de valores do aluno para a vida em sociedade.

De acordo com as Orientações curriculares Para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), é importante considerar que somente a experimentação não irá promover o conhecimento químico significativo, mas poderá desenvolver a vida em sociedade. Através do diálogo entre conhecimentos teóricos e práticos que interessem os alunos durante sua formação,

É essencial que as atividades práticas, em vez de se restringirem aos procedimentos experimentais, permitam ricos momentos de estudo e discussão teórico / prática que, transcendendo os conhecimentos de nível fenomenológico e os saberes expressos pelos alunos, ajudem na compreensão teórico - conceitual da situação real, mediante o uso de linguagens de modelos explicativos específicos que, incapaz de serem produzidos de forma direta, dependem de interações fecundas na

problematização e na (re) significação conceitual pela mediação do professor. Isso supera a visão do laboratório que funciona como mágica, ou como descoberta da verdade válida para qualquer situação. As teorias, sempre provisórias, não são encontradas (descobertas) na realidade empírica. São isso sim, criações e construções humanas, e, por isso, sempre históricas, dinâmicas, processuais, com antecedentes, implicações e limitações. (BRASIL, 2006, p. 124).

Tanto se discute sobre o assunto experimentação, como também tem aumentado bastante o número de pesquisas nessa área. De acordo com Tunes e colaboradores (1999), existem duas possibilidades para se enfrentar os problemas relacionados com a experimentação. A estruturação e o melhoramento dos cursos de licenciatura podem resultar avanços em longo prazo. A união da universidade com a escola da educação básica estabelece uma aproximação maior entre professores de vários níveis de ensino.

Segundo Tunes e colaboradores (1999), atualmente a integração universidade e escola é uma das formas de orientar os professores para melhorar ensino,

Todavia, é preciso cautela para que a universidade não assuma para si a tarefa de interferir diretamente sobre as condições institucionais e administrativas da escola. Conforme a nossa visão, caberia à universidade a promoção de oportunidades para os professores do ensino fundamental e médio agirem como atores sociais na transformação de suas próprias condições de trabalho. Logo, a alternativa de estratégia que nos parece politicamente mais adequada e, talvez, pedagogicamente mais eficaz, é a de atuar no nível das condições do próprio professor, na perspectiva de que este possa vir a ser o agente de mudanças. Por exemplo, um trabalho junto ao professor, fornecendo-lhe uma espécie de assessoria para modificar algumas condições sobre as quais ele pode intervir. Essa atitude tem o mérito de não ser paternalista, não fazer as coisas pelo professor, e, ao mesmo tempo, superar seu conformismo diante da falta de alternativas. (TUNES E COLABORADORES, 1999, P. 61).

De acordo com a autora, a maioria dos estudos e pesquisas realizados admite que uma maior interação das universidades com o ensino básico é

necessária e permitirá diminuirmos um pouco as deficiências no ensino experimental.

1.8.3 Contextualizando a experimentação

Maldaner (2003) considera essencial superar propostas do ensino de Química que focalizem sua abordagem em conteúdos descontextualizados, através de conhecimentos já pré-determinados. Para que aconteçam avanços na ciência, em específico a Química, é preciso trabalhar a capacidade de se resolver problemas. Atualmente o conhecimento químico possibilita a inserção da sociedade em um contexto altamente tecnológico e uma interferência no curso das relações sociais, econômicas e ambientais.

O uso da experimentação no ensino ajuda o aluno a aprender através das relações dos saberes teórico-práticos que se encontram no conhecimento escolar em ciências. No entanto, para Silva e Zanon (2000), existe uma falha no ensino experimental que não está cumprindo com esse papel no ensino de ciências. Conforme as autoras, os obstáculos encontrados estão associados à carência de embasamento teórico dos professores, aliada à desatenção ao papel específico da experimentação nos processos da aprendizagem.

Ainda segundo as autoras, esses obstáculos dificultam a possibilidade de construção do conhecimento dos alunos e suas relações sociais, a conseqüência são atividades experimentais superficiais, mecânicas, repetitivas e descontextualizadas. Mas a função do professor no ensino experimental está relacionada com o uso de uma postura diferente sobre como ensinar e aprender ciências, com o objetivo de ajudar o aluno a explorar, desenvolver e modificar idéias, e não de desprezá-las ou renunciá-las.

Não adianta realizar atividades experimentais se essas não possibilitarem uma discussão entre a teoria, que vai além do conhecimento de nível macroscópico, e os saberes cotidianos dos alunos.

As aulas experimentais não podem ter como foco apenas os procedimentos experimentais com a finalidade única de elaborar um relatório que levará em consideração somente os procedimentos, materiais usados e observações, mas sim trabalhar a utilização de explicações e significações no nível conceitual. Tais explicações precisam de orientações do professor para que possam ser desenvolvidas pelos alunos de maneira satisfatória.

Hodson (1994) destaca a importância de uma metodologia adequada a aulas experimentais. Estudos do autor revelaram que entre os resultados de aulas expositivas, aulas práticas com demonstração e aulas práticas com realização de experimentos pelos alunos não haveria diferença alguma se não houvesse situações de investigação propostas nas aulas experimentais. Isso significa que, mais do que opção por aulas práticas, mais do que a existência ou não de laboratórios de ensino, o problema central está na metodologia empregada nas aulas práticas.

1.8.4 Os três níveis de conhecimento – macro, micro e representacional

De acordo com Machado (2004), o conhecimento químico deve ser dividido em três aspectos do conhecimento: macroscópico ou fenomenológicos, microscópico ou teórico e representacional.

Para Machado (2004), os aspectos fenomenológicos do conhecimento químico fazem parte da dimensão macroscópica. “Tópicos do conhecimento passíveis de visualização concreta, bem como de análise ou determinação das propriedades dos materiais e de suas transformações” (p.164).

Conforme Mortimer e colaboradores (2000), os aspectos macroscópicos estão relacionados com os fenômenos concretos, que vemos no laboratório como, por exemplo, as mudanças de cores e de estados de agregação. Por outro lado, existem também transformações químicas vistas no nosso dia-a-dia, como reações de mudança na cor quando se tingem o cabelo.

A parte experimental está intimamente ligada ao aspecto macroscópico, ou seja, aos fenômenos visíveis. Mas isso não quer dizer que esses aconteçam somente em um laboratório, podem ocorrer fenômenos interessantes nas atividades sociais dos alunos que serão materializados como fenômenos químicos possíveis de serem observados e analisados.

Ainda na visão de Machado (2004), são as relações sociais que mostram que a química está na sociedade, no ambiente. A abordagem do ponto de vista fenomenológico também contribui para promover habilidades específicas como analisar resultados etc. E isso é muito importante para o aluno compreender os fenômenos e dar significação química a eles.

Trabalhar com o nível dos fenômenos pode ser então uma oportunidade de possibilitar a circulação de sentidos que se referem à forma específica de elaboração do conhecimento químico no que diz respeito ao fazer, às manipulações, ao movimento de tentar abarcar o funcionamento do mundo tendo em vista fatos químicos. Mas, para a construção de uma forma química de falar/pensar sobre o mundo a abordagem do nível dos fenômenos não é suficiente. É fundamental que passemos às causas escondidas. (MACHADO, 2004, p. 167).

Já o nível microscópico tem a função de explicar e fazer previsões relacionadas com os fenômenos que estão no nível macroscópico. De acordo com Machado (2004, p. 167), relacionam-se às informações de natureza atômico-molecular, envolvendo explicações baseadas em modelos abstratos que incluem

entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.

Se nossa intenção é lidar com o nível explicativo dos fenômenos, temos de recorrer ao nível teórico, aos modelos e às suas representações. Entretanto, para que a interpretação do fenômeno ou resultado experimental faça sentido, é desejável manter uma tensão entre teoria e experimento, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre os dois aspectos (MACHADO, 2004, p. 168).

Segundo Machado (2004), o nível representacional deve considerar a relação pensamento-linguagem. Com a ajuda de algumas palavras de Vygotsky (1987), podemos compreender um pouco mais sobre essa relação:

A relação entre o pensamento e a palavra não é uma coisa, mas um processo, um movimento contínuo de vaivém do pensamento para a palavra, e vice-versa. Nesse processo, a relação entre o pensamento e a palavra, passa por transformações que, em si mesmas, podem ser consideradas um desenvolvimento do sentido funcional. O pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir. Cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas. Cada pensamento se move, amadurece se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema. Esse fluxo de pensamento ocorre como um movimento interior através de uma série de planos. (VYGOSTSKY, 1987, p.108).

Para Machado (2004), são muito importantes as inter-relações entre a linguagem e o mundo dos fenômenos e teorias. Esta relação mundo-linguagem-pensamento é uma questão epistemológica essencial para a apropriação do conhecimento nas aulas de Química. A linguagem química não é importante apenas porque vai registrar o fenômeno, mas sim porque irá configurar os limites e as possibilidades de certo lugar de observação desse fenômeno.

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos

jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento (DRIVER E COLABORADORES, 1999, p.36).

Segundo Mortimer (1998), trabalhar em uma perspectiva dialógica não significa apenas dar “voz” ao aluno e à aluna, mas sim dar valor à linguagem cotidiana e dos contextos sociais e tecnológicos na apropriação do conhecimento científico. Isso não quer dizer que uma aula expositiva não seja dialógica, a partir do momento em que se trabalham as concepções prévias dos alunos. “Essa perspectiva também se aplica à atividade experimental, que pode, dessa maneira, ser caracterizada como um diálogo entre a teoria e a prática” (p. 117).

Machado afirma que aula de química é espaço dialógico: “interrogar, escutar, responder, concordar etc., é participar todo e com toda a sua vida: com os olhos, os lábios, as mãos, a alma, o espírito, com o corpo todo, com as suas ações” (p.182). Essa participação ajuda a realizar uma leitura de mundo diferente, entendendo as diferenças que existem no modo de aprender.

No aspecto representacional, segundo Mortimer (2000), os conteúdos químicos estão agrupados para compreender as informações relacionadas à linguagem química como: fórmulas, equações químicas, representações de modelos etc. É muito comum e intenso ainda o enfoque maior e quase generalizado dos aspectos representacionais, nos currículos tradicionais e nos livros didáticos.

Machado (2004) afirma que, quando os fenômenos não são trabalhados em sala, os alunos acreditam que as fórmulas, equações e modelos são reais. Por

isso, para um bom entendimento, é necessário trabalhar com os três aspectos de maneira equilibrada. A apropriação do conhecimento acontece sempre quando a relação teoria-experimento, pensamento e realidade estão em sintonia, porque as atividades experimentais precisam ser analisadas.

Ainda que o aluno não conheça a teoria científica necessária para interpretar determinado fenômeno ou resultado experimental, ele o fará com suas próprias teorias implícitas, suas idéias de senso comum, pois todo processo de compreensão é ativo.

Gil-Perez e colaboradores (2005) defendem a utilização de propostas que valorizam o envolvimento ativo do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Esse método investigativo tem se mostrado eficaz no desenvolvimento de aspectos da educação científica, já que os alunos participam ativamente das atividades, favorecendo o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, e discussão.

Segundo Hodson (1994), o trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, comparando-as com a ideia científica, pois só assim elas terão papel importante no desenvolvimento cognitivo.

De acordo com Suart e Marcondes (2008), quando se utiliza da experimentação, ela deverá vir acompanhada de uma investigação, para que as aulas se tornem mais significativas para o desenvolvimento lógico dos alunos, desenvolvendo, assim, a capacidade de relacionar dados empíricos com os dados teóricos.

De acordo com Francisco Jr. e colaboradores (2008), à medida que o aluno formula e reformula suas ideias, ele se tornará mais crítico, atingindo assim

um desenvolvimento pessoal significativo, relacionando observações experimentais com o diálogo.

O ensino de Química, quando é trabalhado apenas de forma teórica, não favorece uma aprendizagem real e significativa. Assim, a realização de experimentos com metodologias investigativas, ou o uso de observações cotidianas das transformações ocorridas no ambiente, quando bem orientadas, conduzem a uma apropriação de conceitos e estabelecimento de princípios, levando o aluno a um preparo autêntico em sua formação.

2. O PAPEL: TEMA DE UM PROJETO DE ENSINO

Através do papel, torna-se possível o homem registrar sua história, relatar as diferentes formas culturais existentes no mundo e, acrescenta Bernd (1994), através da utilização do papel, é possível detalhar várias outras coisas, a que geralmente não damos valor, nem percebemos. Através dele a humanidade conta sua história, escreve as diferentes formas de sua cultura. É possível escrever um edito real ou uma sentença judicial, mas também podemos perceber a emoção de uma carta de amor. Da leveza dos origamis japoneses à banalidade do papel de embrulho, da simplicidade de um caderno escolar e da beleza das peças produzidas pela mão do artista à rapidez da notícia de jornal. Com a descrição de tudo isso, percebemos a importância do papel, décadas atrás e atualmente, sua função continua a mesma. Apesar de todo avanço tecnológico, esse suporte ainda não foi substituído devido a sua grande utilização e a sua ligação com o homem na vida cotidiana (BERND, 1994). Os tópicos descritos nesse capítulo são uteis para um melhor embasamento teórico na elaboração do material proposto.

2.1 A História do papel

Segundo Hunter (1957), a evolução do homem através dos tempos pode ser dividida em três fases, sendo que cada um dos períodos de transição se estende durante centenas ou até mesmo milhares de anos. Essas fases podem ser classificadas em três grandes categorias: fala, desenho e impressão.

2.1.1 Surgimento dos suportes e a necessidade da escrita

Por meio da tradição oral, relata Gatti (2007), o homem pôde transmitir suas culturas, sua história, seus hábitos, crenças e conhecimentos, podendo preservar a história com base na memória. “Esse sistema, porém, era restrito às elites religiosas e/ou monárquicas, e havia complexos sistemas de seleção dos contadores de histórias e lendas. As formas utilizadas para memorização eram basicamente por meio de poesias ou canções” (Gatti, 2007, p. 11).

Roth (1983) afirma que o homem descobriu sua capacidade de desenhar quando “rabiscou alguma coisa na areia, usando seu próprio dedo” (p. 9). A capacidade do homem em rabiscar e desenhar aumentou sua capacidade intelectual em relação à utilização somente da fala, pois os símbolos exigiam muita criatividade e imaginação, sentindo assim a necessidade cada vez maior de registrar seu conhecimento para uma permanência duradoura ao longo da história.

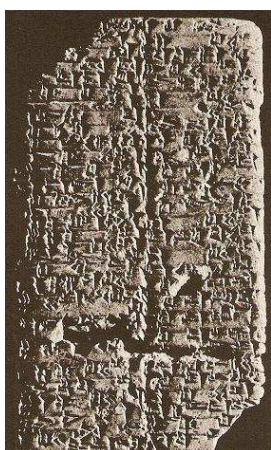
Os mais antigos rastros deixados pelo homem que comprovam sua tentativa de registrar idéias são as pinturas nas cavernas produzidas no período Paleolítico Superior. É desconhecida a verdadeira causa de seu aparecimento. Entre as muitas teorias que procuram explicá-la, a mais plausível supõe que tais imagens não passavam de alguma forma de magia através da qual o homem acreditava adquirir poderes sobre o objeto representado. Nos cinco mil anos seguintes, uma vasta gama de materiais foi utilizada como suporte para a escrita. (ROTH, 1983, p. 10).

Segundo Roth (1983), a evolução do homem está interligada com a evolução da escrita, podendo perceber essa relação com sinais de progresso paralelos em civilizações diferentes. Os suportes são os materiais utilizados para escrita, para o registro de informações, desenhos, símbolos e figuras. Acredita-se que a pedra foi o primeiro suporte para a escrita, usada amplamente em 6500 a.C.

pelos egípcios que registraram passagens da história em seus imensos obeliscos (monumentos de pedra).

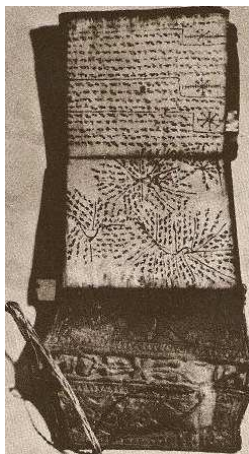
Mas, de acordo com Gatti (2007), o Egito desenvolveu sua escrita própria, a escrita hieroglífica¹⁵, da Babilônia e da Índia. Devido ao poder religioso dos hindus e brâmanes na Índia, a tradição oral foi mantida durante muito tempo.

A evolução da escrita foi dividida em vários momentos, segunda a autora Gatti (2007). Primeiramente, a escrita “pictográfica”, representada por signos que são compreendidos entre os povos e estabelecidos por convenções culturais dos mesmos. Em seguida, a escrita evoluiu para a escrita ideográfica, com a evolução dos signos em símbolos mais complexos e necessitava de compreensão, “o que podemos considerar como a criação do primeiro dicionário” segundo Gatti (2007, p. 14). E a escrita fonética foi a última a surgir, sendo conhecida por nós como o início do alfabeto, essa foi uma grande revolução da escrita, facilitando e difundindo o processo de leitura e escrita.



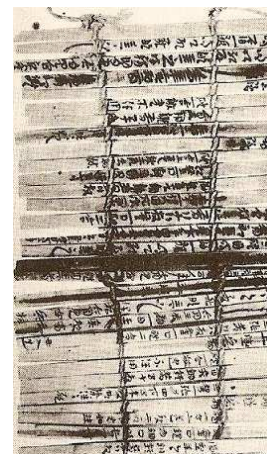
**FIGURA 1. Lâmina de barro
Um “livro” sumério**

FONTE: (ROTH, 1983, p. 11)



**FIGURA 2. Casca de árvore
Foi um suporte para escrita
na Ásia**

FONTE: (ROTH, 1983, p. 14)



**FIGURA 3. Bambu
Muito importante para os
egípcios**

FONTE: (ROTH, 1983, p. 18)

¹⁵ Em grego significa escrita sagrada. ASIMOV, Isaac. *Cronologia das Ciências e das Descobertas*. Ed. Civilização Brasileira. 1993, p. 71.

De acordo com Asunción (2002), durante a evolução das civilizações, tornou-se importante e necessária a utilização de um material mais leve, de fácil armazenamento e transporte. Gatti (2007) afirma que na China os livros eram feitos com conchas e cascos de tartaruga e posteriormente em bambu e seda. Estes dois últimos antecederam a descoberta do papel. As matérias-primas mais próximas do papel foram o papiro e o pergaminho (Hunter (1957), Asunción (2002), Gatti (2007)).

Acompanhando o desenvolvimento da inteligência humana, as representações gráficas foram se tornando cada vez mais complexas, passando desse modo a significar idéias. Este desenvolvimento, ao permitir, também, um crescente domínio da circunstancia através de utensílios por eles criados, levou o homem a desenvolver suportes mais adequados para as representações gráficas. Com esta finalidade, a História registra o uso de tabletes de barro cozido, tecidos de fibras diversas, papiros, pergaminhos e, finalmente, papel. (D'ALMEIDA, 1988, p. 1).

2.1.2 Precusores do papel

O suporte denominado papiro (devido ao nome da planta utilizada como matéria-prima) foi inventado pelos egípcios e, mesmo sendo muito frágil, milhares de documentos feitos com o papiro chegaram até nós. O pergaminho era muito mais resistente, pois se tratava de pele de animal, geralmente carneiro, bezerro ou cabra, e tinha um custo muito elevado.



FIGURA 4. Papiro (*Cyperus papyrus*)

FONTE: A autora

Segundo Asunción (2002), por volta de 3.200 a.C., os egípcios começaram a usar como suporte o Papiro (*Cyperus papyrus*), planta aquática que cresce nas margens de alguns rios africanos, principalmente o rio Nilo, cujos colmos podem atingir até seis metros de altura. O miolo fibroso da planta era cortado longitudinalmente em tiras, as quais ficavam dispostas em camadas perpendiculares, para serem prensadas e daí então libertarem a seiva que servia para uni-las e formar uma só folha, depois eram polidas e alisadas com marfim ou conchas até obterem um laminado cuja superfície servia para a escrita.

Segundo Roth (1983), a utilização do papiro entre os gregos, romanos e povos vizinhos foi tão grande e veloz que o governo do Egito, com medo que o papiro se esgotasse, proibiu sua exportação no século II, começando a partir daí a busca por novos materiais para sua substituição e não demorou muito para o surgimento de uma alternativa, o pergaminho.

Katzenstein (1986, p.178) acrescenta que o papiro foi utilizado como material de escrita por 3.500 anos e no Egito teve sua melhor qualidade. No século XI, foi substituído pelo pergaminho e pelo papel. Atualmente, na Etiópia, há barcos feitos de papiro, e, no Egito, sua produção foi reativada como atração turística.

O pergaminho, segundo Roth (1983) e Gatti (2007), é obtido da pele de animais como cabras, carneiros e vitelos (animais recém-nascidos ou ainda por nascer). Roth (1983) descreve que o tratamento da pele era feito com um raspador que retirava dela os resíduos de gordura e carne; em seguida, a pele era imersa em água com cal, deixava-se secar ao ar livre, depois, esfregava com gesso e alisava. Gatti (2007) relata que o pergaminho foi inventado ou aperfeiçoado pelos persas durante o reinado de Eumenes II (197 a.C – 159 a.C.)

de Pérgamo, aproximadamente em 200 a.C., com o objetivo de concorrer com o papiro.

Devido a sua durabilidade, o pergaminho teve grande importância como material de escrita desde a antiguidade. Devido à qualidade do material, o pergaminho ainda hoje é utilizado como suporte para alguns documentos.

A utilização do pergaminho foi muito ampla e a biblioteca de Pérgamo chegou a contar com mais de duzentos mil volumes. Era utilizado pelos reis com intuito de escrever as leis e as respostas dos oráculos. Asunción (2002) descreve uma curiosidade interessante, que Cícero afirmava ter visto escrita A Ilíada de Homero num pergaminho que se guardava na casca de uma noz.

Afirma Asunción (2002) que as folhas eram feitas somente nos mosteiros. O pergaminho manteve uma forte concorrência com o papiro por um longo período, pois seu custo era elevado e esse motivo fez diminuir sua produção. Mas a sua durabilidade e funcionalidade foram algumas de suas qualidades mais importantes para sua larga utilização, apesar de suas desvantagens, uma delas a de precisar de 300 carneiros para a impressão da Bíblia de Gutenberg¹⁶. Mas as invasões árabes que aconteceram no Egito e a grande exploração dos campos de cultivos de papiro ajudaram no triunfo do pergaminho.

O nome que recebeu o pergaminho durante o seu longo período de desenvolvimento foi o de *charta pergamena*. O instrumento de escrita era, tal como para o papiro, o *calamus*, e para apagar usava-se o *rasorum novacula*. As cartas mais antigas têm a forma de rolo, e só no séc.V aparecem as folhas modernas em forma de caderno escritas nas duas faces. O problema mais importante do pergaminho era o abastecimento: era necessário muito gado para abastecer as bibliotecas. Por este motivo, chegou-se mesmo a reciclar *chartas*, lavando-as e raspando-as; trata-se dos códigos *rescripti* ou *palimpsestos*. Hoje em dia mediante raios ultravioleta,

¹⁶ Inventor da imprensa.

podemos ler os documentos originais que se escondem nos códigos reutilizados. (ASUNCIÓN, 2002, p. 12).

De acordo com Roth (1983), os materiais usados como suporte eram bem diferentes no Oriente. Os bataks, nativos da Sumatra, usavam fatias de bambu emendadas, como uma esteira costurada com cipó, parecendo um livro que atualmente conhecemos.

Na Índia e no Ceilão, os nativos usavam folhas de palmeira, em tamanhos uniformes amarradas com couro, escreviam com um instrumento de ponta dura, e em seguida, a escrita era preenchida com uma pasta negra para os símbolos ficarem legíveis. Vários livros sagrados foram escritos com esse método e essa técnica é preservada até os dias atuais.

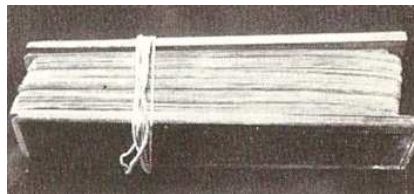


FIGURA 5. Livro feito com folhas de palmeiras amarradas

FONTE: (ROTH, 1982, p. 07)

Roth (1983, p. 13) descreve que “[...] foi justamente o extenso uso de folhas de árvores na manufatura de livros, em outras épocas, que consagrou o termo “folha” para designar as páginas de nossos livros.

De acordo com Gatti (2007) e Roth (1983), na América pré-colombiana povos como Polinésia, Havaí, Nova Guiné, Java, Astecas e Maias utilizavam desde a pré-história entrecascas de árvores da amoreira (*Morus Alba L. Morus nigra L.*), que ficou conhecida como tapa. Roth (1983) ressalta que, ao contrário do papiro e pergaminho, ela tinha um significado espiritual para esses povos.

Segundo o autor, era feito um material de cascas de vidoeiro (*Betula Alba L.* e *Betula nigra L.*) com o qual os maias escreviam e construía m códices e era

conhecido com huun. Depois os astecas trocaram as cascas de videeiro por cascas de figueira (*ficus sp.*) e passaram a chamar de amalt.

Quando os espanhóis chegaram, encontraram centenas de documentos escritos em hieróglifos, com informações sobre astrologia, geografia e a vida de pessoas ilustres. Apenas três códices sobreviveram à fúria dos conquistadores, que sob comando de Diego de Lande, atearam fogo a tudo. (ROTH, 1983, p. 15).

Asunción (2002) descreve que o amalt já era fabricado pelos astecas que exigiam como tributo dos povos subjugados o pagamento em resmas desse papel. O papel atual mais parecido com amalt é chamado papel amate. Atualmente esse papel é fabricado pelos índios Otomi de San Pablito, na Serra de Puebla, no sudoeste do México. Os índios Otomi fabricam o papel amate de forma idêntica há mais de quinhentos anos e esse conhecimento perpassa através de várias gerações dos índios Otomi, no México.

Os povos submetidos à dominação asteca pagavam pesados impostos na forma de amalt. Os livros astecas, ilustrados com engenhosos sistemas de pictogramas e conhecidos como tonalamalt, foram assumindo formas mais e mais elaboradas, tornando-se elementos fundamentais nessa civilização indígena,. Além de suporte para o registro do conhecimento, o amalt tinha a missão de aplacar a ira dos deuses; desta forma, tornava-se um instrumento de poder que perpetuava a força das classes dominantes através de sacerdotes, manipuladores das graças divinas, proteção e salvação buscadas pelos astecas nas cerimônias sagradas. (ROTH, 1983, p. 23).

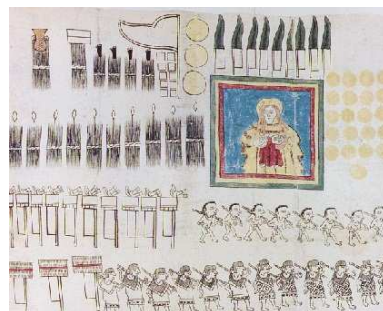


FIGURA 6. Tonalamalt, suporte dos engenhosos hieróglifos dos astecas
FONTE: (ROTH, 1983, p. 22)

De acordo com Roth (1983), na China foi exercida “a arte da caligrafia” com pincel de pêlo, surgido em 250 a. C., cujo inventor foi o sábio Meng T’ien. Os chineses passaram a usar a seda como suporte de escrita. Era um material que mais se adaptava a escrita ideográfica e era “apropriado às delicadas pinceladas do calígrafo” (p. 17).

