

ALEXSANDER RODRIGUES RANGEL

**CONTEXTUALIZAÇÃO DOS POLÍMEROS NO ENSINO DE QUÍMICA  
NUMA PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O  
APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE BANANEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2019

ALEXSANDER RODRIGUES RANGEL

**CONTEXTUALIZAÇÃO DOS POLÍMEROS NO ENSINO DE QUÍMICA  
NUMA PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O  
APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE BANANEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de junho de 2019.

---

Liany Divina Lima Miranda

---

Vinícius Catão de Assis Souza

---

Deusanilde de Jesus Silva  
(Orientadora)

*Dedico este trabalho aos meus pais e à  
minha irmã, que sempre me apoiaram  
nas minhas escolhas e me ajudaram a  
trilhar o caminho do bem.*

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, pela disposição, atenção e paciência. Esse trabalho é a expressão do seu empenho em minha formação, contribuindo com o ensino de química na Educação Básica;

À minha família, que sempre me apoiou nos momentos de dificuldade e pela preocupação nas viagens realizadas no decorrer de 2 anos de Pós-graduação;

Ao programa de Pós-graduação em Química – PROFQUI, no polo de Viçosa, pela oportunidade de realizar o mestrado e ao Departamento de Química pelo apoio com as disciplinas, encontros e seminários;

Ao professor Efraim Reis, que se dedicou ao programa de Pós-graduação PROFQUI, na Universidade Federal de Viçosa, que sempre ajudou os alunos a superarem suas dificuldades, mantendo-se firmes até o fim do curso;

Aos colegas da escola Serra Sede que contribuíram com discussões valiosas para a confecção deste trabalho.

Aos meus amigos que me apoiaram com palavras de incentivo e vontade de crescer juntos nesta caminhada.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Caminhos percorridos para a construção do objeto de pesquisa .....	1
1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa inicial .....	3
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	7
2.1 Geral .....	7
2.2 Específicos .....	7
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	8
3.1 A cultura da banana no Brasil .....	8
3.2 Potencial de formação de resíduo gerado na cultura da banana .....	10
3.3 Materiais lignocelulósicos .....	11
3.3.1 Polímeros .....	12
3.3.2 Celulose .....	13
3.3.3 Hemiceluloses .....	14
3.3.4 Lignina .....	15
3.3.5 Extrativos e outros constituintes .....	15
3.4 Pseudocaule da bananeira .....	16
3.5 Processos químicos para obtenção do material fibroso .....	18
3.6 Benefícios do produto para a sociedade .....	19
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	21
4.1 Aprendizagem Significativa .....	21
4.1.1 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem mecânica .....	22
4.2 Sequência Didática .....	23
4.3 Mapas Conceituais .....	26
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	27
5.1 Materiais .....	29
5.2 Procedimentos .....	29
5.2.1 Primeira aula .....	29
5.2.2 Segunda aula .....	31

5.2.3 Terceira aula .....	32
5.2.4 Quarta aula .....	32
5.2.5 Quinta aula .....	33
5.2.5.1 Preparo da bananeira .....	33
5.2.5.2 Processo de obtenção .....	33
5.2.5.3 Lavagem e limpeza do material .....	35
5.2.5.4 Modificações da tonalidade das fibras da bananeira.....	36
5.2.5.5 Produção de papel de fibra de bananeira .....	37
5.3 Procedimento realizado em sala de aula.....	38
5.4 Produção de artesanato com os papéis de fibras.....	38
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>39</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>44</b>
<b>9 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura molecular da celulose. ....	14
<b>Figura 2:</b> Estrutura parcial da molécula de hemicelulose (xilana).....	14
<b>Figura 3:</b> Álcoois p-cumarílico (1), trans coniferílico (2) e trans sinapílico (3), precursores da lignina: p-hidroxifenil, guaiacil e siringil, respectivamente. ....	15
<b>Figura 4:</b> Desenho esquemático de uma bananeira adulta. ....	17
<b>Figura 5:</b> Pseudocaule da bananeira após colheita do cacho de banana. ....	18
<b>Figura 6:</b> Modelo de sequência didática proposto por Dlz, Noverraz e Schneuwly. (2004) .....	25
<b>Figura 7:</b> Mapa conceitual sobre o tema futebol.....	30
<b>Figura 8:</b> Mapa conceitual sobre o tema música.....	31
<b>Figura 9:</b> Fragmentos do pseudocaule da bananeira após secagem.....	34
<b>Figura 10:</b> fragmentos durante o cozimento. ....	34
<b>Figura 11:</b> Aspecto visual após a fervura. Formação de espuma.....	34
<b>Figura 12:</b> Adição da mistura após cozimento para o desfibramento grosseiro utilizando o liquidificador .....	35
<b>Figura 13:</b> Lavagem do material fibroso.....	35
<b>Figura 14:</b> Material fibroso obtido após a lavagem. ....	36
<b>Figura 15:</b> (A) Material fibroso adicionado no saco plástico com a solução de água sanitária diluída. (B) Material fibroso retirado da água sanitária diluída .....	36
<b>Figura 16:</b> (A) Material fibroso adicionado ao recipiente com água (B) Retirada da fibra da tela com auxílio do tecido seco.....	37
<b>Figura 17:</b> Adição do pano seco absorvente sobre a fibra para absorver a umidade. ....	38
<b>Figura 18:</b> Exemplos de materiais que podem ser confeccionados com o papel de fibra de bananeira. ....	41
<b>Figura 19-</b> Teste de satisfação. Na escala crescente temos: muito insatisfeito, insatisfeito, neutro, satisfeito e muito satisfeito. ....	41
<b>Figura 20:</b> Exemplificação dos resultados da pesquisa de satisfação entre os estudantes. .....	42
<b>Figura 21:</b> Aspecto do material no início da fervura e após 30 minutos de fervura. ....	52
<b>Figura 22:</b> Desfibrilamento do material cozido com o auxílio do liquidificador. ....	52
<b>Figura 23:</b> Lavagem para obtenção do material fibroso. Detalhe: peneiramento à esquerda e remoção de água por pressão à direita. ....	53
<b>Figura 24:</b> Material mucilaginoso, após filtração com tecido de trama fechada. ....	53

<b>Figura 25:</b> Material fibroso após lavagem. ....	54
<b>Figura 26:</b> Aquecimento da água, à esquerda, e descoloração do material fibroso, à direita.....	54
<b>Figura 27:</b> Lavagem do material fibroso após o seu clareamento com solução de hipoclorito de sódio.....	55
<b>Figura 28:</b> Preparação da suspensão de fibras. ....	56
<b>Figura 29:</b> Confeccionando papel de fibra de bananeira. ....	56
<b>Figura 30:</b> Papel secando entre os tecidos secos.....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Produção brasileira de bananas em 2016. ....	9
<b>Tabela 2:</b> Produção brasileira por estado e por região em 2016. ....	10
<b>Tabela 3:</b> Cronograma proposto para a aplicação do produto didático.....	28
<b>Tabela 4:</b> Organização dos mapas conceituais para análise por aluno. ....	39
<b>Tabela 5:</b> Comparação entre os três mapas conceituais de cada aluno. ....	40

## RESUMO

RANGEL, Alexsander Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2019. **Contextualização dos Polímeros no ensino de Química numa perspectiva de sustentabilidade ambiental para o aproveitamento dos resíduos de bananeiras.** Orientadora: Deusanilde de Jesus Silva. Coorientador: José Mauro de Almeida.

O presente trabalho relata uma pesquisa desenvolvida ao longo do mestrado com o intuito de propor uma sequência didática que busque auxiliar o professor de Química na Educação de Jovens e Adultos (EJA), especificamente no conteúdo de polímeros para alunos da 3ª série do ensino médio abordando uma perspectiva de sustentabilidade ambiental de forma contextualizada a fim de promover um ensino significativo e a transformação social. A necessidade de propor um ensino contextualizado e significativo sobre o tema se dá pelo fato de a Educação de Jovens e Adultos possuir diversos obstáculos a serem enfrentados pelo corpo docente, como a diversidade de estudantes, alguns estão sem estudar há mais de 20 anos, outros transferidos para a EJA por causa do alto número de reprovações no ensino regular, e também pelo fator trabalho e família, já que muitas alunas abandonam os estudos quando engravidam na adolescência e outros por arrumarem trabalho já que necessitam para ajudarem os familiares ou a si mesmo. Esses são alguns problemas sociais que se encontram na EJA. A dificuldade no Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos além das já mencionadas anteriormente é a disciplina de Química só é lecionada a partir da 2ª série do ensino médio e com apenas uma aula por semana, sendo assim, o trabalho baseou-se nessas peculiaridades e propôs uma sequência didática que possa envolver os estudantes, por meio do ensino significativo fundamentado na teoria de Ausubel. Para o desenvolvimento do assunto polímeros em sala de aula, está sendo proposta uma sequência didática que, inicialmente, foi realizado, em laboratório, um procedimento para produção de papel de fibra de bananeira. Após, foi proposto a contextualização do ensino, a construção de mapas conceituais e, por fim, a confecção de produtos a partir do papel de fibra de bananeira. Com a aplicação da sequência didática, espera-se que, além de facilitar a aprendizagem do estudante, trabalhará com questões socioambientais e auxiliará o professor em sala com novos métodos de ensino, também espera-se que os agentes participantes da pesquisa sejam beneficiados, pois os produtos que serão confeccionados no final do processo utilizando materiais de baixo serão artesanatos que poderão ser comercializados, sendo assim, uma alternativa de renda extra para os envolvidos.

## ABSTRACT

RANGEL, Alexander Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2019. **Contextualization of the Polymers in the teaching of Chemistry in a perspective of environmental sustainability for the use of banana residues.** Advisor: Deusanilde de Jesus Silva. Co-advisor: José Mauro de Almeida.

This paper reports a research developed during the master's degree in order to propose a didactic sequence that seeks to assist the teacher of Chemistry in Youth and Adult Education (EJA), specifically in the content of polymers for third grade students approaching a perspective of environmental sustainability in a contextualized way in order to promote meaningful teaching and social transformation. The need to propose a contextualized and meaningful teaching on the subject is due to the fact that Youth and Adult Education has several obstacles to be faced by the faculty, such as the diversity of students, some have not been studying for over 20 years, others transferred to EJA because of the high number of failures in mainstream education, and also because of work and family, as many students drop out of school when they get pregnant in their teens and others because they find work because they need to help their families or themselves. . These are some social problems that are encountered in EJA. The difficulty in teaching Chemistry in Youth and Adult Education beyond the previously mentioned is the Chemistry discipline is only taught from the 2nd grade of high school and with only one class per week, so the work was based on these peculiarities and proposed a didactic sequence that I can engage students through meaningful teaching grounded in Ausubel's theory. For the development of the subject polymers in the classroom, a didactic sequence is being proposed that initially was performed in the laboratory, a procedure for the production of banana fiber paper. After, it was proposed the contextualization of teaching, the construction of conceptual maps and, finally, the production of products from banana fiber paper. With the application of the didactic sequence, it is expected that, in addition to facilitating student learning, will work with socio-environmental issues and assist the classroom teacher with new teaching methods, it is also expected that the research participants will benefit, as The products that will be made at the end of the process using low materials will be handicrafts that can be marketed, thus, an alternative income for those involved.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Caminhos percorridos para a construção do objeto de pesquisa

A minha trajetória escolar foi em escolas públicas na cidade de Serra, Espírito Santo. No ensino médio ingressei na Escola Estadual Aristóbulo Barbosa Leão, conhecida com ABL, localizada no Bairro Laranjeiras, na cidade de Serra. O meu contato com o conteúdo de química foi a partir da 1ª série do ensino médio, pois na 8ª série ocorreu um período de greve de seis meses na educação e com isso prejudicou a finalização da grade de ensino. Deste modo, meu contato com a disciplina de química no ensino médio foi desgastante, pois o professor só chegou na escola após 3 meses das aulas já terem iniciado e com o atraso o professor optou já iniciar o ano com o conteúdo de distribuição eletrônica, ou seja, vários conceitos fundamentais de ciências que deveriam ter ensinados como introdução a química foram deixados de lado, e isso tornou a matéria de Química como a pior entre diversas disciplinas, pois não era nem um pouco atrativa em comparação com as demais. A escola não possuía laboratório e também o professor nunca utilizou recursos diferentes do quadro e giz, talvez não porque quisesse, mas pelas condições precárias em que a escola se encontrava, ventiladores não funcionavam, quando chovia a fiação do ventilador entrava em contato com a água e trazia vários riscos aos alunos, por esse motivo a escola foi deslocada e o Estado alugou outro prédio enquanto reformava a escola antiga. Mas voltando ao contato com a Química, no 2º ano do ensino médio a matéria de química foi retirada do currículo, ou seja, os alunos não tiveram a disciplina na 2ª série. Vários conteúdos como cinética química, termoquímica, propriedades coligativas, radioatividade, equilíbrio e tipos de combustíveis nunca foram vistos pelos alunos daquele ano (2006). No terceiro ano do ensino médio, a matéria de Química retornou, uma professora efetiva da escola lecionava a disciplina, a matéria de química orgânica foi uma matéria fácil de compreender com as explicações da professora, mas infelizmente a professora foi afastada por problemas de saúde e se foram mais 2 meses sem a matéria de química. Particularmente minha experiência com a disciplina não foi muito boa por causas dessas peculiaridades, mas no ano seguinte fazendo o cursinho preparatório para o vestibular, percebi que com a explicação dos professores a disciplina que eu mais estava criando afinidade era com a química, tinha prazer de chegar em casa e estudar essa matéria, foi então que resolvi prestar o vestibular para química. Então quando estava estudando em um ambiente menos conturbado como o ensino médio por causa das alterações

curriculares e greves de professores, percebi a facilidade de assimilar os conteúdos ensinados durante a aula, isso demonstra como um sistema organizado ajuda o jovem a trilhar o seu caminho.

No decorrer da graduação fui bolsista do PIBID por dois anos e meio, uma experiência que foi de muita ajuda para minha formação, pois o professor coordenador era muito querido pelos alunos e ele tornava a aula de Química algo agradável aos olhos dos alunos. A experiência no PIBID mostrou aos bolsistas que os alunos tinham maior afinidade com o conteúdo quando era apresentado de forma contextualizada e também em aulas práticas de laboratório, os alunos diziam que só de se levantarem e saírem da sala de aula que ficavam mais de quatro horas sentados, já era algo diferenciado para eles.

