



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Diogo Silva de Oliveira

**ELABORAÇÃO DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA PARA ALUNOS E PROFESSORES DO
ENSINO MÉDIO COM ENFOQUE NO POLIÁCIDO
LÁTICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2018



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Diogo Silva de Oliveira

**ELABORAÇÃO DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA PARA ALUNOS E PROFESSORES DO
ENSINO MÉDIO COM ENFOQUE NO POLIÁCIDO
LÁTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o) em Química.

Orientador: Roberto Ribeiro da Silva

2.º/2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele não conseguiria cumprir mais essa etapa da minha vida. Em segundo, agradeço a minha mãe, Valdeci Santos de Oliveira, e ao meu pai, Osvaldo Silva de Oliveira, por toda apoio e ajuda em todos os momentos da minha vida. Também aos meus irmãos: Tiago e Cristiana.

Agradecimento especial aos professores Roberto Ribeiro e Patrícia Lootens, por todo aprendizado durante o LPEQ, pela humildade e dedicação enquanto profissionais. Com vocês aprendi lições que levarei por toda vida. Ao professor Eduardo Cavalcanti, por todo aprendizado no projeto LuDeQ e no PIBID. E todos os professores da divisão de ensino: Ricardo Gauche, Gérson Mol, Stefannie e Jeniffer. Incluo também a professora Renata Razuck que me acompanhou no início da graduação.

Uma das coisas que mais me trouxe aprendizado foi a participação na Iniciação Científica. Assim, agradeço muito ao professor Júlio Lemos de Macedo, pela humildade, paciência, dedicação enquanto profissional e pelo exemplo que é enquanto professor. Também a professora Maryene Camargo, por toda ajuda, apoio e incentivo. E de modo geral, a todos do Laboratório “LASIB”, em especial ao Carlos, Munique, Viviane e Lenine.

Aos amigos e companheiros de graduação que, de alguma forma, me ajudaram na conclusão do curso: Natalia, Camila, Valmir, Kleber, Lucas, Nicholas C., Fernando, Filipe, Isabela, Michael, Daniel, Daniele, Talita, Acácia, Mônica e Mary. Também aos técnicos de laboratório Aldo e Renata.

E todos os outros amigos que me ajudaram nos momentos que mais precisei: Daniel Figueiredo, Layane Mendes e Israel Pinheiro.

SUMÁRIO

Introdução	6
Capítulo 1 – A importância da divulgação do conhecimento científico e tecnológico	8
Capítulo 2 – Divulgação científica no ensino.....	15
Capítulo 3 – O que são polímeros?.....	24
Capítulo 4 – O ácido lático e o poli(ácido lático).....	31
Referências	44

RESUMO

Tem-se que a divulgação científica no ensino contribui para a desmistificação do cientificismo, influenciando as concepções de alunos no que se refere à prática científica (GOMES, 2012). Assim como aponta as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, citados pela autora, pode incentivar o hábito de leitura dos estudantes favorecendo a formação de cidadãos mais críticos. Sob esse aspecto, esse trabalho apresenta um Texto de Divulgação Científica, destinado a alunos e professores do Ensino Médio, enfocando em polímeros mais especificamente no poliácido láctico. Leva-se em consideração que os polímeros naturais e os biopolímeros, com base em recursos renováveis, constituem materiais bastante importantes para pesquisas científicas sendo o poliácido láctico destaque entre os bioplásticos com a melhor disponibilidade e estruturas de custos mais atraentes.

Palavras-chaves: divulgação científica, polímeros, poliácido láctico.

INTRODUÇÃO

A população brasileira, em sua maioria, apresenta pouco hábito de leitura aliado às limitações culturais e financeiras. Nesse sentido, o acesso a conteúdos científicos, por exemplo, é restrito a uma minoria que apresenta alto poder aquisitivo.

No tocante aos conteúdos científicos, é destaque a grande utilização dos livros didáticos no contexto escolar em diferentes disciplinas. Entretanto, é visto, nas pesquisas de Terrazzan e Gabana (2003), alguns aspectos negativos desses materiais. Em muitos casos, considerando o ano do livro, há a apresentação do conhecimento não atualizado, além de terem exercícios de mera aplicação de fórmulas, no caso das ciências exatas como Química, Física e Matemática.

Nesse cenário, cabe destacar que o ambiente escolar pode parecer desinteressante, para os alunos e professores, quando apresenta estrutura escolar mais rígida, muito centrada nos livros didáticos e pouca diversidade de recursos audiovisuais. Também a rigidez como os assuntos são discutidos, descontextualização dos conteúdos e falta de sentido para os alunos. Tais aspectos podem influenciar negativamente dificultando ainda os processos de ensino aprendizagem.

Destaca-se que Gomes (2012) aponta que os textos de divulgação científica podem contribuir para minimizar os problemas mencionados a cima, levando em consideração que tais textos apresentam uma linguagem flexível e próxima da realidade dos alunos e professores. Além de serem mais acessíveis, abrangem mais de uma disciplina em um só texto.

No tocante à incorporação de textos de divulgação científica em sala de aula, eles podem ajudar em um maior interesse em participação dos estudantes em carreiras científicas. Gomes (2012) destaca que tais textos apresentam uma abordagem diferenciada dos temas científicos, trazem uma maior diversidade dos conteúdos escolares e contribuem para a alfabetização científica.

A autora salienta que os textos de divulgação científica contribuem também para a desmistificação do conhecimento além de não tratá-lo como uma verdade inquestionável. No ambiente escolar, contribuem na leitura dos estudantes, expandindo seu vocabulário e estimulando sua criatividade.

Sob esse foco, esse trabalho tem por objetivo a produção de um Texto de Divulgação Científica (TDC) destinado a professores e alunos do Ensino Médio. O foco do texto é em polímeros, especificamente o poliácido láctico (PLA).

Justifica-se esse tema porque os polímeros naturais e os biopolímeros com base em recursos renováveis, constituem materiais bastante importantes para pesquisas científicas. Estes materiais biológicos apresentam um menor custo e melhor desempenho e irão gradualmente substituir os polímeros à base de petróleo comumente usados hoje em dia.

O PLA é destaque entre os bioplásticos com a melhor disponibilidade e estrutura de custos mais atraentes. Este é usado em filmes, embalagens, copos, recipientes além de ter importantes contribuições no campo medicinal. Suas propriedades e aplicações serão melhores discutidas nesse trabalho.

CAPÍTULO 1 – A IMPORTÂNCIA DA DIVULGAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

As considerações apresentadas a seguir estão baseadas nos argumentos apresentados em artigo de Carneiro (2009).

No Brasil, as discussões sobre divulgação científica tornam-se objeto de estudos e discussões no meio acadêmico. A preocupação em aproximar o conhecimento científico ao grande público não é novidade no país nem no cenário mundial.

Ao longo da história da ciência, têm-se alguns exemplos que mostram essa preocupação. Os pesquisadores procuram elaborar um texto científico objetivando viabilizar uma melhor compreensão do conhecimento científico produzido.

Constituem bons exemplos disso os textos publicados por: Galileu, em 1624, intitulado *Diálogo sobre dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copérnico*, escrito em italiano ao invés de latim (língua oficial da ciência naquela época). Outro texto também foi o de Charles Darwin, publicado em meados do século XIX, sob o título *As origens das espécies* usando linguagem acessível ao grande público. Já Einstein, em 1916, publicou *A teoria da relatividade especial e geral*, usou linguagem mais simples bem como vários exemplos, o que facilitou a leitura por parte do público leigo.

Ainda no Brasil, uma das primeiras propostas de divulgação científica surgiu em 1772 com a criação da Sociedade Científica do Rio de Janeiro. Destaca-se que, nas reuniões iniciais, marcaram presença: quatro cirurgiões, três médicos, dois farmacêuticos e um fazendeiro. Eles representavam os campos da Botânica, Zoologia, Química, Física e Mineralogia. Anos mais tarde, em 1799, houve mudança do nome do grupo para Sociedade Literária do Rio de Janeiro, continuando com as atividades científicas.

Parece ser consenso o fato de a divulgação científica ser um meio de socialização do conhecimento. Assim, é relevante destacar a importância de se levar a Ciência ao público geral. Sob esse aspecto, constitui seu objetivo o atendimento da demanda social de

informação científica. Com isso, os cientistas, jornalistas bem como os escritores, ajudam a sociedade a superar os desafios em relação à Ciência. Destaca-se que o papel do divulgador é decodificar o conhecimento científico adequando a uma linguagem mais compreensível.