A seda foi um suporte que antecedeu o papel na China, era banhada em cola e em seguida era polida para adquirir uma superfície para ser escrita, enrolada, lisa e macia. Mas, afirma Gatti (2007), que o processo de sua produção é difícil e dispendiosa, e sua principal utilização era o vestuário. Como surgiram várias necessidades comerciais os Chineses começaram a procurar outros suportes, levando-os à descoberta do papel.

A escrita sobre a superfície da seda com pincel de pêlos foi um passo decisivo para a divulgação da caligrafia. Suas vantagens sobre as lâminas de madeira e os estiletos de bambu eram inúmeras, apesar do alto custo envolvido na produção da seda, destinada principalmente ao vestuário. A seda foi, para muitos, uma das primeiras matérias-primas utilizadas pelos chineses na fabricação de papel, crença explicada em parte pelo fato de o ideograma representativo da palavra papel ter em sua composição o radical que designa a seda. (ROTH, 1983, p. 24).

Os suportes que antecederam o papel tinham características em comum, a complexidade na produção, também tinham peso e volume elevado, dificultando transporte e armazenagem. Necessitava-se de um material leve e barato para ser usado como um suporte universal. Para compreender a importância histórica do papel, é necessário entender seus valores culturais e a utilização dos suportes que o antecederam, compreendendo assim a relação dos materiais usados como suporte e o desenvolvimento intelectual das civilizações, que estão intimamente ligados, a origem, a utilização e a importância de cada suporte.

2.1.3 Surgimento do papel

Segundo Hunter (1957), Roth (1983), Asunción (2002), foi a necessidade urgente de uma superfície totalmente nova para se escrever que inspirou o chinês eunuco Ts'ai Lun, 105 d. C., a proclamar oficialmente ao imperador chinês Ho-Ti o processo de produção desse novo suporte: a sua maravilhosa invenção de um verdadeiro papel-fino.

Segundo a lenda, antes da invenção do papel, um poderoso chinês chamado Moug-Tian conheceu o papiro usado pelos bactrianos, depois das incursões de Alexandre Magno. Moug-Tian pediu aos artesãos que procurassem entre as plantas do país uma espécie similar, mas não conseguiram obter resultados pretendidos. Três séculos depois dos ensaios feitos sob as ordens de Moug-Tian, e da descoberta da Boata por Hian Hsin, tsai-Lun conseguiu criar o primeiro papel da história a partir de fibras de vegetais extraídas de trapos, redes de pescar, casca de amoreira, rami, cânhamo e bambu. Estávamos no ano de 105 d. C. (...) A primeira fábrica de papel da história foi instalada por Ts'ai-Lun na província de Honan, no Turquestão mongol. (ASUNCIÓN, 2002, p. 14).



FIGURA 7. Retrato de T'sai Lun

FONTE: (ASUNCIÓN, 2002, p. 14)

De acordo com Asunción (2002) ao longo da Grande Muralha, no Turquestão chinês, foram encontrados alguns achados arqueológicos com evidências de ensaios de investigadores anônimos que antecederam o surgimento do papel que conhecemos atualmente. Já Roth (1983, p. 24) afirma que o papel

mais antigo foi produzido na região de Zhongyan, em 73 a. c., “de fibras de rami e bananeira, invalidando a tese de que o papel foi inventado em 105 d. c. por T’sai Lun. Na verdade, ele apenas apresentou a invenção ao imperador e estimulou sua fabricação.

Mas, para Gatti (2007, p. 19), independente da verdadeira história, os primeiros papéis “foram produzidos pelos chineses a partir de fibras vegetais provavelmente de amoreira, rami (*Boehmeria nivea*), cânhamo (*Cannabis sativa* L.) e redes de pesca (que eram tramadas a partir de fibras vegetais diversas como, por exemplo, o bambu (*Bambusa vulgaris*).”

Segundo D’Almeida (1988), o processo de produção do papel iniciava-se com o cozimento demorado das fibras, em seguida, as fibras eram batidas e trituradas. Obtinha-se uma pasta que era então depurada e a folha se formava sobre uma peneira feita de juncos delgados unidos entre si por seda ou crina que era colocada sobre uma armação de madeira. Sobre o molde obtinha-se então a folha formada por fibras. Procedia-se à secagem da folha, comprimindo-a sobre a placa de material poroso ou deixando-a ao ar. A autora descreve sobre vestígios atuais, provando que o papel feito pelos antigos chineses era de alta qualidade, permitindo até mesmo compará-lo ao papel feito atualmente.

Para os chineses, no século III d. C, o papel era um símbolo sagrado. Segundo Roth (1982), no início do budismo indiano, as práticas simbólicas e cerimoniais viam no papel o material sagrado perfeito para substituir moedas e objetos, adquirindo assim um caráter simbólico para acompanhar os mortos aos túmulos, assegurando viagem serena ao espírito do morto. No Japão, aponta o autor, o papel também é um material sagrado e com tradição religiosa, onde os

“artesãos que mais se destacam em suas atividades são elevados à condição de Tesouro Vivo, a mais alta homenagem prestada a um artista em vida” (p. 30).

Segundo Gatti (2007), na Índia e no Nepal, há ainda hoje centros de produção de papel artesanal em um processo que segue tanto a forma oriental quanto a ocidental, e a principal matéria-prima é o algodão.

Gatti encontrou na cidade de Poona, na Índia, um centro de produção de papel artesanal, o Handmade Paper Institute¹⁷, que fabrica diplomas oficiais de noventa universidades indianas e tem uma marca d'água em cada tela com o símbolo da universidade.



FIGURA 8. Papéis secando em Aldeia papeleira no Nepal

FONTE: (GATTI, 2007, p. 23)

Em 610 d.C., quando os chineses invadiram a Coréia, é que se inicia a expansão da produção do papel em outros lugares. Nesse mesmo período, segundo Roth (1982), o segredo da produção do papel foi mantido por 500 anos até que os japoneses tivessem acesso ao segredo de produção do papel por meio dos ensinamentos de um monge coreano:

Um monge coreano, em 610, levou ao Japão a técnica de fabricação do papel. A data coincide com a introdução do budismo

¹⁷ O *Handmade Paper Institute*, fundado em 1942, produz diariamente 2.500 folhas, tamanho A0, e tem 105 funcionários. As instalações são bem simples e rudimentares, a matéria-prima principal é o algodão (trapos). Dados referentes à visita feita pela autora Gatti em março de 1997.

no país e a absorção da cultura chinesa pelos nipônicos. Desse modo, a ênfase dada ao budismo às artes, à história e à escrita em si gerou grande demanda de papel, cuja produção passou a empregar fibras naturais da região, como *Kozo*, *Gampi* e *mitsumata*.(ROTH, 1983, p. 27).

Conforme Roth (1982, p. 10), o desenvolvimento dessa técnica foi tão significativo, que no ano 770, por ordem da imperatriz *Shotoku*, imprimiu um milhão de cópias de uma oração de graças sobre folhas de papel, “utilizando pela primeira vez uma matriz fixa de cobre. Esta foi a primeira produção em massa de que se tem notícia e o projeto demorou seis anos para ser concretizado”.

Segundo Gatti (2007), as fibras utilizadas no Japão – *gampi* (*Diplomorpha sikokiana*), *kozo* (*Broussonetia kajinoki*) e *mitsumata* (*Edgeworthia papyrifera*) – são produzidas artesanalmente até os dias atuais, e são muito procuradas para restauração de livros e documentos. A autora enfatiza que os japoneses são muito lembrados pelo uso de uma mistura viscosa vegetal de *Tororo-aoi* (*Abelmoschus manihot*) e do *Nori-utsugi* (*Hydrangea floribunda*), que tem a função de não permitir que os papéis grudem uns aos outros quando ainda estão úmidos e sem a separação de feltros.



FIGURA 9. Fabricação de papel feita pelos antigos chineses
ADAPTADO DE: (ROTH, 1983, p. 28 a 33)

2.1.4 Rota do papel

A produção de papel só começa a sua expansão em Samarcanda, no ano de 751 d.C:

No ano de 751 travou-se uma batalha em Samarcanda entre Chineses e Muçulmanos, de onde saíram vencedores estes últimos. Entre o grande número de prisioneiros chineses encontravam-se alguns artesãos do papel que, em troca de um tratamento privilegiado, revelaram os segredos do seu ofício aos muçulmanos. Os Árabes eram um povo muito culto e os seus artistas e intelectuais aproveitavam rapidamente o invento, de tal forma que, em pouco tempo, Samarcanda converteu-se num grande centro de produção, favorecido pelo cultivo de linho e cânhamo. Desta forma, o papel, que era um monopólio exclusivo dos chineses, passou ao ocidente pela mão dos árabes, que impuseram o seu uso instalando moinhos de papel em toda a Ásia Menor e no Norte da África. (ASUNCIÓN, 2002, p. 15).



FIGURA 10. Rota do papel

FONTE: (BERND E COLABORADORES, 1994, p. 51)

De Samarcanda o papel seguiu para Bagdá, Damasco, Cairo e Fez. Durante uns 500 anos o segredo de sua produção ficou mantido pelos chineses, que introduziram inovações no processo: “foram os primeiros a empregar corantes a especificar medidas para folhas conforme sua finalidade” (Roth, 1983, p. 35).

O desenvolvimento da produção de papel iniciada no séc. XII na Europa foi bem significativo, acabando com o poder oriental sobre a produção do mesmo. Segundo D'Almeida argumenta, a expansão dos conhecimentos sobre a manufatura do papel acompanhou a dominação muçulmana ao longo da costa norte da África até a Península Ibérica. “E no século X o Califato de Córdova ficou conhecido como centro de irradiação cultural” (p. 2), explicando assim, o local onde estavam construídos os primeiros moinhos papeleros europeus na Península Ibérica, em áreas dominadas pelos sarracenos (Xativa, 1094) ou pelos cristãos (Capellades, 1238).

Segundo Gatti (2007), em 1189, começou a produção na França, em 1275 os italianos criaram suas primeiras manufaturas, em Fabriano e Bolonha, em 1276.

Em Fabriano, foi instituída, pela primeira vez, a maneira de identificar o papel, por meio da marca d'água. Segundo Roth (1982, p. 32), a “identidade” do papel está em sua marca d'água, que significa um desenho visto somente contra a luz. As marcas na realidade são feitas por um fio costurado no molde.

Roth (1982) não sabe ao certo o que significam as primeiras marcas d'água surgidas na Itália, no fim do século XIII. Mas acredita que possa ser simplesmente um timbre do fabricante, para especificar o local e data de produção, ou pode ter um significado místico-religioso e até mesmo secreto. No final do séc. XV quase todos os papéis já possuíam marca d'água. Atualmente, “a filigranologia – estudo das marcas d'água – é um instrumento fundamental para estabelecer a origem e autenticidade de livros e documentos” (p. 32). Nos dias de hoje, a tecnologia reproduz imagens complicadas em marcas d'água, podemos citar as marcas feitas nas cédulas de dinheiro.

Os moinhos de Fabriano (Itália) e Capellades (Espanha) atualmente são centros ativos produtores de papel artesanal e ainda seguem uma tradição milenar na produção de papel.

Gatti (2007) relacionou as datas de instalação dos principais moinhos, que constam em registros nas obras de D'Almeida (1988) e Hunter (1957), e nos mostra a rapidez e a expansão da manufatura do papel:

Alguns dos moinhos papeleiros da Era Cristã com as datas aproximadas de implantação são: Fez, 1100 (Marrocos); Xativa, 1151 (Espanha); Herault 1189 (França); Capellades, 1238 (Espanha); Fabriano, 1276 (Itália); Troyes, 1348 (França); Nuremberg, 1390 (Alemanha); Leiria, 1411 (Portugal); Kashemira, 1420 (Índia); Jemep, 1428 (Bélgica); Cracóvia, 1491 (Polônia); Hertfordshire, 1494 (Inglaterra); Viena, 1498 (Áustria); Culhuacán, 1575 (México); Moscou, 1576 (Rússia); Dordrecht, 1586 (Holanda); Dinamarca, 1635; Oslo, 1690 (Noruega); Pennsylvania, 1690 (EUA) e St. Andrews East, 1803 (Canadá). (GATTI, 2007, p. 22 e 34).

2.1.5 Evolução do papel – Etapas de transformações dos tratamentos e matérias-primas

De acordo com Gatti (2007), o uso do algodão (*Gossypium* sp) e do linho (*Linum usitatissimum*) possibilitou a manufatura de papéis mais brancos. A primeira inovação de maquinaria foi desenvolvida no fim do século XVI, quando os holandeses inventaram uma máquina que permitia desfazer trapos, desintegrando-os até o estado de fibra. O uso dessa máquina passou a ser chamado de “holandesa”. Mesmo com o passar dos tempos e aperfeiçoamentos, nada foi modificado da sua idéia básica de produção.



**FIGURA 11. Antiga Moedora
"Holandesa"**

FONTE: (ROTH, 1982, p. 21)



FIGURA 12. Atual refinadora

FONTE: (GATTI, 2007, p. 5)

No fim do século XVIII, durante a revolução industrial diminuiu-se a constante escassez de matéria prima para a indústria de papel e aumentou a demanda, criando um mercado com grande poder de consumo. Em fins do século XVIII e princípios do século XIX, a indústria do papel ganhou um grande impulso com a invenção das máquinas de produção contínua e do uso de pastas de madeira.

Com a invenção dessa máquina, o surgimento da imprensa e a encadernação de livros aumentaram muito o consumo de trapos para a produção de papel. Somente o linho e algodão eram usados na produção de papel, e os fabricantes começaram a guardar trapos virando sinônimo de patriotismo, até ofereciam outras mercadorias (livros, anéis, agulhas) em troca de um saco cheio de trapos de linho e algodão.

De acordo com Roth (1983), a invenção da imprensa por Gutenberg, em 1450, foi fundamental para sucesso do uso do papel como suporte para escrita:

Na Europa de Gutenberg dispunha-se apenas do papel duro conseguido com a imersão em cola, impróprio a impressão manual de blocos, como faziam os chineses. Isto levou Gutenberg a conceber a prensa (...). O papel espesso dos europeus viabilizou a impressão em ambos os lados (...). A invenção de Gutenberg

contribuiu para o barateamento do papel na medida em que seu consumo aumentava com a nova possibilidade de reproduzir textos. Gradualmente o nível de alfabetização se elevou, horizontalizando o conhecimento e declinando o poder da igreja, centro emanador da cultura e poder. (p.39).



FIGURA 13. Retrato de Gutenberg

FONTE: (GATTI, 2007, p.31)

Segundo Campos (1994), o livro impresso surgiu por volta de 1450. Os livros que foram lançados até o ano de 1500 são chamados de incunábulos (do latim *incunabulum*, berço). A Bíblia de Gutenberg, a B-42 que marca oficialmente a fundação da imprensa no Ocidente, é um dos primeiros e mais belos incunábulos.

Cada página é formada de duas colunas, contendo 42 linhas (daí ser reconhecida pela abreviatura B-42) (...). Contém 1282 páginas tecnicamente perfeitas. O impressor reservou espaços para o iluminador desenhar letras ornadas: as iniciais e as cabeças dos capítulos. Para que se tenha idéia do valor das B-42, lembramos que, em 1926, um americano pagou 120 mil dólares por um exemplar da Biblioteca do Mosteiro austríaco de Melk. (CAMPOS, 1994, p. 79).

Roth (1983) descreve que a grande utilização de papel para imprensa gerou uma crise no fornecimento da matéria-prima: “um decreto de 1666 do Parlamento Inglês estabeleceu que os mortos só fossem enterrados em trajes de lã, salvando (assim) cem toneladas anuais de linho e algodão para a fabricação de papel” (p. 41).

A partir dessa crise, muitas plantas e diferentes materiais fibrosos são testados como, por exemplo, palha, resíduos agrícolas, folhas de diferentes

vegetais, ficando assim evidente a necessidade da pesquisa de novos materiais (D'Almeida, 1988).

Segundo Roth (1983), o naturalista Francês Reaumur sugere o uso da madeira como matéria-prima para o fabrico do papel, ao observar que as vespas mastigavam madeira e empregavam a pasta resultante para produzir uma substância semelhante ao papel na confecção de seus ninhos:

Finalmente, em 1719, a Academia de Ciências Francesa ouviu do cientista René de Reaumur (1683-1757) que a madeira era a matéria-prima adequada. Essa conclusão ele extraiu da observação do engenhoso trabalho das vespas na construção de seus ninhos: mastigando partículas de madeira, o inseto nada mais faz que separar, na boca, as fibras de celulose, que, vertidas, tornam-se a trama do ninho. Uma leitura microscópica revela incrível semelhança entre o emaranhado do ninho e o da folha de papel (p.42).



FIGURA 14. Vespas – primeiro inventor do papel

FONTE: (Gatti, 2007, p. 26)

D'Almeida (1988) conta que em 1800 o papelheiro Koops publicou um relatório histórico sobre o papel feito de palha e de madeira, Mas o material obtido ainda apresentava cor amarelada e a polpa não totalmente desintegrada. No início do século XIX, Koops patenteou “o processo da polpação da palha, de destintamento e de reciclagem de papel velho para manufatura de papel novo” (p. 4).

Até o final do século XVIII, o papel só era produzido a partir de trapos brancos, ainda faltava um método melhor para o branqueamento. Embora esta

prática evitasse a deterioração posterior do papel pela ação dos resíduos de agentes alvejantes, restringia sensivelmente a capacidade produtora.

Em 1798, descreve Hunter (1957) a invenção da primeira máquina de papel se deu ao francês Nicholas-Louis Robert (1761-1828). Segundo Hunter (1957), Robert entendia muito de produção papelreira, e ficava preocupado com as limitações dos tamanhos dos moldes de papel. Ele se preocupava também com o mau comportamento dos artesãos e a falta de disciplina da categoria, isso o incomodava.

Esses fatos o estimularam a desenvolver uma máquina que não utilizasse os empregados na produção de papel. Segundo o autor, seu pedido de registro de patente foi aprovado em janeiro de 1799, com o objetivo de produzir papel de comprimento muito grande sem ajuda de empregados, usando apenas a máquina. Os princípios dessa máquina são utilizados até hoje nas modernas indústrias papelarias.

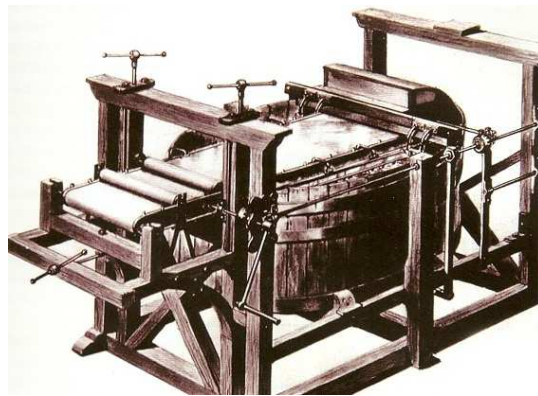


FIGURA 15. Modelo da primeira máquina de papel

FONTE: (ROTH, 1982, p. 25)

Depois de ser refinada, espalha-se a polpa em uma esteira rotativa, feita de metal, que se move por engrenagens e manivelas, movimentando a polpa, fazendo com que as fibras se emaranhassem e a água escorresse por gravidade, para uma tina disposta abaixo da esteira. Porém, como ainda não havia pensado no processo final de secagem, o papel era retirado úmido da esteira e colocado para secar em feltros como no processo artesanal. (HUNTER, p. 360, 1957)

As máquinas seguiam o mesmo processo artesanal de produção do papel, de forma mecânica, mas não sugavam a água para realizar a secagem do papel. De acordo com Hunter (1957, p. 361), “A grande novidade apareceu na Inglaterra em 1821 com a utilização de cilindros secadores que, acoplados à máquina e aquecidos a vapor, prensavam e secavam o papel formado na esteira. Este invento é creditado ao inglês Thomas Bonsor Crompton.”

O desenvolvimento dos processos químicos com a utilização de soda cáustica e bissulfito, em meados do século XIX, as inovações nos processos de branqueamento e encolagem, possibilitaram a melhor exploração da madeira como matéria- prima, sendo esta definitivamente consagrada na produção de papel, ressalta D’Almeida (1988).

2.1.6 A história do papel artesanal no mundo

Hunter (1957) ressalta que as inovações tecnológicas não foram facilmente aceitas pelos artesãos papeleiros, devido ao medo de que a máquina pudesse prejudicar o emprego. Pó isso, os artesãos dificultaram a chegada de novos equipamentos e queimaram máquinas de alguns moinho. A disso, várias inovações foram implementadas e a indústria papeleira começou mudar. Ao invés de aumentar a quantidade de moinhos, estes tenderam a uma concentração e integração.

Gatti (2007) aponta as diferenças existentes na produção artesanal de papel entre o Oriente e o Ocidente. No Ocidente, houve a interrupção total do processo artesanal até meados do século XX, ocorrendo, assim, sua completa industrialização. Já no Oriente, por suas tradições culturais e religiosas sempre

houve uma relação pessoal do homem com o papel. Em pleno século XXI, existem papeleiros que produzem papel artesanal da mesma maneira de dois mil anos atrás, no começo da era Cristã. Na Europa, o processo foi interrompido no início do século XX, toda a produção artesanal foi extinta até 1919, e todos os antigos moinhos se transformaram em museus ou foram fechados.

Relata Gatti (2007) que em 1950 houve o ressurgimento do papel artesanal nos Estados Unidos, devido à necessidade que os artistas sentiram em ter suportes diferentes para a elaboração de suas obras. Cansados da padronização dos papéis industrializados, retomaram a utilização do papel artesanal e valorizaram, assim, a relação do artista com o papel feito à mão. A autora complementa, sobre o ressurgimento da fabricação do papel artesanal, que ele aconteceu graças a Willian Joseph “Dard” Hunter (1883-1966) e a Douglas Morse Howell (1906-1994), dois norte-americanos que iniciaram quase todas as atividades relacionadas ao papel artesanal que se segue atualmente.

Dard Hunter, sendo filho de um tipógrafo, dono de jornal e xilografador amador, desde cedo se viu imerso nas técnicas de impressão. Ele trabalhou como tipógrafo no jornal do pai, e designer gráfico. Fez cursos de litografia, ilustração de livros e caligrafia. Em 1912, muda-se com a esposa para Nova York, na cidade de Marlborough, lá constrói um moinho de papel, tornando-se assim, o pioneiro nas pesquisas sobre o papel artesanal.

Hunter publicou todas suas pesquisas em livros e até hoje são referências importantes sobre o papel artesanal. Uma de suas importantes publicações foi, em 1957, o livro *“Papermaking, the History and Technique of an Ancient Craft”*, um livro com 600 páginas e muitas ilustrações, em que ele relata 2000 anos de história do papel com muitos detalhes.

Ele se especializou em obter papel artesanal como suporte de impressão e não como papel para fins artísticos. Atualmente encontra-se em exposição no Instituto de Ciência e Tecnologia de Papel, em Atlanta, nos Estados Unidos, a sua coleção de papéis, moldes e documentos reunidos durante sua vida.

Quem iniciou a utilização do papel como forma artística foi Douglas Morse Howell, informa Gatti (2007). Suas descobertas foram marcantes na relação do papel com a arte. Em 1946 compra uma prensa artesanal e constrói sua primeira refinadora holandesa, fabricando papéis a partir de fibras de linho em Long Island. Artistas como Juan Miró, Jasper Johns, Hayter e Jackson Pollock usaram seus papéis devido à beleza dos mesmos.

Em 1962, Laurence Barker (1930), à época diretor do Departamento de Gravura da escola de arte Cranbrook Academy of Art, de Michigan, nos Estados Unidos, atraído pela beleza dos papéis, fez um estágio de duas semanas no ateliê de Howell. Foi Barker quem fez ressurgir o papel feito à mão para fins artísticos e ele transmitiu vários conhecimentos sobre o assunto com seu curso em uma escola de arte, divulgando, assim, as várias possibilidades, incentivando a abertura de muitos ateliês de artistas, que conheceram o papel-arte através de seu trabalho. Gatti (2007, p. 36) descreve a relação de Barker com o ressurgimento do papel artesanal no Brasil através do trabalho realizado por Otavio Roth:

Ao retornar a Cranbrook, Barker estabeleceu um ateliê e iniciou o primeiro programa de fabricação de papel à mão em uma escola. Durante mais de sete anos, formou-se em seu ateliê toda uma geração de artistas(...). Tais artistas, por sua vez, expandiram os conhecimentos sobre o papel e suas possibilidades plásticas, dando início ao que se conhece hoje por "papel-arte". (...) em 1970, Barker se muda para Barcelona, na Espanha, e estabelece seu estúdio, onde trabalha até 1995. Entre esses artistas, temos John Gerard, Fred Siegenthaler (Alemanha), Silvie Turner, Sophie Dawson (Inglaterra), Anne Visboll (Dinamarca) e Peter Gentenaar

(Holanda). **O brasileiro Otávio Roth, que na metade da década de 1970 estava na Inglaterra, também figura no meio desses artistas, sendo um dos pioneiros dessa corrente de redescoberta do papel artesanal, do papel-arte no Brasil.** (p. 39). [grifo nosso]

2.1.7 A história do papel artesanal no Brasil

Na História do Brasil, o papel insere-se após os tempos do Descobrimento. Gatti (2007) explica que o Brasil não experimentou uma produção artesanal de papel no período de seu descobrimento e colonização. Não há registros de processos de manufatura de papel antes da colonização nem mesmo depois, já que não houve a instalação de moinhos papeleiros no Brasil.

A carta de Pero Vaz de Caminha, hoje conservada no arquivo da Torre do Tombo, em Lisboa, é o primeiro documento escrito no Brasil de que se tem notícia. E foram justamente registros como esse, relatando sobre a nova terra e suas riquezas naturais, que tornaram o Brasil uma colônia essencialmente agrícola. “Introduziram-se no Brasil plantas e animais do Continente, da Madeira, de Cabo Verde e da Índia. Desta, vão para o Brasil o coqueiro, a mangueira, a fruta-pão e, por sua vez, recebe o cajueiro brasileiro. E desde então [meados do século XVI], começam as transplantações e as trocas que, com o tempo, se traduzem em homens e coisas.” (ZEQUINI, 1999, p. 11).

Segundo Gatti (2007), não houve incentivos no período colonial da metrópole portuguesa para a produção de papel, os interesses políticos dificultavam o desenvolvimento das iniciativas dos pioneiros brasileiros. Portugal vetava a construção de tipografias, pois tinha medo das propagandas que incentivassem a independência.

De acordo com Zequini (1999), as primeiras prensas chegaram ainda no período colonial. Destinavam-se a imprimir cartas de baralho, monopólio da Coroa. Como falsificá-las “era crime tão rendoso quanto cunhar dinheiro, daí alguns focos na colônia” (p. 11). A produção de papel aumentou a partir de 1808, com a vinda

da corte portuguesa para o Rio de Janeiro e a construção da imprensa Régia do Rio de Janeiro, criada por Dom João VI, reafirma Roth a repercussão da chegada de Dom João VI (1982, p. 28):

A vinda de Dom João VI ao Brasil propiciou condições para o início da fabricação nacional de papel, até então importado. O primeiro impulso surgiu com a vinda, a bordo da frota real, da tipografia completa do Conde da Barca, logo instalada e transformada na Imprensa Régia.