Após minha graduação e lembrando das experiências do PIBID, os meus planejamentos de aula sempre foram direcionados ao ensino contextualizado e significativo, buscando reportagens sobre diversos assuntos de química, curiosidades e também práticas que colaborassem com a aprendizagem do estudante. Deste modo minha formação sempre foi voltada para a contextualização e pude refletir essa metodologia nas aulas atuais.

Durante o período de estágio no PIBID e também a participação de congressos pude perceber que a química ambiental estava em evidência nos trabalhos apresentados pelos estudantes, deste modo, comecei a direcionar meus planejamentos de aula para a química ambiental, todo conteúdo de química era contextualizado com questões envolvendo química verde, sustentabilidade ambiental e socioambiental, já que tem crescido bastante nos últimos anos a preocupação com questões ambientais, como as consequências das ações humanas à natureza. E para compreender essa relação com a natureza se faz necessário tornar o cidadão preparado para mudanças individuais no comportamento e para isso as escolas possuem um papel importante no alcance do sucesso dessa compreensão.

Atualmente, conseguimos identificar, no cotidiano, a urgente necessidade de resgatar o respeito pelo meio ambiente, e este é o desafio da Educação Ambiental, ao ressignificar o cuidado com a vida, sendo necessário que essa educação seja permanente, continuada, para todos e todas, ao longo da vida. E a escola é um espaço privilegiado para isso, sendo assim, a presente pesquisa examinará a importância de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada, por meio da elaboração de uma Sequência Didática para ensinar o conteúdo de polímeros na perspectiva da sustentabilidade ambiental. Espera-se que essa proposta possa ajudar os estudantes e os

professores a obterem não somente o significado da preservação ambiental, mas também a superarem as dificuldades encontradas ao longo do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo.

## **1.2 Delineando o contexto do trabalho: temática de estudo e questão de pesquisa inicial**

Agora, em pleno século XXI, as questões sobre o meio ambiente se apresentam como um dos grandes problemas urgentes a serem resolvidos, com o objetivo de preservar a vida de formar saudável, digna e produtiva, visto que o homem sempre conviveu com o meio ambiente para se desenvolver em uma sociedade, já que os cidadãos possuem necessidades básicas como água, saúde, abrigo, alimentos e energia.

Entretanto, essa relação possui consequências, e podemos observar isso nos meios de comunicação, como campanhas voltadas para a manutenção da limpeza das praias, ou de campanhas publicitárias, ao longo do ano, para a venda e produtos supostamente não agressivos à natureza, como os biodegradáveis. E a escola é, sem sombra de dúvida, o local ideal para se promover este processo. As disciplinas escolares são os recursos didáticos por meio dos quais os conhecimentos científicos de que a sociedade já dispõe são colocados ao alcance dos alunos. As aulas são o espaço ideal de trabalho com os conhecimentos e onde se desencadeiam experiências e vivências formadoras de consciências mais vigorosas porque são alimentadas no saber.

A Educação Ambiental nas escolas é de extrema importância pois pela Política Nacional de Educação Ambiental entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, Art. 1º).

Já de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental:

A Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental.” (Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, Art. 2º).

Trazendo para a disciplina de Química a definição de Educação Ambiental, podemos entender o significado também do que seria a Química Ambiental, ou seja, é a disciplina direcionada para as questões socioambientais envolvendo Química Verde dentro dos conteúdos de Química nas escolas. Diante disso, delineou-se a escolha de um conteúdo no currículo da disciplina e química, apontando para uma perspectiva da Educação Ambiental.

A partir desse contexto inicial, verificou-se a necessidade de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada que pudesse ajudar os estudantes e os professores a superarem os obstáculos encontrados no processo de ensino e aprendizagem da Química dos polímeros e também conscientizar sobre a preservação ambiental reaproveitando resíduos de biomassa.

A contextualização mencionada anteriormente é destaque na educação brasileira sendo que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL,1996) propõe uma educação em que os profissionais da educação que atuam nas salas de aula apliquem fundamentos de contextualização em suas práticas de ensino.

Mas o que seria essa contextualização?

Pavanello (2004), com base em Brousseau (1996), afirma que contextualizar significa apresentar o conteúdo ao aluno por meio de uma situação problematizadora, compatível com uma situação real que possua elementos que deem significado ao conteúdo químico. Para a autora, contextualizar é provocar no aluno a necessidade de comunicar algo a alguém, é provocar a necessidade de representar uma situação, discutir sobre essa situação criada e o que está envolvido nela.

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (MEC, 1999) a contextualização é o desenvolvimento capacidade de compreensão e utilização da ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático e, ainda, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

Mesmo sabendo a ideia central da contextualização, os professores têm encontrado dificuldades em priorizar esse modelo de ensino, visto que é essencial que o educador possa manter um diálogo com as demais áreas de aprendizagem para que o aluno possa relacionar a explicação de um texto científico com as vivências em seu cotidiano social. Para que isso ocorra, é necessário que o professor considere a importância de colocar os alunos frente a situações-problema adequadas, propiciando a

construção do próprio conhecimento. No entanto, para que tais situações-problema possam ser criadas, é fundamental que se considere a necessidade de envolvimento dos alunos com um problema (preferencialmente real) e contextualizado (Zuliani, 2006). Mas segundo Matuda e Martins (2014) com a realidade da educação no Brasil, o planejamento de aulas diferenciadas e contextualizadas exige um esforço muitas vezes além da sala de aula, afinal o atual cenário social e tecnológico cada vez mais dinâmico e moderno, exige um profissional que esteja o tempo todo se atualizando sobre as metodologias de ensino e também sobre cada nova geração de estudantes que surge, tudo isso somado aos baixos salários e as longas jornadas de trabalho em mais de uma escola contribui para um ensino meramente mecânico. Quando as condições do trabalho docente são muito ruins, torna-se praticamente impossível conceber a escola como um local de produção de conhecimentos e de saberes. O professor torna-se um mero dador de aulas (Pereira, 2007, p. 90).

O trabalho de professor se torna ainda mais desafiador de acordo com Boing (2008, p. 216) quando percebemos que a preparação das aulas de hoje envolve, além do levantamento do conteúdo e da escolha de alguma dinâmica para a interação em sala, a pesquisa na internet e a atenção aos fatos e às notícias publicados nos jornais e revistas que possam ser utilizados para a contextualização em sala ou trabalhados como um novo conteúdo. As aulas em si estão mais complexas pela diversidade maior dos alunos, resultado das políticas de inclusão social e de expansão do ensino.

Diante de tantas dificuldades enfrentadas pelo professor no Brasil, ainda temos o aspecto relacional professor-aluno, que é um dos fatores determinantes para o sucesso ou não do processo de ensino aprendizagem, que no final pode levar ao fracasso escolar de acordo com Lacerda (2011, on-line). Para Lacerda (2011, on-line) o fracasso escolar além de possuir origem orgânica, psicológica e/ou ambiental, causa outros problemas no aluno, como desmotivação e desinteresse, que interfere no seu processo de aprendizagem.

O cenário atual na educação brasileira é muito preocupante, e não é resolvido apenas com a contextualização do ensino. Pelo levantamento realizado em 2019 quase quatro (36,5%) em cada dez brasileiros de 19 anos não concluíram o ensino médio em 2018, idade considerada ideal para esta etapa de ensino. Entre eles, 62% não frequentam mais a escola e 55% pararam de estudar ainda no ensino fundamental. Os dados foram divulgados nesta terça-feira (18) pelo movimento Todos pela Educação, com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PnadC), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**).

O ensino escolar não contextualizado conduz a uma série de problemas encontrados hoje em sala de aula, como o desinteresse escolar, mas pelos dados obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**) é surreal imaginar que todas essas 55% pessoas pararam de estudar apenas pelo motivo da aula não ser contextualizada. Deste modo, são diversos fatores sociais, políticos e econômicos envolvidos no fracasso escolar. Mas esse não é o tema central do presente trabalho.

A partir desse parâmetro que se encontra a educação brasileira, verificou-se a necessidade de se desenvolver uma proposta de ensino contextualizada que pudesse ajudar os estudantes e os professores a superarem os obstáculos encontrados no processo de ensino e aprendizagem da química dos polímeros e também fornecer uma fonte de renda extra a partir dos produtos obtidos no final da sequência didática.

Com base nessa concepção de aula contextualizada, o trabalho foi elaborado como proposta de ensino utilizando uma sequência didática com foco na questão da sustentabilidade ambiental, socioambiental e também química verde, já que se utiliza os resíduos da cultura da bananeira que é pseudocaule da bananeira para produzir papel com o material fibroso como recurso para o ensino e aprendizagem do conteúdo de polímeros e afins.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O objetivo principal do presente trabalho é propor uma prática pedagógica diferenciada abordando a contextualização do ensino de Química, sobre o conteúdo de polímeros, numa perspectiva da Química Verde, aproveitando os resíduos de biomassa, como o pseudocaule da bananeira, ao invés de descartá-los no meio ambiente apenas para sofrer degradação natural.

### **2.2 Específicos**

São objetivos específicos deste trabalho:

- Contextualizar o ensino de Química sobre os polímeros naturais por meio de experimento em laboratório;
- Conscientização socioambiental acerca do aproveitamento/reciclagem de resíduos de biomassa como alternativa para diminuir os rejeitos como também minimizar a exploração de novas matérias-primas;
- Aproveitamento do pseudocaule da bananeira como matéria-prima para a produção de papel e novos produtos para uso final;
- Elaboração de um material didático como apoio para o professor do ensino médio, especialmente da Educação de Jovens e Adultos

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão discutidos tópicos como pseudocaule de bananeira, resíduo da cultura da banana, e sua composição com ênfase nos polímeros naturais celulose, hemicelulose e lignina. A disponibilidade deste material e o processo de obtenção de fibras, bem como a facilidade de ser encontrado e o seu baixo custo, também serão abordados.

#### **3.1 A cultura da banana no Brasil**

Dentre as variações culturais no Agronegócio, a fruticultura é uma alternativa largamente adotada pelos produtores. Das opções, a banana tem se tornado uma opção promissora para aqueles que desejam diversificar os cultivos, bem como aqueles que desejam ingressar no ramo do Agronegócio.

A banana é a fruta mais produzida no mundo, com uma média de 106,5 milhões de toneladas. O Brasil produz 7 milhões de toneladas (IBGE, 2014). Dentre as frutas in natura comercializadas nos principais centros consumidores mundiais, a banana apresenta o maior movimento financeiro, seguida por uva, maçã e laranja.

Com uma produção anual de 6 milhões de toneladas, a safra brasileira da banana é a quarta do mundo, mas o país já está no topo do pódio do consumo global. A fruta rendeu R\$ 14 bilhões, no ano passado, favorecendo cada vez mais o incentivo do seu cultivo.

O Brasil exporta apenas 2% do total, ficando apenas atrás da laranja. Primeira fruta mais consumida pelas famílias brasileiras de todas as classes sociais, a banana faz parte de uma importante fonte alimentar (EMBRAPA, 2016).

O Brasil é o terceiro produtor mundial dessa musácea (banana), com área que já supera 500 mil hectares e com produção aproximada de 6 milhões de toneladas por ano (Tabela 1), que se destina quase exclusivamente ao mercado interno. Apesar do grande potencial, o Brasil situa-se como décimo-quarto exportador.

A baixa exportação da sua produção se dá por possuir um grande mercado interno. Logo, o Brasil é um dos maiores consumidores da fruta in natura. A fruta produzida no país tem alta qualidade nutricional e sensorial, porém ainda nos falta melhorar o aspecto visual, característica muito importante quando se pensa em exportação. A banana é cultivada em todos os estados brasileiros, com expressividade socioeconômica para o país, com geração de 1,3 milhão de empregos.

A EMBRAPA traz um levantamento sobre o rendimento em relação à área colhida e a produção dos estados brasileiros de acordo com a Tabela 2, por estado e por região.

De acordo com o IBGE, a região sudeste possui o maior rendimento médio para a produção de banana (Tabela 2), dessa forma, a quantidade de resíduos produzidos também aumenta, sendo esses a matéria-prima que será utilizada para atender aos objetos de estudo deste trabalho.

**Tabela 1:** Produção brasileira de bananas em 2016.

<b>Estados</b>	<b>Área Colhida (ha)</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Rendimento (t/ha)</b>
São Paulo	51.512	1.089.820	21,16
Bahia	72.699	1.084.548	14,92
Minas Gerais	44.765	773.197	17,27
Santa Catarina	29.575	721.579	24,40
Pará	42.472	504.907	11,89
Pernambuco	38.616	401.321	10,39
Ceará	39.140	323.840	8,27
Espírito Santo	23.385	262.566	11,23
Goiás	13.574	199.143	14,67
Paraná	7.942	184.517	23,23
Rio Grande do Norte	5.126	155.014	30,24
Rio de Janeiro	20.774	142.817	6,87
Paraíba	10.753	133.524	12,42
Rio Grande do Sul	11.852	129.599	10,93
Acre	8.502	113.545	13,36
Amazonas	5.679	80.351	14,15
Rondônia	7.748	76.603	9,89
Maranhão	6.941	72.635	10,46
Mato Grosso	6.408	72.009	11,24

**Fonte:** IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2016. Consultado em 22/09/2017.

**Tabela 2:** Produção brasileira por estado e por região em 2016.

<b>Região fisiográfica</b>	<b>Área colhida (ha)</b>	<b>Quantidade produzida (t)</b>	<b>Rendimento médio (t/ha)</b>	<b>Participação na produção (%)</b>
Norte	76.771	883.184	11,50	13,06
Nordeste	181.402	2.285.796	12,60	33,79
Sudeste	140.436	2.268.400	16,15	33,53
Sul	49.369	1.035.695	20,98	15,31
Centro-Oeste	21.733	291.249	13,40	4,31
<b>BRASIL</b>	<b>469.711</b>	<b>6.764.324</b>	<b>14,40</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2016. Consultado em 22/09/2017.