É incerto afirmar que a divulgação científica diminui a desigualdade entre o meio científico e a sociedade. Nesse aspecto, nota-se que o avanço do conhecimento científico e tecnológico acarreta em uma especialização da Ciência, gerando dificuldades de comunicação entre pesquisadores de áreas próximas. Todo esse contexto tem impacto negativo na interação entre Ciência e sociedade.

Destaca-se que o direito à informação está previsto na Declaração Universal dos Direitos Humanos divulgados pela ONU em 1948. É destaque que o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) criou, em 2003, a Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social, a fim de viabilizar a popularização da Ciência e da Tecnologia. Segundo a autora, a divulgação científica nos centros de produção de conhecimento mostra a sociedade de que forma se dá o investimento do dinheiro público.

Ainda nesse aspecto, Carneiro (2009) aponta algumas contribuições do MCT para o desenvolvimento da divulgação científica no Brasil, tais como: ampliação da visibilidade da Ciência na mídia, melhoramento da qualidade das informações veiculadas nos meios de comunicação, maior disponibilização de informação do ensino de Ciências para as escolas e apoio a eventos nacionais de divulgação científica.

No que se refere à divulgação científica como fonte de melhoria do ensino de Ciências nas escolas, devem ser discutidos se, de fato, as atividades como exposições, olimpíadas (física, química, matemática), feira de ciências contribuem na qualidade da educação científica.

Ainda nesse contexto o MCT, citado por Carneiro (2009), destaca a importância dos brasileiros terem conhecimento básico sobre Ciência e seu funcionamento. Isso dá condições para entender o contexto social, ampliar suas oportunidades no mercado de trabalho e de atuar politicamente com conhecimento de causa.

Carneiro (2009) reconhece que o conhecimento, científico e tecnológico, é um empreendimento social, que faz parte do patrimônio cultural da humanidade e que deve ser incorporado à cultura de uma sociedade.

Para que isso ocorra, a concepção de divulgar ciência como verdade absoluta como sendo a transmissão de cima para baixo, apenas em sentido único, do cientista para o povo de forma geral, deve ser mudada.

A nova concepção deve permitir a interação, a confrontação e o questionamento de ideias. Em outras palavras, a divulgação científica não deve tratar o conhecimento científico como uma verdade inquestionável e, sempre que possível, o texto deve abordar contrapontos.

Nesse sentido, acredita-se que um texto que fale sobre defensivos agrícolas, por exemplo, além de abordar benefícios como a eliminação de pragas, deve abordar também questões sobre seus riscos como a contaminação dos alimentos e do solo. Outro exemplo é a abordagem de remédios: além de abordar os benefícios para a saúde, o texto deve abordar também os possíveis efeitos colaterais.

Em suma, um Texto de Divulgação Científica (TDC) deve preocupar-se com a divulgação da informação de cunho científico levando em consideração o linguajar, a adequação dos conceitos do conteúdo a contextualização e a interdisciplinaridade.

Distinguindo os diversos tipos de divulgação

No que se refere ao processo de veiculação de informações sobre Ciência e Tecnologia, nota-se na literatura a existência de vários termos que possuem essa especificação, são eles: difusão da ciência, disseminação da ciência e divulgação da ciência. Ambos possuem distinção conceitual entre si e torna-se necessário ter uma compreensão das diferenças entre esses termos (GOMES, 2012).

De acordo com Bueno (1985) o conceito de difusão faz referência a todo e qualquer processo ou recurso utilizado para veiculação de informações científicas e tecnológicas. Segundo o autor a difusão pode ser pensada em dois níveis: o primeiro para especialistas (disseminação científica) e o segundo é a difusão para o público em geral (divulgação científica). Sob esse aspecto, vamos melhor compreender os conceitos de disseminação e divulgação.

De acordo com Gomes (2012) a disseminação científica é o envio de mensagens elaboradas em linguagens especializadas. Segundo a autora, o público ao qual se destina são compostos por especialistas, um público escolhido e restrito. Assim, as mensagens são transcritas em códigos especializados.

Destaca-se que Bueno (2008) aponta que o processo de disseminação científica engloba a transferência de informações científicas destinadas a um público selecionado. Segundo esse autor, a comunicação feita para esse público, quando formado por especialistas de uma mesma área é chamada de comunicação intrapares. Já quando formado por

especialistas de áreas diferentes é chamado de comunicação extrapares. Destaca-se que o autor entende que disseminação científica é o mesmo que comunicação científica.

Já a com a divulgação científica é apontada, segundo Bueno (2008), como sendo o envio de mensagens elaboradas mediante a recodificação de linguagens críticas para linguagens que são de fácil entendimento a uma totalidade de pessoas leigas. Ou seja, a divulgação científica é a adaptação da linguagem científica para uma linguagem mais acessível.

Ainda segundo este autor, a divulgação científica utiliza recursos, técnicas e processos para veicular informações científicas, tecnológicas ou àquelas que são associadas às inovações. Nesse contexto, por se tratar de um público leigo, o autor defende que deve haver uma transposição da linguagem especializada para uma linguagem não especializada a fim deixar o conteúdo mais acessível. Constituem exemplos de divulgação científica: museus, jornais, revistas, livros didáticos bem como palestras de pesquisadores abertas ao público.

Também de acordo com Gomes (2012) a divulgação científica traz ao público, em uma linguagem mais simples, o progresso, os princípios e as metodologias da ciência. Segundo a autora, na divulgação científica cientistas e/ou jornalistas, colocam a disposição da sociedade uma descrição de forma clara da atividade criadora dos cientistas. A autora aponta ainda que a utilização de uma linguagem mais acessível não pode prejudicar a informação científica em si.

Gomes (2012) ressalta que a divulgação científica é o confronto entre o discurso científico, o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano. Nesse sentido, torna-se necessário uma melhor compreensão desses termos.

Conhecimento científico, cotidiano e escolar

Levando em consideração o surgimento de avanços significativos nas últimas décadas, tem-se que o conhecimento científico não é limitado e de forma nenhuma estático. Corroboram com isso os estudos de Bachelard (1996)¹ citado por Gomes (2012), destacando o conhecimento científico como não sendo uma verdade absoluta ou um saber definitivo.

Cumprir destacar que Gomes (2012) exemplifica a exposição na literatura de uma uniformidade de opiniões que apontam que o conhecimento científico leva os indivíduos a refletirem sobre como se dá o processo de produção da ciência, pois em muitos casos, são omitidos do contexto social.

¹ BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

Os estudos de Bachelard (1996), citado por Gomes (2012), apontam que deve haver um rompimento entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Na visão do autor, estes possuem diferenças na natureza do conhecimento, são históricos e têm interações mútuas.

Nesse aspecto, ainda segundo Bachelard (1996) citado por Gomes (2012), a interpretação do conhecimento científico como pressuposto da vida cotidiana, pode acarretar em erros, da mesma forma que é impossível em cada ação decorrente da atividade humana a incorporação de decisões científicas. Nesse contexto, constitui para o autor, que o conhecimento comum acaba sendo o que ele chama de obstáculos epistemológicos, uma vez que o conhecimento comum lida com um mundo dado, constituído por fenômenos, estruturado em fenomenotécnica.

É relevante destacar que não se deve excluir o conhecimento comum no contexto escolar, uma vez que este tem relação importante no processo de ensino-aprendizagem. A autora entende que o conhecimento comum do aluno compõe suas ideias prévias, que muitas vezes não são falsas e são úteis tanto na vida prática do cotidiano quanto na construção de novas ideias.

Nesse sentido, destaca-se o conhecimento escolar, representado em sala de aula pelo professor, como uma continuidade do conhecimento comum do aluno. Entretanto, ainda segundo a autora, o conhecimento escolar não se dá somente através do processo de ideias a partir do conhecimento comum, se dá também pelo conhecimento científico que é definido para a sala de aula.

Entra nesse contexto a definição de transposição didática. De acordo com Gomes (2012) define-se transposição didática como sendo a transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino. Existem questionamentos no que se refere à utilização do termo “transposição”, uma vez que pode ter a interpretação de algo que é transportado de um lugar para outro sem alterações. Assim, existem autores que preferem o uso do termo “mediação didática”.

Seja pela transposição didática, ou mediação didática, torna-se necessário definir os saberes que devem ser ensinados no ambiente escolar, como também a roupagem com que os textos chegam à sala de aula (GOMES 2012). Sob esse aspecto, vamos agora compreender um pouco mais sobre divulgação científica.

Divulgação Científica: Funções, formas e justificativas

A preocupação com a divulgação científica é apontada por Gomes (2012) como sendo a difusão do conhecimento científico para a totalidade do público. A autora salienta a importância, da sociedade como um todo, em obter o conhecimento e levanta alguns questionamentos como, por exemplo: O que é ciência? Por que se faz ciência? Qual a relação entre desenvolvimento científico e tecnológico? Os problemas do cotidiano da sociedade presente e futura.