No início, relata Zequini (1999), produzia-se papel de forma artesanal. Somente um ano depois da chegada da família real, frei José Mariano da Conceição Velloso escreveu ao conde de Linhares, ministro do rei, sugerindo a implantação de uma fábrica usando embira e anexa amostra acompanhada dos seguintes dizeres: "Primeiro papel que se fez no Brasil, no Rio de Janeiro, em 1809".

Confirma esse fato Motta e Salgado (1970)¹⁸, apud Gatti (2007, p. 45):

Mas a primeira referência à produção nacional consta em um documento escrito em 1809 por Frei José Mariano da Conceição Velloso ao Ministro do Príncipe Regente D. João, Conde de Linhares: "... lhe remeto uma amostra do papel, bem que não alvejado, feito em primeira experiência, da nossa embira. A segunda que já está em obra se dará alvo, e em conclusão pode V.Exa. contar com esta fábrica...". Na amostra encaminhada com o documento constava: "O primeiro papel, que se fez no Rio de Janeiro, em 16 de novembro de 1809".

A concorrência do papel importado, no entanto, constituía o grande obstáculo ao desenvolvimento da indústria nacional.

¹⁸ Motta, Edson & Salgado, M.L.G., *O papel – problemas de conservação e restauração*. Ed. Museu de Armas Ferreira da Cunha, RJ, RJ. 1970. P. 44.

Segundo Roth (1982), Zequini (1999) e Gatti (2007), a empresa de Frei Velloso e as primeiras fábricas que surgiram em 1810 e 1811 tinham um objetivo em comum, queriam trabalhar com fibras, mas não obtiveram sucesso. Em seguida, foram instaladas fábricas no Rio de Janeiro, nos anos de 1820 e 1821. Porém, ainda sem conseguir obter papel de boa qualidade para imprimir e escrever, as fábricas de André Gaillard, instaladas em 1837, no Rio de Janeiro, e de Zerefino Ferrez, inaugurada em 1841, no Engenho Velho, também no Rio de Janeiro, acabaram fechando.

Em 1841, foi construída a fábrica do Engenho da conceição da Bahia, que usou “tronco” de bananeira para fazer papel-jornal, utilizado na impressão de periódicos e livros, mas sem condições de competir com o preço do papel importado. Mesmo após a proclamação da República em 1922, com o apoio e estímulo de Dom Pedro I ao trabalho desenvolvido pelas indústrias nacionais, essas indústrias faliram.

Conforme Roth (1982), esses fatos não impediram o Imperador de continuar incentivando a indústria nacional, ele acreditou na fábrica de Papel de Orianda, fundada em 1852, pelo Barão de Capanema, Guilherme Shuch, na Serra da Estrela, em Petrópolis. Apesar de a indústria ter procedimentos técnicos avançados, ela continuou sua produção com muitas dificuldades. Projetada para operar com retalhos, mas forçada a empregar fibras vegetais como pita, gravatá, bananeiras e papéis velhos da corte, ela faliu em 1874.

Em 1884, outras três fábricas de pequeno porte produziam papel de qualidade comum, a de Angra e Cia. e a de H. Andonim, em Petrópolis, e a de Bastos Fromusco, no Rio de Janeiro

Contudo, com a instalação fábrica do Papel e Salto é que se inicia a fase da industrialização do papel, tornando-a pioneira na fabricação do produto do Brasil. Zequini (1999, p. 21) descreve o surgimento da Fábrica Papel de Salto:

Em 1889, com a inauguração da fábrica, pertencente à Melchert e Cia., último projeto fabril concretizado na localidade, Salto justificava o cognome que os jornais da segunda metade do século XIX atribuíam-lhe: uma "pequena Manchester paulista", comparando-a à cidade inglesa de Manchester, palco da Revolução Industrial. Com a abolição da escravatura no ano anterior, o fortalecimento do Partido Republicano Paulista que tinha em Itu e Salto núcleos significativos de movimento, o País e a região em particular viviam um novo contexto. A festa de inauguração da Papel de Salto realizou-se em 16 de Setembro de 1889. As dependências da Melchert & Cia. transformaram-se no centro de um grande acontecimento republicano. A grandiosidade das edificações e tecnologia empregada fizeram dela, assim como de outros empreendimentos fabris do século XIX, símbolo do progresso, da civilização e do desenvolvimento econômico.

Em 1890, o Coronel Antônio Proost Rodovalho instalou em Caieiras a Indústria de papel da Companhia Melhoramentos de São Paulo. Em 1957, surge a fábrica pioneira de celulose de eucalipto, a Companhia Suzano de Papel e Celulose.

Roth (1982, p. 29) descreve o grande desenvolvimento do Brasil, tendo indústrias mais avançadas mundialmente. Possuidor de máquinas grandiosas, grandes espaços de produção – “o gigantismo acabou tornando-se uma das marcas características da indústria do papel nos dias de hoje” – relatou Otávio Roth em 1982.

Apesar de toda industrialização do Brasil e todos os avanços, o papel artesanal surge na segunda metade do século XX, sendo produzido em pequena escala, apenas para fins artísticos. De acordo com Gatti (2007), três brasileiros se destacaram na valorização e produção do papel artesanal no Brasil: Otávio Roth (SP), Marlene Trindade (UFMG/MG) e Lygia Sabóia (UnB/DF).

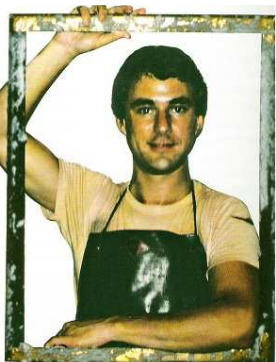


FIGURA 16. Otávio Roth (SP)

FONTE: (GATTI, 2007, P. 46)



FIGURA 17. Marlene Trindade (UFMG/MG)

FONTE: (GATTI, 2007, P. 51)



FIGURA 18. Lygia M. M. Sabóia (UnB/DF)

FONTE: (GATTI, 2007, P. 56)

Otávio Roth, em sua biografia escrita em seu catálogo - criando papéis “o processo artesanal como linguagem”¹⁹, podemos perceber de onde surgiu essa relação de amor com o papel feito à mão. Ele conta que sempre estava insatisfeito com os papéis disponíveis e então resolveu criar seu próprio papel. Percebendo o seu valor artístico, tirou todo potencial de beleza e toda riqueza física da estrutura do papel. “O processo foi deixando de ser um meio para transformar-se em um fim. Passei a criar imagens dentro do papel, durante o processo, ao invés de sobre o papel, depois do processo.” (p. 38).

Roth sempre foi apaixonado por seus papéis feitos à mão, seguindo o mesmo rigor das tradições milenares.

Meu compromisso é com o passado e com o futuro, Sou e quero continuar sendo um criador de papéis, contribuindo com alguns de meus anos à longa história do papel feito à mão. Pretendo que meu trabalho sobreviva à nossa época do descartável. Meus papéis são feitos de algodão puro, com pH neutro e sem nenhum componente químico.(ROTH, 1982, p. 38).

Celina Cabrales faz uma homenagem a Otávio Roth, em 2006, na sua obra “O papel de Otávio”, escreve *Duas dúzias de Coisinhas Sobre Otávio e*

aponta a cronologia dos aspectos mais importantes de sua vida: nasceu em São Paulo, em 20 de outubro de 1952. Estudou engenharia na Mauá, formou-se em Propaganda e Marketing na ESPM e depois se formou em Art and Design pelo Horsney College of Art Londres com First Class Honours. Morou também em Israel, Inglaterra, Noruega e Estados Unidos. Foi bolsista CNPq no IPT e no Japão, onde esteve 5 vezes, também expondo.

Roth fundou a Handmade Oficina de Papel em 1979, tornando-se assim o pioneiro na fabricação de papel artesanal no Brasil. Ganhou nove prêmios importantes (melhores exposições, ilustrações, literatura infantil etc) no período de 1979 a 1995, seu último prêmio foi (*In memoriam*) em literatura Infantil pela União Brasileira de Escritores. Suas obras estão expostas com coleções públicas em grandes museus e galerias da América do Sul, América do Norte, Europa e Ásia. Escreveu e ilustrou onze livros, sendo dez em parceria com Ruth Rocha na literatura infantil, sendo uma de suas obras o livro “O que é o papel”, em 1993, pela editora brasiliense.(CABRALES, 2006, p. 08).

Gatti (2007) conta um pouco sobre a trajetória e o trabalho realizado por Marlene Trindade, que nasceu em 1936 e se formou no ano de 1965 em Artes Industriais e Artesanato, no antigo Inep, em Belo Horizonte, Minas Gerais. “Sua vasta experiência em tapeçaria, facilitou-lhe o conhecimento das fibras para fins papeleiros, sendo esta a essência de sua pesquisa com papel artesanal,” segundo Cáurio (1985)²⁰ citada por Gatti (2007, P. 52).

¹⁹ ROTH, Otavio. *Criando papéis – o processo artesanal como linguagem. Catálogo MASP/SP e MAM/RJ, 1982.*

²⁰ Cáurio, Rita. *Artextil no Brasil. Viagem pelo Mundo da Tapeçaria.* Rio de Janeiro, RJ, 1985.

Em 1980, ela desenvolve o primeiro Ateliê experimental de papel artesanal, dentro da disciplina de Tapeçaria, na Escola de Belas-Artes da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais). Participaram deste Ateliê, cuja duração foi de um semestre, Diva Elena Buss, Joice Saturnino, Nícia Mafra, e Paulo Campos. Alguns meses depois, Marlene se afasta das atividades por motivos pessoais, a disciplina continua funcionando com vários professores substitutos, mas sem o mesmo entusiasmo da professora Marlene. Em 1988, sua ex-aluna Joice Saturnino assume a disciplina e continua com as pesquisas e os projetos de extensão dentro da UFMG.

A nossa terceira pioneira na arte do papel artesanal, Lygia Sabóia, nascida em 1943, conclui em 1977 o seu segundo curso superior, na UnB, em Licenciatura em Desenho e Plástica. Em 1979, começa a lecionar na UnB quatro disciplinas no departamento de desenho, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Conta Gatti (2007) que sua paixão pela gravura, assim como Otávio Roth, a instiga a aprofundar as pesquisas sobre o papel. Em 1980, Lygia improvisa um espaço e começa a produção de papel artesanal na UnB. Ela prosseguiu com vários estudos e aperfeiçoamentos, tendo seu trabalho reconhecido com introdução do tema papel artesanal na disciplina de Oficina Básica de Artes Plásticas, produzindo papéis que seriam usados na disciplina de Litografia, em 1982.

Em 1991, a professora Thérèse Hofmann Gatti assume a disciplina Materiais em Arte, no laboratório então criado de Materiais Expressivos (Leme), e as pesquisas durante esses anos sempre aumentaram. Atualmente, na UnB, têm-se registrado inúmeros trabalhos de extensão e pesquisas de iniciação científica

sobre papel artesanal e fibras alternativas, também possui duas patentes sobre o assunto, uma de reciclagem de dinheiro e outra de filtros de cigarro, desenvolvidos pela professora Thérèse Hofmann Gatti.



FIGURA 19. Prof. Thérèse Hofmann Gatti
Fonte: (GATTi, 2007)

2.1.8 O papel no século XXI

O papel, nos dias de hoje, encontra-se no seu apogeu, está inserido nas mais diversas atividades. Apesar de todos os avanços tecnológicos, acredita-se que o papel ainda seja o suporte mais importante da comunicação, e que sem ele não teríamos história para contar. Sabemos que a tecnologia transforma as bibliotecas e, em pouco tempo, elas serão formadas por material totalmente digitalizado, livros em CD-ROM talvez já sejam, atualmente, ultrapassados. As bibliotecas digitais se tornam cada vez menores e mais acessíveis, garantindo, assim, um número cada vez maior de informações.

Segundo Bernd (1994), tivemos um avanço muito grande desde o surgimento do papel. No século XX, foram iniciadas práticas de manejo florestal, que garantem a sustentabilidade do fornecimento de matéria-prima. Desde então, os materiais utilizados como suportes evoluíram de forma avassaladora, resultando hoje em um aproveitamento de espécies florestais de rápido crescimento que se transformam em papéis de alta qualidade.

O papel difundiu-se e foi adotado pelas diferentes civilizações quando surgiu a necessidade de um material mais barato. Hoje é o principal suporte que conhecemos, para várias finalidades, livros, revistas, jornais, embalagens, cadernos etc.

Os principais suportes são o papiro, o pergaminho e o papel, verdadeiros responsáveis por nosso desenvolvimento, principalmente em relação à comunicação. O papiro foi substituído pelo pergaminho, que mais tarde foi substituído pelo papel, esse por sua vez é utilizado até hoje.

Não podemos nos esquecer de que em outros momentos foram usados métodos mais difíceis e complicados de se escrever, mas todos foram de grande importância para a inovação da escrita, tais como a utilização do bambu, osso, carapaças, argila etc.

A Revolução Industrial trouxe grandes vantagens para a vida de todos, as máquinas ajudaram na produção do papel em larga escala, diferentemente da Revolução Tecnológica que se torna uma ameaça à existência do papel. Não podemos afirmar que no futuro o papel será substituído pela tecnologia e por telas virtuais, pois ele continua sendo o principal meio de escrever, publicar livros, revistas, dentre outros.

Apesar de todo avanço tecnológico e a possibilidade de surgir outros suportes que substituam o papel, existem autores que acreditam e valorizam sua importância como demonstra Bernd (1994, p. 24), defendendo a utilização do papel, prestando-lhe uma homenagem “Mas assim como o cinema não matou o teatro, nem o disco, a ópera ou as apresentações ao vivo, nem mesmo a televisão e o vídeo conseguiram acabar com o cinema – como foi profetizado por alguns -, dificilmente o avanço tecnológico destronará o papel”.

Experimentar o prazer de tocar um papel que conserva a marca da mão de quem o elaborou, com as suas bordas, a sua textura mais ou menos suave e a sua bela irregularidade convertem-se num meio real de humanização, no próprio centro da desgastante vida do homem moderno. (...) Muitos artistas plásticos utilizam o papel artesanal, não só como suporte para as suas obras, mas também como um meio de expressão artística. (ASUNCIÓN, 2002, p. 17).

Outros autores também defendem e acreditam no resgate da produção artesanal e a sua importância no mundo virtual (a internet e o cinema) que nos cerca, assim, Asunción (2002) ressalva a necessidade de o homem, com esse resgate cultural, relacionar-se com a matéria de uma forma mais espontânea, sem interferências das máquinas.

2.2 História do papel de fibra de bananeira em Goiás

As primeiras iniciativas na área de produção de papel artesanal em Goiânia, capital de Goiás foram através do trabalho realizado por Miriam Helena Pires, que nasceu em 1963, em Minas Gerais, graduada em Artes Visuais, e desde 1983, pesquisa o papel artesanal. Nesta linha de pesquisa, já atuou em diversos projetos para Instituições Públicas, nacionais e internacionais.

Miriam Helena Pires realizou consultoria para o IBAMA, desenvolveu também um trabalho de criação artística e intensa atividade educativa através de cursos, conferências e seminários, em países como Argentina, Espanha, Porto Rico, Peru, Brasil, França e outros. Segundo a artista Miriam Pires²¹, “Além de representar uma economia alternativa, na medida em que a matéria prima é o lixo urbano ou que a natureza generosamente nos fornece (bananeira, bambu), para nós artistas é a descoberta de um mundo cheio de possibilidades, texturas e cores”.



FIGURA 20. Miriam Pires
FONTE: Miriam Pires

Percebe-se a grande ligação de Miriam com a pesquisa e a produção de papel artesanal quando ela diz: “[...] Pesquisar o papel artesanal é poder magicar

²¹ Depoimento da artista Miriam Helena Pires - Catálogo do Museu de Arte Contemporânea José Pancetti, 1987, pg.20.

o tempo todo. Às vezes sua polpa parece flutuar em forma de confete e serpentinas e suas folhas refletem essa flutuação. Sinto seu resultado como uma expressão final, mas ele me impele a realçar sua vibração. Associo diversos papéis e os ilumino a luz de néon, estimulando a visualização que desvendará a textura que é o texto maior do meu papel”²².

Míriam Pires foi responsável por vários cursos e oficinas sobre a produção do papel quando residia em Goiânia. Atualmente ela mora na Espanha onde está terminando seu doutorado. Em 1992, Mirian difunde seus conhecimentos, ensinando a produção de papel artesanal à professora Edith Lotufo da Universidade Católica de Goiás²³, atualmente reconhecida como PUC – GOIÁS.

Prof.^a Edith Lotufo se formou na Alemanha, em Educação Artística, em 1975, e, desde 1989, é professora na PUC – GOIÁS, ministra várias disciplinas no curso de Design. Atualmente é uma das coordenadoras desse curso.



FIGURA 21. Prof.^a Edith Lotufo

FONTE: Edith Lotufo

Ela aprendeu a fazer papel com o objetivo de montar uma oficina no Centro de Estudos, Pesquisa e Extensão Aldeia Juvenil (CEPAJ) da PUC – GOIÁS, no programa “Educação pelo trabalho”, para jovens e adolescentes da comunidade.

²² *Acervo documental do Museu de Arte de Goiânia - Pasta da artista n.206. Menezes, Amaury: da Caverna ao Museu: Dicionário das Artes Plásticas em Goiás. Goiânia: Fundação Cultural Pedro Ludovico Teixeira, 1998. 194p.*

Desse trabalho, três jovens papelheiros se destacaram Claiton Alves, Sérgio Ferreira e Alexandre Ferreira, que deram vários cursos, inclusive para a arquiteta Lorena Lobo que foi professora da disciplina “Oficina de papel artesanal”, no curso de Design da UCG, e atualmente assessora grupos de produção de papel juntamente com o SEBRAE.

Em 2002, a Prof.^a Edith ministrou uma oficina de produção de papel com o objetivo de diversificar a produção da cooperativa COOPREC (Usina de Reciclagem localizada em Goiânia-GO) – que até então só realizava reciclagem de papel para produção de telhas e plásticos de baixa densidade para produção de mangueiras.



FIGURA 22. Claiton Alves
Ensinando a fazer papel na COOPREC
FONTE: Edith Lotufo

A cooperativa então expandiu sua produção em 2003, com o início da produção de papel artesanal a partir da fibra de bananeira. Hoje a Prof.^a Edith realiza assessoria na Implantação do Núcleo Artesanal de Reciclagem, onde se produz papel artesanal para revestimentos de peças produzidas por papelão.

Através da oficina realizada no Centro de Estudos, Pesquisa e Extensão Aldeia Juvenil – CEPAJ, um casal de artesãos, Maria de Jesus e Giuseppe, teve conhecimento e aprendeu a fazer o papel artesanal. Eles produzem papel a partir

²³ Em junho de 2009 a Universidade Católica de Goiás foi reconhecida como Pontifícia e passa a se chamar Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC - GOIÁS).

da fibra de bananeira desde 2004, tendo esse trabalho como fonte de renda principal. O casal produz em casa e vende as peças em feiras de produtos artesanais, como a Feira do Cerrado, que acontece nos dias de domingo, em Goiânia.



FIGURA 23. Dona Maria e Sr. Guisepe na Feira do Cerrado

FONTE: Edith Lotufo

Em março de 2007, em uma visita à cooperativa, realizada pelos alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Jardim América, tivemos a oportunidade de conhecer essa produção, que nos chamou muito a atenção e foi motivo para grande interesse em trabalhar e pesquisar este tema “a produção de papel a partir da fibra de bananeira”. O tema chamou a atenção de todos os alunos, e um grupo do 3º ano do Ensino Médio (figura 23) se interessou pelo tema apresentando-o em uma Mostra Científica na Escola, nesse mesmo ano, com o título “Fibra de bananeira – um papel importante”. Esse envolvimento e interesse só fez crescer com o tempo.



FIGURA 24. Alunos do 3º ano do Ensino Médio na Mos tra Científica 2007

FONTE: A autora

2.3 A Química do Papel

O papel pode ser definido como um suporte muito higroscópico (que absorve água), formado por “uma película de fibras de celulose, polissacarídeo de fórmula $(C_6H_{10}O_5)_n$, as quais são obtidas por meio do cozimento e/ou maceração, podendo ser refinadas, emaranhadas e agregadas basicamente por ligações de hidrogênio” (Gatti, p.63, 2007).

O papel é feito de celulose e todas as plantas têm celulose, em menor ou maior grau de concentração. A lignina, presente em todas as plantas com concentração também variada, é um polímero amorfo e de composição Química complexa e dá rigidez e firmeza ao conjunto de fibras de celulose. Gatti (2007) comparou a lignina com o cimento pois esta une as fibras de celulose, o principal componente responsável pela produção de papel. Como a lignina prende essas fibras, essas devem ser retiradas para que aconteça a liberação das fibras e o papel seja produzido.

Microscopicamente, o papel é formado por tipos diferentes de macromoléculas. Essas são moléculas grandes (polímeros), compostas com estrutura repetidas de pequenas unidades. A celulose, além de possuir propriedades aderentes e elásticas, é um material resistente com várias ligações intermoleculares e intramoleculares. Um número grande dessas ligações é quebrado durante o processo de fabricação de papel, há um alto consumo de energia. Utiliza-se água para criar novas ligações moleculares juntamente com a secagem que contribui para a formação do papel, um produto bastante diferente em suas propriedades, quando comparado à madeira original. Percebe-se que todo o processo é um rompimento e formação controlada de ligações. Quando se desejam outras qualidades no papel, adicionam-se diferentes aditivos funcionais e

de controle, criando novas ligações adicionais para obter o papel desejado. (ALMEIDA E PINHEIRO, 2009).

As macromoléculas são formadas por átomos de inúmeros elementos químicos, mas os três principais que constituem o papel são: carbono, hidrogênio e oxigênio. Além desses, o papel pode conter materiais inorgânicos, como carga mineral, que se aderem facilmente às fibras. A produção de papel, seja ela industrial ou artesanal, é um processo complexo e, do ponto de vista químico, com muitas possibilidades de ligações e quebras de ligações (ALMEIDA E PINHEIRO, 2009).

2.3.1 Principais constituintes do papel – Propriedades e estruturas

Os principais constituintes do papel são: a celulose, a hemicelulose, a lignina e outros extrativos em proporções menores. A celulose é um dos principais componentes das células vegetais e são chamadas de “fibras” devido à forma alongada e de pequeno diâmetro (D’ALMEIDA, 1988).

A celulose é um polissacarídeo linear, constituído por um único tipo de unidade de açúcar, formada por unidades de monossacarídeos α - D glicose, que se ligam entre si através dos carbonos 1 e 4, originando um polímero linear (WISE E LAUER, 1962).

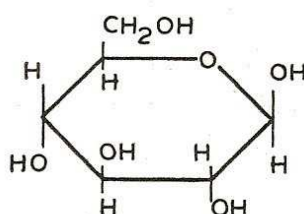


FIGURA 25. Estrutura da molécula D – glicose

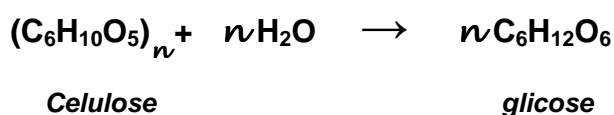
FONTE: (D’ALMEIDA, 1988, p. 35)

A hemicelulose é um polissacarídeo, e a lignina é um polímero amorfo formada por guaiacil, propano e siringil propano, de composição química complexa e que confere firmeza e rigidez ao conjunto de fibras de celulose (Navarro, 2007).

Os demais constituintes são denominados extrativos: ácidos voláteis, hidrocarbonetos, alcoóis, cetonas, lactonas, terpenos, ácidos resinosos, ácidos graxos (ácidos oleico, linoleico, palmítico, esteárico, etc.), esteróides, taninos, compostos inorgânicos (< 1%) são constituídos principalmente de sulfatos, fosfatos, oxalatos, carbonatos e silicatos de Ca, K e Mg (D'ALMEIDA, 1988).

2.3.2 Celulose

Segundo Wise e Lauer (1962), a celulose é um polímero de cadeia longa, composto por um único monômero. Ela é o componente estrutural primário das plantas. Polissacarídeos são carboidratos que, através de hidrólise, originam uma grande quantidade de monossacarídeos. Eles são polímeros naturais. Por exemplo, através da hidrólise da celulose utilizando um catalisador ácido, obtemos um polímero da glicose (Celulose + n H₂O → n glicose).



De acordo com Solomons (1996), polímeros são substâncias de elevada massa molecular relativa, resultantes de reações Químicas de polimerização (reação Química que dá origem aos polímeros). Os monômeros são pequenas moléculas que podem ligar-se a outros monômeros, formando moléculas maiores denominadas polímeros.

Polímero (polymer): Substância constituída de moléculas caracterizadas pela repetição de uma ou mais espécies de átomos ou grupos de átomos (unidades constitucionais) ligados uns aos outros em quantidade suficiente para fornecer um conjunto de propriedades que não variam acentuadamente com a adição ou a

remoção de uma ou algumas unidades constitucionais de suas moléculas. (ANDRADE E COLABORADORES, 2001, p. 127).

A celulose pode ser utilizada na indústria têxtil em tecidos como algodão, linho e seda sintética e é encontrada em toda planta na combinação de lignina com qualquer hemicelulose.

A molécula de celulose pertence à função Química dos carboidratos ou, mais corretamente, a dos glicídeos. [...] a característica Química dos compostos pertencentes à classe dos glicídeos é o de conter um grupo alcoólico ligado a um átomo de carbono vizinho a um grupo carbonila aldeídico ou cetônico. Os glicídeos se classificam em monossacarídeos (aldoses e cetoses); glicosídeos; polissacarídeos. Os monossacarídeos, também chamados de monoses ou açúcares simples, são os glicídeos que não podem ser hidrolisados. Dividem-se em aldoses (poli-hidroxi-aldeídos) e cetoses (poli-hidroxi-cetonas). (D'ALMEIDA, 1988, p. 46).

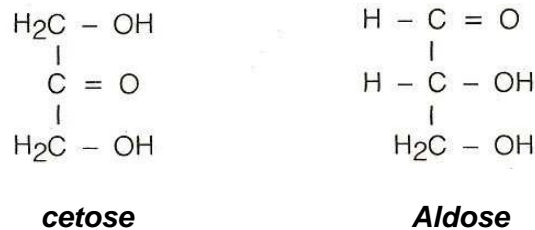


FIGURA 26. Exemplos de monossacarídeos

FONTE: A autora

Conforme D'Almeida (1988) as várias unidades de β -D-glicose (monossacarídeo) se ligam para formar a celulose (polissacarídeo), essas ligações acontecem através dos carbonos 1 e 4. O prefixo D refere-se à *atividade óptica*²⁴ da glicose.

²⁴ *Substâncias opticamente ativas são aquelas que têm propriedade de girar o plano de vibração da luz polarizada. Quando o desvio se dá no sentido horário, a substância opticamente ativa é chamada dextrógira ou dextrorotatória (D); quando o desvio se dá no sentido anti-horário, é chamada levógira ou levorotatória (L). As substâncias opticamente ativas são as que apresentam quiralidade (de "quiros"=mão). As moléculas que apresentam quiralidade são as que não podem ser superpostas átomo a átomo, à sua imagem no espelho. A mão esquerda é a imagem de espelho da mão direita e não podem ser superpostas. Normalmente, a quiralidade é causada pela presença de átomos quirais (ou assimétricos) na molécula, ou seja, o átomo que se liga a quatro ligantes*

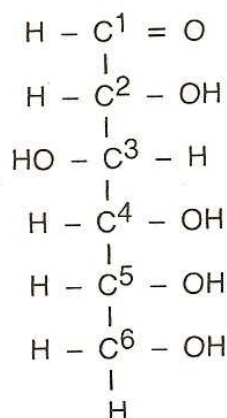


FIGURA 27. Fórmula da D-glicose: cadeia aberta

FONTES: A autora

Na molécula de glicose, o carbono 2 é assimétrico²⁵, como mostra a figura abaixo. Quando o grupo hidroxila deste carbono está representado no lado direito, tem-se a D-glicose (D de dextrógiro); quando a hidroxila está do lado esquerdo, denomina-se L-glicose (L de levógiro).