### **3.2 Potencial de formação de resíduo gerado na cultura da banana**

É por meio da fotossíntese que os seres vivos, como plantas, capturam energia do Sol e essa energia pode ser aproveitada de outras formas desses seres. Essa energia é convertida em energia química por meio da combustão desses materiais e, com isso, é possível produzir também a energia elétrica e combustíveis. Assim, qualquer resíduo orgânico que faz fotossíntese é possível reaproveitá-lo como fonte de energia. As fontes orgânicas que são usadas para produzir energias usando esse processo são chamadas de biomassa.

Os combustíveis mais comuns da biomassa são os resíduos agrícolas, madeira e plantas como a cana-de-açúcar, que são colhidos com o objetivo de produzir energia. O lixo pode ser convertido em combustível para abastecer o transporte, as indústrias e até mesmo as residências.

De acordo com os dados da EMBRAPA (2006), pode-se observar que, de cada 100 kg de frutas colhidas em 2006, 46 kg não foram aproveitados.

Além desse rejeito, a cultura da banana gera outros resíduos no campo provenientes da sua industrialização. De acordo com dados levantados em uma empresa de alimentos do município de Garuva, um dos maiores produtores de banana nanica na região nordeste do estado de Santa Catarina, para cada tonelada de banana industrializada aproximadamente 3 toneladas de pseudocaule, 160 kg de engaços, 480 kg de folhas e 440 kg de cascas são gerados. Dessa forma, a proposta de reaproveitar esses resíduos tem um potencial, pois esses materiais seriam descartados na natureza e sofreriam a decomposição sem um proveito mais válido para a comunidade.

### 3.3 Materiais lignocelulósicos

Os materiais lignocelulósicos são os materiais orgânicos mais abundantes da biosfera.

Pode-se afirmar que esses materiais possuem em sua composição entre 65% e 75% de polissacarídeos em base seca, que contêm valiosos glicídios em suas unidades monoméricas (PEREIRA JR, 2008). Podem ser divididos em seis grupos principais: resíduos de colheitas (bagaço de cana, palha de milho etc.), madeira de lei (álamo alpino e álamo), madeira de conífera (pinheiro e abeto), resíduos celulósicos (lodo de papel e papel reciclado, jornais etc.), biomassas herbáceas (feno de alfafa, caniço-malhado etc.) e resíduos sólidos municipais

Esses materiais apresentam uma rede complexa e resistente composta principalmente por lignina (10% a 30%), hemicelulose (15% a 35%) e celulose (30% a 50%), sendo a composição de cada um desses constituintes variáveis de acordo com o tipo de matéria-prima em questão, idade e estágio vegetativo. (RODRIGUES *et al.*, 2007, p. 287)

Hofmann (2008) recomenda o aproveitamento de resíduos oriundos das mais diversas colheitas agrícolas como matéria-prima para a produção de papel, com o objetivo de viabilizar novas fontes de renda que permitam a manutenção do homem no campo, utilizando-se de um processo produtivo de baixo impacto ambiental e autossustentável. Dentro desse contexto, foi apresentado um exemplo de matéria-prima para a confecção artesanal de papel, utilizando resíduos de plantação de banana, em que os pseudocaules foram retirados para a obtenção do material fibroso e produção do papel.

De acordo com estudo de Silva (2018), existe o potencial de o aproveitamento desse resíduo para se obter produtos de alto valor agregado e economicamente viável quando da produção artesanal de papel, ressaltando as vantagens econômicas, ecológicas e sociais para o ser humano envolvido. Fibras virgens, derivadas de matérias-primas alternativas, podem ser incorporadas às pastas de papel reciclado, para melhorar as propriedades mecânicas das folhas de papel. Andrade (2001) analisou a possibilidade de se produzir papéis artesanais com boas propriedades, das misturas de massa de aparas com as pastas kraft de bambu (*Dendrocalamus giganteus*) e de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), concluindo que, principalmente, a pasta do bagaço da cana-de-açúcar pode ser utilizada para melhorar as propriedades do papel artesanal. Bastianello *et al.* (2009) obtiveram bons resultados preliminares quando avaliaram a

influência da adição de pastas de fibras de palha de arroz e pseudocaule de bananeira nas propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados artesanalmente.

Embora os resíduos lignocelulósicos agroindustriais necessitem, na sua maioria, de um tratamento prévio para a sua adequação ao uso, é importante destacar a importância dessas matérias-primas, uma vez que apresentam baixo custo e alta disponibilidade

De acordo com um dos objetivos específicos proposto nesse trabalho, a contextualização sobre a Química dos polímeros utilizando a presença desses nos materiais lignocelulósicos será embasada nos subtópicos que se seguem. Os constituintes desses materiais podem ser classificados como pertencentes (celulose, hemicelulose e lignina) e não pertencentes (extrativos, proteínas, dentre outros) à parede celular fibrosa. Os primeiros são considerados os mais importantes, pois, além de serem os mais abundantes, influenciam sobremaneira nas características de qualidade dos produtos confeccionados com o material fibroso.

### **3.3.1 Polímeros**

Os polímeros são obtidos por meio de reações químicas de polimerização, que formam estruturas moleculares que consistem na repetição de pequenas unidades, chamadas meros. Dependendo do tipo de monômero (estrutura química), do número médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, pode-se dividir os polímeros em três grandes classes: Plásticos, Borrachas e Fibras (MANO, 1994).

De uma forma geral, os polímeros são formados pelo agrupamento de vários monômeros por meio da reação de polimerização. Nesse processo, dependendo das condições em que a reação ocorre, poderá formar um polímero com 2.000 a 100.000 monômeros (FELTRE, 2004).

Os polímeros não foram “inventados” ou “criados”. Na natureza, existem diversos materiais poliméricos, chamados polímeros naturais. Por exemplo, a celulose e o amido (mesmo em pequenas porções) são formados pelo monômero de glicose, que comumente é encontrada nos tecidos vegetais (BLASS, 1985). Os naturais são aqueles que já existem normalmente na natureza. São exemplos destes polímeros, dentre outros, a celulose, a borracha natural, o amido, as proteínas e os ácidos nucléicos. A maioria dos polímeros sintéticos são compostos orgânicos, produzidos pelo homem por meio da reação de polimerização de moléculas simples, dos quais são exemplos: o Nylon, o Dacron, o PVC, o vidro acrílico, o polietileno, dentre outros.

Os polímeros têm diversas aplicações desde a medicina aos plásticos. Em sua grande maioria, os objetos utilizados cotidianamente têm polímeros na sua constituição. Apesar disso, os polímeros também causam bastantes problemas ao ambiente, pois são poluidores. Por isso se faz necessário reciclá-los, reutilizá-los e principalmente, reduzi-los, minimizando os impactos causados no meio ambiente. Sendo assim, o presente trabalho utilizará um polímero natural de fonte renovável e biodegradável, que são os resíduos de materiais lignocelulósicos que, ao contrário dos plásticos de polietileno, que é um polímero sintético de fonte não renovável.

Os resíduos provenientes de lignocelulósicos, que são constituídos de celulose, hemicelulose as quais conferem propriedades tanto para as plantas quanto para os produtos fabricados com esses materiais, como: rigidez; resistência mecânica e física; resistência ao ataque de predador; além dos aspectos de beleza passados para os produtos, especialmente quando se tratam de artesanais, sendo os principais a celulose, as hemiceluloses e a lignina, os quais serão abordados com mais detalhes a seguir.

### **3.3.2 Celulose**

A celulose, o polissacarídeo mais amplamente distribuído nas estruturas de sustentação das plantas, constitui metade do material da parede das células da madeira. (BETTELHEIM, FREDERICK et al., 2012, p. 493).

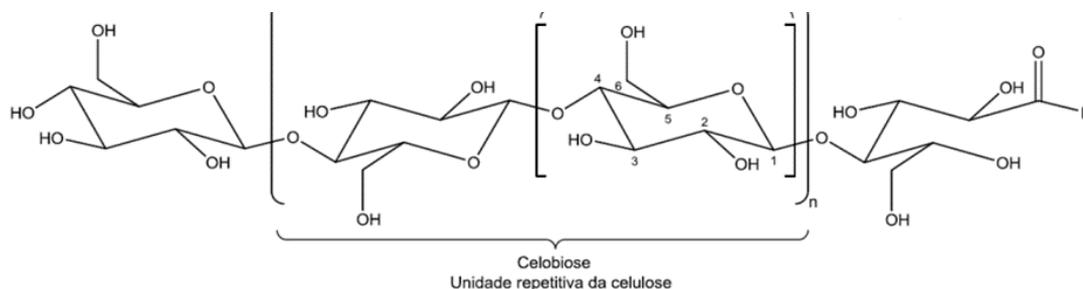
A molécula de celulose é composta por um carboidrato classificado como polissacarídeo, sendo utilizado com bastante eficiência em indústrias para fabricação de plásticos, filmes e fibras, também utilizados como espessantes em cosméticos e produtos alimentícios e biomateriais (ANDREAS et al., 1994; REID, 1989, D'ALMEIDA, 2000).

A celulose é uma das três macromoléculas principais presentes na biomassa lignocelulósica, e é um polímero natural formado por unidades de anidroglicose unidas por ligações glicosídicas. Tecnicamente, apesar de todas as unidades serem de anidroglicose, a unidade repetitiva corresponde à celobiose, como indicado na Figura 1.

As moléculas de celulose comportam-se como hastes rígidas, uma característica que permite que elas se alinhem entre si, lado a lado, em fibras bem organizadas insolúveis em água em que os grupos OH formam numerosas ligações de hidrogênio intermoleculares. Esse arranjo de cadeiras paralelas em feixes confere à celulose alta resistência mecânica. Esse aspecto molecular também explica a sua insolubilidade em água. Quando um pedaço de celulose é colocado na água, não existem grupos  $\text{OH}^-$  suficientes na superfície da fibra para atrair moléculas individuais de celulose da fibra

fortemente unida com as ligações de hidrogênio (BETTELHEIM, FREDERICK et al., 2012, p. 494).

**Figura 1:** Estrutura molecular da celulose.



**Fonte:** Adaptado de GURGEL, 2010.

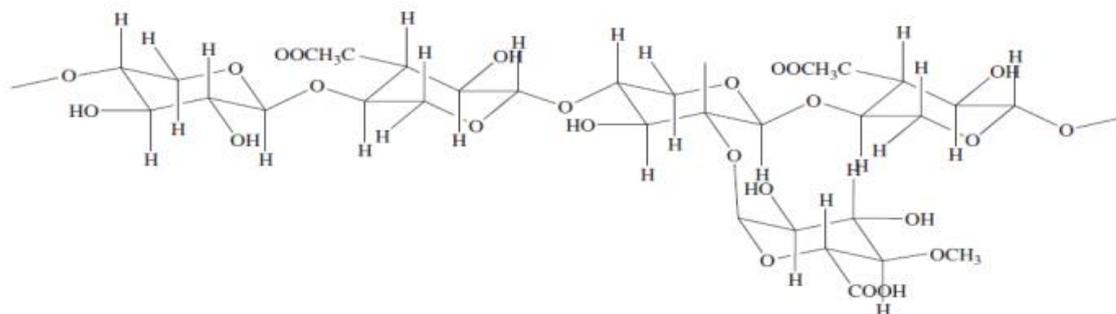
### 3.3.3 Hemiceluloses

As hemiceluloses são materiais constituídos de polissacarídeos. Diferente da celulose que são constituídas por glicoses, as hemiceluloses têm uma combinação aleatória de monossacarídeos incluindo principalmente pentoses ( $\beta$ -D-xilose,  $\beta$ -L-arabinose), hexoses ( $\beta$ -D-glicose,  $\beta$ -D-manose,  $\beta$ -D-galactose) e ácidos urônicos (DE MORAES et al., 2005).

São classificadas de acordo com o principal polissacarídeo presente na cadeia, podendo ser formada por um único monômero (PALONEN, 2004; GÍRIO et al., 2010).

As xilanas (Figura 2) são os polissacarídeos mais abundantes encontrados nas hemiceluloses, como o eucalipto. Apresentam grau de polimerização que varia de 100 a 200 unidades 28 de repetição, que em conjunto atingem uma massa molecular bem menor que a da celulose (FENGEL; WEGENER, 1989).

**Figura 2:** Estrutura parcial da molécula de hemicelulose (xilana).



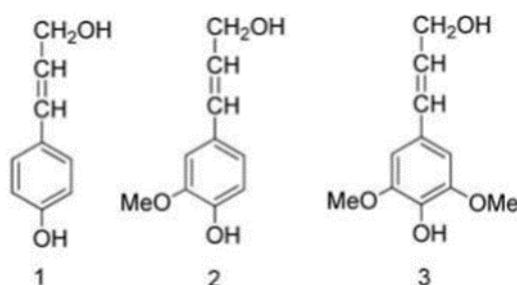
**Fonte:** DE MORAES et al., 2005.

### 3.3.4 Lignina

A lignina é o segundo polímero natural mais abundante na natureza, superado apenas pela celulose. Essa macromolécula desempenha um papel vital no fornecimento de suporte para unir as fibras vegetais. A lignina também diminui a permeação de água por meio das paredes celulares do xilema, desempenhando assim um papel importante no transporte de água e nutrientes. A lignina desempenha uma função importante na natureza natural de uma planta, que é a defesa contra a degradação, impedindo a penetração de enzimas destrutivas por meio da parede celular (SARKANEN, SJÖSTRÖM et al., 1993).

A lignina é formada por unidades precursoras (Figura 3), e a presença de diferentes unidades precursoras e o elevado número de combinações possíveis entre elas precursoras faz com que a estrutura da macromolécula de lignina seja bem mais complexa que a apresentada pela celulose e pelas polioses. Os estudos visando esclarecer a estrutura da lignina empregam métodos de isolamento suaves procurando preservar ao máximo as ligações presentes (LIN e DENCE, 1992).

**Figura 3:** Álcoois p-cumarílico (1), trans coniferílico (2) e trans sinapílico (3), precursores da lignina: p-hidroxifenil, guaiacil e siringil, respectivamente.