Cabe destacar que a divulgação científica é de suma importância, uma vez que o indivíduo, ao ter acesso ao conhecimento científico, compreende melhor o que acontece ao seu redor. Nessa perspectiva, Carneiro (2009) destaca que a divulgação científica ao aumentar as possibilidades de acesso ao conhecimento acarreta na diminuição das desigualdades sociais.

Sobre esse aspecto, Gomes (2012) aponta que é de fundamental importância que um cidadão tenha o entendimento do que vem a ser Ciência e Tecnologia, de seus princípios e usos, como também dos aspectos negativos e os interesses econômicos, políticos, militares entre outros nesse contexto.

É relevante destacar que há investimentos públicos no campo da Ciência e da Tecnologia. Nesse sentido, os cidadãos brasileiros devem saber os resultados de tais investimentos como também destaca o direito à informação. Salienta que esse direito é previsto na declaração universal dos direitos humanos divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU) desde 1948.

Sob esse aspecto, Carneiro (2009) destaca que a divulgação científica deve iniciar nos centros de produção do conhecimento. A autora defende que ao divulgar o conhecimento científico para o público não especializado, o pesquisador mostra para a sociedade de que forma se deu o investimento do dinheiro público. Ainda nesse sentido faz-se os seguintes questionamentos: se a informação científica é um direito do cidadão, por que algumas revistas científicas não são disponibilizadas para o público? Segundo Gomes (2012), constitui objetivo da Divulgação Científica a sensibilização a população dos pontos positivos e negativos da ciência.

De acordo com Melo² (1982) citado por Gomes (2012), tem-se que a atividade de divulgação científica.

[...] deve ser uma atividade principalmente educativa. Deve ser dirigido à grande massa da nossa população e não apenas à sua elite.

² MELO, José Marques de. Impasses do Jornalismo Científico. Comunicação e Sociedade, n. 7, p. 19-24, 1982.

Deve promover a popularização do conhecimento que está sendo produzido nas nossas universidades e centros de pesquisa, e modo a contribuir para a superação dos problemas que o povo enfrenta. Deve utilizar uma linguagem capaz de permitir o entendimento das informações pelo leitor comum. (p.25)

Cabe destacar que faz parte da divulgação científica ser fonte de conhecimento bem como realizar a superação de problemas que são presentes no dia a dia de todos os indivíduos. Nesse contexto é importante lembrar que o objetivo desse trabalho é produzir um Texto de Divulgação Científica destinado a professores e alunos do Ensino Médio enfocando no ácido láctico, um polímero. Nesse sentido, apresenta-se abaixo uma melhor discussão sobre divulgação científica no ensino.

CAPÍTULO 2 – DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO

É importante destacar que, nos tempos atuais, é bastante notável que os avanços tecnológicos são significativos nas diversas áreas do conhecimento. Tais avanços têm impactos diretos na vida dos indivíduos.

Nesse sentido Gomes (2012) chama atenção para o fato das pessoas terem uma falsa imagem de que a ciência pode resolver todos os problemas existentes no mundo. As pessoas, em diversos casos, desconhecem o funcionamento da ciência no que se referem aos seus obstáculos, seus aspectos negativos para com a sociedade bem como o fato de que os erros fazem parte do processo de produção da ciência.

Ainda segundo a autora, é papel da divulgação científica no ensino contribuir para a desmistificação do cientificismo, influenciando as concepções de alunos no que se refere à prática científica. Destaca-se que o divulgador científico limita-se a comunicar ao público somente aspectos interessantes e revolucionários das descobertas científicas. E com o passar dos tempos, passou a destacar os problemas sociais advindos da atividade científica.

No contexto atual, é notável o quanto a tecnologia se faz presente na vida das pessoas e de como as informações são rapidamente propagadas em diversos meios de comunicação. As recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, citado por Gomes (2012), incentivam os alunos a acompanharem informações sobre ciências que são disponibilizadas em jornais e revistas. E que isso pode contribuir no desenvolvimento de habilidades de leitura bem como em interpretações de assuntos de cunho científico.

A divulgação científica no ensino pode favorecer ao aluno uma intervenção crítica na sociedade que este se insere. Defende-se que a cidadania é a participação dos indivíduos na sociedade e para que o mesmo tenha sua participação efetivada, torna-se necessário o acesso de informações e a capacidade crítica de leitura.

Nesse aspecto, a divulgação científica no contexto escolar pode fazer com que os alunos compreendam e utilizem desses conhecimentos em situações do seu cotidiano. Assim, vamos melhor compreender as forma de divulgar Ciência.

Formas de divulgar ciência

Nota-se na literatura a existência de vários trabalhos que apontam diferentes formas de divulgação científica, tais como por meio de jornais, televisão, cinema, museus, exposições, livros e revistas.

O museu, por exemplo, tem como objetivo básico a divulgação científica, baseado em dois tipos aspectos: o conteúdo que deseja expor e transmitir a seu visitante e o tipo de interação que consegue construir com o visitante.

A perspectiva de aprendizado nos museus está ligada ao desenvolvimento da capacidade de questionar fenômenos em exposição e ao estímulo da curiosidade, aliando, então, tanto a aproximação do conhecimento científico quanto o caráter afetivo do indivíduo. (GOMES, 2012, p. 39)

Textos de divulgação científica

Nota-se que os Textos de Divulgação Científica, abreviados como TDC, têm vários aspectos positivos apontados por pesquisadores em educação em ciências como bons recursos no auxílio ao ensino formal. Destacam também sua importância na formação cidadã, levando em consideração que o ensino de conteúdos tem essa preparação.

Os Textos de Divulgação Científica são definidos como textos que incorporam o discurso da divulgação científica e, conseqüentemente, veiculam conhecimentos científicos em diferentes suportes. O público são pessoas que possuem formações e graus de instruções diversos. Nesse sentido, Gomes (2012) ressalta, citando Nascimento (2008)³ que:

[...] esses textos devem dar conta de um público geralmente eclético e, de acordo com o meio ao qual estão relacionados, possuirão uma determinada linguagem que pode se aproximar mais ou menos daquela utilizada por especialistas e uma organização estilística própria. (p. 40)

Sob esse aspecto, a autora considera como TDC os textos de reportagens jornalísticas, documentários televisivos, programas de rádio, jornais, boletins e revistas impressas, sítios da internet, livros (não didático), filmes, folhetos, histórias em quadrinho, que versam sobre ciência e tecnologia. Destaca-se aqui, que são dirigidos ao público de não especialistas e que

³ NASCIMENTO, T.G Leituras de divulgação científica na formação inicial de professores de ciências. 2008, 234 p., Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade de Santa Catarina-UFSC- Brasil.

tais conteúdos podem ser utilizados em aulas de Ciência, sendo necessária sempre uma adequação ao nível de conhecimento do leitor.

A colocação de textos de divulgação científica em ambientes acadêmicos propicia uma nova colocação de sentido para o ensino-aprendizagem de ciências, fazendo com que o aluno tenha contato com diferentes linguagens e discursos. Nesse sentido, destaca-se outro ponto importante, o fato de poder haver o desenvolvimento na habilidade de leitura, o que pode favorecer a formação de leitores mais críticos. Os textos de divulgação científica podem também ser um meio de esclarecer as diferentes contribuições da ciência, tendo, dessa forma, uma nova abordagem nas aulas de ciência.

Nessa mesma perspectiva, Gomes (2012) destaca que alguns autores, como Chaves⁴ *et alii* (2001); Ribeiro e Kawamura⁵(2005); Silva e Almeida⁶(1999), defendem a utilização dos TDCs no ensino. Segundo esses autores inserção de TDC pode trazer benefícios no contexto escolar, uma vez que contribuem para o desenvolvimento da leitura, a formação de um pensamento crítico e reflexivo bem como a uma maior participação dos estudantes nas aulas ministradas.

A produção dos livros didáticos muitas vezes não acompanha a transformação rápida e dinâmica da ciência. Tem-se que a produção dos livros didáticos é feita em um contexto escolar serial do aluno. A autora ainda destaca que, mesmo contendo textos contemporâneos, os livros não têm informações do contexto da realidade local que o aluno se insere.

Ainda segundo a autora, é de fundamental importância o fato de que os textos de divulgação científica não substituem os livros didáticos. Defende-se que os TDCs podem assumir o papel de subsidiar a prática escolar.

Defende-se ainda que os textos de divulgação científica possam possibilitar o acesso do aluno a informações atualizadas sobre ciência e tecnologia. Isso faz com que o conhecimento científico tenha mais significado para o estudante tendo uma formação voltada para a cidadania.