Nos casos de monossacarídeos aldeídicos com 5 e 6 átomos de carbono, como a glicose, o grupo aldeídico do carbono 1 pode reagir com o grupo alcoólico do carbono 5, formando um semi-acetal interno (um anel estável de seis átomos).

Denomina-se grupo glicosídico a hidroxila que se forma pelo fechamento do anel, o carbono 1 fica quiral e forma dois isômeros. (D'ALMEIDA, 1988).

diferentes. (D'Almeida, 1988, p. 47)

²⁵ Carbono saturado que possui os quatro ligantes diferentes.

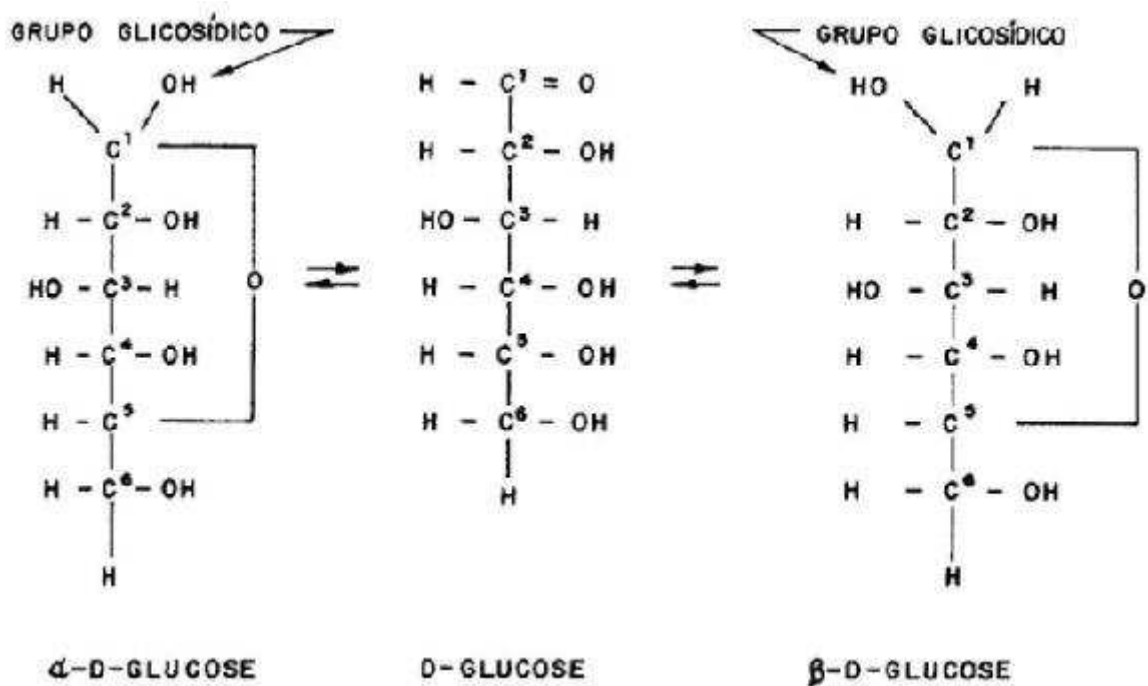


FIGURA 28. Formas α e β D-glicose.

FORTE: (D'ALMEIDA, p. 47)

A forma que contém o grupo glicosídico do mesmo lado do plano do anel que o grupo alcoólico do carbono 2 é denominada α . A que tem o grupo glicosídico do lado oposto ao grupo alcoólico do carbono 2 é chamada forma β .

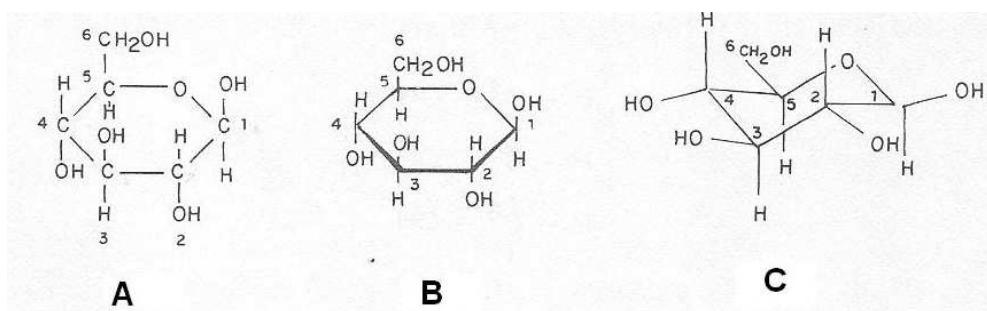


FIGURA 29. Tipos de estruturas da celulose.

FORTE: (D'ALMEIDA, p. 48)

Embora os modos A e B sejam, normalmente, os mais utilizados, é o modo C que fornece uma melhor visualização da configuração desta molécula.

2.3.4 Estrutura da celulose e as ligações hidrogênio

De acordo com D'Almeida (1988) para se formar a celulose são necessárias várias reações entre hidroxilas do carbono 1 com hidroxilas do carbono 4 de outras β -D-glicoses, originando um polímero linear, formado exclusivamente por unidades de β -D-glicose. Na molécula de celulose, cada unidade de glicose contém três grupos hidroxilas livres, ligados aos carbonos 2,3 e 6, respectivamente.

As moléculas de celulose tendem a formar ligações (pontes) de hidrogênio intramoleculares (entre unidades de glicose da mesma molécula) e intermoleculares (entre unidades de glicose de moléculas adjacentes). O primeiro tipo de interação é responsável pela rigidez das cadeias unitárias e o segundo, pela formação da fibra vegetal, ou seja, as moléculas de celulose se alinham, formando as microfibrilas, as quais formam as fibrilas que, por sua vez, ordenam para formar as sucessivas paredes celulares da fibra (D'ALMEIDA, 1988).

A ligação de hidrogênio é considerada o tipo de ligação química mais importante na formação do papel. A estrutura final do papel depende das ligações de hidrogênio, mas existem alguns fatores que são fundamentais durante o processo. Na secagem, podemos perceber a importância da tensão superficial, do encolhimento das fibras, das forças aderentes e da adesão. O hidrogênio está em todas as ligações das fibras que une as superfícies celulósicas – não só ligando as fibras, mas também mantendo ligados as fibrilas no interior das fibras, as microfibrilas dentro das fibrilas, e o cristalino da celulose no interior das microfibrilas (ALMEIDA E PINHEIRO, 2009).

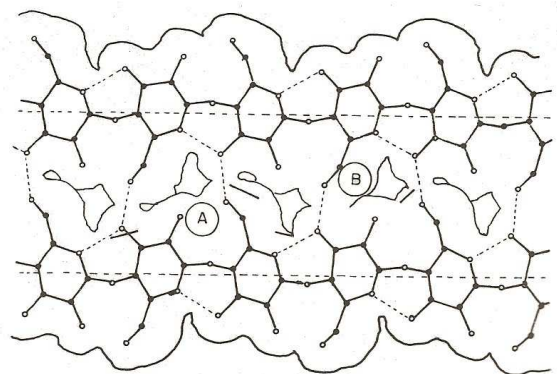


FIGURA 30. Tipos de interações que ocorrem na celulose

FONTE: (D'ALMEIDA, 1988, p. 50)

Tipos de ligações. A – pontes de hidrogênio intramoleculares; B – pontes de hidrogênio intermoleculares.

2.3.5 Hemiceluloses

Segundo a definição de Wise e Lauer (1962) e D'Almeida (1988), hemiceluloses são um grupo de polissacarídeos heterogêneos de baixa massa molecular, encontradas na parede celular de plantas inferiores e em fibras internas da casca de árvores. A hidrólise de hemiceluloses fornece uma mistura de unidades de açúcares em proporções variadas de: β -D-xilose, β -D-manose, β -D-glicose, α -L-arabinose, α -D-galactose, ácido β -D-glucourônico, ácido β -D-galactourônico e ácido α -D-4-O-metilglucourônico.

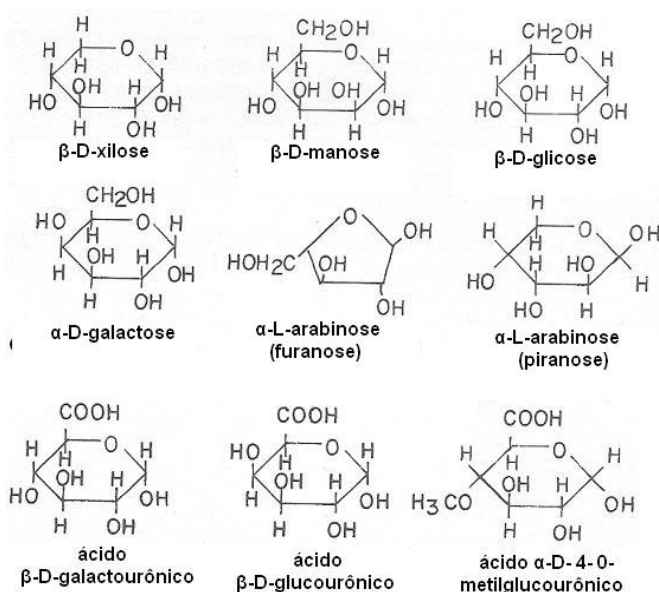


FIGURA 31. Hemiceluloses

FONTE: (D'ALMEIDA, 1988, p.69)

Algumas das unidades de açúcar possuem apenas cinco átomos de carbono, sendo, portanto, denominadas pentoses; outras, porém, possuem seis átomos de carbono, sendo então denominadas hexoses. Os polímeros formados pela condensação de pentoses são chamados pentosanas e os formados por hexoses, hexosanas. Pentosanas e hexosanas são, portanto, anidridos poliméricos de pentoses e hexoses, com as fórmulas gerais $(C_5H_8O_4)_n$ e $(C_6H_{10}O_5)_n$, respectivamente, onde n é o grau de polimerização.

As hemiceluloses são polímeros, nos quais participam pelo menos dois tipos de unidades de açúcar. Assim, as hemiceluloses isoladas das madeiras são misturas complexas de polissacarídeos, sendo os mais importantes: glucouranoxilanas, arabinoglucouranoxilanas, glucomananas, arabinogalactanas e galactoglucomananas. Deve-se sempre lembrar que o termo hemiceluloses não designa um composto químico definido, mas sim uma classe de componentes poliméricos presentes em vegetais fibrosos, possuindo, cada componente, propriedades peculiares. Como no caso da celulose e da lignina, o teor e a proporção dos diferentes componentes encontrados nas hemiceluloses de madeira variam grandemente com a espécie e, provavelmente, também de árvore para árvore. (D'Almeida, 1988, p.69).

2.3.6 Lignina

De acordo com Gatti (2007), a lignina reage na presença de oxigênio e luz (solar ou a luz visível de baixo comprimento de onda entre 400 e 500nm, bem como a radiação UV e IV) originando grupos cromóforos²⁶. Esse fenômeno pode ser visto. Quando se coloca um jornal exposto ao sol, percebe-se que ele rapidamente adquire uma cor amarelada, evidenciando uma reação fotoquímica²⁷ da lignina.

Alguns tipos de papéis podem se tornar mais fracos ou quebradiços, são aqueles que possuem alto teor lignina, e geralmente são os produzidos das pastas

²⁶ *Que transmitem cor.*

chamadas de alto rendimento ou pastas mecânicas. Segundo a autora, esse fato foi muito observado no final do século XIX e início do século XX, nos livros impressos, quando o processo de polpação Química da madeira ainda não estava bem desenvolvido. Pode-se sentir um forte odor característico dentro de uma biblioteca com acervo mais antigo, devido à acidez do papel que surge através da umidade.

Glennie e McCarthy (1962) definem as ligninas como polímeros amorfos, de composição complexa não totalmente caracterizada. Sua finalidade é conferir firmeza à estrutura. É o ligante que mantém as fibras unidas na estrutura da madeira. É resistente à hidrólise ácida e possui alta reatividade com agentes oxidantes.

A lignina tem uma função importante no transporte interno de água, nutrientes e metabolitos. Tecidos lignificados resistem ao ataque por microorganismos, impedindo a penetração de enzimas destruidoras da parede celular. Estão sempre ligadas com as hemiceluloses por forças intermoleculares e também através de ligações covalentes. É produzida através da polimerização natural de hidrogenativa do: álcool trans-coniferílico, álcool trans-sinapílico e álcool trans-para-cumárico. (D'ALMEIDA, 1988).

²⁷ *Reação Química induzida por luz.*

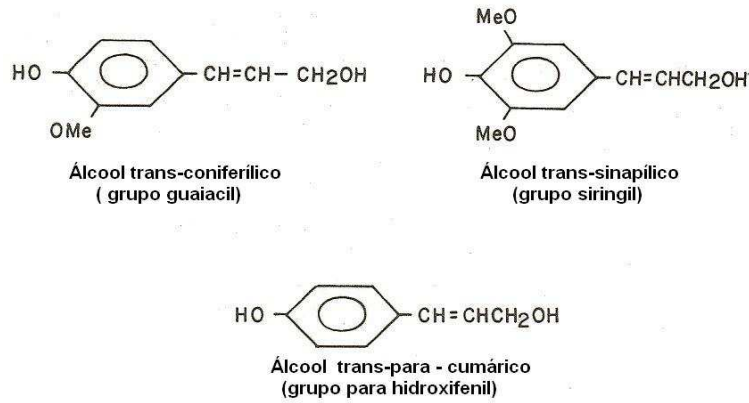


FIGURA 32. Precursores primários da lignina

FONTE: (D'ALMEIDA, 1988, p. 76)

Podem ser classificadas em lignina das gymnospermas ou coníferas, das angiospermas ou folhosas, e das gramíneas, e através de reações de oxidação com nitrobenzeno produzem principalmente vanilina, aldeído siríngico e para-hidroxibenzaldeído.

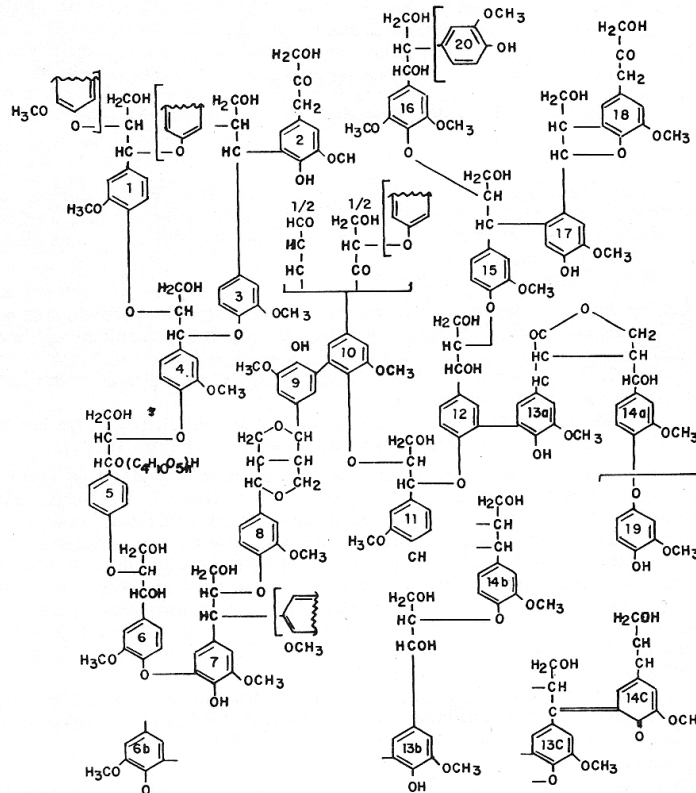


FIGURA 33. Modelo de lignina das coníferas

FONTE: (D'ALMEIDA, 1988, p. 78)

2.3.7 Fibras: estruturas e influência na produção do papel

Conforme D'Almeida (1988), as moléculas de celulose que constituem as fibras vegetais estão agrupadas na forma de fibrilas, formando as microfibrilas e as macrofibrilas, sendo que suas dimensões variam conforme a espécie.

Tabela 1. Celulose das coníferas

Comprimento: ± 3 a 5 mm
Espessura da parede primária: 3 a 5 μm
São fibras longas – tem maior valor de mercado e são mais escassas
Conferem maior resistência mecânica – são próprias para papeis de embalagens;
Menor rendimento ($\pm 48\%$).

Tabela 2. Celulose das folhosas

Comprimento: $\pm 0,8$ a 1,5 mm
Diâmetro: 20 a 50 μm
Espessura da parede primária: 3 a 5 μm
São fibras curtas e macias
Maior rendimento ($> 50\%$);
Maior opacidade (filme mais fechado);
Menor resistência mecânica – são próprias para papeis de impressão e escrita.

De acordo com Asunción (2002), a celulose é um sistema de paredes capilares formadas por macro e micro fibras. Em um corte transversal da estrutura microscópica de uma fibra, percebem-se as seguintes camadas: membrana média (responsável pela união entre as fibras), parede primária (durante o processo de refinamento rompe-se para facilitar o acesso da água às camadas mais internas da fibra), parede secundária (formada por três camadas de microfibrilas, onde

estão localizadas a lignina e as hemiceluloses) e lúmen parte (oca localizada no interior da parede da fibra).

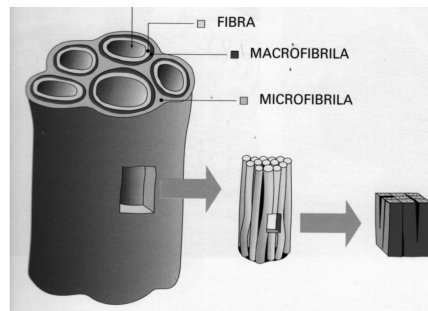


FIGURA 34. Estrutura das fibras

FONTE: (ASUNCIÓN, 2002, p. 103)

“O ângulo que formam as microfibras em relação ao eixo longitudinal da fibra é determinante no comportamento físico da fibra, e decisivo, também, na formação das características da folha de papel”. (ASUNCIÓN, 2002, p. 103).

Segundo Asunción (2002), as características das fibras influenciam diretamente a morfologia e resistência dos papéis. Mas é necessário que a lignina seja quase totalmente eliminada para se obter pastas melhores. Para escolher a fibra mais adequada para o tipo de papel que se quer produzir, é necessário observar suas características morfológicas ou anatômicas: comprimento, diâmetro, espessura, largura do lúmen, flexibilidade, rigidez etc.

A primeira característica que devemos observar nas fibras, segundo Asunción (2002), é o comprimento, o diâmetro e a espessura da sua parede. Os papéis fabricados com fibras maiores, sempre serão mais resistentes, rígidos e mais porosos, porém serão mais suscetíveis ao rasgo, devido ao fato de ser difícil a obtenção de uma folha uniforme com fibras grandes.

A segunda característica é a largura das fibras que pode variar muito entre as espécies, quanto mais largas, maior será a capacidade de se entrelaçarem. As fibras de madeiras geralmente são mais grossas que as de não-madeiras. A

espessura da parede celular e a massa dessa fibra também influenciam no papel, afetando a sua porosidade, lisura, resistência e opacidade.

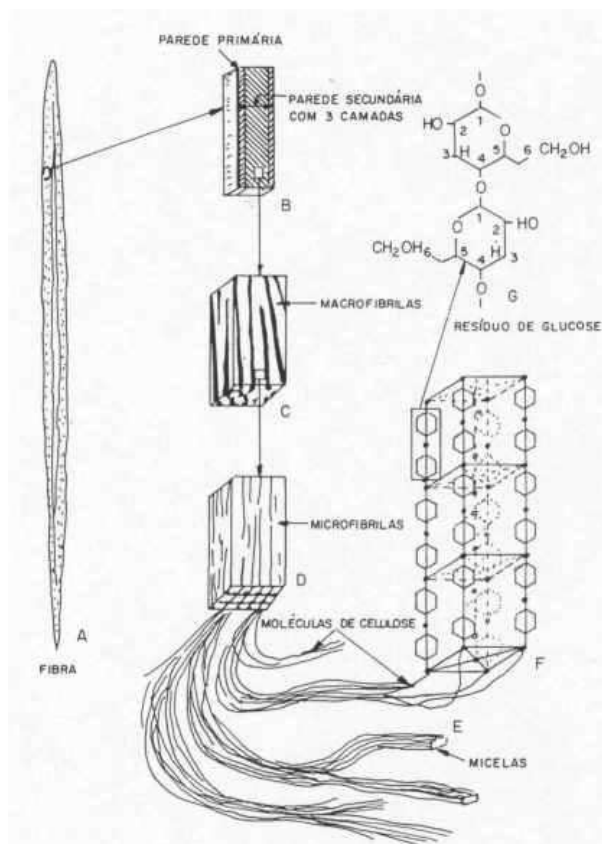


FIGURA 35. Formação da fibra de celulose
FONTE: (D'ALMEIDA, 1988, p. 51)

As folhas de papel produzidas com fibras mais grossas apresentam um número menor de fibras e enlaces por grama do que os papéis formados por fibras finas e esbeltas, e esses últimos serão menos resistentes. É melhor a mistura de fibras com tamanhos e grossuras variados para se produzir folhas mais estáveis e resistentes (ASUNCIÓN, 2002).

As fibras são compostas de cristais de celulose e uma quantidade de água é absorvida por todas as superfícies cristalinas expostas, provocando o seu inchamento e diminuição da atração entre as fibras, quando essas são imersas em água (Almeida e Pinheiro, 2009).

De acordo com Gatti (2007), para acelerar o inchamento e aumentar a superfície externa, é necessária uma ação mecânica de separação das fibras feita através de equipamentos denominados de refinadores. No refino acontece o cisalhamento das fibras, que é a abertura destas fibrilas, o que chamamos de “fibrilação” (p. 25). O aumento da superfície de contato provoca um maior número de ligações entre as fibras, produzindo um papel com maior resistência. Podemos perceber que o refino das fibras de celulose é um processo bastante complexo e de fundamental importância na fabricação de papel.

A fabricação de papel é constituída por ligações de superfícies fibrosas em uma rede coerente. Deve-se ter uma plasticidade nas fibras na preparação para a formação da trama de fibras. Além disso, a proximidade íntima das fibras de celulose e sua flexibilidade são pré-requisitos para as ligações das fibras, e tudo acontece por meio de ligações de hidrogênio que são continuamente quebradas e formadas durante o processo (Almeida e Pinheiro, 2009).

2.3.8 Estudo sobre a fibra de bananeira

De acordo com Soffner (2001), o pseudocaule²⁸ da bananeira é descartado após a colheita da fruta, e é considerado um resíduo pelo grande volume gerado e por não ser aproveitado. Por essa razão e por ser constituído de material fibroso, serve como fonte de polpa celulósica. São utilizados há muito tempo em artesanatos em vários países como Brasil, Costa Rica, Equador e Filipinas. No Brasil, os resíduos da bananeira também são utilizados em materiais de construção, indústria automotiva, artigos têxteis, e produção papéis artesanais.

²⁸ O pseudocaule é um estirpe ou “tronco” em formato de um cilindro irregular, formado por bainhas foliares sobrepostas, tendo em seu interior o “palmito” ou coração central. No prolongamento das bainhas foliares encontram-se as folhas. (Soffner, p. 07, 2001).

Segundo a autora, o uso do pseudocaule como matéria-prima para produção de papel possibilita agregar valor a um resíduo, contribuindo para a minimização de impactos ambientais negativos. Na Costa Rica, os rejeitos da bananicultura são descartados no mar pelos produtores. No Brasil, grande parte dos resíduos permanece nos bananais, favorecendo o desenvolvimento de organismos biodeterioradores e de animais peçonhentos. Sendo assim, o pseudocaule representa uma fonte alternativa de fibra longa para produção de papéis especiais.

Do pseudocaule da bananeira é possível extrair vários tipos de fibras, mas todas essas características dependem da espécie, das condições climáticas e do tipo de solo. Algumas das características gerais são fibras longas e amareladas, branqueadas facilmente, sedosas e brilhantes, com tamanhos de 2nm a 8nm, são resistentes e elásticas (Gatti, 2007).

Segundo Rojas (1996), nas fibras obtidas do pseudocaule de bananeira, o valor médio encontrado foi de 4,0 nm, segundo Coelho (2001)²⁹, apud Chertman (2007), chega até 92,6% a umidade, 62,7% o teor de α -celulose e 12,7% de lignina (em base seca).

2.4 Processo Industrial de fabricação de papel

Os processos utilizados industrialmente para a produção de celulose se dividem em: mecânico, termomecânico, quimitermomecânico e semiquímicos (sulfito ácido, sulfito neutro, sulfato e soda a frio) e químicos. A utilização definitiva

²⁹ Coelho, R.R.P.; MATA, M. E. R. M.; BRAGA, M. E. D. Alterações dos componentes nutricionais do pseudocaule da bananeira visando sua transformação em palmito. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 3, n. 1, p.21-30, 2001.

da madeira só aconteceu na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento dos processos químicos de cozimento da madeira e o aperfeiçoamento mecânico das máquinas inventadas.

2.4.1 Avanço tecnológico de produção de celulose e papel

O crescimento dos centros urbanos teve como consequência um aumento da utilização de papel e também a utilização de trapos, que era a matéria-prima principal na produção de papel (Gatti, 2007).

Segundo Gatti (2007), o problema agravou-se mais ainda à medida que as técnicas de escrita e impressão foram sendo mecanizadas, como, por exemplo, o sistema de impressão tipográfica desenvolvido por Gutenberg em 1450. Paralelamente a isso, as técnicas de produção de papel foram sofrendo aperfeiçoamentos mecânicos, contribuindo com a redução de custos de produção, tornando o produto final cada vez mais barato e acessível.

Segundo Hunter (1957), Heller (1978), Roth (1983), D'Almeida (1988), os principais acontecimentos que fazem parte do avanço tecnológico de produção de celulose e papel foram:

- 1719 - *René Antoine Ferchault de Réaumur*. devido à extrema falta de matéria-prima, sugeriu o uso de madeira como fonte de matéria-prima, após observar os vespeiros.
- *Cloro*: descoberto em 1774 por Scheele (químico sueco), possibilitou o desenvolvimento do pó de branqueamento (uma mistura de cloro e cal), dando início ao estudo de processos de branqueamento.
-

- 1798 – *Nicholas-Louis Robert*: inventou a primeira máquina de papel. Ele sentiu a necessidade de uma máquina que dispensaria a utilização de empregados. O princípio dessa máquina é o mesmo empregado nas modernas indústrias papeleiras. Mas seu projeto nunca passou de um protótipo.
- 1800 - *Koops*: patenteou o processo de produção de polpa de palha e de papel velho, surgindo, assim, as indústrias de reciclagem de papel usado.
-
- 1821 – *Thomas Bonsor Crompton*: patenteou, em primeiro de novembro de 1820, a utilização de cilindros secadores que eram acoplados à máquina e aquecidos a vapor, prensava e secava o papel formado na esteira. Esse invento apareceu na Inglaterra em 1821.
- *Máquina de papel*: a produção de papel sofre uma série de aperfeiçoamentos mecânicos a partir do ano de 1821, como o desenvolvimento da mesa formadora de papel pelos irmãos Fourdrinier, (cujo nome é mantido até hoje nas máquinas de papel). A ideia da máquina partiu de Nicholas-Louis Robert.
- *Pasta mecânica*: desenvolvida por Keller em 1844, a partir de madeira (ainda um produto fraco e frágil). Em 1850, Heinrich Voeter utilizou uma mistura de 25% de pasta mecânica e 75% de pasta de trapos.
- *Polpa sulfito*: em 1857, nos EUA, Benjamim Tilgmann desenvolveu o processo de polpeamento de madeiras com sulfito, tornando a produção de papel independente de trapos.
-

- *1860 - Máquina Holandesa*: máquina inventada pelos holandeses. Era uma máquina que utilizava trapos, realizando sua desintegração. Passou por uma série de modificações, mas até hoje a idéia básica de sua construção não foi alterada.
- *Polpa sulfato (Kraft)*: em 1884, na Alemanha, Dahl desenvolveu o processo de polpeamento de madeiras com soda e sulfeto de sódio.