**Fonte:** (pinto et al., 2013)

### 3.3.5 Extrativos e outros constituintes

Todas as espécies de madeiras contêm, além da celulose, das hemicelulose e da lignina, quantidades variáveis de outras substâncias, que são considerados como constituintes menores, as quais não fazem parte da parede celular e não são polímeros.

Esses constituintes menores incluem os mais diversos compostos orgânicos e inorgânicos, sendo que nenhuma espécie de planta contém todos os compostos possíveis, ou mesmo todas as diferentes classes de compostos.

O teor de extrativos em madeiras duras fica em torno de 3% a 10%, sendo que esses valores correspondem a 5-8% em madeiras de coníferas (madeiras moles) (FENGEL; WEGENER, 1989). Para o caso do pseudocaule da bananeira, valores em torno de 12,7% de extrativos em etanol-tolueno foram encontrados por Silva (2018).

Os extrativos podem ser classificados em vários grupos, que varia de acordo com as suas características estruturais, embora frequentemente ocorra sobreposição na classificação, devido à natureza multifuncional associada com alguns compostos.

Os extrativos são classificados em três grandes grupos: terpenos e terpenóides, compostos alifáticos (graxas e ceras) e compostos fenólicos, podendo ser, ainda, esses três grupos, divididos em três subclasses adicionais de acordo com a solubilidade: voláteis em vapor d'água, solúveis em solventes orgânicos e solúveis em água (KLOCK; MUNIZ, 1998).

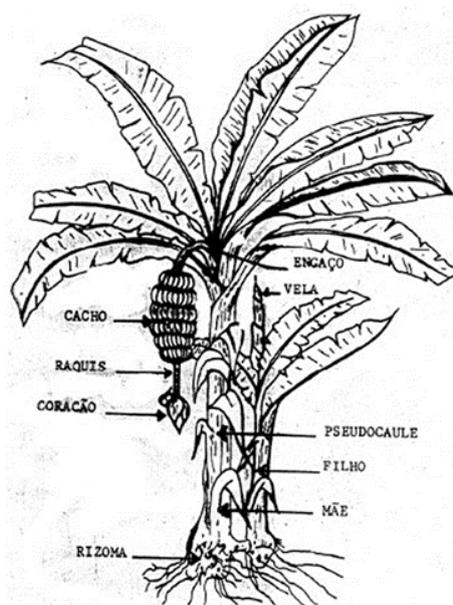
Além dessas substâncias, outros compostos orgânicos podem estar presentes nos extrativos, como gorduras, ceras, ácidos graxos, álcoois, esteroides e hidrocarbonetos de massa molecular elevada.

### **3.4 Pseudocaule da bananeira**

O pseudocaule de bananeira (*Musa* spp.), que pertence ao grupo da família botânica *Musaceae*, é nativa do Extremo Oriente. A bananeira é uma planta que vive no clima tropical, sendo assim, ela é adaptada a sobreviver em locais quente e úmido, não suportando temperaturas inferiores a 15 °C, em que a atividade da planta é paralisada, ou superiores a 35°C, em que seu desenvolvimento é inibido. As regiões litorâneas equatoriais são favoráveis para o bom desenvolvimento da bananeira por apresentarem temperaturas médias anuais entre 26 °C e 27 °C, sendo 26 °C a temperatura considerada ótima para o desenvolvimento da bananeira (ITAL, 1985).

A banana *Musa cavendish* é conhecida no Brasil como banana nanica, mas recebe outros nomes como: banana-d'água, verde, anã, dentre outros, e é chamada de *dwarf cavendish* pelos países de língua inglesa (ITAL, 1985). Todas as bananeiras encaixam-se no desenho esquemático mostrado na Figura 4, porém, cada subgrupo possui algumas particularidades. Na banana nanica, o pseudocaule pode medir de 1,2 a 2 metros de altura por 15 a 25 centímetros de diâmetro, sua cor é de verde brilhante a roxa, parda e seus frutos têm uma forma curva e são muito doces e agradáveis ao paladar (ITAL, 1985).

**Figura 4:** Desenho esquemático de uma bananeira adulta.



Fonte: <https://blogbananeira.wordpress.com/about/> acessado em 12/11/2018.

O tempo para a colheita dos primeiros cachos de banana pode variar entre as diferentes abundâncias. Para a *Musa Cavendish*, a primeira colheita pode ser feita aos 12 meses de idade da plantação, a segunda aos 18 meses e a terceira aos 24 meses. Após este período, o bananal é chamado de bananal velho e as colheitas são feitas a cada 12 meses (ITAL, 1985). Após a retirada do cacho da bananeira deve ser feito o desbaste, que consiste em eliminar o rebento (pseudocaule) ruim e os que sobraram após escolher os que irão substituí-lo. Essa escolha deve ser feita quando os rebentos atingem dois meses de idade, devendo ser escolhidas três plantas para formarem o agrupamento, sendo que a maior é a planta mãe, a do meio é a filha e a menor de todas, a neta. Assim, o pseudocaule eliminado após a colheita do cacho é a planta mãe, a planta filha se converte em planta mãe que crescerá e dará frutos, e a planta neta é escolhida para a continuidade desse processo. Estudos mostram que o corte do pseudocaule é favorável à precocidade da produção, e que a conservação das folhas no pseudocaule depois da colheita dos cachos é uma prática agrícola que atrasa a produção do bananal (ITAL, 1985).

Após esse processo de desbaste, os pseudocaulos cortados são abandonados na plantação contribuindo para a propagação do mal de sigatoca e outros problemas. Caso não sejam devidamente manejados, existem diversos usos para as fibras do pseudocaule da bananeira, a maioria limitada a trabalhos artesanais.

Outra possibilidade de uso dessa matéria-prima (pseudocaule) é para a obtenção de polpa de celulose para a fabricação de papel. De acordo com Chertman e Simões-Moreira (2008), já existe, no município de Itariri-SP, uma empresa que processa pseudocaule de bananeira para a produção de polpa de celulose e papel resistente ao rasgo. Embora a empresa seja operante, as condições técnicas de processamento poderiam ser melhoradas, sendo que uma das dificuldades encontradas encontra-se na etapa de secagem. Nesse sentido, esses autores estudaram a secagem de papel produzido a partir do pseudocaule de bananeira, propondo um sistema de secagem por calor direto obtido pela combustão de material orgânico, com convecção natural em estufas artesanais que melhoraria o processo.

Bastianello et al. (2009) avaliaram as propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados artesanais com resíduos de bananeira ou palha de arroz, verificando que os melhores resultados foram obtidos com as folhas que continham 20% de pasta de bananeira. O pseudocaule é formado de fibras celulósicas de características morfológicas boas, permitindo projetar uma polpa com boa resistência mecânica a partir dessa fibra. Porém, o custo para a utilização dessa fibra da bananeira em escala industrial torna-se alto, pois mais de 90% da massa do pseudocaule é composta de água, parcialmente separável por meios mecânicos na forma líquida.

**Figura 5:** Pseudocaule da bananeira após colheita do cacho de banana.



Fonte: Própria.

### **3.5 Processos químicos para obtenção do material fibroso**

São processos que visam à remoção parcial da lignina existente na lamela média, que é uma membrana que une as células vegetais entre si permitindo a separação ou individualização das fibras. O produto resultante do processo recebe o nome de celulose

técnica, polpa ou pasta celulósica. A operação do processo destinada à deslignificação da madeira recebe o nome de cozimento ou digestão, e é executada em cozinhadores ou digestores. Para facilitar a ação do agente de deslignificação, geralmente se empregam altas temperaturas e pressões.

Nos Processos Químicos Kraft, a biomassa é tratada com soda cáustica e sulfeto de sódio em vasos de pressão, denominados digestores. Esse processo químico visa a dissolver a lignina, preservando, assim, a resistência das fibras. Obtém-se, dessa maneira, uma pasta forte (kraft significa forte, em alemão), com rendimento entre 50% a 60%. Essa pasta é muito empregada para a produção de papéis cuja resistência seja o principal fator, como para as sacolas de supermercados, sacos para cimento, etc. (PPIC, 2001).

No caso de produção de material fibroso a partir do pseudocaulo para fins artesanais, o processo utilizado é a soda, com teor de reagente base seca na faixa de 18-20%, em condições de temperatura próximo de 100 °C e pressão de 1 atm. O tempo de cozimento normalmente é de 2h (SILVA, 2018), sendo estas condições as que vão ser utilizadas nesse trabalho.

### **3.6 Benefícios do produto para a sociedade**

A produção de fibra a partir do pseudocaulo da bananeira é um projeto altamente sustentável, e isso traz para o aluno do Ensino Médio uma conscientização sobre aproveitamento de resíduos, não somente da plantação da bananeira, mas, também, de todo tipo de biomassa.

A estrutura de ensino tem por objetivo apoiar os alunos no entendimento de teorias aceitas cientificamente. Levando em conta o papel que eles podem desempenhar na aprendizagem de aspectos abstratos de química, torna-se importante que professores elaborem aulas que venham a facilitar a aprendizagem dos estudantes. A parte prática do conteúdo facilita esse entendimento. Essa contextualização no ensino busca trazer o cotidiano para a sala de aula, ao mesmo tempo em que procura aproximar o dia a dia dos alunos do conhecimento científico. Polímero é um assunto em evidência e muitas pessoas sabem da sua importância para a sociedade. Mas, o que poucos conhecem é a enorme variedade de conceitos que podem ser desenvolvidos, em sala de aula, a partir desse tema.

Uma ferramenta muito útil para a contextualização em sala de aula é o uso de aulas experimentais, pré-requisito fundamental e ponto de partida do abstrato para o

concreto. Essa ferramenta ainda não é utilizada de forma efetiva, seja por falta de recursos materiais, físicos ou humanos.

A presente pesquisa não auxilia somente em sala de aula como apoio pedagógico ao professor em relação ao conteúdo de Química, mas também proporciona uma atividade lúdica que desenvolve a criatividade, o equilíbrio motor, o potencial artístico e a consciência ambiental, podendo ser realizado por pessoas de vários perfis, respeitando a singularidade humana.

O papel de fibra de resíduos da bananeira é também um produto diferenciado personalizado que pode ser usado para confecção de convites, cartões visitas, caixas, porta-retratos, marcadores de livros, álbuns entre outros, por meio da comercialização, é uma alternativa para complemento à renda.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, os embasamentos que o trabalho está fundamentado serão detalhados quais sejam: a Aprendizagem Significativa e a Química dos polímeros na produção de papel.

### 4.1 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa é atribuída a David Ausubel e essa teoria diz que os alunos aprendem por meio de processo significativo de relacionar novos eventos e conceitos já existentes. Consequentemente, a Aprendizagem Significativa não é simplesmente encontrar um resposta, mas uma consciência expressa e distinta da experiência que ocorre quando símbolos, conceitos ou proposições estão relacionados a uma estrutura cognitiva do indivíduo.

David Ausubel diz que a Aprendizagem Significativa é crucial para instrução em sala de aula. Assim, ela envolve novos conhecimentos relacionados para o que o aluno já sabe, e pode ser facilmente retido e aplicado. A teoria de Ausubel enfatiza a necessidade de um conhecimento prévio dos alunos, a fim de ter uma Aprendizagem Significativa. Além disso, os professores devem estar cientes do conhecimento prévio dos alunos, a fim de fazer o seu melhor seu uso em suas práticas de ensino.

Para Ausubel (1989), Aprendizagem Significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente, ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Logo, cada indivíduo já possui várias informações armazenadas em seu cognitivo, seus conhecimentos prévios, chamados de Subsunçores. Assim, a Aprendizagem Significativa só ocorre quando as novas informações interagem com os subsunçores, processo este denominado de ancoragem.

De acordo com Moreira:

“Um ‘subsunçor’ é, portanto, um conceito, uma ideia, uma proposição, já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira significado para o sujeito (i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação)” (MOREIRA, 1999, p 112).

O indivíduo possui um determinado conhecimento e ele passa por um processo de aprendizagem e adquire novas informações. No entanto, na estrutura cognitiva do indivíduo, essas novas informações se interagem com outras informações adquiridas anteriormente e se ancora com a preexistente, tornando a Aprendizagem Significativa (MOREIRA e MASINI, 2001).

Segundo David Ausubel, estudantes ativos e professores reforçam a nova aprendizagem, reestruturando o conteúdo dando exemplos adicionais para proporcionar uma maior oportunidade de absorção da matéria. Logo, a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel possui três requisitos:

**1) Conhecimento prévio relevante:** os alunos constroem mentalmente imagens da linguagem que os ajudam a relacionar novas informações. Para Ausubel (2003) o conhecimento prévio é o fator mais importante para a Aprendizagem Significativa. Ausubel (2003) diz para descobrir o que o aluno já sabe e, a partir disso, se basear os ensinamentos.

**2) Material significativo:** Para que ocorra uma Aprendizagem Significativa, se faz necessário que o professor organize um material que fomente esse tipo de aprendizagem, que seja possível buscar conceitos gerais e também específicos dos conteúdos em que estamos trabalhando.

**3) Predisposição para aprender:** A Aprendizagem Significativa só entra no processo de ensino e aprendizagem quando o aluno manifesta o desejo de aprender, não somente dependendo apenas do professor. Quando essa predisposição não está inserida no estudante, o que ocorre é apenas uma aprendizagem mecânica, como diz Moreira (2011), que afirma que tanto as universidades como as escolas têm favorecido apenas o aprendizado mecânico, que é a memorização do conteúdo para um certo fim.

Observando essas três etapas, é possível observar que duas partem do professor e uma do estudante. Mas essas etapas não devem ser tratadas de forma isolada, mas, sim, como um conjunto que atuam no processo educacional.

#### **4.1.1 Aprendizagem Significativa x Aprendizagem mecânica**

Uma importante contribuição de Ausubel (2003) no desenvolvimento da aprendizagem é que ele faz uma distinção entre aprendizagem mecânica e Aprendizagem Significativa. Para Ausubel, na Aprendizagem Significativa, a nova informação é analisada. Isto é, existe a separação de um todo em partes para estudo. Por outro lado, a aprendizagem mecânica ocorre quando o aluno memoriza novas informações sem relacioná-las com conhecimento prévio.

A aprendizagem mecânica tem uma vantagem importante sobre a Aprendizagem Significativa; é útil para memorizar informações em um caminho preciso. Números de telefone, por exemplo, não podem ser aproximado, eles devem ser exatos.