Gomes (2012) chama atenção à forma como os textos de divulgação científica são apresentados ao contexto escolar. Usado como recurso, estes devem ser bem escritos e de

⁴ CHAVES, T. V.; MEZZOMO, J. TERRAZAN, E. A. Avaliando práticas didáticas de utilização de textos de divulgação científica como recurso didático em aulas de Física no Ensino Médio. In: Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Atibaia, SP, 2001.

⁵ RIBEIRO, R.A; KAWAMURA, M.R. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica, In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.

⁶ SILVA, C. H. & ALMEIDA, M. J. P. M. Uma revisão de trabalhos sobre o funcionamento de textos alternativos ao livro didático no ensino de Física. In: **Atas do II Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências** - ENPEC. Valinhos, SP, 1999.

fácil entendimento, não se ater a nenhuma disciplina específica e ter em sua estrutura diversos recursos como os visuais. Existem categorias que podem ser usadas para avaliar o potencial dos textos de divulgação científica, a saber: conteúdo e forma.

O conteúdo refere-se à compreensão da temática, dos elementos que mostram a dinâmica implícita da ciência a contextualização dos fatos e suas abordagens. A forma se refere à estrutura do texto, a utilização dos recursos visuais e textuais, a linguagem e os gêneros discursivos empregados bem como o uso de metáforas e analogias.

No que se refere à colocação dos textos de divulgação científica no contexto escolar, os TCDs devem ser introduzidos de forma diferenciada dos demais textos. A autora chama atenção para formação dos professores, defendendo que na formação inicial dos mesmos deve ser visto uma estratégia de como trabalhar com esses textos. Isso pode evitar que os alunos não transformem meramente em memorização e reprodução em avaliações.

Nesse sentido, tem-se que uma boa formação dos professores pode repercutir diretamente na construção do pensamento bem como na formação dos alunos. Destaca-se que a autora encara a formação de professores como complexa e não discute de forma mais densa esse ponto, salientando a relação entre utilização dos textos de divulgação científica e o profissional da educação.

Ainda segundo a autora, os desafios encontrados pelo professor em sua prática docente podem ser superados nos cursos de formação de professores com debates que tem relação com o ensino de Química. Vale ressaltar que nem sempre os cursos de formação de professores desenvolvem ou analisam a aplicação do TDC, dificultando assim futuros professores ao usarem esse recurso em sala de aula da melhor forma possível.

Gomes (2012) chama atenção para a ideia do “professor-reflexivo/pesquisador”. Este faz reflexões sobre sua prática docente, responde e reflete sobre os problemas do cotidiano em sala de aula. Para que haja uma formação mais eficiente dos professores, a autora destaca que deve haver uma parceria com a pesquisa acadêmica e que o trabalho com textos de divulgação científica pode auxiliar o profissional no trabalho do conhecimento escolar.

O uso da divulgação científica no ensino

No contexto atual das escolas, o livro didático é o recurso usado com maior frequência. As pesquisas de Terrazzan e Gabana (2003) indicam que os livros de Física apresentam a separação dos conhecimentos científicos em unidades e/ou capítulos que são

finalizados com exercícios. Em sua maioria, esses exercícios exigem dos estudantes apenas a memorização e a aplicação mecânica e imediata de fórmulas matemáticas.

Os autores chamam atenção para o fato de que a reprodução de palavras sem sentido não garante a compreensão das ideias do texto. Para eles: “compreender passa por inferir, representar, propor e criar sentidos” (TERRAZZAN e GABANA, 2003, p. 1).

Sob esse aspecto, Gomes, Poian e Goldbach (2012) apontam a existência de diversas pesquisas na área de ensino de ciências, que buscam novas alternativas para vencer as dificuldades enfrentadas por professores e alunos dentro de sala. Os autores apontam que a divulgação científica se faz presente no cotidiano do grande público por meio de: programas de televisão, jornais, rádio, internet etc. Assim, a aproximação das pessoas com a comunidade científica acontece de maneira semelhante no ambiente escolar.

Corroboram com isso as ideias de Terrazzan e Gabana (2003) ao apontarem que o TDC tem posição privilegiada, uma vez que são textos mais prováveis de serem lidos por pessoas quando querem se informar sobre assuntos científicos.

Os livros didáticos podem apresentar o conhecimento científico como verdade incontestável, isso traz impactos negativos na formação acadêmica dos estudantes. Nesse sentido, os TDCs devem apresentar discussões que além de ajudar o leitor a formular ideias sobre o fazer científico, pode desmistificar a imagem estereotipada da ciência (TERRAZZAN e GABANA, 2003, p. 2).

Essas ideias são reforçadas por Gomes, Poian e Goldbach (2012) que apontam que os textos de divulgação científica são importantes ferramentas didáticas em sala de aula, uma vez proporcionam uma formação de qualidade aos estudantes. Esses textos apresentam uma abordagem diferenciada dos temas científicos, a identificação dos fatores que contribuem para o ensino de ciências bem como suas limitações inerentes, importantes para auxiliar o professor na colocação dessa atividade.

Para Terrazzan e Gabana (2003), os textos de divulgação apresentam uma linguagem flexível e próxima da realidade das pessoas, defendendo assim seu uso em sala. Eles destacam que os textos não apresentam uma linguagem específica e nem símbolos matemáticos como os livros didáticos. Além de apresentarem aplicações do conhecimento científico, explicam sobre sua construção, o uso dos aparatos tecnológicos e ainda contém estudos dos fenômenos presentes do cotidiano.

Para Gomes, Poian e Goldbach (2012), a colocação de atividades que promovem o contato dos estudantes com diversos tipos de textos científicos traz diversos benefícios como,

por exemplo, o acesso a uma maior diversidade de informações, desenvolvimento de habilidades de leitura. É incluído também, o domínio de conceitos, formas de argumentação e de elementos de terminologia científica.

A colocação dos TDCs em sala de aula contribui na melhoria e qualidade de discussões sobre conhecimentos científicos além de formar leitores que discutem outros textos além daqueles colocados no Ensino Médio (TERRAZZAN e GABANA, 2003, p. 3).

No que se refere a uma melhor formação dos estudantes, sabe-se que no contexto escolar existem vários problemas ligados ao desempenho dos professores em sala de aula. Como por exemplo, a falta de investimentos na formação inicial e continuada de professores e más condições de trabalho (Gomes, Poian e Goldbach, 2012, p. 3).

No tocante às dificuldades em sala, Terrazzan e Gabana (2003) apontam que os professores demonstram preocupação quando seus alunos não conseguem interpretar os enunciados dos textos. Sob esse aspecto, as diferentes disciplinas, incluindo Física, devem contribuir de forma que os alunos aumentem a capacidade de compreensão de textos lidos e pelo gosto de leitura.

Sob esse foco, aliado ao fato da utilização inadequada dos livros em sala de aula, tem sido crescente a incorporação do uso de textos de divulgação científica na escola. Essa atividade é incentivada pelo setor público, incentivando a produção e distribuição desses materiais nas escolas, e pelo setor privado, que vê a ampliação de seu mercado consumidor ao endereçar seus exemplares à escola (Gomes, Poian e Goldbach, 2012).

Nesse sentido, as estratégias de ensino diversificadas que priorizem discussões e reflexões de diferentes elementos devem fazer parte dos textos que os professores utilizam quando planejarem suas aulas (Gomes, Poian e Goldbach, 2012, p. 4).

Na perspectiva de investigar a utilização dos textos de divulgação científica, cita-se como exemplo a pesquisa de Gomes, Poian e Goldbach, 2012. Esses autores investigaram seis professoras de Ciências e Biologia e pesquisaram sobre a possibilidade de identificar como estas escolhiam, usavam e adaptavam as Revistas de Divulgação Científica (RDC) a partir da utilização dos textos em sala de aula.

As seis professoras são formadas em Ciências Biológicas, desse total, quatro são licenciadas, sendo 3 delas com pós-graduação. As outras duas: uma tem bacharelado e outra é licenciada e bacharelada. Ambas foram entrevistadas individualmente através do bloco de entrevistas que é dividido em cinco etapas. Foram eles, descritos em ordem cronológica: “Hábitos de leitura”, “Critérios para seleção e emprego de textos das RDC em sala de aula”,

“Estratégias para utilização e adaptação das RDC”, “Vantagens da utilização dos textos da RDC em sala de aula” e “Dificuldades do uso das RDC”.

No que se refere aos “Hábitos de leitura”, os autores da pesquisa citada perceberam que as professoras apreciam o hábito de ler no cotidiano e citaram diversas fontes comumente usadas.