A direção das fibras tem um efeito na resistência e na impressão mecânica do papel. Uma das características do método industrial ou mecânico da produção de papel é que ele possui uma única direção de fibra, porque a máquina recolhe ou deposita a pasta sobre a rede seguindo sempre uma mesma direção de movimento.

2.4.2 Resumo das etapas do processo Industrial de produção de papel

Podemos perceber a complexidade do processo industrial da produção de papel através da descrição resumida de suas etapas de acordo com Chertman (2007) e ABTCP (2009):

- *tratamento e fragmentação da madeira*: a árvore é cortada, descascada, transportada, lavada e picada em cavacos de tamanhos pré determinados;
- *cozimento*: no digestor, os cavacos são misturados ao licor branco e cozidos a temperaturas de 160 C°. Nessa etapa tem-se a pasta marrom que pode ser usada para fabricar papéis não branqueados;
- *branqueamento*: a pasta marrom passa por reações com branqueadores (cloro e cal, peróxido, dióxido de sódio, ozônio e ácido) e é lavada a cada etapa, transformando-se em polpa branqueada;

- *secagem*: a polpa branqueada é seca e enfardada para transporte, caso a fábrica não possua máquina de papel;
- *máquina de papel*: a celulose é seca e prensada até atingir a gramatura desejada para o papel a ser produzido.
- *tratamento da lixívia e rejeitos da água*: o licor negro resultante do cozimento é tratado e os químicos são recuperados para serem usados como licor branco. Esse tratamento ameniza os impactos ambientais causados pela fábrica de papel.

Percebe-se a complexidade do processo industrial da produção de papel através dessa descrição resumida de suas etapas e que existem muitas diferenças desse com o processo artesanal.

2.4.3 Processos industriais de polpamento

São vários os processos utilizados para produção de polpas de celulose. Citaremos os principais e os mais utilizados industrialmente, segundo Assumpção (1988).

Processos químicos dividem-se em **alcalinos** (processo soda, Kraft, sulfito alcalino e sulfito neutro) e **ácidos** (sulfito ácido):

- *processo soda a frio*: o NaOH (hidróxido de sódio) é impregnado nos cavacos, o que permite o enfraquecimento das ligações entre as fibras, ou seja, a separação da lignina, em temperatura em torno de 25°C. Em seguida, os cavacos passam por um desfibramento e se transformam em pasta;

- processo Kraft³⁰: também conhecido como processo sulfato. São utilizados hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S). O tempo de cozimento fica em média 2h, e a temperatura média é de 160°C a 185°C (Assumpção, 1988).

Nesse processo, os cavacos são tratados com soda cáustica e sulfeto de sódio em vasos de pressão, denominados digestores, com o objetivo de dissolver a lignina, preservando, assim, a resistência das fibras. O resultado é uma pasta forte, produzindo um papel resistente, com rendimento entre 50 a 60 %. Esse tipo de papel é utilizado para produção de sacolas de supermercados, sacos para cimento etc. (Pulp and Paper Institute Center – PPIC, 2009);

- sulfito alcalino: o licor de cozimento contém sulfito mais um reagente alcalino a um pH acima e 10. A base pode ser o sódio;

- sulfito neutro: processo mais difundido, em que os cavacos de madeira são tratados à base de sulfito de sódio (Na₂SO₃) ou sulfito de amônio (NH₄)₂SO₃; o pH é mantido entre 7 e 8, por meio da adição de agentes, que neutralizam a acidez do sulfito;

- sulfito ácido: SO₂ (dióxido de enxofre), a um pH entre 1 e 2, utilizados em baixa concentração no cozimento e a baixa temperatura, entre 120°C a 130°C.

Processos de alto rendimento, processo mecânico, termomecânico, químico-mecânico, químico-termomecânico:

- processo mecânico - acontece o processamento da madeira nas seguintes etapas: primeiramente, acontece o descascamento; em seguida, o corte em pedaços menores; depois, são levadas a um desfibrador (um rolo de pedra dentado que esgarça a madeira com todos os seus constituintes). Nesse processo, se obtém aproveitamento total da madeira;

³⁰ kraft significa forte em alemão.

- processo termomecânico – diferencia-se do processo mecânico devido à utilização de calor e pressão. A madeira cortada em cavacos é amolecida com vapor de água saturado a uma pressão de 1 a 3 atmosferas e calor de 120°C a 145°C. Passa, em seguida, por dois desfibradores, um pressurizado e outro despressurizado, até se transformar em pasta. É mais resistente e é melhor para imprimir em relação ao papel produzido por processo mecânico;

- processo quimitemecânico – diferencia-se dos processos anteriores devido ao acréscimo de um rápido tratamento químico dos cavacos.

Processos de rendimento variável: processos *semi-químicos*.. É um processo intermediário entre o quimitemecânico e os chamados processos químicos. Produtos químicos em baixas porcentagens são acrescentados para facilitar ainda mais a desfibragem, sem, contudo, reduzir demasiadamente o rendimento, estacionando-se numa faixa de 60 a 90 %. (IPT, 1988).

Nos Processos Químicos à base de Sulfato, são utilizados os mesmos produtos químicos do processo Kraft, em condições são mais rígidas:, emprega-se sulfeto de soda em maior quantidade, além de o cozimento ser feito por mais tempo e com temperaturas mais elevadas. É o processo mais usado no Brasil e é empregado para a obtenção de pastas Químicas com eucalipto, ou outras hardwood, isso porque é preservada a resistência das fibras e dissolve bem a lignina, formando uma pasta branqueável e forte. As pastas de celulose) obtidas por esse processo não apresentam nenhuma restrição ao uso. (Bracelpa, 2008).

2.4.4 Branqueamento da pasta de celulose

O branqueamento, segundo Danilas (1988), é um tratamento físico-químico que melhora as propriedades da pasta de celulose, através da alvura, limpeza e

pureza Química. Para avaliar a intensidade da deslignificação nos estágios de pré-branqueamento, utiliza-se o teor de lignina residual, e, através desse teor, é determinada a quantidade de reagentes necessária para se realizar o branqueamento.

Os derivados de lignina que foram formados durante o polpeamento caracterizam a cor da pasta celulósica. A intensidade da cor também pode aumentar posteriormente, mediante reações de degradação com o oxigênio do ar e também devido à radiação ultravioleta da luz solar. A coloração da pasta celulósica varia desde marrom escuro (processo kraft) até amarelo claro (processos de alto rendimento) (Danilas, 1988).

As pastas de alto rendimento (mecânica, mecanoQuímica e semiQuímica), o objetivo do branqueamento é aumentar a alvura da pasta com um mínimo de dissolução de material, ou seja, modificando apenas os grupos cromóforos, responsáveis pela sua coloração. Já as pastas Químicas, o objetivo é obter uma pasta livre de lignina e com alvura elevada. Para tal, os agentes químicos usados levam à dissolução da lignina (D'ALMEIDA, p. 555-556, 1988).

Para medir a eficiência do branqueamento, utilizam-se as propriedades ópticas da pasta: alvura, brancura, opacidade e estabilidade de alvura, relacionados com a absorção ou reflexão da luz, (Danilas, 1988).

Alvura é a refletância da luz azul com um pico a 457 nm que ocorre em uma superfície opaca de folhas de celulose comparada com uma superfície padrão refletora e difusora. A celulose branqueada tem valores de alvura entre 86 e 94. Celulose não branqueada entre 20 e 30. Papel jornal cerca de 55³¹.

³¹ Introdução ao processo de Obtenção da Celulose. Disponível em <http://www.celuloseonline.com.br>, acesso em: 12-8-08.

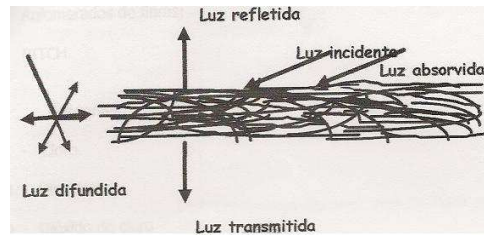


FIGURA 36. Luz atingindo folha de papel.

FONTE: <http://www.celuloseonline.com.br>

Determina-se uma melhor alvura utilizando reagentes oxidantes que possibilitam uma maior estabilidade no processo de branqueamento. Podem ser utilizadas também substâncias Químicas redutoras, que servem apenas para alterar quimicamente os materiais que possuem cor, sem alterar seu rendimento e transformando seu aspecto visual. Os reagentes oxidantes são empregados principalmente em pastas de alto rendimento.

Para a produção de papel de qualidade superior e alvura elevada, torna-se necessária a remoção da lignina e de outras impurezas das polpas químicas. Neste caso, o branqueamento torna-se um processo de purificação, afetando mais diretamente outras propriedades da pasta (viscosidade, teor de hemicelulose e propriedades físicas e mecânicas).

Nas pastas químicas e semiquímicas que possuem um rendimento menor do que 60%, o teor de lignina residual na pasta pode ser estimado mediante a determinação do número Kappa³², que permite uma avaliação do grau de deslignificação atingido pelo processo.

³² Número KAPPA = é a quantidade de lignina que não foi extraída da polpa celulósica. Cálculo = coloca-se uma quantidade de 100 ml de $KmnO_4$ (em excesso) em 1 g de celulose em meio ácido 100 ml de H_2SO_4 , o $KmnO_4$ reage com a lignina em meio ácido presente na celulose, titula-se o excesso de $KmnO_4$ e por diferença determina-se a quantidade consumida na reação com a lignina, determinando portanto o N° KAPPA. O N° KAPPA x 0,15 = % lignina (Klason) na polpa.

Os agentes alvejantes mais comumente empregados no branqueamento de pastas celulósicas Químicas são: o cloro, o hipoclorito de sódio e o dióxido de cloro. Álcalis como soda cáustica e hidróxido de cálcio são usados para a extração de produtos clorados, de reação da pasta tratada. Algumas vezes, peróxido de hidrogênio, peróxido de sódio ou ácido peracético são usados nos estágios finais do branqueamento e oxigênio nos iniciais. Dióxido de enxofre e sulfito de sódio podem ser usados como neutralizantes e reagentes anti-cloro, servindo para estabilizar a alvura da pasta (D'ALMEIDA, p. 556, 1988).

A estabilidade da alvura é outra característica importante, pois com o tempo a cor pode sofrer alterações, tornando o material amarelado ou escurecido. A reversão é acelerada pela luz, calor e umidade elevada, dependendo ainda do tipo de pasta e do processo de branqueamento utilizado. A alvura será menos estável quando for empregado um agente redutor no processo de branqueamento, pois, em longo prazo, o oxigênio do ar oxida novamente as formas reduzidas dos compostos coloridos derivados da lignina

2.4.5 Principais agentes de branqueamento

Os reagentes mais utilizados se dividem em redutores e oxidantes. Os tipos mais utilizados para pastas Químicas são os oxidantes, devido ao custo ser mais baixo e uma obtenção de uma alvura melhor.

Tabela 3. Classificação dos branqueadores de papel

REDUTORES	OXIDANTES
Bissulfito de sódio (NaHSO_3)	Cloro
Ditionitos de zinco e sódio (ZnS_2O_4 e $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) (hidrossulfitos)	Peróxido de hidrogênio (H_2O_2)
Borohidreto de sódio (NaBH_4) (tetrahidroborato de sódio)	Dióxido de cloro (ClO_2)
	Hipoclorito de sódio (NaClO)
	Oxigênio
	Ozônio (O_3)

Considerando-se que o objetivo do branqueamento das pastas é a obtenção do grau de alvura desejado e estável, com um custo mínimo de

reagentes e equipamentos, sem prejuízo das características físico-mecânicas do produto, este objetivo será mais facilmente atingido se for utilizada uma combinação de vários reagentes em vários estágios, alternando-se, por exemplo, estágios de oxidação com estágios de lavagens simples ou alcalinas. (Celulose online, 2009)

Os reagentes utilizados nos processos de branqueamento são representados por símbolos, e um processo combinado pode ser representado por uma sigla.

Tabela 4. Agentes branqueadores de papel

Agentes Branqueadores		
Cloro	→ C	→ (cloração)
NaOH	→ E	→ (extração alcalina) E ₀ (ext. alc. com oxigênio)
NaClO	→ H	→ (hipocloração)
ClO₂	→ D	→ (dioxidação)
H₂O₂	→ P	→ (peroxidação)
O₂	→ O	→ (oxigênio)
O₃	→ Z	→ (ozonização)

Podemos exemplificar com a sigla CEHD que representa um processo combinado de cloração – extração alcalina – hipocloração – dioxidação, com lavagem da pasta entre os estágios. Quando houver uma barra entre dois estágios de uma sigla, significa que não há lavagem entre estes dois estágios. Por exemplo, a sigla CEH/D, neste caso não há lavagem da pasta entre os estágios de hipocloração e dioxidação³³.

³³ Introdução ao processo de Obtenção da Celulose. Disponível em <http://www.celuloseonline.com.br>, acesso em: 12-8-08.

2.5 Aspectos ambientais observados na produção industrial de papel

Santos e colaboradores (2001) apontam o processo de branqueamento como um dos principais problemas ambientais, porque durante esse processo geralmente se utiliza o cloro e hipoclorito de sódio que reagem com resíduos de lignina e produzem materiais organoclorados. Esses compostos não são biodegradáveis e causam alterações genéticas em vegetais e animais. Apesar de as indústrias de celulose e papel utilizarem desodorizadores, caldeiras de recuperação e monitoramento frequente dessas emissões, os problemas ainda persistem e não foram totalmente solucionados.

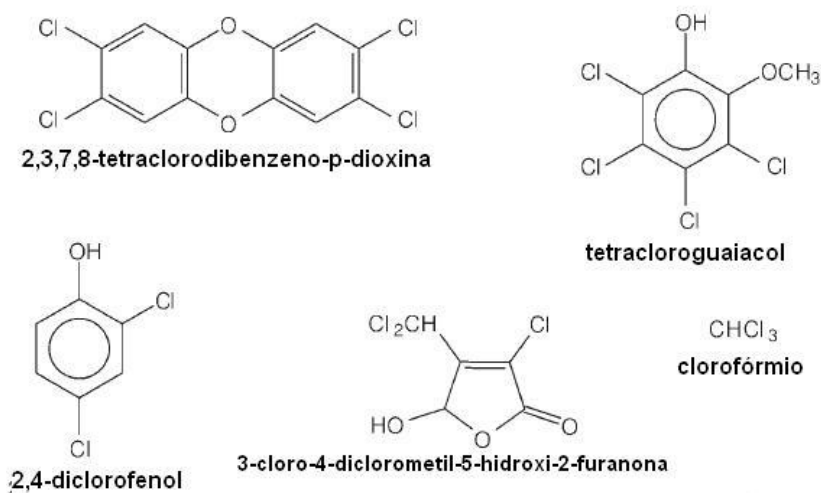


FIGURA 37. Organoclorados produzidos no processo de branqueamento.

FONTE: (SANTOS E COLABORADORES, 2001, p. 7)

De acordo com Marx (2008), na maioria das vezes, o branqueamento realizado pelo processo Kraft utiliza vários materiais como álcalis, ácido, peróxidos de hidrogênio e de sódio, oxigênio, bissulfito de sódio e também processos de lavagem com água, e, em seguida, realizam-se tratamentos com clorantes (gás cloro, hipoclorito, dióxido de cloro) para retirada da lignina residual.

Segundo o autor, apesar de produzir um papel branco, o processo que utiliza clorantes causa vários problemas ambientais, através da produção e liberação de compostos organoclorados, que são formados pela reação das substâncias orgânicas com os agentes oxidantes que contêm cloro. A reação do cloro com a lignina produz anéis aromáticos clorados. Entre os organoclorados que são produzidos estão os furanos e a 2,3,6,7-tetraclorodibenzo-4-dioxina, que pode ser representada pela sigla TCDD, conhecida pelo nome genérico dioxina. A TCDD é a dioxina mais comum e também a mais tóxica formada na produção de papel.

A composição química dos efluentes das fábricas de torta e papel é extremamente complexa. Para cada tonelada de torta, são produzidos aproximadamente 4 kg de cloro organicamente ligado. Foram identificados cerca de 250 compostos, sendo 180 dos quais, clorados. Várias classes de compostos clorados foram identificados, incluindo clorofenóis, catecóis, guaiacóis e siringóis. Os fenóis clorados são precursores de dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDDs, ou dioxinas) e dibenzofuranos (PCDFs, ou furanos). Por esta razão, os efluentes das plantas industriais de torta e papel são considerados altamente tóxicos. Um estudo realizado em plantas industriais de torta norte-americanas indicou a presença de dioxinas cloradas em concentrações de 1-51 partes por trilhão (ppt) em amostras de torta branqueada, 3,3-180 ppt no lodo primário e 3-120 partes por quatrilhão no efluente final (MARX, p.6, 2008).

Marx (2008) explica que as dioxinas são extremamente tóxicas, e é muito complicado realizar um tratamento, nos efluentes, realmente eficaz utilizando as técnicas convencionais que se tem. Por isso, alguns países foram proibidos de importar ou comercializar celulose branqueada com cloro. Assim, os países produtores e exportadores de celulose, como o Brasil, estão modificando o processo de branqueamento, tentando eliminar o uso de cloro elementar e seus derivados, buscando alternativas mediante o uso de oxigênio, peróxido de hidrogênio e ozônio.

A utilização do cloro elementar no processo de branqueamento do papel foi suspensa pela EPA (Agência de Proteção Ambiental Americana) desde abril de 2001. Mas ainda, segundo pesquisas recentes, 20% do papel são produzidos com cloro elementar, e 54% com dióxido de cloro, diminuindo assim a liberação de 90 % de dioxina e furano. Mas legislações ambientais mais rígidas têm buscado outros processos alternativos de branqueamento.

Segundo Brasileiro e colaboradores (2001), novos reagentes têm sido estudados e o uso de cloro tem sido reduzido com processos ECF e TCF. O método ECF significa branqueamento livre de cloro molecular (*Elemental Chlorine-Free*, ECF), está sendo desenvolvido e utilizado amplamente na indústria de polpa. TCF significa processo totalmente livre de cloro, esse é menos eficaz, porque aumenta o consumo de madeira em 10% e diminui a reciclabilidade do papel (MARX, p.6, 2008).

Conforme Brasileiro e colaboradores (2001), para obter alvuras elevadas e bons índices de deslignificação, utilizam-se agentes oxidantes fortes como oxigênio, peróxido de hidrogênio, dióxido de cloro e ozônio. Recentemente, os perácidos estão substituindo os reagentes clorados empregados para o branqueamento de polpas em sequências ECF e como reagentes complementares em sequências de branqueamento TCF, devido ao seu alto poder oxidante, maiores índices de resistência e baixos índices de degradação da celulose.

A polpa celulósica livre de cloro elementar (ECF), branqueada com o dióxido de cloro, continua crescendo e domina o mercado mundial de celulose Química. Em 2001, a produção atingiu mais que 63 milhões de toneladas, totalizando mais de três quartos do mercado mundial. Em contraste, os sistemas de branqueamento TCF (Totalmente Isentos de Cloro), declinaram ligeiramente, mantendo um pequeno nicho de mercado acima de 5% da celulose Química produzida. A explicação possível para a pequena quantidade de polpa TCF é que este processo é mais caro, tem

menor rendimento e produz polpa com propriedades físico-mecânicas inferiores à polpa ECF. (ALMEIDA E COLABORADORES, p. 16, 2008).

Segundo Marx (p. 6, 2008), na Universidade Carnegie Mellon dos Estados Unidos, o cientista Terrence Collins está produzindo e testando novos ativadores de oxidação. Esses são chamados “ativadores ligantes tetraamido-macro-cíclicos, abreviados como TAML™ (do inglês, *tetraamido-macrocylic ligand activators*). Por esse trabalho, Collins foi premiado com o Prêmio Presidencial Desafio em Química Verde em 1999”.

Marx (2008) relata que esses ativadores não possuem grupos funcionais tóxicos e elementos considerados perigosos à vida. Com o ativador TAML™, é possível realizar um processo de deslignificação por peróxido a baixa temperatura. Percebe-se, assim, uma grande economia de energia e uma redução no consumo de fontes não renováveis (combustíveis), conseqüentemente uma diminuição na produção de gases do efeito estufa.

3. Proposta de projeto de Ensino de Química: Produção de papel artesanal de fibra de bananeira

3.1 Conhecendo a Escola

O Colégio Estadual Jardim América está localizado na Praça C-111 s/n, no bairro Jardim América em Goiânia, considerado um dos maiores bairros em extensão da capital. A localização da escola facilita o acesso de alunos de várias regiões da cidade, que atende os alunos desse e de outros bairros adjacentes. Os alunos vão para a escola de transporte coletivo, bicicleta, carro e, principalmente, caminhando. O bairro é de classe média, mas a clientela dos alunos é de classe média baixa e classe baixa.

O espaço físico da escola é constituído por 12 salas de aula, laboratório de Ciências, laboratório de informática educativa e biblioteca, auditório com capacidade para 400 pessoas, sendo utilizado também como sala de vídeo, quadra de esporte coberta, sala de professores, sala de coordenação, secretaria e diretoria. A rede de água e esgoto e rede elétrica passaram por reforma recente no ano de 2008/2009.

O mobiliário da escola encontra-se em bom estado de conservação. A escola é bem dotada de equipamentos eletrônicos, disponíveis para os professores e para os alunos. Possui televisão, dois aparelhos de DVD, dois aparelhos portáteis de som, data-show com telão e aparelhagem de som, utilizada para eventos e pela rádio da escola. Possui computadores com acesso a internet,

disponíveis para os alunos nos horários contra turno. Possui secretaria totalmente informatizada com aparelhos novos (computadores, impressoras, fax). Na sala dos professores e na coordenação há computadores disponíveis para uso destes. Possui aparelho de ar condicionado nas seguintes dependências: laboratório de informática, secretaria, sala dos professores e coordenação.

A escola conta com uma média de cinquenta docentes, todos professores graduados em suas áreas de atuação, e um ou dois coordenadores pedagógicos por turno. Conta com um dinamizador do laboratório de Ciências da Natureza e três dinamizadores do laboratório de informática (um para cada turno), bibliotecários e estagiários suficientes para cada turno. Conta com banda marcial, professores de música e de comissão de frente, projetos de extensão como xadrez e monitoria do laboratório de Ciências da Natureza. A equipe gestora é escolhida por meio de eleições com voto secreto.

A escola tem Ensino Fundamental no período vespertino, da sexta a nona série, atendendo um total de 450 alunos. O Ensino Médio funciona no período matutino e noturno, atendendo em média um total de 820 alunos, cerca de 520 alunos no turno matutino e 300 alunos no noturno. A merenda escolar é servida a todos os alunos, em todos os turnos. Os alunos, na grande maioria, trabalham no horário que não estão na escola ou passam a maior parte do tempo em casa sozinhos. Sendo uma região centralizada e urbanizada, alguns dos desafios da escola estão em superar certas dificuldades como: ausência da família, convívio com as drogas, vandalismo e violência. Esses fatores geram indisciplina e falta de estímulo para com os estudos

A escola se dedica e trabalha muito em prol do processo ensino – aprendizagem e suas melhorias. Desenvolve vários projetos ao longo do ano,

como mostras científicas e culturais, sarau da biblioteca, projeto musicalidade, comemorações de datas importantes como dia: da Consciência Negra, do meio ambiente, da saúde etc. Tem uma proposta de avaliação com caráter formativo, somativo e contínuo.

Mas apesar de todos os esforços, em 2008 a escola atingiu um índice de reprovação de 10,7 % e 4,6 % de abandono no Ensino Fundamental, enquanto no Ensino Médio estes índices foram de 12 % de reprovação e 15,6 % de abandono.

O objetivo maior da escola é buscar a democratização e resgatar a sua função específica de ensinar e preparar o cidadão para a vida, Criando um ambiente de aprendizagem atrativo o suficiente para sanar a evasão escolar e promover a aprendizagem dos educando, na tentativa de formar cidadãos conscientes solidários, multiplicadores do conhecimento científico.

3.2 Desenvolvimento da proposta

A proposta de produção do papel surgiu através de uma experiência vivenciada por mim e pelos alunos durante uma visita na COOPREC (Cooperativa de Reciclagem), durante um trabalho realizado com o tema gerador LIXO, proposto pelo livro – Química e Sociedade. Uma das sugestões propostas na obra era visita a lugares da região local que tratassem sobre o tema em questão. Durante esse trabalho com o tema lixo, os alunos realizaram duas visitas: uma, no aterro de Goiânia e outra, na COOPREC – Usina de Reciclagem (papel e plástico e produção de papel a partir da fibra de bananeira. No último, o que mais chamou atenção foi o reaproveitamento do pseudocaule da bananeira na produção desse papel.

A partir desse interesse, um grupo de alunos do 3º ano propôs o projeto “FIBRA DA BANANEIRA: um papel importante”, com a produção de papel a partir do pseudocaule da bananeira sob minha orientação. Esse foi um dos temas da III Mostra Científica CEJA e o meio ambiente, realizada no Colégio Estadual Jardim América no ano de 2007, ficando entre os cinco primeiros trabalhos que mais se destacaram. Logo após esse evento dentro da escola, o trabalho foi escolhido para ser apresentado na XI Feira de Ciências do Estado de Goiás, ficando em primeiro lugar como destaque nesse evento, realizado em setembro de 2007.

Após a grande repercussão do tema, dentro e fora da escola, percebemos, em reuniões realizadas entre grupo gestor, professores e alunos, que seria interessante um aprofundamento desse tema. Percebemos então a necessidade de melhorar esse trabalho. Após uma reflexão da proposta realizada no projeto da Mostra, transformamos o projeto em uma oficina para alunos do Ensino Médio.

Após a realização de oficinas na escola, recebemos vários convites para apresentação dessa oficina. Uma das apresentações foi na Coordenação do Ensino Médio, ocasião em que recebemos o convite para ser uma disciplina optativa no Programa de Reestruturação do Ensino Médio – Resignificação do Ensino Médio no Estado de Goiás.

A nossa necessidade em ampliar os conhecimentos sobre esse tema coincidiu com a escolha do projeto de pesquisa do mestrado, no final do ano de 2007. Escolhi então esse assunto como objeto de estudo da minha pesquisa, percebendo a possibilidade de integrar esse tema a conceitos de química relacionados com a disciplina que leciono (química).