#### **4.2 Sequência Didática**

O ensino de Química tem apresentado deficiências quando se trata de Aprendizagem Significativa dos conteúdos por parte dos alunos. A dificuldade segundo Chassot (1995), está na fragmentação de conteúdos que tem tornado as disciplinas distantes da realidade social dos estudantes, como se fossem ministradas em sala de aula sem objetivo específico, sendo que o ensino básico propõe um ensino interdisciplinar entre as áreas, sendo assim, mais significativo o ensino básico.

Nessa realidade de fragmentação do ensino em disciplinas distantes uma das outras como se fossem gavetas que, quando necessitam de algo, abrem, e quando pegam algo fecham, se faz necessário buscar estratégias de ensino que possam atuar como facilitadora no fazer pedagógico é uma constante no planejamento dos professores. Com esses desafios na educação brasileira, os profissionais da educação estão sempre buscando novas estratégias de ensino que consigam acompanhar as mudanças no meio tecnológico, cultural e social. Uma das estratégias que tem mostrado ser bastante eficiência nos planejamentos dos professores é a elaboração das sequências didáticas, metodologia de ensino com o intuito de organizar as ideias e estratégias dentro de um prazo pré-estabelecido.

A sequência didática é uma das estratégias no meio educacional que orienta o professor a construir, de forma organizada, formas de ensino aprendizagem que motivem o estudante, por meio de uma Aprendizagem Significativa que proporciona que o próprio estudante construa o conhecimento por meio de questionamentos sobre o mundo ao seu redor, e facilite o processo de ensino aprendizagem. Elaborar diferentes atividades em ensino adaptado para o contexto escolar em que se é inserido, utilizando das mais diversas estratégias de ensino, é um dos atributos do docente, sempre a fim de tornar o ensino significativo para o estudante. As ações de intervenção no processo de ensino aprendizagem precisam ser planejadas considerando sempre as dificuldades específicas encontradas no final de uma avaliação diagnóstica ou até mesmo no decorrer de trimestre ou final de algum ciclo de ensino. Essas dificuldades específicas podem conjuntas ou individuais, e, neste caso, cabe o professor propor a ação necessária para alcançar o objetivo inicial do ensino.

O planejamento de aulas a partir de sequências didáticas permite uma melhor organização para a elaboração de contextos em que os conteúdos didáticos serão inseridos de forma precisa no currículo escolar, por meio de atividades e exercícios múltiplos e variados com a finalidade de oferecer aos alunos noções, técnicas e instrumentos que desenvolvam suas capacidades de expressão oral e escrita em diversas situações de comunicação.

No cotidiano escolar é de extrema importância o planejamento do professor para a elaboração dessa sequência didática no ensino de química, pois é ele que será o facilitador no ensino aprendizagem, ou seja, a transmissão do conhecimento de forma significativa. Desse modo, é o professor que fará a diferença no contexto escolar, obtendo resultados com estratégias de acordo com a necessidade e realidade da escola.

O objetivo da sequência didática é organizar e orientar o processo de ensino. Em geral, o professor explica um tema, em seguida se desenvolve um conteúdo e, por fim, o aluno tenta colocar em prática o que foi aprendido. Em termos pedagógicos, a sequência didática é dividida em três partes: abertura, desenvolvimento e fechamento.

Sendo mais específico na definição, segundo Dolz e Noverraz, Schneuwly 2004)

“Uma sequência de módulos de ensino, organizados conjuntamente para melhorar uma determinada prática linguística. Sequências didáticas estabelecem a primeira relação entre um projeto de apropriação de uma prática de linguagem e os instrumentos que facilitam essa apropriação. Nessa perspectiva, pretendem confrontar os aprendizes com as práticas linguísticas historicamente construídas, a saber, os gêneros textuais, para que os aprendizes tenham a oportunidade de reconstruir essas práticas e, conseqüentemente, apropriar-se dela. (Dolz; Noverraz; Schneuwly 2004, p 51.)

Desde a iniciação do projeto, o docente deve escolher uma prática que não somente agrade aos estudantes, pois é de conhecimento que alguns temas de extrema importância para a sociedade podem não ser atrativos para os estudantes, mas modificando a maneira como o tema vai ser proposto em sala de aula a percepção e importância do mesmo serão aceitas com bons olhos pelos estudantes, já que foi dado um significado além do que se era imaginado no início, e essa motivação transpassada para os alunos facilitam a aprendizagem. Isso é alcançado desenvolvendo uma sequência didática ideal para o tema em questão. Ao fim da sequência didática, o objetivo principal é acompanhar a evolução do ensino por meio de uma avaliação sobre o tema estudado no decorrer da sequência. Esse acompanhamento da evolução do ensino em cada etapa já fornece um parecer se a sequência foi eficaz, ou não, e em qual ponto ela pode ser melhorada.

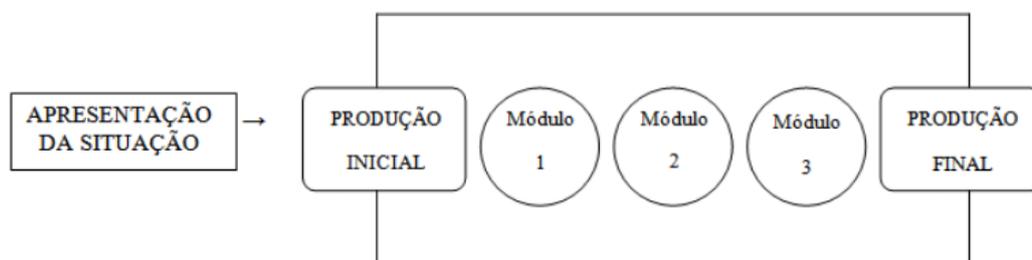
Em primeiro lugar, a sequência didática deve ser registrada em um documento na qual deve aparecer uma série de dados (nome do professor, a matéria e o nível educativo). Por outro lado, no documento da sequência, o docente deve incluir informações sobre o número de aulas previstas, as atividades a realizar, os materiais didáticos necessários e a avaliação dos conteúdos.

Além dos conteúdos propriamente acadêmicos estruturados, é necessário incluir uma série de competências educativas que devem ser alcançadas por parte dos estudantes.

Educar por competências significa que, durante o processo de aprendizagem, o aluno deve aprender certas habilidades como aprender a refletir, relacionar ideias ou adquirir valores. Nesse sentido, uma sequência didática deve incorporar conhecimentos teóricos e, paralelamente, uma série de habilidades.

De acordo com o esquema de sequência didática apresentado por Dolz, Noverraz, Schnevly (2004), a aprendizagem ocorre inicialmente por meio de um contexto, de acordo com o conteúdo a ser trabalhado. Logo após é realizada uma avaliação diagnóstica em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto, esta etapa é denominada de etapa inicial ou produção inicial. No decorrer da etapa inicial pode haver intervenções, como auxiliar os alunos a mentalizarem de forma mais consistente o conteúdo proposto a ser avaliado, utilizando palavras chaves para dar um foco maior no tema. Essas intervenções são denominadas módulos, e, por fim, é realizada a produção final, que busca demonstrar a evolução na aprendizagem do aluno em relação ao conteúdo proposto. Desse modo, há um exemplo no quadro a seguir das etapas de uma sequência didática:

**Figura 6:** Modelo de sequência didática proposto por Dolz, Noverraz e Schnevly. (2004)



**Fonte:** <https://linguadinamica.wordpress.com/o-que-e-uma-sequencia-didatica/> acessado em: 29/03/2019.

### 4.3 Mapas Conceituais

Para verificar a evidência de Aprendizagem Significativa, usa-se como base de análise a estratégia do mapeamento conceitual que foi desenvolvida por Joseph Donald Novak (1981). Trata-se de uma técnica que, como sugere o nome, se baseia na relação entre conceitos para mapear o que se conhece do assunto em questão. Desse modo será possível analisar os conhecimentos que os alunos obtiveram durante o estudo do tema abordado. Novak considera o mapa conceitual uma estratégia para os educadores, um método para captar os significados do que se quer apreender e um recurso esquemático para representar uma estrutura de conceitos (NOVAK, 1981). Assim, os mapas constituem uma excelente ferramenta para a organização do trabalho docente, bem como para os educandos estruturarem os conhecimentos em processo de apropriação.

Os mapas são atividades de avaliação que podem oferecer uma boa ideia ao longo do processo de como o indivíduo está evoluindo durante o processo de ensino e aprendizagem, e com esse retorno é possível criar uma boa estratégia para uma melhor Aprendizagem Significativa. Uma avaliação formativa envolvendo mapas conceituais evidencia o processo de aprendizagem tanto quanto favorecem uma visão longitudinal deste mesmo processo (BUCHWEITZ; MOREIRA, 1993).

O mapa conceitual deve ser como uma das diversas maneiras de representar os conceitos de certo tema. Ele é uma das possíveis representações de uma estrutura conceitual, tornando-se um instrumento flexível, que pode ser utilizado para diversas finalidades com situações diferentes (MOREIRA,2010).

Os mapas conceituais não são autoexplicativos, sendo assim, existe a necessidade de serem explicados ou interpretados pelo professor ou por quem os faz. Um meio a ser seguido para diminuir essa necessidade por explicações por parte de quem os faz é escrever entre as linhas (ou sobre) que unem os conceitos uma palavra que explicita a relação entre os conceitos ligados (MOREIRA, 2010 e 2011).

Desse modo, o mapa conceitual possibilita que o estudante faça conexões entre os seus conhecimentos prévios e os novos conteúdos adquiridos, essa criação de interrelações entre conceitos propicia um novo ciclo de aprendizagem e o controle do seu processo de aprendizagem e ao mesmo tempo subsidia o trabalho docente (ONTORIA, 2005).

Em suma, o mapa conceitual é um instrumento que pode ser utilizado em diversas situações distintas, com finalidades diferentes.

## 5 METODOLOGIA

Neste capítulo, será feita uma descrição da criação do produto, ou seja, de como realizar a sequência didática em sala de aula, incluindo a parte experimental que é a produção do papel de fibra de bananeira.

Desde o início, o norteador dessa ideia foi a produção de papel de fibra a partir do pseudocaule da bananeira por meio de um processo químico, o qual poderá ser utilizado nos laboratórios de ensino das redes públicas, com objetivo de auxiliar o professor com novas práticas pedagógicas para o ensino de química.

A motivação desse projeto é algo bem presente na realidade das escolas do Brasil, que é a falta de práticas de laboratório no ensino de química, não somente nas redes públicas, mas também nas privadas. Essa falta de práticas de laboratório não se deve somente a falta de reagentes, mas também pela dificuldade de certos conteúdos proporcionarem essa flexibilidade, sendo assim, outros meios podem ser explorados como utilização de vídeos, reportagens e exemplos do cotidiano para atrair o conteúdo para próximo do estudante.

A contextualização do conteúdo (polímeros) utilizando bananeira para produzir papel é algo diferenciado nas escolas, pois a quantidade de alunos nas redes públicas que já realizaram essa prática é praticamente nula. Em relação ao tema polímero os estudantes estão sempre seguindo em direção aos plásticos, e sabendo disso, o projeto leva ao estudante além dos plásticos, proporcionando assim, uma possibilidade de fazer novas relações sobre o tema em um contexto diferente do que ele vivencia. A contextualização do tema não excluirá a visão sobre os plásticos, mas agregará mais valor ao processo de ensino aprendizagem.

Dessa forma, a motivação da produção desse experimento é quebrar esse paradigma e demonstrar que os polímeros estão em basicamente tudo a nossa volta.

No Ensino de Química a contextualização é algo agradável aos olhos, pois demonstra como a Química está no nosso cotidiano, ela também deve ser agregada com a experimentação, que contribui para a compreensão dos conceitos químicos trabalhados em sala de aula. É importante a elaboração de atividades práticas, pois elas dão oportunidade ao aluno de adquirir dados científicos que estão ao seu redor, e isso privilegia uma aprendizagem crítica sobre o mundo e o seu desenvolvimento.

Diante do exposto, a Química ensinada nas escolas pode agregar muito mais valor na vida dos estudantes com a elaboração da prática ideal para cada contexto escolar com as diferentes finalidades. A elaboração de um material didático como apoio

para o professor é uma das sugestões da pesquisa, com o objetivo de proporcionar um ensino potencialmente significativo para ambas as partes envolvidas.

Um dos grandes motivos do desenvolvimento do projeto para a produção dos artesanatos confeccionados com a fibra de bananeira é ampliar o número de práticas de laboratório para o Ensino Médio no âmbito escolar e extracurricular, pois a quantidade de experimentos sobre polímeros no Ensino Médio é bem pequena e, pensando em ampliar essa estatística, foi proposto levar para a sala de aula a produção de papel a partir do pseudocaule da bananeira (prática que no estado do Espírito Santo até o momento não realizado por nenhum docente).

O cronograma proposto para a aplicação do produto está apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Cronograma proposto para a aplicação do produto didático.

ETAPAS DE APLICAÇÃO	OBEJETIVOS
Aula 1: Apresentação do projeto e da ferramenta mapa conceitual.	Introdução de uma ferramenta de estudo para avaliação da pesquisa.
Aula 2: Produção dos mapas conceituais com temas livres.	Aperfeiçoamento dos mapas conceituais
Aula 3: Elaboração dos mapas conceituais com o tema polímeros	Coletar dados sobre os conhecimentos prévios dos estudantes.
Aula 4: Aula teórica sobre o tema e produção do mapa conceitual.	Compreender o conceito de polímeros e seus impactos no meio ambiente; Compreender a importância e os tipos de aproveitamento de biomassa em nossa sociedade.
Aula 5: Atividade experimental: Produção do papel de fibra utilizando os resíduos da cultura da bananeira.	Buscar uma Aprendizagem Significativa utilizando métodos práticos de ensino e assim despertar o interesse e a curiosidade dos alunos.
Aula 6: Elaboração dos mapas conceituais após a realização da aula experimental e a confecção de novos produtos.	Analisar ao final da pesquisa se processo de ensino aprendizagem se tornou significativo para o estudante.