Quanto aos “Critérios para seleção e emprego de textos das RDC em sala de aula”, os autores perceberam, nas falas das professoras, a preocupação destas para que os textos tenham uma linguagem mais acessível. Há também a preocupação em articular os textos com o conteúdo curricular, a apresentação de temas atuais e relevantes que podem gerar a oportunidade de debater a relação entre o conhecimento científico e o cotidiano vivenciado pelo aluno.

No que se refere às “Estratégias para utilização e adaptação das RDC”, as professoras apresentam diferentes estratégias de utilização, levam em consideração o grau de instrução de seus alunos e a linguagem que é característica das revistas em si. São exemplos de utilização: despertar a curiosidade e o interesse do aluno, leitura coletiva, rodas de discussão e debates, comparação das informações com diferentes materiais que incentivam o espírito crítico do aluno.

Quanto às “Vantagens da utilização dos textos da RDC em sala de aula”, destaca-se aqui os seguintes exemplos: possibilidade de contextualização do conteúdo escolar, a interação dos alunos com os recursos visuais faz com que os alunos tenham interesse pelas aulas e pelo conteúdo abordado.

No que se refere às “Dificuldades do uso das RDC”, os autores destacam que as professoras apontam a falta de tempo para trabalhar com os textos, uma vez que precisam cumprir o cronograma curricular estabelecido. Outro ponto destacado pelas professoras é a necessidade de discussão de trechos que são considerados importantes uma vez que as revistas contém muitas notícias.

A conclusão do trabalho mostrou que as professoras entendem a colocação das revistas de divulgação como algo positivo tanto para a prática docente quanto para a aprendizagem dos alunos apesar das dificuldades.

Os autores apontam como uma das contribuições mais importantes, tanto no cotidiano quanto na prática em sala de aula, a atualização constante e a formação permanente frente às questões científicas que é possibilitada aos alunos. Além disso, apontam numerosos aspectos positivos em comparação com os negativos, atribuem a esse maior relevância, uma vez que

acreditam na necessidade de reflexão e uma melhor compreensão quanto ao uso dos textos em sala de aula.

Uma segunda experiência é relatada por Terrazzan e Gabana (2003). De maneira geral, os autores acompanharam as ações de elaboração e colocação em sala de aula de uma professora ao utilizar um Texto de Divulgação Científica. Os resultados mostrados são referentes à atividade realizada em quatro turmas de 2º série do Ensino Médio em uma escola estadual de Santa Maria (RS).

O texto escolhido foi “O que está havendo com o clima?” da revista Superinteressante. Os autores escolheram esse artigo baseando na possibilidade de discussão de conteúdos conceituais relativos à Termodinâmica, uma vez que a professora estava abordando esse conteúdo em sua aula. Essa atividade foi preparada para ser desenvolvida em sala no período de 2 horas.

Os autores avaliaram a atividade “Antes da leitura” (visão geral do texto), “Durante a leitura” (ideias principais do texto e discussões) e “Após a leitura” (produção de um texto com base nas discussões).

Em suas análises os autores tentaram responder as seguintes perguntas: Como os alunos se relacionam com o assunto do texto trabalhado da atividade? Como os alunos vivenciaram a atividade como um todo? Quais as posturas adotadas pela professora durante todo o processo?

No que se refere à relação dos alunos com o texto, os autores perceberam que as respostas dadas pelos alunos faziam relação com o texto proposto. Utilizaram conceitos já trabalhados pela professora durante a discussão e demonstraram preocupação com questões ambientais. Sobre a vivência da atividade, os autores chamaram atenção para a dificuldade que os estudantes tiveram em expressar suas ideias através da escrita.

No que se refere ao desenvolvimento da atividade, destaca-se que os autores apontaram que a professora não assinava qualquer Revista de Divulgação Científica e não lia com frequência tais textos. Com o passar do tempo, teve um maior contato com a biblioteca, de forma a selecionar os TDCs, é assinante da Superinteressante e ler os TDCs com uma maior frequência.

Por meio da realização dessa atividade, os autores entendem que o uso do TDC em sala possibilita bem como auxilia as discussões veiculadas com o cotidiano do aluno. Isso contribui de forma a viabilizar mudanças curriculares que busquem a colocação da Ciência e Tecnologia no contexto atual.

Levando em consideração as duas experiências de trabalho com TDC no ensino relatados aqui, fica claro que utilização de tais textos só tem a acrescentar para uma melhor formação acadêmica e cidadã dos discentes, considerando as ressalvas em sua utilização. Pelos resultados que podem proporcionar, tais textos devem ser incorporados em todas as disciplinas (Química, Física, Matemática, Biologia etc). Entende-se que quanto maior a capacidade de leitura, compreensão e interpretação dos alunos, melhor se dará o processo de ensino-aprendizagem.

É importante lembrar que o objetivo desse trabalho é produzir um Texto de Divulgação Científica, destinado a professores e alunos do Ensino Médio, enfocando em polímeros, especificamente no poliácido láctico. Nesse sentido, apresenta-se no capítulo seguinte uma discussão sobre os polímeros, fundamental para a compreensão deste Trabalho de Conclusão de Curso.

CAPÍTULO 3 – O QUE SÃO POLÍMEROS?

Inicialmente, destaca-se que as considerações apresentadas nesse capítulo estão baseadas no livro *Ciência dos polímeros* de Canevarolo (2002). É apresentado um breve contexto histórico, seguida dos termos mais utilizados, as fontes de matérias primas e os tipos de cadeia.

1- Contexto histórico

Desde a Antiguidade os egípcios e romanos utilizavam materiais resinosos e graxas extraídas para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames. Com o advento dos descobrimentos, no século XVI, os espanhóis e portugueses tiveram o primeiro contato com o material extraído da árvore *Havea brasiliensis*. Esse extrato apresentava alta elasticidade e flexibilidade nunca antes vistas.

Foi então levado para a Europa, por ter a capacidade de apagar marcas de lápis foi chamado de *borracha*. Tinha poucas aplicações até que, em 1839, Charles Goodyer descobriu a vulcanização. Esse nome é em homenagem ao deus Vulcano (deus das profundezas e do fogo), esse processo é feito usando principalmente o enxofre. Isso faz com que a borracha tenha características de elasticidade, não-pegajosidade e durabilidade comuns às aplicações atuais.

Em 1846, o químico alemão Christian Schönbien deu origem ao primeiro polímero semi-sintético quando tratou o algodão com ácido nítrico, deu origem à nitrocelulose. Mais tarde, em 1862, o inglês Alexander Parker estudou melhor essa técnica e patenteou a nitrocelulose.

Em 1897, na Alemanha, Krishe e Spittler obtiveram um produto endurecido por meio da reação de formaldeído e caseína (proteína constituinte do leite desnatado). Em 1912, foi produzido o primeiro polímero sintético por Leo Baekeland, por meio da reação entre o fenol e formaldeído. Tinha-se como produto sólido dessa reação a resina fenólica. Essa é hoje conhecida como baquelite, nome derivado de seu inventor.

Destaca-se que até o fim da I Guerra Mundial todas as descobertas usavam regras empíricas. Apenas no ano de 1920, o cientista alemão Staundinger propôs o conceito da macromolécula. Assim, a essa classe de materiais era tida como compostos formados por moléculas de grande tamanho. Essa ideia não foi aceita na época e somente em 1953 que Staundinger recebeu o Prêmio Nobel de Química.

A partir de 1929, W. H. Carothers, um químico norte-americano que trabalhava na empresa Du Pont formalizava as reações de condensação que gerariam as poliamidas, batizadas por ele de NYLON. Para a escolha desse nome existem duas versões; a primeira é que as letras foram tiradas da frase “Now You Are Lost Old Nippon”, fazendo referência ao Japão que se mostrava como uma potência emergente, preconizando os acontecimentos desastrosos deste país na II Guerra Mundial. Já a segunda versão se refere aos centros mais consumidores do produto: Nova York e Londres.

Décadas mais tarde, a começar de 1937 até o fim da década de 80, o Prof. Paul Flory foi um pesquisador bastante importante nesse campo, ao trabalhar com a cinética de polimerização, polímeros em solução, viscosidade, determinação de massa molar e outros estudos. Ele recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1974.

Houve um enorme desenvolvimento dos polímeros sintéticos com a II Guerra Mundial, como por exemplo, o desenvolvimento da borracha sintética SBR pela Alemanha, que fechou suas fronteiras com países que forneciam borracha natural.