Uma das etapas da metodologia foi analisar a estrutura da Cooperativa, ponto de partida desse estudo, através de uma entrevista semi-estruturada com roteiro de perguntas estruturadas direcionadas às coordenadoras daquele projeto. Com o intuito de conhecer a cooperativa e seu trabalho artesanal com a produção de papel, foram analisados pontos como: história da cooperativa, mão-de-obra, técnicas de produção, fontes de renda, caracterização do perfil dos cooperários etc.

Foi realizada também uma entrevista semi-estruturada³⁴ para conhecer a história do papel no Estado de Goiás, precisamente na capital - Goiânia. Essa entrevista foi feita com a Professora Edith Lotufo, coordenadora das atividades artesanais desenvolvidas na Cooprec e na PUC – GOIÁS e com a Presidente da Cooperativa a senhora Neonice.

Após a aplicação dessas entrevistas partimos para estruturação da dissertação de acordo com a fundamentação teórica, envolvendo os assuntos relacionados com o tema como, por exemplo: Enfoque C-T-S numa perspectiva freireana, Contextualização e Interdisciplinaridade, Educação Ambiental, Experimentação e Ensino por projetos.

A proposição sugerida com esse estudo foi a produção de um material paradidático para orientar professores que se interessassem em trabalhar o tema como disciplina optativa ou como um projeto de ensino no Ensino Médio, independente da série ou pré-requisitos.

³⁴ O roteiro da entrevista se encontra no apêndice C.

3.3 Estrutura do material paradidático: “A Química e o Papel”

Nossa proposta consistiu na elaboração de um material paradidático que tem como objetivo principal nortear o trabalho em sala de aula daqueles que optarem por trabalhar com um processo ensino aprendizagem mais significativo e coerente tanto para o professor quanto para o aluno. Partimos de um tema gerador que é a produção de papel artesanal a partir da fibra de bananeira. A partir do tema, realizamos alguns momentos de discussão e levantamento de questões relacionadas com o tema produção de papel, essas questões partiram dos alunos.

A proposta da discussão era a seguinte: Dentro do processo de produção do papel, o que vocês gostariam de saber e quais situações poderiam ser respondidas através do conhecimento científico?

Através dessas discussões tabulamos várias questões importantes como: Qual o efeito do hidróxido de sódio no cozimento da fibra? Por que se utiliza o vinagre no caldo que restou do cozimento da bananeira? O que é celulose? Por que é importante estudar antes de começar um processo de fabricação? Por que durante a maceração é importante usar luvas?

Com esses resultados, foi possível relacionar alguns dos conteúdos que permitiram uma melhor compreensão do processo de produção de papel de fibra de bananeira, favorecendo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos relacionados. Baseamos em vários autores, referenciais e enfoques para elaboração desse material paradidático.

A construção do material partiu de um trabalho em que houve envolvimento dos alunos. Por isso nossa proposta não é “uma receita a ser seguida”, mas um conjunto de sugestões de metodologias e atividades dentro do

tema escolhido. O professor decide com seus alunos as atividades e problemas que precisam ser resolvidos dentro do seu contexto escolar. Assim o professor deixa de ser visto como um mero repassador de conteúdos, ou seja, deixa de existir a educação “bancária”, denominada assim por Freire (1987).

De acordo com Gondim (2007), quando utilizamos uma educação problematizadora, não podemos apresentar conteúdos predeterminados na escola. Devemos compreender a relação escola-comunidade, propondo conteúdos que estejam inseridos na realidade local e as problematizações que surgirem dela, como, por exemplo, algumas das questões levantadas pelos alunos durante as discussões: Por que se utiliza o vinagre no caldo que restou do cozimento da bananeira? A espécie da bananeira influencia na textura do papel? Que outro branqueador poderíamos utilizar no lugar da água sanitária? Essas são algumas das questões que surgiram através da curiosidade dos alunos, mas nada impede que o professor formule com seus alunos suas questões.

Pretendemos fornecer aos professores e alunos algumas condições para compreenderem o contexto científico, as etapas do processo, e a importância para a sociedade sobre o tema produção de papel artesanal.

Optamos pelo trabalho com tema gerador que, segundo Freire (1987), é uma proposta fundamentada na dialogicidade. Sem diálogo não existe comunicação, ou seja, não existe a verdadeira educação. Os temas se chamam geradores porque partiram de discussões e criam várias possibilidades de desdobramentos em outros temas, provocando novas ações para serem trabalhadas.

O tema gerador é interessante quando surge da realidade da escola, pois é um meio de envolver e despertar a curiosidade e o interesse nos alunos, já que

os conceitos científicos serão trabalhados à medida que forem necessários para explicar os processos, no nosso caso, os processos de produção do papel artesanal, tendo, assim, uma significação relevante no aprendizado. É possível também relacionar situações reais a conceitos mais abstratos que ajudem na compreensão a realidade.

Com a elaboração desse material paradidático acreditamos que este possa auxiliar o professor que se interessar em trabalhar por projetos ou com uma disciplina optativa³⁵, relacionando principalmente os conceitos químicos envolvidos em cada etapa da produção de papel, não deixando de lado a inserção de outros conceitos científicos, quando necessário, priorizando assim um trabalho interdisciplinar.

Propomos textos sobre atitudes e valores e propostas de resolução de problemas na comunidade escolar. Dessa forma, o estudante deverá envolver-se em um trabalho na escola que favoreça situações de comunicação, cooperação, argumentação e formação de opiniões.

3.3.1 Estruturação do material

O material é dividido em dez unidades propostas de acordo com a ordem das etapas da produção de papel artesanal, juntamente com os conteúdos elencados para explicação de cada etapa. São elas: 1. Conhecendo o papel (Importância e História do papel); 2. O papel da fibra de bananeira (Aspectos ambientais da produção de papel a partir da fibra de bananeira, características da bananicultura e estrutura da bananeira); 3. Constituintes do papel (Estruturas e

³⁵ *Disciplinas optativas fazem parte do Programa de Ressignificação do Ensino Médio da Secretaria de Educação do Estado de Goiás (SEDUC/COREM, 2009)*

propriedades dos principais constituintes do papel - celulose, hemicelulose e lignina); 4. Produzindo papel com segurança (Normas de segurança durante a realização de experimentos e durante a produção de papel). 5. O papel e suas transformações (processo de cozimento, evidências de reações químicas, conceitos básicos de termoquímica e cinética); 6. O papel e suas etapas de produção (Maceração, filtragem, diluição e tipos e separação de misturas); 7. A Química Verde e o Papel (Importância do tratamento de resíduos, neutralização do caldo, aspectos ambientais na produção de papel); 8. Descolorindo o papel (Branqueamento – tipos de reagentes e seus efeitos). 9. Colorindo o papel (tingimento do papel – corantes naturais e sintéticos); 10. Características e propriedades do papel (Resistência, gramagem, textura, secagem etc.).

Cada unidade se divide em seções. As seções são estruturadas de acordo com o objetivo da proposta - partir de um questionamento e ao final aprender a fazer o papel e principalmente os conceitos científicos que envolvem cada etapa. Essas seções se alternam em cada unidade e são intituladas da seguinte maneira: *Refletindo, aprendendo, pesquisando, fazendo, tomando atitude, um pouco de história e sugestões para o professor.*

A primeira seção, **“Refletindo”**, traz uma discussão inicial com problematização de questões que estimulam o debate sobre um aspecto da produção do papel artesanal e a curiosidade dos alunos em descobrirem sobre o assunto. Inicia-se o processo investigativo, em que o aluno desperta sua curiosidade e interesse por aprender os conceitos e temas a serem trabalhados posteriormente.

Várias das questões utilizadas para iniciar as unidades, partiram de discussões formuladas pelos alunos. Essas problematizações iniciais necessitam

de um estudo mais aprofundado, de vários conceitos científicos e esse momento acontece na seção “**Aprendendo**”. Nesse momento da aula, o professor poderá utilizar várias metodologias de acordo com sua realidade, seus recursos disponíveis e sua criatividade.

Convém lembrar que não temos a pretensão de esgotar conteúdos de Química ou de qualquer outra disciplina. Nosso objetivo é trabalhar com enfoque interdisciplinar, utilizando conceitos básicos que ajudarão a explicar as etapas de produção do papel artesanal a partir da fibra de bananeira, contextualizando assim o conhecimento.

Contextualização e interdisciplinaridade constituem elementos-chave no tratamento dos conteúdos curriculares. Mais do que integração, a interdisciplinaridade se dá pelo envolvimento das disciplinas em projetos, atividades facilitadores da compreensão de temas complexos, desenvolvimento de pesquisas e estudos ou até mesmo pelo esforço coletivo da classe em analisar um fato, um conteúdo ou uma prática escolar sob diferentes enfoques. [...] A transposição didática é o processo por excelência de contextualizar o conhecimento. A idéia da contextualização é dar chance ao aluno de ressignificar o que aprendeu em cada disciplina em situações ativas de sua vida, de tal sorte que sinta a dimensão de intervenção do conhecimento. (MAIA E CARNEIRO, p. 97-98, 2000).

Segundo Morin (2002), contextualizar é inserir as partes no todo com uma visão geral de mundo, sem informações dispersas, para que sejam significantes. A necessidade de conectar conhecimentos, relacionar, contextualizar, faz parte do aprendizado humano.

Os currículos das diferentes disciplinas devem também se relacionar formando uma rede facilitadora da aprendizagem. A imagem de rede ou teia de significações é uma boa representação do trabalho interdisciplinar, com seus elos e nós.

Machado (2000) relata que é impossível aprender determinado conteúdo, sem antes conhecer ou aprender os conteúdos que são “pré-requisitos”. Mas, em vários casos, como o autor menciona, e nós também acreditamos, isso parece não ser verdadeiro, portanto, essa rigidez no encadeamento dos tópicos desenvolvidos parece desnecessária.

Por isso nossos temas não seguem uma estrutura rígida como uma sequência tradicional dos conteúdos de Química. Os conceitos surgem de acordo com a necessidade de inserção para explicar e ajudar a entender os processos que acontecem durante a produção de papel. Assim acreditamos ser um caminho para a construção de um trabalho verdadeiramente interdisciplinar e contextualizado.

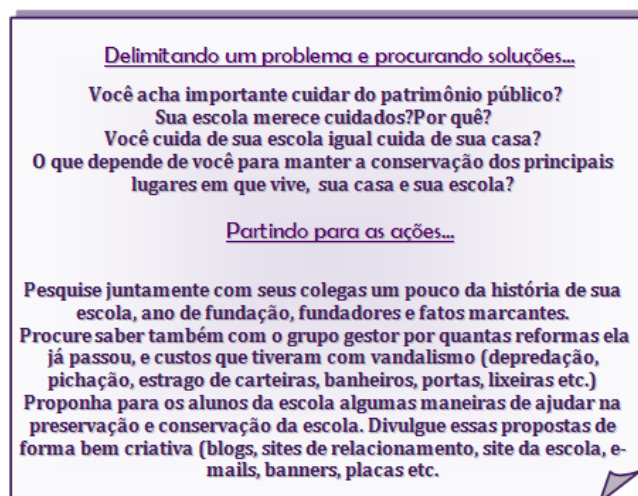
Sugerimos também algumas atividades na seção “**Pesquisando**”, e nas sugestões para os professores. A nossa intenção é estimular o gosto pela pesquisa, incentivar a leitura e a descoberta, para que posteriormente esse aluno consiga elaborar, discutir em equipe e redigir o que aprendeu. Apresentamos sugestões de várias atividades interdisciplinares, e algumas estratégias de ensino com enfoque CTS como visitas, debates, projetos em grupo, pesquisa de campo, utilização de materiais audiovisuais (recursos tecnológicos), utilização de entrevistas etc. Essas estratégias visam à formação de opinião dos alunos e a influência deles nas decisões diante das situações reais dentro e fora da escola, segundo os autores Santos e Schnetzler (1997).

Na seção “**Fazendo**”, abordamos sugestões de atividades investigativas que envolvam a participação ativa dos alunos, utilizando experimentos que estimulem a curiosidade e o interesse em aprender. De acordo com Suart e Marcondes (2008), a experimentação investigativa fornece ao aluno o momento de

discussão, questionamento de suas hipóteses e ideias iniciais, podendo confirmá-las ou refutá-las, através da coleta e análise de dados para resolver as questões encontradas.

Segundo Machado (2004), o processo investigativo auxilia as relações entre os níveis fenomenológicos (macroscópicos) e teóricos (microscópicos) na elaboração conceitual, e favorece também discussões entre alunos e o professor. A função do professor é mediar a construção desses conceitos, sabendo que somente através da observação do fenômeno não é possível explicar o mesmo.

Enfatizamos também a importância de se trabalhar em uma perspectiva humanística e voltada para a formação de atitudes e valores, necessária para que o aluno se transforme em um cidadão participativo na resolução de problemas da sua realidade, tanto na escola como na comunidade. Caracterizamos essa seção como “**Tomando atitude**”, em que propomos um texto para o professor desenvolver a leitura com seus alunos e. Em seguida, tem-se um quadro com sugestões de resolução de problemas, em que os alunos terão a oportunidade de realizar as ações propostas. Trazemos abaixo um exemplo de como isso acontece:



Delimitando um problema e procurando soluções...

Você acha importante cuidar do patrimônio público?
Sua escola merece cuidados? Por quê?
Você cuida de sua escola igual cuida de sua casa?
O que depende de você para manter a conservação dos principais lugares em que vive, sua casa e sua escola?

Partindo para as ações...

Pesquise juntamente com seus colegas um pouco da história de sua escola, ano de fundação, fundadores e fatos marcantes.
Procure saber também com o grupo gestor por quantas reformas ela já passou, e custos que tiveram com vandalismo (depredação, pichação, estrago de carteiras, banheiros, portas, lixeiras etc.)
Proponha para os alunos da escola algumas maneiras de ajudar na preservação e conservação da escola. Divulgue essas propostas de forma bem criativa (blogs, sites de relacionamento, site da escola, e-mails, banners, placas etc.)

FIGURA 38. Caixa de ações propostas referente à unidade 8 do material

FONTE: A autora

Tentamos abordar nos textos aspectos éticos, humanos e cooperativos, seguindo a perspectiva humanística de Freire, de acordo com Santos e Mortimer (2001), em que o compromisso com a sociedade é trabalhar os valores humanos, e não centrar-se em valores de mercado gerados pela sociedade tecnológica.

Defendemos, juntamente com os autores citados acima, uma educação em que os alunos possam pensar, refletir e discutir o seu papel na sociedade e saber resolver problemas relacionados com a tecnologia, sem desfazer-se dela, dando relevância às condições humanas.

Valorizamos também a formação para cidadania que, segundo Santos e Schnetzler (1997), é fundamentada em valores éticos que norteiam o comportamento dos alunos e desenvolve aptidão para discutir decisões necessárias, sempre de forma coletiva.

3.4 Papel artesanal: A produção dentro da Escola

A produção de papel acontece no Colégio Estadual Jardim América. Os alunos trabalham a matéria-prima extraída do pseudocaule da bananeira, cortado ainda verde, após a colheita do cacho de banana. Já na escola, ele é picado em pedaços menores e cozido para preparação da polpa. Essa, em seguida, é triturada e lavada, posteriormente, diluída em água para preparação das folhas, utilizando telas apropriadas, que, a seguir, são colocadas para secar, obtendo-se o papel.

No Colégio Estadual Jardim América, a técnica do processo e suas etapas serão descritas a seguir.

Retirada do pseudocaule – As coletas de pseudocaules ocorrem geralmente nas redondezas da escola, dentro da própria escola e em locais que disponibilizam os mesmos após a retirada do cacho.

Corte – O pseudocaule é cortado manualmente em pedaços pequenos, colocado em uma bacia com água até o momento do cozimento. Geralmente o corte é feito no dia em que é retirado, estando ainda fresco. O corte e o cozimento são realizados em um dia e o restante do processo no dia seguinte.

Cozimento - Durante o cozimento em um lata de 18 litros, acrescenta-se água, pois a bananeira possui alta umidade, sendo que cerca de 80% do seu peso é água. Para uma lata de 18 litros, acrescentam-se 9 litros de água e em média 200 gramas de NaOH (hidróxido de sódio). Utiliza-se o NaOH para reagir com a lignina presente no pseudocaule, permitindo assim a liberação das fibras de celulose. O tempo de cozimento para cada lata de 18 litros dura em média 3 a 4 horas. A medição do tempo varia de acordo com recipiente em que se faz o cozimento, sua capacidade e a quantidade de material.

Filtração - Depois que a fibra estiver cozida, espera-se o licor (ou caldo) esfriar. Em seguida, realiza-se a filtração em sacos de algodão para a retirada do primeiro licor, que fica reservado, em um balde ou uma bacia, para ser tratado na etapa seguinte.

Neutralização do licor – É necessário neutralizar o licor do cozimento antes de descartá-lo para diminuir o descarte de materiais causadores de danos ao meio ambiente. Podemos constatar, com a medição do pH, que o licor contém uma grande quantidade de material alcalino (pH entre 11 e 12) responsável por danos à rede de esgoto e possíveis contaminações. Uma das formas é

acrescentar um ácido. Adotamos em nosso processo o vinagre (que contém ácido acético) por medidas de segurança e economia. Em uma bacia com 30 litros em média de licor, utilizamos aproximadamente 250 ml de vinagre. Em seguida medimos com a fita de pH até atingir um pH na faixa de 6,5 a 7,7, se necessário, acrescentamos mais vinagre. Quando o licor estiver neutralizado, já pode se descartado na rede de esgoto. O ideal é que o pH esteja entre 6 e 8, para que a solução possa ser descartada.

Lavagem e maceração - Após a retirada do primeiro caldo ou licor, inicia-se a lavagem. São realizadas em média três lavagens. Esses processos são realizados em sacos de algodão, necessários para a retirada do licor escuro e resíduos da soda cáustica. Nessa etapa, utilizamos os EPIs necessários: luvas e aventais. Como não temos uma máquina refinadora, substituímos essa etapa por uma maceração manual. Durante a lavagem, “esprememos” e “amassamos” a fibra, realizando assim desagregação inicial, em que as fibras ficam mais “soltas”.

Desagregação das fibras - Para desagregação e homogeneização das fibras, utiliza-se um liquidificador industrial. Nessa etapa, temos o cuidado de observar como ficará nossa polpa, se mais fina (obteremos papel mais fino), ou mais grossa (obteremos papel mais grosso).

Branqueamento – Quando se faz necessário obter papéis em tons mais claros, realizam-se alguns procedimentos para “clarear” as folhas de papel. Utiliza-se água sanitária comercial, que contém hipoclorito de sódio em concentrações que causam menos danos ao meio ambiente quando descartados na rede de esgoto. Coloca-se água sanitária e realiza-se uma nova desagregação no liquidificador, tornando o processo de branqueamento mais rápido. Deixando de um dia para o outro também se obtém um melhor resultado com o

branqueamento, resultando assim em folhas de papéis mais “claras”, em relação às folhas produzidas sem a adição desse material.

Obtenção do papel - Em seguida, a fibra é transferida para uma tina, com o auxílio de baldes. Com o auxílio de telas de madeira, prepara-se para formar as folhas. As telas e os moldes são de tamanho 40 x 50 cm, sempre em pares, sendo uma tela forrada com nylon e a outra sem nylon, cuja função é reter as fibras dentro do molde. A tela é introduzida de forma inclinada na cuba, e são feitos movimentos horizontais, para que as fibras se entrelacem. Em seguida, retira-se verticalmente a tela permanecendo com ela paralela, para que toda água escorra. Caso a tela fique inclinada, quando ainda tiver muita água nas fibras, as mesmas podem se deslocar para o lado da inclinação, e o papel ficará com um lado com maior concentração de polpa que o outro. Ou seja, ficará mais grosso de um lado. Por isso é necessário todo um cuidado ao puxar a tela, para que o papel fique uniforme. Depois que a fibra se assentou sobre a tela, o excesso de água é retirado, para evitar que caia pingos sobre a folha formada.

Secagem – Secamos os papéis diretos nas telas. Por isso a produção fica limitada a quantidade de telas que se tem. Em média produzimos 20 folhas por dia. Devido à quantidade de telas, é preciso esperar secar para obter mais folhas.

3.5 Estudo de Espaço Social na COOPREC

O estudo de espaço social na Cooprec foi um fator importante para o desenvolvimento da pesquisa, visto que o projeto começou a partir de uma visita na cooperativa citada. O importante desse estudo é mostrar como surgiu a cooperativa, sua estrutura, o perfil de seus cooperados, a produção artesanal de papel, a importância para os cooperados que vivem dessa atividade. Esse estudo

aconteceu inicialmente com a visita dos alunos do 3º ano em 2007, posteriormente a pesquisa foi aprofundada e estruturada para que os alunos entendessem sobre como funciona uma cooperativa, procedimentos e como surgiu a produção de papel artesanal e qual o objetivo dessa produção para os cooperados e instituições parceiras.

A história da cooperativa foi embasada nos relatos das cooperárias que fazem parte da Diretoria desta Instituição, em dados do Projeto Meia Ponte (1996), em documentos da COOPREC, como o estatuto de criação da mesma. Através de um roteiro de estudo de espaço social³⁶ pudemos organizar e fundamentar a história, características e particularidades da Cooperativa.

A história da cooperativa se inicia com a ocupação da região, onde se localizavam os bairros Don Fernando I e II, e a criação do Instituto Don Fernando (IDF).

No ano de 1987, uma grande área na região Leste de Goiânia, de propriedade da Arquidiocese da referida capital, foi ocupada por um grupo de pessoas, goianos e migrantes, ocorrendo a partir desse fato um rápido aumento do número de famílias instaladas na área. A população que se deslocou para esses bairros é caracterizada pela pobreza, com vários problemas sociais como desemprego, baixa qualificação, crianças em situação de risco pessoal e social.

Em 1995, a Arquidiocese de Goiânia, por meio da Sociedade Goiana de Cultura (SGC) e da PUC - GOIÁS(UCG), partindo da elaboração do Projeto Meia Ponte, cria o Instituto Dom Fernando³⁷ (IDF), com o intuito de dar suporte a essa

³⁶ O roteiro de estudo de espaço social se encontra no apêndice A.

³⁷ *A criação do Instituto Dom Fernando se deu em 1 de junho de 1995, data em que se registra o décimo ano de falecimento de Dom Fernando Gomes dos Santos, Arcebispo de Goiânia, fundador da Sociedade Goiana de Cultura e Universidade Católica de Goiás.*

população, por meio de desenvolvimento de projetos e parcerias e com a finalidade de fornecer condições mínimas de sobrevivência às pessoas que se instalaram nessa região.

Por se tratar de uma região próxima ao rio Meia Ponte, a temática da educação ambiental sempre foi uma das prioridades do Instituto Dom Fernando.

O principal objetivo do Instituto Don Fernando foi atingir os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais, compreendendo a educação ambiental como eixo transversal. Para tanto o IDF elaborou e construiu uma Usina de Reciclagem de Lixo e fomentou a formação de uma Cooperativa de Reciclagem de Lixo (Cooprec), com moradores da região, e executa um rico trabalho de educação ambiental na comunidade.

A Usina de Reciclagem foi criada com a perspectiva de geração de trabalho e renda associada à preservação ambiental. Foi inaugurada em março de 1998, com capacidade de processamento de vinte toneladas por dia de material bruto, segundo o projeto inicial.

Seus objetivos, também segundo o Estatuto, em seu artigo 2º, são:

- a) Promover a melhoria das condições de vida de seus cooperados, através de projetos.
- b) Realizar trabalho operacional quanto à coleta seletiva de lixo, captação de matéria-prima, separação e seleção de insumos, fabricação de produtos derivados da reciclagem de lixo.
- c) Manter sempre em perfeitas condições de trabalho os equipamentos consignados à disposição da COOPREC.
- d) Desenvolver ações de conscientização ambiental na região atendida pela COOPREC.
- e) Manter a qualidade dos produtos fabricados mediante a reciclagem de lixo, observando controles de impacto ambiental e as necessidades dos clientes compradores.
- f) Criar novos produtos a partir dos insumos e materiais.
- g) Prestar, por si ou mediante convênio com outras entidades, assistência técnica, educacional e social aos seus cooperados e respectivos familiares, bem como o quadro funcional da

COOPREC.

h) Conseguir financiamento para repasse aos Cooperados para que possam adquirir máquinas e equipamentos necessários ao desenvolvimento das suas atividades de trabalho. (ESTATUTO SOCIAL DA COOPERATIVA DE RECICLAGEM DE LIXO, p. 3, 1997).

A cooperativa foi formada inicialmente com 50 cooperados, que passaram a administrar em regime de *comodato*³⁸ com a Universidade Católica de Goiás³⁹ (UCG), a usina, gerando renda para suas famílias com a venda dos produtos da reciclagem. A figura mostra a Usina de Reciclagem na fase de construção.

A Usina é dividida em unidades de acordo com suas atividades: triagem, reciclagem do papel, reciclagem do plástico. Recebe todo material coletado pela COOPREC, porém são reciclados o papel, papelão, plástico polietileno, e produzido através do reaproveitamento, a partir de 2003, o papel feito a partir da fibra de bananeira, que é o foco desse estudo. O material coletado que a Usina não recicla, como metais e outros tipos de plástico, é vendido para empresas de reciclagem.

O papel e o papelão são transformados na telha fibroasfáltica, o plástico polietileno é transformado em grânulos, matéria prima para fabricação de mangueiras.

A cooperativa possui dois caminhões que fazem a coleta seletiva nos bairros Jardim Dom Fernando 1 e 2, Jardim Aroeira 1 e 2 e Jardim Conquista, áreas pertencentes à região leste da cidade.

³⁸ **Comodato** é e contrato unilateral, gratuito, pelo qual alguém (comodante) entrega a outrem (comodatário) coisa infungível, para ser usada temporariamente e depois restituída. **Obtido em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Comodato>.**

³⁹ Ou seja, equipamentos, máquinas e veículos que a cooperativa utiliza no desenvolvimento de suas atividades, pertencem à Usina de Reciclagem – UCG.



FIGURA 39. Construção da Usina de Reciclagem

FONTE: Acervo da COOPREC

De acordo com o Estatuto da Cooperativa e entrevista realizada com integrantes da Diretoria, podemos perceber e apontar que o Instituto e a Cooperativa executam um rico trabalho de *educação ambiental* na comunidade. Esse trabalho tem como objetivos:

- a) promover atividades de educação ambiental na comunidade;
- b) fomentar renda a partir da reciclagem do lixo;
- c) fomentar a separação do lixo, coletar o lixo separado e o reciclar;
- d) desenvolver oficinas pedagógicas com o tema da educação ambiental para crianças,
- e) gerar renda para algumas famílias em situação de vulnerabilidade econômica, moradores da região leste.

Após análise da Cooperativa de uma forma geral, o nosso estudo será direcionado para uma das atividades da cooperativa voltada para produção de papel artesanal.

O projeto com a produção de papel a partir da fibra de bananeira foi iniciado em 2003 com a oficina sobre produção de papel artesanal, realizada pela Prof.^a Edith Lotufo (atualmente Coordenadora do curso de Design, da UCG). Após essa oficina, a produção de artesanato foi aperfeiçoada com o uso do papel produzido a partir da fibra de bananeira, sendo utilizados como revestimento de

caixas, pastas e outros artesanatos produzidos, inicialmente, a partir de caixas de papelão separadas da coleta seletiva enviada à cooperativa. Atualmente, a equipe de Design da UCG, coordenada pela Prof.^a Edith, assessora o trabalho artesanal desenvolvido pela cooperativa.