**Fonte:** própria.

O instrumento de coleta de dados proposto para ser utilizado na aplicação do produto didático foi o mapa conceitual, que é uma metodologia que não exige tantas aulas para ser apresentada e ensinada para os alunos.

O produto pode ser aplicado em turmas da terceira série do ensino médio já que pelo currículo das escolas estaduais o conteúdo polímeros é ministrado nesta série.

As turmas na rede Estadual de Ensino são formadas por aproximadamente 25 alunos e caso seja aplicado na modalidade Educação de Jovens e Adultos no Espírito Santo, o número de alunos também é de, aproximadamente, 25 alunos, mas a quantidade de aulas é reduzida para apenas uma por semana e uma variação no número de alunos frequentes muito grandes, algo que dificulta ainda mais a continuidade de projetos realizados em sala.

## **5.1 Materiais**

Os materiais necessários para a realização da aula prática são de fácil acesso, que torna a atividade simples de ser realizada em qualquer escola.

Para a produção artesanal de papéis de fibra de bananeira, é utilizado como matéria-prima o pseudocaule de bananeira. O produto químico utilizado para a descoloração é a água sanitária (hipoclorito de sódio 2,4 % m/v) facilmente encontrada no comercial. Água de torneira foi utilizada em todas as etapas. Os materiais utilizados para a realização da atividade prática estão listados a seguir: 1 liquidificador; 1 panela comum com capacidade de 10 L; 1 peneira de plástico comum com cabo; 1 saco de tecido sintético com trama fechada; 1 ebulidor; -1 Jogos de moldura; -1 par de luvas de borracha; 5 sacos alvejados de algodão, e um fogão à gás ou bico de Bunsen, para cozimento; Materiais alternativos para prensagem (livros, sacos de alimentos).

## **5.2 Procedimentos**

Nas seções a seguir se propõe uma sequência didática utilizando mapa conceituais até a produção de papéis de fibra.

A sequência didática proposta é dividida em seis aulas (Tabela 3) com duração de 50 minutos cada como pode ser visto a seguir:

### **5.2.1 Primeira aula**

Inicialmente, será necessário realizar uma abordagem sobre mapa conceitual, pois é com esta ferramenta que o processo de ensino aprendizagem do aluno é acompanhado, sendo assim, servirá para avaliar se esse processo foi significativo ou não. Como a ferramenta (mapa conceitual) provavelmente nunca fora utilizada pelos alunos, será essencial introduzi-la em sala de aula.

Nesta primeira aula para apresentar a ferramenta (mapa conceitual) se propõe construir um mapa conceitual no quadro em conjunto com os alunos seguindo os passos:

1º Escolha do tema: Proponha temas, ou até mesmo uma votação para que os próprios alunos escolham a temática, se possível adote temas que a princípio grande parte de alunos conheçam como futebol e música.

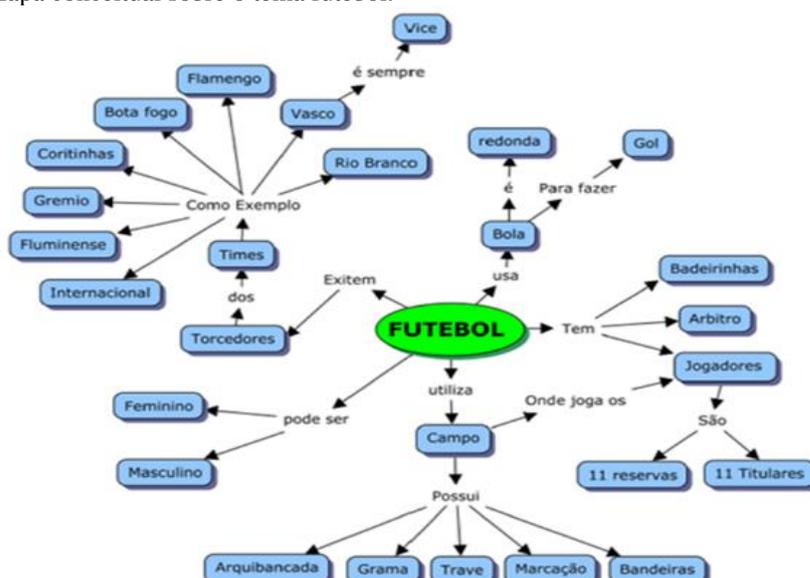
2º: Brainstorm (Tempestade de ideias): Após selecionar o tema principal do mapa conceitual, proponha aos alunos que encontrem palavras que se relacionem com o tema central, por exemplo, perguntar o que vem à cabeça dele quando escuta a palavra do tema escolhido por eles.

3º: Separação de palavras mais importantes: Após a tempestade de ideias, observe as palavras que melhor se relacionam com o tema central e as que menos relacionam (sugestão circular ou sublinhar).

4º: Construção do mapa: Na construção é necessário escrever o tema central no centro do quadro e ligar os conceitos mais importantes, sempre colocando o verbo de ligação entre os conceitos para dar sentido à ligação. Por fim, ligue os conceitos menos importantes e descarte os que não serão usados.

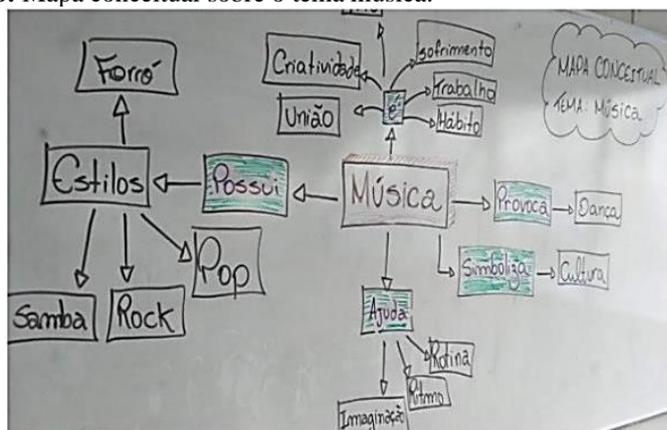
Uma sugestão de tema que os estudantes gostam bastante é futebol e música, sendo assim, segue nas Figuras 7 e 8 são mostrados exemplos de mapas que podem ser úteis para a execução dos demais mapas.

**Figura 7:** Mapa conceitual sobre o tema futebol.



Fonte: própria.

**Figura 8:** Mapa conceitual sobre o tema música.



Fonte: própria.

### 5.2.2 Segunda aula

Na aula, solicite aos alunos que construam seus próprios mapas de forma individual, com o tema livre. Os passos a seguir são semelhantes aos da primeira aula. Essa aula tem por objetivo melhorar o domínio na construção do mapa, que será uma ferramenta importante para avaliar o desenvolvimento da aprendizagem.

1º Escolha do tema: O aluno escolherá o tema de sua preferência, caso seja difícil iniciarem a escolha do tema, proponha alguns temas no quadro, por exemplo, comida, jogos, dentro outros.

2º "Brainstorm" (tempestade de ideias): Cada aluno ficará responsável por sua tempestade de ideias listando os conceitos relacionados com o tema proposto. Distribua uma folha A4 para construção dos mapas.

3º Separação de palavras mais importantes: Lembre os alunos de observar e marcar as palavras que melhor se relacionam com o tema central e as que menos têm relação (sugestão circular ou sublinhar).

4º Construção do mapa: Construir individualmente, usando como exemplo o mapa elaborado na primeira aula. Ensine como ligar os conceitos utilizando os verbos de ligação. Recolha o mapa no final da aula para verificar o desenvolvimento dos mapas conceituais.

### 5.2.3 Terceira aula

Novamente, solicite aos alunos que construam individualmente um mapa, porém com tema central polímeros. Os passos a seguir são similares aos das aulas anteriores, sendo que esta aula tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema principal.

1º- Escolha do tema: POLÍMEROS

2º- "Brainstorm": Uma sugestão para a tempestade de ideias é escrever a palavra polímeros no quadro e junto aos alunos construa uma lista de conceitos relacionados ao tema proposto.

3º- Separação de palavras mais importantes: Após a tempestade de ideias, marque as palavras que melhor se relacione com o tema central e as que menos têm relação (sugestão circular ou sublinhar).

4º- Construção do mapa: Com o auxílio do professor os alunos utilizarão como exemplo os mapas elaborados nas aulas anteriores. Observe e quando necessário, ou solicitado, orientar o aluno ensinando-o como ligar os conceitos utilizando os verbos de ligação.

No final da aula recolha os mapas conceituais, identifique esses mapas como MAPA 1. Esses mapas serão de muita importância, pois servirão como parâmetro avaliativo do ensino aprendizagem no decorrer da sequência didática.

### 5.2.4 Quarta aula

Esta aula será utilizada para dar continuidade ao conteúdo teórico sobre polímeros e o aproveitamento de biomassa nos diversos setores. A proposta é iniciar a aula com questões que iniciem uma problemática. Algumas perguntas para iniciar a questão estão inseridas no Apêndice. Caso a escola possua recursos audiovisuais é interessante disponibilizar essas questões no projetor para dinamizar a explicação.

Caso o professor não tenha acesso à mídia digital na escola a solução é disponibilizar textos de apoio (Apêndice) para os alunos e perguntas que estimulem o aluno a propor soluções que minimizem os impactos ambientais. Esse exemplo de sequência didática é proposto a seguir:

1ª parte: Disponibilize para os alunos o texto de apoio. Os alunos levarão aproximadamente uns 10 minutos para ler o texto e compreende-lo.

2ª parte: Disponibilize o questionário com as seguintes perguntas:

A) O que são polímeros?

B) Aponte os principais impactos ambientais causados pelo descarte de polímeros não biodegradáveis no ambiente, propondo alternativas que possam recuperar ou minimizar esses danos ao meio ambiente.

Como o foco do trabalho é a aprendizagem significativa de Ausubel, analisando apenas os mapas conceituais, o questionário servirá apenas para apoio no desenvolvimento da aula teórica e também uma melhor participação dos alunos durante a aula.

### **5.2.5 Quinta aula**

Esta aula será utilizada para a realização da atividade prática sobre o aproveitamento do resíduo da cultura da bananeira que neste caso foi o seu pseudocaule.

Como as salas de aula no geral possuem aproximadamente 25 alunos e a quantidade de materiais e tempo são escassos se faz necessário realizar o experimento de forma demonstrativa com apenas o auxílio de alguns alunos em todas as etapas. A cada etapa realizada o professor explicaria o que estaria ocorrendo no processo e o porquê de utilizar tal metodologia.

As seguintes etapas foram seguidas para a produção artesanal de papel de bananeira: (1) preparo da bananeira; (2) Cozimento da bananeira; (3) lavagem e limpeza do material fibroso; (4) mudança da tonalidade do material fibroso e (5) formação da folha de papel.

#### **5.2.5.1 Preparo da bananeira**

Colete a bananeira e corte-a em formas de toretes e em seguida transforme-a em fragmentos menores com o auxílio de um facão. Esses fragmentos serão secos ao ar livre por aproximadamente uma semana e armazenado em sacos plásticos para serem utilizados posteriormente.

#### **5.2.5.2 Processo de obtenção**

Submeta os fragmentos da bananeira ao cozimento em um fogão comum a gás. Transfira os fragmentos para uma panela até ocupar um pouco mais que o seu volume total e depois adicione água até cobrir todo material adicionado. Deixe cozinhando por aproximadamente 2 horas após a fervura. Mantenha o fogo intenso para garantir a fervura e sempre observe o material, pois no decorrer do cozimento ele começará a

transbordar, por isso é importante sempre estar mexendo com uma colher de pau para não transbordar. Adicione mais água à mistura quando existir a necessidade, por exemplo, se o volume de água diminuir rapidamente.

Caso o cozimento seja realizado na escola é importante deixar a panela aberta para os estudantes visualizarem o comportamento do material fibroso no decorrer do processo.

Na Figura 9 pode ser visto os fragmentos do pseudocaule após a secagem e na Figura 10 pode ser visualizado o aspecto da mistura após a adição em água.

**Figura 9:** Fragmentos do pseudocaule da bananeira após secagem. **Figura 10:** fragmentos durante o cozimento.



Na Figura 11 é mostrado o aspecto do material após o cozimento da mistura. Pode ser observado, também, a formação de espumas que deverão ser monitoradas para não ocorrer o transbordamento da mistura.

**Figura 11:** Aspecto visual após a fervura. Formação de espuma.



**Fonte:** própria.

### 5.2.5.3 Lavagem e limpeza do material

Após o cozimento, coloque o material fibroso obtido em um saco plástico de tecido dentro de um balde e esprema até retirar o máximo possível do líquido. Em seguida, transfira pequenas quantidades de material fibroso para o liquidificador, adicione 1 litro de água e inicie o processo de batimento por tempo suficiente para promover o desfibramento grosseiro, cerca de 20 segundos aproximadamente, pois, caso batido por muito tempo, pode ocorrer destruição das fibras. Após essa etapa, transfira todo material fibroso para uma peneira com saída para um saco de pano para separar o material fibroso do resíduo. Esse resíduo compreende mucilagem natural da bananeira que ficará retido no saco.

Submeta o material fibroso a uma corrente de água da torneira para limpá-lo do restante de mucilagem que ainda restara.

Nas Figuras a 12 e 13 são mostradas as etapas de desfibramento grosseiro e a de lavagem do material após cozimento, respectivamente.

**Figura 12:** Adição da mistura após cozimento para o desfibramento grosseiro utilizando o liquidificador



Fonte: própria

**Figura 13:** Lavagem do material fibroso.



Após a lavagem, o material adquire o aspecto amarronzado como mostrado na Figura 14.

**Figura 14:** Material fibroso obtido após a lavagem.



Fonte: própria.

#### 5.2.5.4 Modificações da tonalidade das fibras da bananeira

Após as etapas de cozimento e de lavagem, as fibras adquirem uma tonalidade natural marrom. Tonalidades mais claras podem ser alcançadas com a utilização de hipoclorito de sódio. Aqueça com um ebulidor aproximadamente 3 litros de água até a temperatura de 50°C e depois adicione 1(um) copo americano de água sanitária comercial (aproximadamente 200ml). Transfira essa mistura para o saco plástico contendo as fibras obtidas na etapa anterior, feche o saco e homogeneíze-o até a mistura atingir o clareamento de sua preferência. Após o clareamento abra a sacola e transfira-o para uma peneira e lave-o para retirar toda a água sanitária residual das fibras. Na Figura 15(A) é mostrada a etapa de descoloração do material fibroso e na Figura 15(B) é mostrado o material após a descoloração e lavagem.