Ainda na Alemanha, no início da década de 1950, Karl Ziegler desenvolveu catalisadores organometálicos. Esses foram utilizados por Giulio Natta, na Itália, para a produção de polímeros estereorregulares ou estereoespecíficos. Assim, produziu primeiramente, o polipropileno isotático, que só era obtido na forma atática, com poucas aplicações comerciais. O novo processo produziu estruturas químicas de forma controlada. Em 1963, Karl e Giulio dividiram o Prêmio Nobel de Química.

A seguir, são apresentados os termos que provavelmente serão encontrados em um Texto de Divulgação Científica sobre polímeros. Justifica-se sua colocação como glossário por ter uma linguagem muito específica. Destaca-se que os mesmos são colocados no livro Canevarolo (2002, p. 19-22).

2- Glossário

A palavra polímero origina-se do grego *poli* (muitos) e *mero* (unidade de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares)

unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. A matéria prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição. Apresenta-se a seguir, em ordem alfabética, outros termos importantes.

Adesivo – substância (normalmente polimérica) capaz de manter materiais unidos (colados) por adesão superficial. Podem ser tanto rígidos quanto flexíveis.

Biopolímeros – esta terminologia pode assumir dois significados: Polímeros biologicamente ativos, como por exemplo proteínas, ou polímeros sintéticos utilizados em aplicações biológicas ou biomédicas, como por exemplo o silicone, Teflon.

Borracha – um elastômero natural ou sintético.

Borracha crua – borracha que ainda não sofreu o processo de vulcanização; sem nenhum aditivo. Nesta fase ela é um termoplástico.

Borracha regenerada – borracha vulcanizada, que por processos químicos pode ser novamente processada e reaproveitada. Processo químico que visa à destruição da rede tridimensional formada durante a vulcanização. Esse processo nem sempre é econômico.

Borracha vulcanizada – borracha após passar pelo processo de vulcanização.

Cura: mudança nas propriedades físicas de uma resina por reação química, pela ação de um catalisador e/ou calor e um agente de cura. A cura gera a formação de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas, formando uma rede tridimensional. Antes da cura, o termorrígido é um oligômero ($\overline{MM} < 10.000$) na formação de um líquido viscoso ou em pó. Este termo é preferencialmente utilizado para termofixos.

Elastômero – polímero que à temperatura ambiente pode ser deformado repetidamente a pelo menos duas vezes o seu comprimento original. Retirado o esforço, deve voltar rapidamente ao tamanho original.

Espumas – plásticos feitos na forma celular por meios térmicos, químicos ou mecânicos. São utilizados principalmente para isolamento térmico e acústico, com densidade entre 0,03 a 0,3g/cm³. Ex.: isopor – espuma de poliestireno. Podem ser de célula aberta ou fechada, termoplásticos ou termofixos, rígidos ou flexíveis, etc.

Fibra – termoplástico orientado com a direção principal das cadeias poliméricas posicionadas paralelas ao sentido longitudinal (eixo maior). Deve satisfazer a condição geométrica de o comprimento ser cem vezes maior que o diâmetro ($L/D > 100$)

Homopolímero – polímero cuja cadeia principal é formada por um único mero (ou polímero formado a partir de um único monômero). Ex.: Polipropileno (PE) e cloreto de polivinila (PVC).

Macromolécula – uma molécula de alta massa molar, mas que não tem necessariamente em sua estrutura uma unidade de repetição.

Mero- unidade de repetição da cadeia polimérica.

Monômero – molécula simples que dá origem ao polímero.

Plásticos- material polimérico de alta massa molar, sólido como produto acabado. Os plásticos podem ser subdivididos em:

- i) **Termoplásticos-** plásticos com a capacidade de amolecer e fluir quando sujeito a um aumento de temperatura e pressão. Quando é retirado desse processo, o polímero solidifica em um produto com forma definida. Novas aplicações de temperatura e pressão produzem o mesmo efeito de amolecimento e fluxo. Essa alteração é uma transformação física, reversível. Quando o polímero é semicristalino, o amolecimento se dá com fusão de fase da fase cristalina. São fusíveis, solúveis e recicláveis. Ex. polietileno (PE), poliestireno (OS), poliamida (NYLON), etc.
- ii) **Termofixo (ou Termorrígido)** – plástico que com o aquecimento amolece uma vez, sofre o processo de cura (transformação química irreversível), tornando-se rígido. Posteriores aquecimentos não alteram mais seu estado físico (não amolecem mais). Após a cura, ele é infusível e insolúvel. Ex.: baquelite, resina epóxi.

Polimerização ou síntese de polímeros – conjunto de reações químicas que provocam a união de pequenas moléculas por ligação covalente, com a formação de um polímero.

Polímero de cadeia carbônica – polímeros que apresentam somente átomos de carbono na cadeia principal. (Obs.: Heteroátomos, átomos diferentes do carbono como nitrogênio, oxigênio, enxofre, podem estar presentes em grupos laterais de cadeia).

Polímero de cadeia heterogênea – polímeros que apresentam, além de carbono, outros átomos (heteroátomo) na cadeia principal (formando um heteropolímero).

Polímeros artificiais – polímeros naturais orgânicos modificados pelo homem através de reações químicas. Ex.: acetato de celulose, nitrato de celulose, etc.

Polímeros naturais inorgânicos – ex.: diamante, grafite, etc.

Produtos naturais orgânicos – polímeros sintetizados pela natureza. Ex.: borracha natural, celulose, etc.

Polímeros semi-inorgânicos sintéticos – ex.: silicone.

Polímeros sintéticos – polímeros sintetizados pelo homem. Ex.: Cloreto de polivinila, comumente conhecido como PVC.

Polímeros sintéticos inorgânicos – ex.: ácido polifosfórico, etc.

Vulcanização – processo químico de fundamental importância às borrachas introduzindo a elasticidade e melhorando a resistência mecânica. Esta se dá por meio da formação de ligações cruzadas entre duas cadeias. O enxofre é o principal agente de vulcanização.

3- Fontes de matérias primas

Para que um produto seja comercializado, deve-se levar em consideração suas propriedades e seu custo. Assim, os custos de um polímero dependem do seu processo de polimerização e da disponibilidade do monômero. Mostra-se abaixo os três principais grupos de fornecedores de matérias primas para a produção de monômero e posteriormente os polímeros.

a) Produtos naturais

Como sugere o nome, estes produtos se encontram na natureza como macromoléculas. Como exemplo a celulose que apresenta uma estrutura química constituída por unidades de glicose ligadas por átomos de oxigênio, formando uma longa cadeia.

Destaca-se que na estrutura desse composto, os três grupos hidroxilas (OH) formam fortes ligações secundárias entre as cadeias que impede a fusão da celulose. Em seguida, esses grupos são eliminados ou reduzidos por meio de reagentes que produzem diferentes derivados da celulose.

Tem-se como outro exemplo de produtos naturais a borracha natural. Esta é encontrada no látex da seringueira como uma emulsão de borracha em água. Nesse sentido, destaca-se que o Brasil, no início do século, foi um grande produtor de borracha natural.

Nos dias atuais, a produção desse material deixou de ser extrativista e passou a ser levada como produto do agronegócio. São grandes centros de produtores as plantações do oeste do Estado de São Paulo. Constituem exemplos de outros produtos naturais: o óleo de mamona (usado na produção de NYLON 11 e poliuretano) e o óleo de soja (NYLON 9).

b) Hulha ou Carvão Mineral

Esse material ao ser submetido ao processo de destilação seca, pode produzir na ordem de saída, respectivamente: gases de hulha, amônia, alcatrão de hulha e coque (resíduo). O gás de hulha é possível separação do etileno e metano.

A amônia (NH_3) é utilizada para a produção de ureia ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) e aminas como agentes de cura para resinas epóxi. O alcatrão de hulha é uma mistura complexa, que por destilação produz benzeno (que usado na produção de fenol, isocianatos e estireno).

c) **Petróleo**

O petróleo é uma fonte de matéria prima muito importante devido a sua aplicação no mercado. Usando o processo de destilação fracionada com o óleo cru, várias frações podem ser obtidas, tais como: GLP, nafta, gasolina, querosene, óleo diesel, graxas paraficas, óleos lubrificantes e piche.

Sabendo que a fração de interesse para os polímeros é o nafta, após alguns processos químicos há a geração de várias frações gasosas que contém moléculas saturadas e insaturadas. Assim, as moléculas insaturadas (etileno, propileno, butadieno, buteno, isobutileno etc.) são separadas e aproveitadas para a síntese de polímeros.

4- Tipos de cadeias

A seguir são apresentados os tipos de cadeias poliméricas. Destaca-se que as mesmas são expressamente colocadas no livro Canevarolo (2002, p. 31-33).