Em um pequeno espaço, próximo ao escritório, funciona a oficina de artesanato e a produção de papel artesanal. Na cooperativa, a parte artesanal ainda é pequena em comparação aos outros (telhas e grânulos) e os cooperários têm muitas expectativas nessa área.

O espaço onde se produz o papel também é muito pequeno. Nele existem duas pias grandes, uma bancada para as telas, e o espaço para o liquidificador. É somente uma sala para a produção de artesanato e armazenagem do papel e das peças produzidas.



FIGURA 40. Pias para lavagem da polpa e obtenção do papel



FIGURA 41. Bancada para colocação das telas

FONTE: A autora

Em relação a maquinário, como a produção é muito pequena e artesanal, não se utilizam muitas máquinas, somente um liquidificador industrial, para bater a polpa da fibra de bananeira, e uma máquina para cortar o papelão utilizado na confecção das peças artesanais que serão revestidas com o papel da fibra de bananeira. A cooperativa conta com quatro painéis de aço e um fogão a lenha. Esses itens foram adquiridos com um projeto realizado em parceria com o SEBRAE.



FIGURA 42. Liquidificador



FIGURA 43. Máquina de cortar papelão

FONTE: A autora

A matéria-prima principal utilizada é o pseudocaule da bananeira, conhecido pelas cooperárias e pela população local como “tronco da bananeira”. Nos bairros da região, há muitas plantações de bananeiras, em casas e também em chácaras. Antes as bananeiras não tinham utilidade, após darem seus cachos, eram descartadas como lixo pelos moradores da região, ou ficavam nos quintais se decompondo. Essa decomposição descontrolada gerava transtornos, como mau cheiro e insetos indesejáveis.

A população faz doação desse material, e a cooperativa se encarrega de ir buscar a doação, que tem uma finalidade muito importante dentro da cooperativa, a produção de papel artesanal feito a partir da fibra de bananeira. Além dos “troncos”, são utilizados outros materiais, que são comprados em pequenas quantidades em supermercados próximos, como o hidróxido de sódio, (conhecido usualmente como soda cáustica); corantes e anilinas utilizados para dar cor ao papel são fornecidos pela UCG e pelo SEBRAE, através de parcerias. Quando a produção é um pouco maior, a cooperativa compra “troncos” das chácaras vizinhas, e chega a pagar até R\$ 1,00 por “tronco”. A lenha (galhos e gravetos secos) utilizada no cozimento também é adquirida nas redondezas da cooperativa.

O processo de formação da Cooperativa de Reciclagem (COOPREC) iniciou-se em abril de 1997, quando foram organizadas as primeiras reuniões com

grupos de moradores. O objetivo era formar o grupo que iria integrar e coordenar a Usina de Reciclagem.

Em abril de 1998, a cooperativa foi fundada, com a participação inicial de 70 cooperados, denominando-se, segundo seu Estatuto, no cap. 1, Art. 1º:

A Cooperativa de Reciclagem de Lixo, sociedade cooperativa com forma e natureza jurídica própria, de natureza civil, rege-se pelas disposições legais, lei nº. 5764 de 16/12/1971, pelas diretrizes de autogestão e por este estatuto, tendo como sigla COOPREC.

O Estatuto da Cooperativa, em seu artigo 36, descreve como deve ser administrada:

A COOPREC, será administrada por um Conselho de Administração composto por 7 (sete) cooperados no gozo de seus direitos sociais, eleitos na assembléia Geral para o mandato de 2 (dois) anos, sendo que 3 (três) dos eleitos exercerão as funções de Diretor Presidente, Diretor administrativo financeiro e diretor Técnico Comercial, e os demais receberão a função de Conselheiros, sendo obrigatório a renovação de 1/3 (um terço) de seus componentes no final de cada mandato.

Após o início do funcionamento da cooperativa, alguns membros associados deixaram a COOPREC em função de fatores como dificuldades financeiras, estrutura da Usina insuficiente para a quantidade de cooperados, entre outros. Os cooperados perceberam que não havia condições de beneficiar o volume de pessoas inseridas inicialmente.

Então a COOPREC continuou a suas atividades com uma quantidade reduzida de cooperados, atualmente possui (32) trinta e dois associados. Desses, somente quatro cooperados trabalham na produção de papel e artesanato. A maioria, em média 70 %, são mulheres na faixa de 20 a 35 anos, possuem apenas o Ensino Fundamental completo, somente os membros da Diretoria possuem Ensino Médio. Entretanto, esse número não é fixo e se altera com frequência em função de fatores como a procura por novos trabalhos, mudanças de cidade, entre outros.

Como a produção é pequena, sempre feita através de encomendas de órgãos públicos e entidades que trabalham com materiais ecológicos, o espaço é pequeno, uma sala que tem em média 5m², tem boa ventilação, e espaço suficiente para o trabalho desenvolvido por quatro artesãs.

Em relação à produção de papel, podemos constatar alguns aspectos que devem ser observados quanto à utilização de material corrosivo que libera vapores tóxicos, nesse caso especificamente podemos citar a soda cáustica (NaOH - hidróxido de sódio), que é muito utilizada no processo de cozimento da fibra, para retirada de lignina e liberação da celulose. As cooperadas não utilizam máscaras adequadas e necessárias para essa atividade, podendo, assim, ter consequências maiores em relação a saúde dessas associadas.

Elas utilizam apenas aventais e luvas, mas as luvas em algumas etapas já não são mais utilizadas. As cooperadas acham que não é necessária a utilização na lavagem da polpa, sendo que, nessa etapa do processo, a polpa ainda tem resíduos de soda cáustica. Utilizam sempre como uniforme a camiseta da cooperativa, calça jeans, tênis ou sapato fechado. Os cooperados não possuem adicional de insalubridade. E a cooperativa não possui nenhum programa de prevenção de acidentes. Até hoje não foram constatados nenhum acidente de trabalho considerado grave.

A remuneração é feita através de rateio das vendas cujo valor base é em torno de um salário mínimo, mas com o aumento das vendas essa remuneração aumenta proporcionalmente em relação aos lucros. A diretoria tem um bônus adicional em seu salário. Todos os cooperados, incluindo a diretoria, trabalham oito horas por dia, tendo duas horas de almoço, não fazem hora-extra. Não trabalham aos sábados, por terem decidido em reunião que seria o dia destinado

aos fazeres domésticos, pelo fato de quase todos os cooperados serem do sexo feminino e mães de família.

Todos os cooperados residem nas proximidades da cooperativa, não usam transporte coletivo, a maioria vai a pé ou de bicicleta para o trabalho. Têm duas horas de almoço, todos almoçam em casa, não é servido almoço na cooperativa. Um dos problemas relatado pela diretoria foi o grande número de faltas dos cooperados, quando faltam, têm o dia descontado em seu pagamento.

A técnica do processo é realizada mediante as seguintes etapas, observadas durante a pesquisa:

Corte - O pseudocaule é cortado, geralmente o corte é feito em um dia e no dia seguinte continua o processo com o cozimento.

Cozimento - Durante o cozimento, acrescenta-se um pouco de água, pois a bananeira possui alta umidade, sendo que cerca de 80% do seu peso é água. Acrescenta também uma quantidade proporcional de NaOH, (geralmente duas colheres a cada 30 litros de água), para reagir com a lignina presente no pseudocaule, permitindo assim a liberação das fibras de celulose. O tempo de cozimento é entre 3 e 5 horas, esse tempo depende da quantidade de material.

Lavagem - Depois que a fibra estiver cozida, espera-se o licor esfriar. Em seguida, filtra-se para a retirada do primeiro licor, iniciando, assim, a lavagem, processos realizados em sacos de algodão, necessários para a retirada do licor escuro e resíduos da soda cáustica. Nessa etapa, são utilizados aventais e luvas. A cooperativa não possui máscaras especiais para vapores tóxicos. A cooperativa

ainda não adota o procedimento de neutralizar⁴⁰ o licor após a filtragem inicial da polpa para descartá-lo na rede de esgoto.

Desagregação das fibras - Para desagregação e homogeneização das fibras, utiliza-se um liquidificador industrial.

Obtenção do papel - Em seguida, a fibra é transferida para uma cuba, com o auxílio de baldes. Com o auxílio de telas de madeira, prepara-se para formar as folhas. As telas e os moldes são de tamanho 30 x 60 cm , sempre em pares, sendo uma tela forrada com nylon e a outra sem nylon, cuja função é reter as fibras dentro do molde. A tela é introduzida de forma inclinada na cuba, e são feitos movimentos horizontais, para que as fibras se entrelacem. Em seguida, retira-se verticalmente a tela permanecendo com ela paralela, para que toda água esorra⁴¹. Depois que a fibra se assentou sobre a tela, o excesso de água é retirado, para evitar que caia pingos sobre a folha formada.

Secagem - Podem secar os papéis direto nas telas. Para isso, basta que tenha tantas telas quantas folhas desejar formar por dia. Depois de prontos, os papéis são armazenados para posteriormente servirem como revestimento dos materiais produzidos por papelão

A produção de papel é feita com a finalidade de revestir as peças produzidas a partir de papelão obtido na coleta seletiva da cooperativa. Todas as peças são revestidas com o papel, dando, assim, o diferencial às peças

⁴⁰ Quando não desejar mais utilizar o licor do cozimento, faz-se necessário neutralizá-lo antes de descartá-lo. Uma das formas é acrescentar um ácido, pode ser ácido acético (vinagre) quando for uma pequena quantidade de licor, ou pode-se utilizar ácido clorídrico (ou ácido muriático) quando for grandes quantidades de licor, até neutralizar o álcali (a base) do cozimento. Com o auxílio de uma fita medidora de ph, verifica-se se a solução já está neutralizada. O ideal é que o pH esteja entre 6 e 8, para que a solução possa ser descartada.

produzidas na cooperativa que são vendidas através de encomendas⁴² de órgãos públicos e outras instituições como, por exemplo, o Banco do Brasil, Ministério Público, Universidades, Correios etc.

Um dos principais compradores das peças é a Associação Mundaréu, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip) localizada na Vila Madalena, em São Paulo, criada em 2001 para promover o desenvolvimento e a inclusão social de grupos de produtores artesanais de todo o país.

Não existe nenhum trabalho específico de divulgação desse ramo de atividade da Cooprec, toda divulgação realizada é através de palestras e minicursos ministrados pela cooperativa a escolas, universidades e outras instituições. As peças e as folhas de papel também são vendidas na cooperativa, e o valor é determinado a partir do valor do material gasto na produção e a mão-de-obra utilizada. Uma folha 30 x 60 cm custa em média R\$ 3,20.

⁴¹ *Caso a tela fique inclinada, quando ainda tiver muita água nas fibras, as mesmas podem se deslocar para o lado da inclinação, e o papel ficará com um lado com maior concentração de polpa que o outro. Ou seja, ficará mais grosso de um lado.*

⁴² *Não é feito nenhum controle de qualidade das folhas produzidas na Cooprec, o que dificulta a venda para algumas encomendas que exigem gramagem padronizada das folhas de papel.*

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do estudo realizado na cooperativa, observamos algumas questões importantes a respeito do reaproveitamento do pseudocaule. Uma delas é o fato de a produção da bananicultura resultar grande quantidade de resíduos vegetais (folhas, pseudocaule e engaço) que, após a colheita dos cachos, é acumulada no solo, podendo provocar problemas ao ambiente.

O trabalho desenvolvido com os alunos monitores participantes do projeto (11 alunos) foi muito proveitoso. Isso por que tais alunos demonstraram grande interesse em conhecer e aprender mais sobre o processo; tanto aspectos práticos das etapas de produção quanto os aspectos científicos ligados a cada uma delas (conceitos e explicações sobre fenômenos e reações que acontecem durante o processo).

Os alunos monitores (alunos do período matutino que participavam de atividades do projeto no período vespertino) participaram ativamente do projeto, mesmo sabendo que não seria atribuída nenhuma “nota” por essa participação. Destacamos esse fato porque muitas vezes o interesse em resultados da avaliação é o motivador dos alunos que estudam nessa e em outras escolas.

O trabalho de elaboração de questões aconteceu durante três encontros, já que os alunos sentiram dificuldades em elaborá-las no primeiro momento. A partir do segundo encontro, à medida que foram ficando mais seguros, construíram as questões. No terceiro encontro discutimos as questões elaboradas com o objetivo de explicá-las ao grupo, para entenderem como os conceitos

científicos explicam os fenômenos e processos que acontecem durante a produção de papel.

No primeiro encontro revisamos todas as etapas de produção e os fenômenos de acontecem em cada uma delas. Em seguida realizamos uma problematização inicial com vários questionamentos, como por exemplo: “Como se forma o papel? Por que durante o cozimento há mudanças de cor? Por que se cozinha? Qual a quantidade de água necessária para cozinhar? Essa quantidade interfere em que no processo? O que mais se utiliza no cozimento e para que serve?

Percebemos nesse momento a inquietação dos alunos com tantas dúvidas. Alguns poucos tentaram responder, mas o silêncio e muitas dúvidas prevaleceram durante esse encontro. Nesse momento os orientamos para que pudessem construir suas questões.

No segundo encontro, após revisarmos as etapas de produção de papel e problematização inicial, com nossa orientação, os alunos elaboraram as questões. Cada aluno elaborou em torno de 8 questões. Percebemos que alguns dos questionamentos eram feitos por um número maior de alunos, demonstrando que algumas das dificuldades e curiosidades no processo de ensino-aprendizagem eram comuns ao grupo.

Algumas das questões que se mais se repetiram: *Por que durante o cozimento a cor da fibra muda? Por que durante a maceração é importante usar luvas? Para que colocar hidróxido de sódio no cozimento? Por que se utiliza o vinagre no caldo que restou do cozimento da bananeira? O que é celulose?*

No terceiro encontro os alunos estavam atentos para ouvirem as respostas a seus questionamentos. Organizamos as questões em grupos e explicamos os conceitos envolvidos em suas questões. Houve grande participação e interação dos alunos nesta etapa; diferentemente da primeira etapa em que todos estavam muito calados e cheios de dúvidas. À medida que explicávamos e dialogávamos com eles, a receptividade e o entendimento das etapas iam aumentando.

Todas essas questões foram relacionadas com os respectivos conteúdos que seriam utilizados para respondê-las, foram listados⁴³ todos os conteúdos possíveis, de acordo com a lista de questões de cada aluno, para explicar todas as dúvidas e todos os processos envolvidos durante a produção artesanal de papel. Vamos exemplificar o trabalho realizado com as questões levantadas por dois alunos e os respectivos conteúdos e conceitos relacionados.

Questões - ALUNA A	Conteúdos
1. Por que durante o cozimento é importante usar máscara?	10,11
2. Por que durante o cozimento a cor da fibra muda?	3,4
3. Por que durante a maceração é importante usar luvas?	1,10,11
4. Para que colocar hidróxido de sódio no cozimento?	3,4,12
5. O que é fibra?	6,7,8,9
6. O que é feito com a bananeira após a retirada do cacho?	22,23
7. Este papel é destinado a que tipo de trabalho?	20
Questões - ALUNA E	
1. O que é fibra?	6,7,8,9
2. Por que ocorre o clareamento da fibra?	3,4
3. Por que durante o cozimento a fibra escurece?	3,4
4. Por que precisa colocar soda no cozimento?	3,4,12
5. O que é pseudocaule?	18
6. Se picasse a fibra mais grossa, em pedaços maiores, o papel sairia do mesmo jeito?	17
7. Por que após a retirada do cacho, a bananeira não serve mais?	19,22,23
8. Por que a celulose é usada na produção do papel?	9

Tabela 5. Questões elaboradas pela aluna A e E

⁴³ A relação de todas as questões e conteúdos relacionados se encontra no apêndice A.

Nº	Conteúdos selecionados com todas as questões elaboradas pelos alunos
1	Processos de separação de misturas
2	Método científico
3	Transformações químicas (reações químicas)
4	Propriedades das substâncias
5	Medidas, grandezas físicas
6	Ligações químicas
7	Forças intermoleculares
8	Substâncias orgânicas
9	Polímeros
10	Importância da utilização de EPIs adequados
11	Práticas de segurança em laboratório
12	Propriedades dos Ácidos e bases
13	Indicadores e pH
14	Reações de neutralização
15	Importância do tratamento de resíduos
16	Variação de energia nas reações – Termoquímica
17	Cinética química
18	Assuntos relacionados com Biologia
19	Assuntos relacionados com Geografia
20	Assuntos relacionados com Artes
21	Assuntos relacionados com História
22	Assuntos relacionados com aspectos ambientais
23	Reaproveitamento
24	Processos mecânicos

Tabela 6. Conteúdos relacionados

Quando se trabalha com uma educação problematizadora é preciso compreender a relação escola-comunidade, propondo conteúdos que estejam inseridos na realidade local e as problematizações que dela surgirem. No nosso caso, alguns exemplos das questões levantadas pelos alunos durante as discussões são: Por que se utiliza o vinagre no caldo que restou do cozimento da bananeira? A espécie da bananeira influencia na textura do papel? Que outro branqueador poderia utilizar no lugar da água sanitária? Essas são algumas das dúvidas que surgiram através da curiosidade dos alunos, mas que permitem ao professor formular outras questões.

Em seguida, esses conteúdos relacionados foram apresentados aos alunos, que demonstraram interesse em discutir os conceitos listados. Com esses resultados, propusemos o material paradidático com os conteúdos que permitirão

uma melhor compreensão do processo de produção de papel de fibra de bananeira, favorecendo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos.

Esses encontros além de levantamento de questões pertinentes tiveram também como objetivo contribuir para o maior envolvimento dos alunos com as atividades propostas, e ao mesmo tempo propor soluções sustentáveis do ponto de vista ambiental, sendo priorizada a questão do reaproveitamento.

Juntamente com o grupo de monitores chegamos a algumas conclusões importantes para justificar a realização da produção artesanal de papel de fibra de bananeira: (a) a importância do reaproveitamento do pseudocaule como fonte de matéria-prima natural disponível; (b) a produção artesanal como uma alternativa para diminuição de resíduos e, conseqüente, preservação do ambiente; (c) o resgate de técnicas artesanais; (d) o maior envolvimento e compromisso dos alunos quando se utiliza um tema gerador no Ensino de Química, que envolva conceitos químicos, ambiente e cidadania, tornando assim, a aprendizagem mais contextualizada e, conseqüentemente, mais significativa.

Pode-se, assim, estabelecer esse projeto como uma alternativa viável para se trabalhar a preservação ambiental, utilizando um tema gerador e relacionando esses aspectos com conceitos químicos inseridos nesse processo.

As habilidades e competências desenvolvidas no Ensino de Química podem ajudar os alunos a constituírem opiniões próprias em relação a situações problemáticas, contribuindo para o desenvolvimento do educando como cidadão. Então, percebemos que é preciso reorganizar os conteúdos atualmente ensinados e as metodologias para o ensino de Química. Na elaboração do material temos como objetivo desenvolver uma organização de conteúdos que estejam

relacionados com o tema produção de papel a partir de fibra de bananeira, e que esses conteúdos estejam contextualizados com conceitos científicos pertinentes.

A partir de leituras e a argumentação teórica para a estruturação do projeto de pesquisa, percebemos, devido à amplitude do tema, que essa abordagem também está relacionada com a perspectiva de ensino proposta por Paulo Freire que propõe o ensino por meio de temas geradores e numa visão humanística.

Como o material paradidático é uma proposta que será desenvolvida no primeiro semestre de 2010, esperamos que uma participação afetiva e efetiva do aluno no diálogo mediador do conceitos científicos e no trabalho que será realizado durante um semestre com duas aulas semanais.

Com o objetivo de que o ensino contribua para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos químicos, possibilite uma melhor compreensão da realidade para a construção da cidadania, torna-se necessário trabalhar, em sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso romper com as barreiras do ensino conteudista e trabalhar com uma educação mais ativa, com formação de atitudes e valores que façam sentido para o aluno e a comunidade em que ele está inserido. Só assim teremos alunos que participem ativamente dos problemas que envolvem sua realidade. Com a problematização e a utilização de temas geradores, o trabalho com projetos se torna mais significativo e o aluno que conhecemos no ensino convencional deixa de ser passivo e se torna um ser ativo.

Podemos perceber que uma educação libertadora contribuirá teórica e metodologicamente para que aconteça uma prática da educação ambiental que desperte a consciência do educando através da problematização dos temas geradores. Esses temas irão ajudar na superação de dificuldades e melhorar a visão crítica dos alunos em relação a sua realidade e seu crescimento como ser humano.

O pensar, a práxis do diálogo e a relação professor-aluno em sala de aula fazem parte de uma leitura de mundo, em que o aluno se vê inserido no processo de descobertas de assuntos que são relevantes para o significado de seu mundo.

Apontamos como uma das principais características do ensino por projetos a transformação do aluno passivo em um aluno participativo. Essa transformação lhe fornecerá meios para se apropriar do conhecimento e desenvolver atitudes e valores para sua formação cidadã, trabalhando com seu raciocínio e sua reflexão sobre fatos do dia a dia, aumentando seu interesse e seu

desejo de saber e conhecer. Esse interesse também é influenciado quando o professor consegue despertar e motivar a curiosidade de seu aluno.

Por meio da realização de projetos, os alunos têm a possibilidade de mudar suas concepções e criar uma visão mais crítica sobre os fatos e problemas do seu cotidiano.

A postura do professor, tanto na aceitação e participação dos processos interdisciplinares, quanto na mediação da dinâmica de projetos, é fator primordial para o resultado satisfatório de um projeto. É preciso romper com os velhos paradigmas, com modelos mentais arraigados e com uma postura totalmente formal e convencional nas ações pedagógicas.

Não é possível continuar tratando os alunos de hoje como aqueles de alguns anos atrás. O que se praticava no passado não é tão bem aceito atualmente. A instrumentalização do professor é um dos quesitos importantes para possibilitar um ensino atual e adequado às necessidades do aluno dos tempos atuais. É necessário repensar a educação convencional e romper alguns paradigmas, para substituir posturas, conceitos e métodos inadequados, para satisfazer as novas necessidades dos alunos de hoje, que interagem de maneira muito rápida nos diferentes meios sociais.

É importante ressaltar que nosso material paradidático, por ter um caráter interdisciplinar e contextualizado, deixa em sua estrutura a possibilidade do professor planejar suas atividades de acordo com sua realidade. Portanto, não é um material “engessado”, mas flexível a constantes mudanças de rota. Levando em conta a postura interdisciplinar, ou mais especificamente a postura aberta e receptiva, o professor deverá ter em mente que poderão aparecer focos

específicos de interesse, os quais deverão ser mais explorados, independentemente do que foi planejado previamente.

Nossa proposta não é “uma receita a ser seguida”, mas um conjunto de sugestões de metodologias e atividades dentro do tema escolhido. O professor decide com seus alunos as atividades e problemas que precisam ser resolvidos dentro do seu contexto escolar.

Pretendemos fornecer aos professores e alunos algumas condições para compreenderem o contexto científico, as etapas do processo de produção de papel artesanal a partir da fibra de bananeira e os benefícios do reaproveitamento para os alunos, pais, escola e comunidade.

Acreditamos que o nosso material paradidático pode favorecer a compreensão dos processos químicos e possibilitar discussões de aspectos ambientais, sociais e tecnológicos relacionadas ao tema produção de papel artesanal, e, além disso, estimular discussões relacionadas com as mudanças de atitudes dos alunos, tornando-os comprometidos para desenvolverem uma cidadania plena.

6. REFERÊNCIAS

ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL - disponível em www.abtcp.com.br. Acesso em 20 mar 2009.

ABREU, D. G., CAMPOS, M. L. A. M., AGUILAR, M. B. R. *Educação ambiental nas escolas da região de ribeirão preto (sp): concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de Química*. Química. Nova, Vol. 31, No. 3, 688-693, 2008.

ALMEIDA JR., J. B. de A evolução do ensino de Física no Brasil. *Revista de Ensino de Física*, v. 2, n. 1, p. 55-73, fev. 1980.

ALMEIDA, A. M.; PINHEIRO, A. R. O. *Ligações Químicas na fabricação de papel*. FATEB - Faculdade de Telêmaco Borba- Departamento de Engenharia Química - Fabricação de Celulose e Papel. Telêmaco Borba, PR, 2009.

ALMEIDA, N. P. G. RIBEIRO, A, E M. *Projetos temáticos como alternativa para um ensino contextualizado das ciências: análise de um caso*. Enseñanza de las ciencias, Número extra. VII Congresso, 2005.

ALMEIDA, A. M.; PINHEIRO, A. R. O.; CARNEIRO, R.; SILVA, R. C. Processos limpos no branqueamento de polpa celulósica. Curso de Engenharia Química, da Faculdade de Telêmaco Borba, Telêmaco Borba – PR, 2008.

AMARAL, I. A. Bases, obstáculos e possibilidades para a constituição de um novo paradigma da didática em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., *Anais II*. São Paulo: FEUSP, 1998, p.67 – 88. Águas de Lindóia, 1998.

AMARAL, I. A. *Educação Ambiental e o Ensino de Ciências: uma história de controvérsias*. Pro-posições, v. 12, n. 1 (34), p. 73-93, mar.2001

ASUNCIÓN, Josep. O papel – técnicas e métodos tradicionais de fabrico. Editorial Estampa. Lisboa. 2002.

ASSUMPÇÃO, R. M. V.; PINHO, M. R. R.; CAHEN, R.; PHILIPP, P. *Polpação Química*. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Cap. IV, ed, vol. 2 . SENAI e IPT, São Paulo, 1988.

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. *Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza*. Investigações em Ensino de Ciências, v.12 n. 1, p.139-154, 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *Las relaciones CTS em La Educación Científica*. p. 1-7, 2006.

AXT, R. *O papel da experimentação no Ensino de Ciências*. In: MOREIRA, M. A; AXT, R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, p. 79-90, 1991.

BERND, Z, e colaboradores. *A Magia do papel*. The Magic of Paper. Marprom. Porto Alegre. 1994

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - disponível em www.bracelpa.com.br. Acesso em 20 agosto 2008.

BRASIL, MEC/SEB. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*, Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____. *PCN+ do Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias..* Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. P.87-111.

BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*, volume 2. Brasília, MEC/SEB, 2006.

BRASIL/CNE/CEB. Resolução CEB n. 03 de 26/06/98. Institui as DCN para o Ensino Médio. 1998.

BRASIL/CNE/CEB. Parecer nº 5 de 01/06/98. DCN para o Ensino Médio. Relatora: Guiomar Namó de Mello. 1998.

BRASIL/MEC. LEI n.9394, de 20/12/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.1996

BRASIL/MEC/INEP. Plano Nacional de Educação. Proposta do Executivo ao Congresso Nacional. Brasília: MEC/Inep, 1998

BRASILEIRO, L. B.; COLODETTE, J. L.; PILÓ-VELOSO, D. *A utilização de perácidos na deslignificação e no branqueamento de polpas celulósicas*. Química Nova, Vol. 24, N. 6, 2001.

CABRALES, Celina. *O papel de Otávio – A presença de Otávio Roth no Rio Grande do Sul*. Papeloteca Otávio Roth. Porto Alegre. 2006.

CAMPOS, Arnaldo. A arte do livro. In: *A Magia do papel*. The Magic of Paper. Marprom. Porto Alegre. 1994

CARVALHO, I. C. M.; *Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico*, Cortez: São Paulo, 2004.

CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES. P. P. (Coord.). *Identidade da educação ambiental brasileira*. Brasília: Edições MMA – Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, p. 13-24, 2004

CEDRAN, L. *Cartilha do papel artesanal*. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 83 p.