**Figura 15:** (A) Material fibroso adicionado no saco plástico com a solução de água sanitária diluída. (B) Material fibroso retirado da água sanitária diluída



A)



(B)

### 5.2.5.5 Produção de papel de fibra de bananeira

Nessa etapa, coloque água em um recipiente até a metade da capacidade e adicione o material fibroso, como demonstrado na Figura 16A. Acrescente a quantidade de material fibroso ao recipiente aos poucos para não deixar o papel com uma espessura muito grossa. A suspensão foi misturada até se tornar homogênea. Mergulhe o jogo de moldura dentro da suspensão de fibras. As fibras se depositaram na superfície da tela.

**Figura 16:** (A) Material fibroso adicionado ao recipiente com água (B) Retirada da fibra da tela com auxílio do tecido seco.



(A)



(B)

Levante o jogo de moldura, mantendo-o na posição horizontal e, assim que estiver fora do recipiente com a mistura, espere até o excesso de água escorrer. Em seguida, incline-o ligeiramente o jogo de moldura permitindo que a água escoe. Retire a moldura da tela e vire delicadamente sobre um tecido absorvente, como demonstrado na Figura 16B. Retire o excesso de água com outro tecido absorvente de algodão ou papel toalha caso não tenha no local o pano de algodão, pressione levemente sobre a tela para retirar a fibra da tela (Figura 17). Após esse processo é preciso adicionar por cima do papel de fibra outro tecido absorvente e, logo após, pressionar o tecido para retirar o excesso de água no material. O peso irá auxiliar na passagem da água das folhas úmidas para o tecido seco. Após todo o procedimento o material deve ser deixado secar ao ar livre.

**Figura 17:** Adição do pano seco absorvente sobre a fibra para absorver a umidade.



Fonte: própria

### **5.3 Procedimento realizado em sala de aula**

O procedimento para produzir o papel de fibra pode ser realizado em laboratório na escola de forma demonstrativa ou separar a sala em grupos para cada um realizar as etapas, mas como cada aula dura apenas 50 minutos, talvez seja necessário de mais tempo para que todos os grupos realizem as etapas. Como o cozimento do material demora aproximadamente 2 horas, a sugestão seria trazer o material já cozido ou utilizar a aula de outro professor para realizar esse procedimento. Para evitar riscos de acidente doméstico é importante realizar a etapa de cozimento somente com a ajuda do professor em sala de aula.

No final de todo o procedimento deixe os papéis obtidos secando ao ar livre na escola por alguns dias, dependendo da temperatura ambiente o papel secará em até 3 dias.

### **5.4 Produção de artesanato com os papéis de fibras**

Com os papéis de fibra seco, oriente os grupos de estudantes para produzirem algum tipo de artesanato com o material fibroso. Estipule um prazo para que entreguem os materiais prontos. Uma sugestão é expor em uma feira, como feira de ciências o trabalho dos grupos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em cada etapa da sequência didática produzindo os mapas conceituais, espera-se alcançar uma melhora significativa na organização e no desenvolvimento dos mesmos. A organização trata da parte visual, a facilidade de compreender as relações entre as palavras utilizando de forma correta os verbos de ligação e o direcionamento das setas para cada palavra.

Os resultados esperados perante a turma ao fim da sequência didática é a compreensão sobre:

- Sustentabilidade ambiental;
- Os diferentes tipos de biomassa que podem ser reaproveitados para diferentes fins;
- A importância dos polímeros naturais e sintéticos em nossa sociedade.

Para identificar essa compreensão é proposto analisar os mapas conceituais desenvolvidos em todas as etapas, ou seja, cada aluno de acordo com a sequência didática produz 3 mapas conceituais em três momentos diferentes, como é mostrado no exemplo da Tabela 4.

**Tabela 4:** Organização dos mapas conceituais para análise por aluno.

<b>ETAPA</b>	<b>ALUNO A</b>	<b>ALUNO B</b>	<b>ALUNO C</b>
Anterior à aula teórica	MAPA 1	MAPA 1	MAPA 1
Pós aula teórica	MAPA 2	MAPA 2	MAPA 2
Pós aula experimental	MAPA 3	MAPA 3	MAPA 3

Para analisar os resultados obtidos pelo aluno A compara-se os 3 mapas conceituais produzidos por ele, adicionando as palavras utilizadas em cada mapa em 3 colunas diferentes como podemos ver um exemplo genérico (Tabela 5).

O ensino significativo de David Ausubel será alcançado quando a aplicação da sequência didática favorecer o aumento do número de termos teóricos e técnicos sobre o tema, e também o aumento no número de verbos de ligações, isso demonstrará que no decorrer do processo novas informações foram integradas ao conhecimento prévio do

estudante. Essa relação estimula o processo de ensino aprendizagem tornando-o mais significativo para o aluno.

**Tabela 5:** Comparação entre os três mapas conceituais de cada aluno.

MAPA 1	MAPA 2	MAPA 3
Carbono	Sintéticos	Sintéticos
Átomos	Naturais	Naturais
Elétrons	Biomassa	Biomassa
Nêutrons	Fonte de energia	Fonte de energia
Prótons	Reações	Reações
Divisíveis	Polimerização	Polimerização
	Monômeros	Monômeros
	Macromoléculas	Macromoléculas
	Renovável	Renovável
	Plásticos	Aproveitamento
		Sustentabilidade
		Artesanato
		Fonte de renda
		Plásticos
		Aplicações
		Plástico verde

No exemplo genérico da Tabela 5 é observado o avanço citado anteriormente, ou seja, o número de palavras relacionadas com o tema aumentou no desenvolvimento da sequência didática e conseqüentemente mais verbos de ligação deverão ser utilizados.

A ferramenta mapa conceitual é o norteador para ponderar se a aplicação da sequência didática tornou o conteúdo significativo ou não para o estudante.

A confecção dos artesanatos com a fibra que pode ser obtida durante a aula experimental tem por objetivo demonstrar para os estudantes que são possíveis reaproveitar diversos tipos de biomassa e direcioná-los outros fins produzindo produtos de valor agregado. Outro objetivo da aula experimental é a compreensão do tempo de degradação desse material, já que é biodegradável. Consegue perceber essa compreensão quando algumas palavras chaves como: biodegradável, biomassa,

reaproveitamento, tempo curso de decomposição e naturais são algumas palavras que poderão aparecer nos mapas conceituais.

Alguns produtos revestidos com o papel de fibra de bananeira são mostrados na Figura 18.

**Figura 18:** Exemplos de materiais que podem ser confeccionados com o papel de fibra de bananeira.



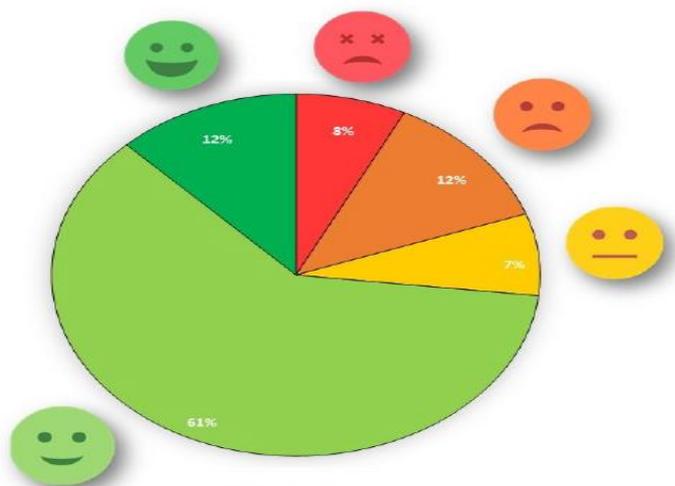
Ao final de toda sequência didática, o professor pode fazer uma pesquisa de satisfação para os estudantes (Figura 19):

**Figura 19-** Teste de satisfação. Na escala crescente temos: muito insatisfeito, insatisfeito, neutro, satisfeito e muito satisfeito.



O estudante marca a escala e o professor faz a somatória e no final terá a porcentagem de cada item da escala como demonstrado no exemplo da Figura 20.

**Figura 20:** Exemplificação dos resultados da pesquisa de satisfação entre os estudantes.



## 7 CONCLUSÕES

Diante do exposto neste trabalho, percebe-se que um produto educacional que auxilie o professor na disciplina de Química, envolvendo o tema polímeros, com a utilização de materiais de baixo custo para a produção de artesanato utilizando estes materiais com a possibilidade de uma renda extra, ou seja, economicamente viável no Ensino Médio, pode ser desenvolvido. O produto educacional possui caráter lúdico, instrutivo e informativo que pode produzir um efeito satisfatório, como o da curiosidade, do sentimento de desafio e de que a Química não é só feita de cálculos, fórmulas, tabela periódica, vidrarias ou provas, mas ela descreve a natureza como um todo, a maioria de seus fenômenos, e que podemos usufruir dela de forma responsável. Muitas vezes, esse contexto é escondido no Ensino Básico, pois parece que a Química ministrada em Ensino Médio precisa de alguma forma possuir cálculos e fórmulas complexas. Acredita-se que isso deve ser importante, mas não só, uma vez que a Química de Ensino Médio precisa abordar conceitos amplos da natureza, como a sustentabilidade ambiental.

Espera-se, com este trabalho, que os resultados que serão alcançados pelo professor sejam satisfatórios e que, após a sua aplicação, os alunos conseguiram assimilar o assunto sobre polímeros a partir dos conceitos que o produto os trouxe. Além disso, à medida que as aulas forem sendo desenvolvidas e o produto for sendo aplicado, espera-se que a nuvem de palavras mais esperadas aumente, condizendo com as palavras que o produto trazia, tornando, assim, o processo de ensino aprendizagem mais significativo se baseando na teoria de Ausubel.

Espera-se que, com este trabalho, os estudantes aceitem de forma mais bem receptiva uma aula diferenciada, desde que muitos desses estudantes não têm a oportunidade de ter aulas práticas no ensino de Química e isso pode ser algo significativo para o processo de ensino-aprendizagem, quebrando o paradigma de que as aulas só podem ser realizadas em sala de aula com quadro e pincel.

Em suma, o ensino de Química ao longo de toda a etapa possui dificuldades a serem vencidas, como a falta de interesse por parte dos estudantes, as condições precárias de algumas escolas - por falta de investimento - e também a indisponibilidade do professor de não adaptar o ensino para a realidade da modalidade de ensino em que se está inserido os alunos. Sendo assim, a proposta de tentativa de inovar o ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos a partir de projetos é uma forma de dar significado ao ensino, motivar os alunos e tornar o professor um orientador no processo de ensino aprendizagem, como é proposto por Ausubel.

## 8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em muitas escolas, a Educação de Jovens e Adultos (EJA) possui diversos problemas, como a variação do quantitativo de alunos que frequentam as aulas, e isso dificulta a sequência de um trabalho realizado com a turma. Desse modo, uma alternativa, caso seja realizado o projeto com objetivo de se obter dados para pesquisa, é viável selecionar os resultados dos alunos que estão sempre frequentando as aulas como forma de se discutir o mesmo no final da aplicação de uma etapa.

Os alunos da modalidade EJA são aqueles que abandonaram os estudos por diversos motivos pessoais, ou seja, alguns estão sem estudar a muitos anos e isso dificulta a introdução de um tema de forma mais específica. Logo, a ideia de se trabalhar com projetos na escola é positiva, possibilitando um interesse maior por parte dos estudantes, trabalhando apenas os conceitos fundamentais sobre determinado tema.

Algumas sugestões para aplicação do projeto em trabalhos futuros seria a exposição em feira de ciências e desse modo trabalhar de forma interdisciplinar com outras áreas, como biologia, envolvendo a sustentabilidade ambiental, também com turmas de cursos técnicos de Meio Ambiente, focando no empreendedorismo ou com a disciplina de artes para confeccionar os materiais utilizando o papel de fibra de bananeira. A ideia da interdisciplinaridade também colabora para não utilizar tantas aulas de uma única disciplina para a realização das etapas, uma vez que, na Educação de Jovens e Adultos (EJA), as disciplinas mencionadas anteriormente possuem apenas uma aula por semana. Outra sugestão é o professor possuir os materiais para realização de toda a etapa experimental, pois os estudantes podem se esquecer de trazer e dificultar o andamento da aula, considerando que são estudantes que trabalharam o dia todo e podem não conseguir trazer os materiais. Sendo assim, o professor ter um *kit* para a aula experimental é muito importante para o bom andamento do projeto.

## 9 REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.M.de & BARBOSA, G.S. **Reciclagem de aparas e de papéis usados, para a confecção de cadernos**. Seropédica, RJ, Instituto de Florestas – IF/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Imprensa Universitária, Floresta e Ambiente, v.1, n.4, p.21-29,1997.

ANDREAS, B.; WERNER WERNER-MICHAEL; K., KLAUS, S.; RENÉ, K. Nuclear magnetic resonance spectroscopic characterization of carboxymethylcellulose. **Macromolecular Chemistry and Physics**, v.195, n.5, 1994.

BASTIANELLO, S.F., KRIECK, T., PEZZIN, A.P.T., SILVA, D.A.K. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados artesanais com resíduos de bananeira ou palha de arroz. **Revista Matéria**, v. 14, n.4, p. 1172– 1178, 2009. Disponível em: <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo11016/>>. Acesso em: 6 Dez. 2018.

BETTELHEIM, FREDERICK A.; CAMPBELL, MARY K.; FARRELL,SHAWN O.; H. BROWN,WILLIAM **introdução à bioquímica**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2012. 1 v.

BLASS, A. **Processamento de Polímeros**. Série didática. Editorial da UFSC, 1985.

BRASIL. IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2017. Disponível em:< [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acessado em: 06 dez. 2018.

CABRAL ARY, OLIVEIRA TR. Como criar Mapas Conceituais utilizando o CmapTools Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/lpd/ferramentas/cmaptools.pdf>

CHASSOT, A. Para que (m) É útil o ensino? alternativas para um ensino de química mais crítico. Canoas, ULBRA, 1995.