As cadeias poliméricas podem se apresentar na forma de:

- a) **Cadeias lineares:** a cadeia polimérica é constituída apenas de uma cadeia principal. É formada pela polimerização de monômeros bifuncionais, podendo exigir a ajuda de catalisadores estereoespecíficos.
- b) **Cadeias ramificadas:** neste caso, da cadeia principal partem prolongamentos (que tanto podem ser longos quanto curtos). Estes podem ser constituídos da mesma unidade de repetição presente na cadeia principal, formada durante a polimerização de alguns monômeros bifuncionais como resultado de ligações laterais (reações de transferência intramolecular de hidrogênio ou reações do tipo “backbiting”), comuns no LDPE, ou de meros diferentes que resultam da copolimerização.
- c) **Cadeias com ligações cruzadas:** as cadeias poliméricas estão ligadas entre si através de segmentos de cadeia ligados através de forças primárias fortes. Em função da quantidade de ligações cruzadas médias por volume unitário, pode-se subdividir essa classificação

em polímeros com baixa densidade de ligações cruzadas (ex.: borracha vulcanizada), ou polímeros com alta densidade de ligações cruzadas (ex.: termorrígido). Essas ligações cruzadas amarram uma cadeia às outras impedindo seu livre deslizamento. Termofixos são inicialmente líquidos que durante a formação das ligações cruzadas passam pelo ponto de gel, região onde o líquido se torna extremamente viscoso e gradativamente endurece até tornar-se um sólido rígido.

A diferença estrutural básica entre o polietileno de baixa densidade (LDPE) e o de alta densidade (HDPE) é que o primeiro possui uma cadeia ramificada, enquanto o último tem uma cadeia linear. Isso acarreta grande variação nas propriedades de cada um.

Destaca-se, mais uma vez, que o objetivo desse trabalho é produzir um Texto de Divulgação Científica, destinado a professores e alunos do Ensino Médio, enfocando no ácido láctico, um polímero. Nesse sentido, apresenta-se no capítulo seguinte uma discussão sobre o ácido láctico, fundamental para elaboração do TDC.

CAPÍTULO 4 – O ÁCIDO LÁCTICO E O POLI(ÁCIDO LÁCTICO)

Esse capítulo traz informações sobre o ácido láctico e o Poli(ácido láctico) que serão utilizadas na construção do Texto de Divulgação Científica. A seguir apresenta-se um breve contexto histórico, embasado em Corbion Purac (2018).

1. Breve Contexto histórico

O ácido láctico tem aparecimento em 1780, quando o químico Carl Wilhelm Scheele isolou “ácido do leite” de soro azedo como um xarope impuro e deu-lhe um nome baseado em suas origens: “Mjölksyra”, essa palavra sueca que significa ácido láctico. O cientista francês Frémy produziu ácido láctico por fermentação e isso deu origem à produção industrial em 1881.

Como aplicação inicial, tem-se a mistura de lactato de cálcio com ácido láctico usado como fermento em pó. Destaca-se que esta aplicação não teve grande sucesso, mas outras aplicações em alimentos e tingimento têxtil foram desenvolvidas.

No ano de 1950, no Japão, foi feita a primeira produção comercial de ácido láctico sintético. Salienta-se que, por algumas décadas, o ácido láctico sintético competiu com o ácido láctico obtido por fermentação, mas atualmente quase todo o ácido láctico é produzido por fermentação.

2. Estrutura do ácido láctico

De acordo com Groot *et al* (2010), a molécula de ácido láctico tem uma hidroxila e um grupo funcional, ácido carboxílico. Existem duas formas enantioméricas do ácido láctico, mostradas na figura 1 abaixo.

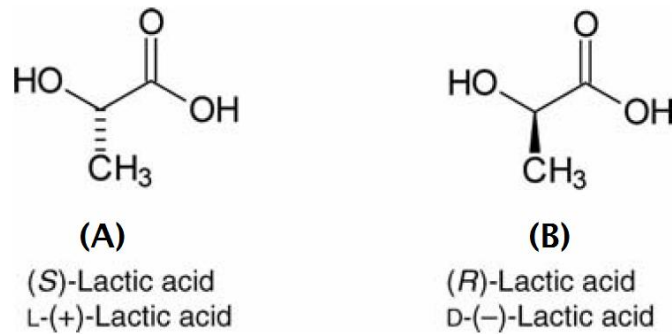


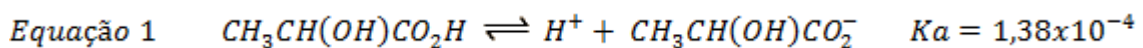
Figura 1 – Duas formas enantioméricas do ácido láctico: (S)- e (R)-2-hidroxiopropanoico.

Na Figura 1 A, o grupo metila (CH_3) está para trás do plano formado pelos demais átomos. Na Figura 1B, o grupo metila está para cima do plano.

São vários os nomes usados na literatura. O ácido (S) - láctico (ou ácido L-láctico) tem uma ligeira rotação óptica específica positiva e é frequentemente chamado *ácido L- (p) - láctico*.

No entanto, uma solução concentrada, em equilíbrio, contém oligômeros de ácido láctico, o que resulta em uma rotação óptica global negativa. Dessa maneira, é aconselhável usar a notação estrutural R/S ou a notação mais antiga de L e D e evitar o da rotação óptica beta (*p*). (GROOT *et al*, 2010).

De acordo com Corbion Purac (2018), o ácido láctico é um ácido fraco, o que significa que dissocia-se apenas parcialmente na água. O ácido láctico dissocia-se em água, resultando em lactato iônico e H^+ . Esta é uma reação reversível e o equilíbrio é representado abaixo.



Dependendo do pH ambiental, os ácidos fracos, como o ácido láctico, estão presentes como o ácido em sua forma não dissociada em pH baixo ou como o sal iônico em pH mais alto. O pH ao qual 50% do ácido é dissociado é chamado de pKa, que para o ácido láctico é 3,86.

Em circunstâncias fisiológicas o pH é geralmente mais alto que o pKa, então a maioria do ácido láctico no corpo será dissociada e presente como lactato. Na forma não dissociada, os substratos são capazes de passar através das membranas lipídicas, ao contrário da forma dissociada (ionizada) que não pode. (Corbion Purac, 2018).

Agora que conhecemos sobre o ácido láctico, vemos a seguir suas aplicações em alimentos, também embasado em Corbion Purac (2018).

3. Ácido láctico em alimentos

O ácido láctico está naturalmente presente em muitos alimentos. É formado por fermentação natural em produtos como queijo, iogurte, molho de soja, massas fermentadas, produtos de carne e legumes em conserva.

O ácido láctico também é usado em uma ampla gama de aplicações alimentícias, como produtos de panificação, bebidas, produtos cárneos, confeitos, laticínios, saladas, molhos, refeições prontas, etc. O ácido láctico em produtos alimentícios geralmente serve como regulador de pH ou como conservante.

Pode ser usado em carne, aves e peixes na forma de lactato de sódio ou potássio para prolongar a vida útil, controlar bactérias patogênicas (melhorar a segurança alimentar), melhorar e proteger o sabor da carne, melhorar a capacidade de ligação da água e reduzir o sódio.

Devido ao seu sabor suave, o ácido láctico pode ser usado como regulador de acidez em bebidas como refrigerantes e sucos de frutas. Em legumes em conserva ele é eficaz na prevenção da deterioração de azeitonas, pepinos, cebola pérola e outros vegetais conservados em salmoura. Em saladas e molhos é usado como conservante, resultando em produtos com sabor mais suave, mantendo a estabilidade e segurança microbiana.

A formulação de rebuçados duros, gomas de frutas e outros produtos de confeitaria com ácido láctico resultam em um leve sabor ácido, melhor qualidade, viscosidade reduzida e maior prazo de validade.

A presença natural de ácido láctico em produtos lácteos, combinada com o sabor lácteo e boa ação antimicrobiana do ácido láctico, faz com que o ácido láctico seja um excelente agente de acidificação para muitos produtos lácteos.

Já em produtos não alimentícios tem-se que suas funções primárias para as aplicações farmacêuticas são: regulação do pH, sequestro de metais, intermediário quiral e como constituinte natural do corpo em produtos farmacêuticos.

Em biomateriais é usado como parafusos reabsorvíveis, suturas e dispositivos médicos. Além de ser conhecido pelas suas propriedades de descalcificação é amplamente aplicado em produtos de limpeza doméstica como detergentes e usado como um agente antibacteriano natural em produtos desinfetantes.

O ácido láctico é utilizado em uma ampla variedade de processos industriais, nos quais a acidez é necessária e suas propriedades oferecem benefícios específicos. Exemplos são a produção de couro e produtos têxteis e discos de computador, bem como revestimento de automóveis.