CHAPANI, D. T.; DAIBEM, A. M. L. *EDUCAÇÃO AMBIENTAL: AÇÃO-REFLEXÃO-AÇÃO NO COTIDIANO DE UMA ESCOLA PÚBLICA*. In: Educação Ambiental: da prática pedagógica à cidadania. Org: TALAMONI, J. L. B; SAMPAIO, A. C. Ed. Escrituras. São Paulo, p. 21-39, 2000.

CHASSOT, A. Uma história da educação Química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. *Episteme*, v.1, n. 2, p. 129-145, 1996.

CHERTMAN, M. *Secagem de Papel produzido a partir do pseudocaulo de bananeira*. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2007.

CORRÊA, M. P. *Dicionário de plantas úteis do Brasil*. Editora IBAMA e Ministério da Cultura. 1969

CRIVELLI, Ricardo. *Papel Hecho a Mano*. Argentina: IMAGINADOR, 1996.

DANILAS, R. M. Branqueamento de pastas celulósicas. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Cap. IX, ed, vol. 2 . SENAI e IPT, São Paulo, 1988.

D'ALMEIDA, M. L. O. *Fontes de poluição em fábricas de pasta celulósica*. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Cap. XI, 2 ed, vol. 2 . SENAI e IPT, São Paulo, 1988.

_____. *Composição Química dos materiais lignocelulósicos*. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Cap. III, 2 ed, vol. 2 . SENAI e IPT, São Paulo, 1988

DECLORY, O. *El juego educativo: iniciación a la actividad intelectual y matriz*/ Ovídio Decroly, e Monchamp; (Trad.)M Olasagasti Madrid: Morata, 1986.

DELIZOCOIV, D; ANGOTTI, J. , *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOCOIV, D. *La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire*. ALEXANDRIA, *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.2, p.37-62, jul. 2008.

DOMINGUES, J. J.,TOSCHI, N. S., OLIVEIRA, J. F. *A reforma do Ensino Médio: A nova formulação curricular e a realidade da escola pública*. *Educação & Sociedade*, ano XXI, nº 70, p. 63-79, Abril, 2000.

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

GOIÁS. Programa de Ressignificação do Ensino Médio do Estado de Goiás. SEDUC/COREM. 2008.

ESTATUTO SOCIAL DA COOPERATIVA DE RECICLAGEM DE LIXO – COOPREC. 1997.

FERTONANI, I. A. P.; TIERA, V. A. O.; PLICAS, L. M. de A. *Trabalhando a Química e a Interdisciplinaridade da Questão Ambiental nas Escolas da Rede Pública de São José do Rio Preto*. Projeto do núcleo de Ciências - PROEX - UNESP IBILCE. 2003. <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/Trabalhando%20a%20quimica.pdf>. acesso em 05/04/09

FILHO, J. P.; NUÑES, I. B.; RAMALHO, B. L.; *Ensino por projetos: uma alternativa para a construção de competências no aluno*. In: Nuñez, I. B.; RAMALHO, B. L. FUNDAMENTOS DO ENSINO – APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA MATEMÁTICA: O NOVO ENSINO MEDIO. Editora sulina. 2004.

FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G. *Estrutura da madeira*. CENIBRA. São Paulo: ABTCP 83 p. 1977.

FOUREZ, G. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1994. Cap. 1.

FRANCISCO, JR.; W. E, FERREIRA, L. H., HARTWIG, D.R. Experimentação problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola*. V. 30, p.34-4, nov, 2008.

FREIRE, A. M. A. *O legado de Paulo Freire à Educação Ambiental*. In: Educação Ambiental e Cidadania: Cenários Brasileiros. Org: NOAL, F. O.,; BARCELOS, V. H. L. Ed. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, p. 11-20, 2003.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

_____. *Pedagogia do Oprimido*, 13 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

_____. *Pedagogia do Oprimido*, 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Educação na cidade*, 2 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

_____. *Educação como prática da liberdade*, 21 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FRIGOTO, G. sujeitos e conhecimento: Os sentidos do Ensino Médio. In:FRIGOTO, G.(org.); CIAVATTA, M.(org.). Ensino Médio: ciência, cultura e trabalho. Brasília: MEC, SEMTC, 2004

GALIAZZI, M. C. GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, Vol. 27, Nº 2, 326-331, 2004.

GARCIA, O. G. *Por que trabalhar com projetos no Ensino Médio*. In: O lugar do Ensino Médio na Educação Básica. Revista da Educação – AEC. Ano 28 n. 113, out/dez 1999.

GATTI, Thérèse H, OLIVEIRA, Daniela. Dossiê Técnico: *Papel Artesanal - aproveitamento de resíduos agrícolas e reciclagem de papéis usados*. UnB - Universidade de Brasília – CDT. 2007

GATTI, Thérèse H. - “O Papel: Suporte para Textos e Imagens”. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 1999.

_____. *A história do papel artesanal no Brasil*. São Paulo: ABTCP, 2007.

GIL-PÉREZ, D. e colaboradores. Para uma Imagem não Deformada no Ensino de Ciências. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n.10, p. 43-49, nov. 1999.

GOIÁS. SEDUC/COREM. Resignificação do Ensino Médio: Um caminho para qualidade. RODRIGUES, E, B, T; MOREIRA, M. E. (organizadores). Goiânia, 120p, 2009.

GLENNIE, D. W; MCCARTHY, J. L. *Chemistry of Lignin*. In: Pulp and Paper Science and Technology. Committee of the Paper Industry, Volume 1, McGraw-hill Book Company, New York, 1962.p 82 - 108.

HELLER, Jules – “Papermaking”, Watson-Guptili Publications, New York, 1978.

HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na Educação. Os projetos de trabalho*. Ed. Artmed, Porto alegre, 1998.

HERNÁNDEZ, F.; MONSERRAT, V. *A organização do currículo por projetos de trabalho*. Ed. Artmed, Porto alegre, 1998.

HODSON, D. Experimentos na Ciências e no Ensino de Ciências. Trad. de Paulo A. Porto. *Educational Philosophy and Theory*, 20, p. 53-66, 1988.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994

HUNTER, Dard - *Papermaking, the History and Technique of an Ancient Craft*, Ed. Dover Publications, New York, 1957.

ISERNBERG, I. H. *Fibrous Raw Materials and Wood Structure*. In: Pulp and Paper Science and Technology. Committee of the Paper Industry, Volume 1, McGraw-hill Book Company, New York, 1962.p 1 – 20.

KATZENSTEIN, Ursula, Ephraim. *A origem do livro: da idade da pedra ao advento da impressão tipográfica no ocidente*. São Paulo: HUCITEC, 1986.

KOGA, M. E. T. *Matérias-primas fibrosas*. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação da pasta celulósica*. Cap. II, 2 ed, vol. 2 . SENAI e IPT, São Paulo, 1988.

KLOCK, U.; MUÑIS. G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE. A. S. *Química da madeira*. Manual didático foi desenvolvido para servir de apoio aos estudantes da Disciplina de Química da Madeira ofertada pelo Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – Setor de Ciências Agrárias – da Universidade Federal do Paraná, 3ª. Edição revisada, Curitiba, 2005.

KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. Em Aberto, Brasília, ano 11, n. 55 jul/set. 1992

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências- In: São Paulo em Perspectiva, v. 14 n. 1, 2000, p. 85-93.

KUENZER, A. Z. O Ensino Médio agora é para a vida: Entre o pretendido, o dito e o feito. Educação & Sociedade, ano XXI, nº 70, Abril, 2000.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (org). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas: Papirus, 2001.

LIBBY, C. E. *History of Pulp and Paper*. In: Pulp and Paper Science and Technology. Committee of the Paper Industry, Volume 1, McGraw-hill Book Company, New York, 1962.p 1 – 20.

LIMA, G. F. C. *Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental*. In: LAYRARGUES. P. P. (Coord.). *Identidade da educação ambiental brasileira*. Brasília: Edições MMA – Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, p. 85-111, 2004.

LIMA, A. F.; JARA, E. R. P.; ALFONSO, V. A. *Madeira como matéria-prima para fabricação de pasta celulósica*. In: *Celulose e Papel: Tecnologia de fabricação*

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Trajatória e fundamentos da educação ambiental*. São Paulo: Cortez, 2004.

MACHADO, N.J. *Educação: projetos e valores*. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2000.158p. (Ensaio Transversais).

MACHADO, A. H. *Do ensino da Química ou como se pode ensinar/aprender um certo modo de conhecer o mundo*. In: Aula de Química: discurso e conhecimento 2. ed. Ijuí: Unijuí, p.149- 182. 2004

MAIA, E., CARNEIRO, M. A Reforma do Ensino Médio em Questão. 1 ed, Ed. Biruta. São Paulo, 2000

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada dos professores de professores de Química . 2 ed. Revisada. Coleção Educação em Química. Ed. Unijuí, Ijuí, Rio Grande do Sul, 2003

MARCELO, C. R. *Determinação da relação siringila/guaiacila em lignins de Eucalyptus ssp. Por pirólise associada à cromatografia gasosa e à espectrometria de massas*. Dissertação de Magister Scientiae, 2007.

MARTINS, A. M. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Avaliação de Documento*. Cadernos de Pesquisa, n. 109, p 67-87, Marc, 2000.

MARTINS, J. S. *O trabalho com projetos de pesquisa: Do Ensino Fundamental ao Ensino Médio*. 4 ed. Ed. Papirus. Campinas – SP. 2005

_____. *Projetos de pesquisa: Estratégias de Ensino e aprendizagem em sala de aula*. Ed. Autores Associados. Campinas – São Paulo. 2005^a

MARX, D. E. Ativadores Oxidantes TAML: Agentes Branqueadores Verdes para a Indústria de Papel. Módulo Verde para Química Inorgânica. Chemistry Department. University of Scranton, Scranton.
Disponível em <http://academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/inorganicport.html>
acesso em 10 de agosto de 2008.

MATSUNAGA, R. T. *Educação Ambiental no Ensino de Química: Criando Trilhas em uma Escola Pública do DF*. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. 2006.

MORAES, R. *O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de ciências*. In: Borges, R. R. & Moraes, R. Educação em Ciências nas Séries Iniciais. Ed. Sagra – Luzatto, Porto Alegre, p.29-45, 1998.

MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M.. *Educação Ambiental na Universidade: construindo possibilidades*. Quim. Nova, Vol. 27, No. 2, 332-336, 2004.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento*. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002 . 128 p.

_____. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002 a. 102 p.

MORTIMER, E. F. *Sobre chamas e cristais: A linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências*. In: Ciência, ética e cultura da educação, 1998, São Leopoldo. Anais. [s.l.]: UNISINOS, 1998, p. 270.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A. Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, 2000, p. 273-283.

NARDI, R; ALMEIDA, M, J, P, M. Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no brasil. *Revista ABRAPEC*, v. 4, n.1, 2004. <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V4N1/v4n1a7.pdf> >acesso em 24 de novembro de 2009.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. *Investigação em ensino de ciências*. v. 10, n. 1, março, 2005. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a4.htm>. Acesso em: 13 de agosto 2008.

NASCIMENTO, T. G.; von LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o Ensino de Ciências. In: *Revista Convergencia* (Toluca), v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

NAVARRO, R. M. S.; NAVARRO, F. M. S.; TAMBOURGI, E. B. Estudo de diferentes processos de obtenção da pasta celulósica para fabricação de papel. *Revista Ciências & Tecnologia*. Ano 1, n. 1, julho-dezembro, 2007.

NOGUEIRA, N. R. *Pedagogia dos Projetos: Uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências*. 6 ed. Editora Érica Ltda. São Paulo, 2005

OLIVEIRA, D. A. *A recente expansão da educação básica no Brasil e suas conseqüências para o Ensino Médio noturno*. In: FRIGOTO, G.(org.); CIAVATTA, M.(org.). *Ensino Médio: ciência, cultura e trabalho*. Brasília: MEC, SEMTC, 2004.

PEREIRA, C. L. N. A história da ciência e a experimentação no ensino de Química Orgânica. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Instituto de Física/Química/Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. UnB, Brasília, 2006.

PILÓ-VELOSO, D; NASCIMENTO, E. A; MORAIS, S. A. L. *Isolamento e análise estrutural de ligninas*. *Química Nova*. Vol 16, n. 5, p 435-448.1993.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007.

PPIC: Pulp and Paper Institute.Center –disponível em www.ppic.org.uk. Acesso em 10 julho 2009.

REIGOTA, M. *O que é Educação Ambiental*. São Paulo: Ed. Brasiliense.1994.

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

RICARDO, Elio C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O Ensino das Ciências no Nível Médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, p.351-370, dez. 2002.

RICARDO, Elio C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. Os Parâmetros Curriculares Nacionais na Formação Inicial dos Professores das Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.12, n.3, p.339-355, 2007.

RICARDO, Elio C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências do Ensino Médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.13, n.3, p.257-274, 2008.

RICARDO, Elio C.; CUSTÓDIO, José Francisco; REZENDE Jr., Mikael Frank. Comentários sobre as Orientações Curriculares de 2006 para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.30, n.2, jun. 2008.

ROJAS, M. L. B. *Caracterização de fibras de bananeira “Nanicão”, (Musa grupo AAA, “Giant Cavendish”) como possível matéria-prima para produção de pasta celulósica para fabricação de papel*. Brasil, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, DPF – Agrupamento de Celulose e Papel. 1996

ROSA, C. A. B. *Influência do teor de lignina da madeira de eucalyptus globulus na produção e na qualidade da celulose kraft*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, RS, 2003.

ROSITO, B. A. *O ensino de ciências e a experimentação*. In: Construtivismo e ensino de ciências. Org. Moraes, R. 2. Ed. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2003.

ROSSI, A. V., GANDOLFI, H. E. Ensinar Química no Estado de São Paulo antes e depois da LDB/96.XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Universidade Federal do Paraná – Curitiba. Julho de 2008.

ROTH, Otávio. *Criando papéis – O processo artesanal como linguagem*. MASP, 1982.

_____. *O que é papel*. Coleção 99, Primeiros passos. Ed. Brasiliense, São Paulo.1983.

SALIBA, E. O. S; RODRIGUEZ, N. M; MORAIS, S. A L; PILÓ-VELOSO, D. *Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização Química*. Ciência Rural.Vol. 31, n. 5, p 917-928, 2001.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, C. P.; REIS, I. N.; MOREIRA, J. E. B.; BRASILEIRO, L. B. Papel: como se fabrica? *Química Nova na Escola*, n.14, novembro, 2001.

SANTOS, F. M. T. e GRECA, I. M. (orgs). *A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Ed. Ijuí, 2006.

SANTOS, W. L. P, e Colaboradores. *Química e sociedade: guia do professor*. São Paulo: Nova Geração, 2000.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria*, v. 1, p. 109-131, mar. 2008.

_____. *Aspectos sociocientíficos em aulas de Química*. Tese de Doutorado em Educação Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

_____. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

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

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R. ; CASTRO, E. N. F ; SILVA, G. S; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; e DIB, S. M. F. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 11-14, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. *Função social: O que significa ensino de química para formar o cidadão?* *Química Nova na Escola*, n. 4, p 28-34, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 1997.

_____. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2003.

SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições

de pesquisas para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, mai., 1995.

_____. (org.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. 1ed. São Paulo: UNIMEP. 2000.

SCHNETZLER, R. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, vol.25, supl.1, p 14-24, 2002.

SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, I. C. A. (org). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas: Papirus, 2001.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (org.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. 1ed. São Paulo: UNIMEP. 2000.

SILVA, S. F. E NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*. v. 25, n. 6B, p. 1197-1203,2002.

SOARES, Magda. *Letramento: um tema em três gêneros*. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOFFNER, M. L. A. P. *Produção de Polpa celulósica a partir de engaço de bananeira*. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura – Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001. 49p.

SOLOMONS, T. W. G. *Química Orgânica*. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 1996.

SUART, R. e MARCONDES, M. E. R. (2008). As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio de Química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências- ABRAPEC*, Vol. 8 n.2, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003

TOZONI-REIS, M. F. C. *Temas ambientais como “temas geradores”:* contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar*, Curitiba, n. 27, Editora UFPR, p. 93-110, 2006.

TRISTÃO, M. *Tecendo os fios da educação ambiental: o subjetivo e o coletivo, o pensado e o vivido*. *Revista Educação e Pesquisa*, vol.31, n.2, 2005.

TUNES, E, SILVA, R.R., CARNEIRO, M. H. S., BAPTISTA, J. A., *O professor de ciências e a atividade experimental*. *Linhas Críticas*, v. 5, n. 09, jul a dez 1999. P. 59-66

VYGOSTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

WISE, L. E; LAUER K. H. *Cellulose and the Hemicelluloses*. In: *Pulp and Paper Science and Technology*. Committee of the Paper Industry, Volume 1, McGraw-hill Book Company, New York, 1962.p 54 - 74.

ZEQUINI, Anicleide. *Papel de Salto – 110 anos de Evolução e Tecnologia (1889-1999)*. Papel de Salto. São Paulo. 1999.

APÊNDICE A

QUESTÕES ELABORADAS PELOS ALUNOS INTEGRANTES DO PROJETO

Quantidade de alunos envolvidos: Cinco alunos da 1º série do Ensino Médio e dois alunos da 2º série

ALUNO A - 1 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNA A	Conteúdos
8. Por que durante o cozimento é importante usar máscara?	10,11
9. Por que durante o cozimento a cor da fibra muda?	3,4
10. Por que durante a maceração é importante usar luvas?	1,10,11
11. Para que colocar hidróxido de sódio no cozimento?	3,4,12
12. O que é fibra?	6,7,8,9
13. O que é feito com a bananeira após a retirada do cacho?	22,23
14. Este papel é destinado a que tipo de trabalho?	20

ALUNO B – 1 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNO B	Conteúdos
1. Por que o caldo que cozinhamos a bananeira muda de coloração?	3
2. Por que necessitamos de hidróxido de sódio?	3,4,12
3. Qual a diferença da bananeira e a árvore?	18
4. Quando nós sabemos que a bananeira está completamente cozida?	3,4
5. Por que usamos hipoclorito de sódio para o clareamento?	3,4
6. Por que se utiliza o vinagre no caldo que restou do cozimento da bananeira?	12,13,14,15
7. O que uma substância oxidante? Porque não podemos usar outras substâncias?	4,3

ALUNO C – 1 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNA C	Conteúdos
1. O que é pseudocaule?	18
2. Qual o efeito do hidróxido de sódio no cozimento da fibra?	3,4,6,8,9
3. Para que é feito o maceramento?	1
4. Quais são as reações químicas na hora do clareamento?	3,4,8,9
5. O que a biologia tem haver com o papel da fibra da bananeira?	18
6. Por que tem que cortar o pseudocaule?	17
7. O que é celulose?	6,7,8,9

ALUNO D – 1 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNA D	Conteúdos
1. Qual o tipo de proteção pode ser utilizado no processo de fabricação do papel?	10,11
2. Que consequência pode causar se não souber fazer o processo do cozimento?	1,2,3,4
3. A soda influencia em algo na hora do cozimento?	3,4,9,12
4. Qual a influencia no corte do pseudocaule?	17
5. O papel pode ser utilizado para outro meio além do artesanato?	20
6. Além da química, biologia e geografia quais outras matérias podem ter importância na fibra de bananeira?	22
7. A qualidade e espécie da bananeira têm alguma influencia no papel já pronto? Ou até mesmo na fabricação?	2
8. Por que a celulose tem importância na fabricação do papel?	9

ALUNO E – 1 SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNA E	Conteúdos
9. Por que quando está cozinhando o pseudocaule fede?	3
10. O que é fibra?	6,7,8,9
11. Por que ocorre o clareamento da fibra?	3,4
12. Por que durante o cozimento a fibra escurece?	3,4
13. Por que precisa colocar soda no cozimento?	3,4,12
14. O que é pseudocaule?	18
15. Se picasse a fibra mais grossa, em pedaços maiores, o papel sairia do mesmo jeito?	17
16. Por que após a retirada do cacho, a bananeira não serve para mais nada?	19,22,23
17. Por que a celulose é usada na produção do papel?	9
18. O que é nódoa?	4

ALUNO F – 2º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNO F	Conteúdos
1. Por que a soda cáustica separa a lignina no momento em que está cozinhando?	3,4,6,7,12
2. Quais são os processos químicos e as reações químicas que acontecem durante o momento do cozimento?	3
3. Por que é melhor usar proteção durante o processo de produção?	10,11
4. O que acontece com a soda cáustica no solo, caso ela seja jogada sem tratamento?	15,19,22
5. Quais são os processo biológicos que acontecem durante	18

o processo?	
6. Por que usamos fibra em qualquer produção de papel? Há como produzir papel de outra forma?	9
7. Quais são os processos físicos que acontecem durante a produção do papel de fibra de bananeira?	24
8. Por que é importante estudar antes de começar um processo de fabricação?	2
9. O que é celulose? O que forma a celulose?	6, 7, 8,9
10. Quais são os átomos que existem em toda matéria orgânica, e que, utilizamos na nossa produção?	8
11. Qual a importância celular da fibra da bananeira?	18

ALUNO G – 2º SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Questões - ALUNA G	Conteúdos
1. Por que há diferença no papel quando o procedimento é feito com pseudocaule de qualidades diferentes?	2,4,18
2. Por que é preciso cortar o pseudocaule em pedaços pequenos para cozinhar?	17
3. Por que é usado o hidróxido de sódio no cozimento da polpa?	3,4,5
4. O que é lignina?	6,7,9,4
5. Por que é preciso eliminar a lignina e como é a separação da mesma?	3
6. O processo de clareamento da fibra tem algo em comum ao clareamento de um fio de cabelo?	3,4
7. Quais as estruturas formadas durante o processo de cozimento?	6,7,8,9
8. Por que temos que usar produtos químicos para haver clareamento da fibra?	3,4
9. Quais são as substâncias mais utilizadas nos processos de clareamento das fibras?	4
10. Como seria a formação do papel?	24
11. Por que há diferença no papel quando o procedimento é feito com pseudocaule de qualidades diferentes?	2,4
12. Hoje em dia na população há um conhecimento amplo sobre o papel artesanal da fibra de bananeira?	20

**CONTEÚDOS SELECIONADOS QUE SE RELACIONAM COM AS QUESTÕES
ELABORADAS PELOS ALUNOS**

Nº	Conteúdos selecionados
1	Processos de separação de misturas
2	Método científico
3	Transformações químicas (reações químicas)
4	Propriedades das substâncias
5	Medidas, grandezas físicas
6	Ligações químicas
7	Forças intermoleculares
8	Substâncias orgânicas
9	Polímeros
10	Importância da utilização de EPIs adequados
11	Práticas de segurança em laboratório
12	Propriedades dos Ácidos e bases
13	Indicadores e pH
14	Reações de neutralização
15	Importância do tratamento de resíduos
16	Variação de energia nas reações – Termoquímica
17	Cinética química
18	Assuntos relacionados com Biologia
19	Assuntos relacionados com Geografia
20	Assuntos relacionados com Artes
21	Assuntos relacionados com História
22	Assuntos relacionados com aspectos ambientais
23	Reaproveitamento
24	Processos mecânicos

APÊNDICE B

ESTUDO DE ESPAÇO SOCIAL NA COOPREC

ROTEIRO DA PESQUISA

AS INTALAÇÕES

1. Qual a origem da COOPREC?
2. Descrição histórica social da vizinhança
3. Qual a relação da cooperativa com a sociedade local?
4. Quais as dimensões das instalações? E do terreno?
5. Como foi montada?

AS MÁQUINAS

6. A cooperativa possui veículos?
7. Como funciona a cooperativa?
8. Quais são os cargos principais/
9. Quem controla a entrada e saída de capital?

AS MATÉRIAS –PRIMAS

10. De onde vem a matéria-prima principal? É comprada ou ganhada?
11. Quais são os principais reagentes? Quem fornece? Como são estocados?
12. Valores de reagentes e matéria-prima.

MÃO-DE-OBRA (Quem produz?)

CARACTERÍSTICAS DA MÃO-DE-OBRA

13. Quantidade de cooperários
14. Faixa etária
15. O sexo
16. O nível de instrução e habilitação técnica exigidos

CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE

17. Avaliar as condições de: Luminosidade, umidade, temperatura, ventilação, exaustão.
18. Avaliar as condições de: Ruído, pó em suspensão, vapores tóxicos, substâncias irritantes.
19. Os cooperários possuem algum adicional de insalubridade? Quanto? Por quê?

CONDIÇÕES DE PERICULOSIDADE

- 20. Como funciona a prevenção e acidentes?
- 21. O que se faz em caso de acidente?

CONDIÇÕES DE REMUNERAÇÃO

- 22. Qual a remuneração em cada função? Quantas horas de trabalho?
- 23. Qual é a forma de pagamento?
- 24. Qual o sindicato corresponde à categoria?
- 25. A cooperativa usa hora-extra? Por quê?
- 26. Qual o salário-base dos cooperários?
- 27. Os cooperários tem despesas com alimentação, transporte e uniforme?

OUTRAS QUESTÕES

- Onde os cooperários fazem as refeições?
- 28. Onde moram? Que meio de transporte utilizam?
- 29. Quais são as instalações sanitárias?
- 30. Como é a organização interna da produção?
- 31. Como se estabelece o ritmo de trabalho?
- 32. Quais os problemas em relação à mão-de-obra?

TÉCNICA (como se produz?)

- 33. Quais as etapas do processo?
- 34. Autoria do processo (de quem?)
- 35. Quais os processos de produção (técnicas, pesquisas, peculiaridades)
- 36. O produto o quê? Por quê?

MERCADO (Para quem se produz?)

- 37. Quem são os compradores ?
- 38. Qual a produção diária ou mensal?
- 39. Como é feito o escoamento da produção?
- 40. Como é feita a propaganda?
- 41. Como é estabelecido o prazo de entrega?

CONTROLE DE QUALIDADE

- 42. Que testes são feitos? Quem estabelece os padrões?

COMO SE DETERMINA O PREÇO DO PRODUTO

- 43. Existe tabelamento de preço? Quem faz?
- 44. Qual a forma para determinar o preço do produto?
- 45. Que dependência existe entre a cooperativa e os compradores?
- 46. Como está, hoje, a situação e, relação ao mercado?

APÉNDICE C

- ENTREVISTA⁴⁴ SEMI-ESTRUTURA REALIZADA COM:**
- 1. PROF. EDIHT LOTUFO – Coordenadora do curso de Design na PUC-GOIÁS**
DATA DA ENTREVISTA: 08/04/2008
 - 2. NEONICE – Presidente da Cooperativa COOPREC**
DATA DA ENTREVISTA: 12/05/2008

ENTREVISTA

1. Como você conheceu a produção de papel de fibra de bananeira?
2. Como começou essa produção na cidade de Goiânia?
3. Quando você começou a participar de projetos envolvendo essa produção?
4. Fale um pouco sobre o início dessa produção em parceria com o CEPAJ – Centro de estudo, pesquisa – Aldeia Juvenil da PUC-GOIÁS?
5. Fale sobre a trajetória de desenvolvimento dessas propostas para Cooprec?
6. Quais os principais artistas e cooperados e jovens carentes envolvidos nesses projetos?
7. Quem são os outros artesãos que produzem artesanalmente o papel em Goiânia e no Estado de Goiás?

⁴⁴ *As questões descritas abaixo foram feitas para ambas entrevistadas*

APÊNDICE D