DE MORAIS, S. A. L., DO NASCIMENTO, E. A., DE MELO, D. C. Análise da madeira de pinus oocarpa parte I: Estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, 29 (3), 461-470, 2005

DOLZ, J. NOVERRAZ, M. SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In. Gêneros Oraís e Escritos na Escola. Trad: Roxana Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Mercado das Letras. Campinas, 2004;

FENGEL, D.; WEGENER, G., **Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Walter de Gruyter, USA, p. 66-100, 1989.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos de Química**: vol. único. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2004. 700 p.

GURGEL, L. V. A. **Hidrólise ácida de bagaço de cana-de-açúcar: estudo cinético de sacarificação de celulose para produção de etanol**. 2010. 291 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

ITAL. Série frutas tropicais, 2. ed. Campinas, SP: ITAL, 1985. v. 3, 302 p.: Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.

KLOCK, U.; MUNIZ, G. I. B.; **Química da Madeira**. 2a ed., FUPEF, Curitiba, p.29-37. 1998.

MANO, E. B. **Introdução a polímeros**. São Paulo: Edgard Blücher, 1985. 111 p.

MANRICH, S. **Processamento de termoplásticos**. 1ed, São Paulo: Artiliber Editora, 2005. 431 p

MATUDA, F. G.; MARTINS, A. O que significa valorizar o professor? A visão da sociedade para além do que afirma a legislação. *Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré*, v. 8/9, p. 1-15, 2014.

MOREIRA, M.A., BUCHWEITZ, B. (1993). Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

ONTORIA, A. P. et al.. *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. Tradução: Maria J. Rosado-Nunes e Thiago Gambi. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

PALONEN, H. **Role of lignin in the enzymatic hydrolysis of lignocellulose**. Tese de Doutorado. University of Technology. Finland, 2004.

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: Causas e consequências. *Revista Eletrônica Zetetiké*. Mar. de 1993, ano I, nº 1. Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/zetetike/viewissue.php>> Acesso em: 06 Dez. 2018.

PEREIRA, J. E. D. Formação de professores, trabalho docente e suas repercussões na escola e na sala de aula. *Educação & Linguagem*, v. 10, nº 15, p. 82-98, 2007.

PINTO, P. C. R.; COSTA, C. E.; RODRIGUES, A. E. Oxidation of lignin from eucalyptus globulus pulping liquors to produce syringaldehyde and vanillin. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, v. 52, n. 12, p. 4421-4428, Feb. 2013.

Pulp and Paper Institute Center – PPIC: disponível em: <http://sites.ieee.org/ias-pulpandpapercommittee/>. Acessado em 12 Dez 2018.

RODRIGUES, C.; WOICIECHOWSKI, A. L.; LETTI, L. A. Jr; KARP, S. G.; GOELZER, F. D.; SOBRAL, K. C. A.; CORAL, J. D.; CAMPIONI, T. S.; MACENO, M. A. C.; SOCCOL, C. R. "Materiais lignocelulósicos como matéria-prima para a obtenção de biomoléculas de valor comercial", p. 283 -314. In: **Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria - Vol. 4**. São Paulo: Blucher, 2017.

SARKANEN, K.V. AND LUDWIG, C.H. **Lignin: Occurrence, Formation, Structure and Reactions**. ed. SARKANEN, K.V. AND LUDWIG, C.H. Wiley-Interscience: New York. 916 pp. (1971).

SILVA, G.A. Avaliação da composição química do pseudocaule de bananeira para aplicação como matéria-prima de fonte renovável: Efeito dos pré-tratamentos ácido e alcalino. Trabalho de Conclusão de Curso, UFV, 2018.

Silva,G. O que é uma sequência didática. linguadinamica.wordpress.com. disponível em:< <https://linguadinamica.wordpress.com/o-que-e-uma-sequencia-didatica/>> Acessado em 29/03/2019.

SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry: Fundamentals and Application**. Academic Press: Orlando. 293 pp. (1993).

## APÊNDICE - PRODUTO EDUCACIONAL

### **Sequência didática proposta para aplicação aos alunos da 3ª série do ensino médio.**

Para iniciar a discussão sobre a sustentabilidade ambiental sugere-se algumas questões a serem respondidas no decorrer da aula. Essas perguntas servem para estimular o conhecimento prévio do estudante sobre o tema, pois a cada pergunta e resposta o professor como orientador terá um papel importante que é o de inserir novas informações para o contexto e com isso o estudante organizará um novo conhecimento sobre o tema.

A seguir as questões problematizadoras:

<p style="text-align: center;"><b>QUESTÕES PAARA INICIAR A DISCUSSÃO SOBRE O TEMA POLÍMEROS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL</b></p>
--

- 1) O que você entende por sustentabilidade ambiental?
  
- 2) O que são materiais biodegradáveis?
  
- 3) Conhece alguma ação em sua comunidade que reaproveite resíduos orgânicos?
  
- 4) Os resíduos provenientes das culturas como cana-de-açúcar, bananeira, milho, entre outras, podem ser reaproveitados de alguma maneira?
  
- 5) O que são polímeros?
  
- 6) Quais os benefícios do reaproveitamento e da reciclagem que os materiais trazem para a sociedade?

**TEXTO DE APOIO UTILIZADO NA AULA TEÓRICA  
POLÍMEROS: IMPACTO AMBIENTAL E RECICLAGEM**

Polímeros são macromoléculas obtidas pela combinação de um número imenso (da ordem de milhares) de moléculas pequenas, os monômeros. O processo pelo qual isso acontece é denominado polimerização.

Os polímeros podem ser naturais ou sintéticos. Os polímeros naturais são, por exemplo, a celulose, o amido, o látex natural, a caseína (proteína do leite), a seda e os fios de teia de aranha (proteína tipo betaqueratina). Como exemplos dos polímeros sintéticos, podem ser citados o polietileno (PE), o politetrafluoretileno (teflon), o náilon, a borracha sintética, o poliéster e o acrílico. Um ótimo exemplo de polímeros sintéticos são os plásticos.

Os impactos causados no meio ambiente pelos polímeros são surreais, mas será que podemos fazer algo para minimizar esses impactos?

Por que as formigas, cuja biomassa é quatro vezes maior do que a nossa e cujo consumo equivale ao de uma população de 30 bilhões de pessoas, conseguem viver sem causar nenhum impacto no planeta?

A resposta é relativamente simples: porque tudo o que elas produzem para viver não gera resíduo tóxico, ou seja, seu lixo é alimento para o solo, que nutre e fertiliza a terra, que em troca produz o que as formigas precisam para viver num ciclo fechado.

Então, o problema não é consumir produtos e nem gerar lixo, o problema é “planejar o que devemos consumir” e o “tipo de lixo que devemos gerar”.

Ao planejar a fabricação de um produto devemos ter em mente que um dia ele será descartado e, portanto, precisamos nos certificar de que quando isso acontecer, ele servirá de alimento para a biosfera ou de matéria-prima de qualidade para a tecnosfera.

Imaginamos um mundo onde tudo o que fazemos, usamos e consumimos nutre a natureza e a indústria – um mundo onde o crescimento é bom e a atividade humana gera uma pegada ecológica agradável e restauradora. Embora isso possa parecer heresia para muitos no mundo do desenvolvimento sustentável, as qualidades destrutivas do sistema industrial moderno do berço ao túmulo podem ser consideradas resultado de um problema fundamental de planejamento, e não a consequência inevitável do consumo e da atividade econômica. Efetivamente, o bom planejamento – o planejamento ético, baseado nas leis da natureza – pode transformar o fazer e o consumir em uma força regeneradora.

Esse novo planejamento de inovar a maneira de pensar que chamamos de sustentabilidade ambiental.

Após a leitura do texto, responda as questões propostas a seguir:

### QUESTÕES SOBRE O TEXTO DE APOIO

- 1) O que são polímeros?
- 2) Aponte os principais impactos ambientais causados pelo descarte dos polímeros não biodegradáveis no ambiente, propondo alternativas que possam minimizar esses danos ao meio ambiente.

### Aula Experimental: Produção de artesanato com papel de fibra de bananeira

Objetivo: Aprender a produzir papéis de fibra a partir do pseudocaule da bananeira.

TABELA DE MATERIAIS	
Quantidade	Materiais
1	Liquidificador
1	Fogão à gás ou bico de bunsen
1	Panela de alumínio de 20 litros
1	Colher de pau grande
1	Saco de tecido com trama fechada (Tecido de cortina)
1 litro	Hipoclorito de sódio (água sanitária)
1	Recipiente para filtragem: peneira ou escorredor de arror
1	Jogo de tela com moldura
1	Sacola plástica transparente

1	Recipiente de 20 litros tipo bandeja de plástico usada em frigorífico
5	Sacos de algodão alvejados
1	Ebulidor

**OBS:** Durante o processo, é importante utilizar equipamentos de proteção individual (óculos de proteção, luvas e jaleco) para não correr o risco de o hipoclorito entrar em contato com os olhos ou mãos e para proteção da vestimenta.

### PROCEDIMENTOS

- 1) Retire o pseudocaule da bananeira e corte-os em pequenos fragmentos de, aproximadamente, 3 por 3 cm;

Obs: Esta etapa deve ser realizada com a ajuda de um adulto.

- 2) Coloque os fragmentos para secagem ao ar livre durante uma semana;

O que ocorreu com o material após uma semana ao ar livre? Qual coloração foi atingida após uma semana? Ele ficou mais leve? Por quê?

- 3) Após a secagem coloque o material fibroso em uma panela de alumínio de 20 litros e adicione água até cobrir todo o material. A razão água material seco é de 2:1. Para uma panela de 20 litros, usar o volume de material e água correspondentes a 10 litros. Deixe o material cozinhando por, aproximadamente, 2 horas iniciadas após a fervura. Obs.: nos primeiros 30 minutos, é necessário monitorar a fervura para garantir que a espuma que irá se formar não derrame, mexendo com uma colher de pau. A espuma é originada da presença de materiais passíveis de se formar espuma, presentes no material, devido à fervura (Figura 21 A e B).

**Figura 21:** Aspecto do material no início da fervura e após 30 minutos de fervura.



A

B

- 4) Transferir o material cozido no liquidificador e depois bata por aproximadamente 20 segundos (Figura 22).

Obs: ficar atento na adição do material fibroso com água, pois muito material pode danificar o liquidificador. Sugestão seria o equivalente a uma mão de adulto.

**Figura 22:** Desfibrilamento do material cozido com o auxílio do liquidificador.



- 5) Em seguida, colocar o material batido na peneira (Figura 23, esquerda). Lavar com água de torneira e, com as mãos, pressionar o material contra a peneira até obter um bolo de material fibroso (Figura 23, direita). Nesta etapa, ocorrerá a separação do material fibroso do mucilaginoso (Figura 24).

**Figura 23:** Lavagem para obtenção do material fibroso. Detalhe: peneiramento à esquerda e remoção de água por pressão à direita.



Com o auxílio do saco de tecido com trama fechada, a água de lavagem do material fibroso é filtrada para remover o material mucilaginoso.

**Figura 24:** Material mucilaginoso, após filtração com tecido de trama fechada.



O que pode ser feito com a mucilagem obtida? Proponha alternativas para reaproveitar esse material. Explique para os alunos que este material pode ser usado como matéria orgânica para as plantas, ou seja, adubo.

- 6) Separe o material fibroso obtido, caso produza muito material ou queira continuar em outro momento a atividade, deixei-o secar e guarde-o em um saco plástico. O material poderá ser guardado úmido sob refrigeração.

**Figura 25:** Material fibroso após lavagem.



### **Mudando a tonalidade do material fibroso**

- 7) Aquecer 1 litro de água com o auxílio de um ebulidor (Figura 26, esquerda) e depois adicione 250 mL de hipoclorito de sódio (água sanitária). Após o preparo da solução, adicionar ao material fibroso que se encontra em saco plástico. Mexer o saco plástico para homogeneizar a mistura (Figura 26, direita). Fazer este procedimento por 5 minutos ou até alcançar a tonalidade desejada. Com o tempo o material fibroso começará a mudar de coloração. Caso queira o material mais claro, deixe-o por mais tempo na mistura. O material fibroso é composto por celulose e outros constituintes do pseudocaulis. Dessa forma, com o hipoclorito, as fibras celulósicas serão clareadas.

**Figura 26:** Aquecimento da água, à esquerda, e descoloração do material fibroso, à direita.



Qual objetivo de se misturar o hipoclorito de sódio com 1 litro de água? Por que a água foi aquecida?

Qual processo químico que ocorre para mudar a tonalidade do material fibroso?

- 8) Após o material fibroso clareado, adicione o material na peneira e coloque abaixo de uma torneira a fim de retirar o excesso de hipoclorito da fibra (Figura 27).

**Figura 27:** Lavagem do material fibroso após o seu clareamento com solução de hipoclorito de sódio.



- 9) Transferir o material para o liquidificador e bater por 20 segundos a fim de individualizar as fibras. Depois, colocar em um recipiente de 20 litros que caiba a tela para a retirada do material, para preparar a suspensão de fibras.

**Figura 28:** Preparação da suspensão de fibras.



10) Com o material todo no recipiente, mergulhe o jogo de molduras (uma moldura de madeira com tela e outra sem tela) na posição vertical e retire-o na posição horizontal. Inclinar para escoar o excesso de água da folha recém-formada.

11) Retirar a moldura sem tela e virar a moldura com tela, contendo a folha de papel recém-formada e ainda úmida, no pano seco e deixar o excesso de água da folha ser removido por alguns dias para se obter o papel de fibra seco que pode ser utilizado para diversos fins (Figura 29). O papel de fibra de bananeira é resistente mesmo úmido. Portanto, após a retirada do excesso de água, o papel pode ser estendido como se fosse um tecido. Sugestão é deixar que os alunos confeccionem algo com o papel de fibra.

**Figura 29:** Confeccionando papel de fibra de bananeira.



12) Deixe o material secando sobre o pano ao ar livre. Caso a temperatura ambiente esteja alta o material secará no máximo em 3 dias (Figura 30).

**Figura 30:** Papel secando entre os tecidos secos.