O ácido láctico é um aditivo comumente usado na nutrição animal. Tem propriedades promotoras de saúde, melhorando assim o desempenho dos animais de criação. O ácido láctico pode ser usado como um aditivo na comida como também na água potável.

O ácido láctico é o principal bloco de construção do poli (ácido láctico) (PLA). O PLA é um polímero biodegradável e que pode ser usado para produzir plásticos renováveis e compostáveis.

Depois de conhecer um pouco sobre o ácido láctico, vamos compreender melhor sobre o polímero. A seguir apresentam-se alguns pontos importantes sobre o Poli(ácido láctico), embasado em GROOT *et al* (2010).

4. O Poli (ácido láctico) - PLA

Em 1845, o PLA foi sintetizado por Theophile-Jules Pelouze pela condensação de ácido láctico. Em 1932, Wallace Hume Carothers e outros pesquisadores, desenvolveram um método para polimerizar o lactídeo para produzir PLA, que mais tarde foi patenteado pela DuPont em 1954.

O PLA tinha usos limitados a aplicações biomédicas devido ao seu alto custo. Era usado em suturas biocompatíveis, implantes e dispositivos biologicamente ativos de liberação controlada.

O polímero de PLA de baixo peso molecular obtido, também dificultaram suas amplas aplicações. O avanço ocorreu no início dos anos 90, quando a Cargill Inc conseguiu polimerizar o PLA de alto peso molecular tornando comercialmente reação de abertura do anel lactídeo viável.

Em 1997, a Cargill Dow LLC, uma parceria entre a Cargill Inc e a The Dow Chemical Company, foi formado para começar a comercializar a produção significativa de resinas de PLA sob o nome comercial *Nature Works*. É importante destacar que isso constitui um marco importante na história do PLA, pois significa o começo do uso em grande escala do polímero, transformando o PLA de um material especial para uma mercadoria.

Os principais fornecedores de resinas de PLA, ao longo da história, foram a Cargill (em os Estados Unidos conhecidos como Ingeo), Mitsui Chemicals, Inc. (no Japão conhecido

como LACEA), Purac (Holanda), e Teijin Limited (no Japão, conhecida como Biofront). Constituem exemplos de materiais usados para aplicações médicas o polidioxanona (PDS), PLA e o poli(ácido glicólico) (PGA). Entre os polímeros, o PLA demonstrou ser o mais promissor devido às suas propriedades.

O PLA tem sido usado com sucesso por muitos implantes médicos e é aprovado por agências reguladoras em muitos países. A utilização do PLA na história da medicina remonta a 1966, sendo usado o PLLA poli(L ácido láctico) por Kulkarni e outros pesquisadores.

Eles observaram que a degradação de PLA implantado em cobaias, como os ratos, teve uma resposta tecidual não tóxica. Isto foi seguido por Cutright e Hunsuck, que relataram a aplicação de PLA como suturas e em fixação ortopédica em 1971.

Desde então, muita pesquisa foi conduzida. No entanto, devido à lenta taxa de degradação do PLA, suas aplicações médicas foram limitadas principalmente à fixação óssea. Copolímeros com PGA ou poli(ε-caprolactona) (PCL) foram sintetizados com o objetivo de aumentar a taxa de degradação reduzindo sua cristalinidade.

Tem-se que os polímeros naturais, biopolímeros e polímeros sintéticos com base em recursos renováveis, constituem materiais bastante importantes para pesquisas científicas. Estes materiais biológicos apresentam um menor custo e melhor desempenho e irão gradualmente substituir os polímeros à base de óleo comumente usados hoje em dia. O PLA é destaque entre os bioplásticos com a melhor disponibilidade e estrutura de custos mais atraente.

O PLA é um material termoplástico com rigidez e clareza semelhante ao poliestireno (PS) ou poli(tereftalato de etileno) (PET). Constituem exemplos do uso do PLA: embalagens rígidas, embalagens flexíveis de filmes, copos de bebidas frias, talheres, vestuário, fibras descontínuas, garrafas, produtos moldados por injeção e revestimento por extrusão.

O PLA pode ser produzido por polimerização por condensação diretamente a partir do seu ácido láctico básico, que é derivado da fermentação de açúcares de fontes de carboidratos como milho, cana e tapioca.

A maioria das rotas comerciais, no entanto, utiliza conversão mais eficiente de lactídeo usando o dímero cíclico de ácido láctico. O PLA é formado via polimerização de abertura de anel (ROP), catalisada por um catalisador à base de Sn (II) em vez de policondensação. Ambos os conceitos de polimerização dependem de ácido láctico concentrado de polímero de excelente qualidade para a produção de polímeros de alto peso molecular. Na Figura 2 é mostrada a reação de policondensação do ácido láctico.



Figura 2. Policondensação do ácido láctico.

Destaca-se que a purificação do ácido láctico produzido por bactérias industriais é bastante importante uma vez que o ácido láctico bruto contém muitas impurezas, tais como: ácidos, álcoois, ésteres, metais, vestígios de açúcares e nutrientes.

O monômero de lactídeo para o PLA é obtido a partir de despolimerização de cadeias curtas de PLA sob pressão reduzida. Este pré-polímero é produzido por desidratação e policondensação de ácido láctico sob vácuo a alta temperatura. Após a purificação, o lactídeo é usado para a produção de copolímeros de PLA e lactido por ROP, que é conduzido a granel em temperaturas acima do ponto de fusão dos lactídeos e abaixo das temperaturas que causam a degradação do PLA.

O processamento, cristalização e comportamento de degradação do PLA depende da estrutura e composição das cadeias poliméricas, em particular do L-D-isômero de ácido láctico. Esta estrutura estereoquímica do PLA pode ser modificada por copolimerização de misturas de L-lactídeo e meso-, D- ou rac-lactídeo resultantes em alto peso molecular amorfo ou polímeros semicristalinos com um ponto de fusão na faixa de 130 a 185 °C.

O homopolímero PLLA isotático, comente o L-lactídeo, é um material semicristalino com ponto mais alto, enquanto copolímeros PLA com maior teor de isômero D exibem pontos de fusão mais baixos e cristalização mais lenta.

O preço atraente e disponibilidade comercial de ácido láctico ácido eram razões importantes pelas quais o PLA se tornou o primeiro poliéster produzido a base biológica. O fator crítico de sucesso para um avanço final de todos os produtos químicos verdes e plásticos com base em materiais renováveis anualmente é a sustentabilidade econômica. Assim, a própria base do PLA, em termos de custos, é um processo de produção fermentativa de ácido láctico com eficiência, o uso de carboidratos e o uso de tecnologia de excelente purificação de forma a gerar o mínimo de subprodutos.

Agora que conhecemos sobre o PLA, é interessante frisar alguns pontos, mostrados a seguir nas considerações finais, também embasado em GROOT *et al* (2010).

5. Finalizando

Os materiais destinados a serem utilizados no interior do corpo humano têm de ser aprovado por agências reguladoras. Os requisitos mínimos incluem a não toxicidade, eficácia e esterilização.

Apesar de muitos biomateriais atualmente disponíveis atenderem a esses requisitos, a maioria deles não tem biocompatibilidade. Destaca-se que *biocompatibilidade* é a capacidade de um biomaterial para realizar com resposta (s) desejada (s) em um aplicativo de destino. Em outras palavras, não pode ser definido em termos das propriedades do material sozinho, mas é uma combinação das propriedades do material e a função para a qual se destina.

Uma variedade de materiais foram testados como dispositivos médicos, que incluem polímeros, metais, cerâmicas e seus compósitos. Esses dispositivos médicos podem ser divididos em dois grupos: biodegradável e não biodegradável.

Atualmente, não há material não degradável que não gere qualquer reação significativa quando implantado no corpo. É natural que as defesas do corpo causem rejeição ou encapsulamento de implantes permanentes.

O encapsulamento fibroso possivelmente leva a infecções bacterianas e eventualmente pode resultar em falha do implante. Assim, os polímeros biodegradáveis atraíram muito atenção, uma vez que estes materiais não requerem biocompatibilidade. Estes materiais permanecem temporariamente no corpo e desaparecem após a biodegradação. Portanto, não há necessidade de uma operação secundária para removê-los depois que o local do defeito for reparado.

Apesar dessas vantagens, os polímeros biodegradáveis não têm amplo uso clínico na prática médica atual, principalmente devido às duas principais razões. Primeira, a razão mais importante, é que a taxa de degradação deve corresponder à taxa de regeneração tecidual. Se a degradação do material é mais rápido que a regeneração do tecido, ocorrem defeitos na aplicação. Por outro lado, se a degradação é muito lenta, o material deixado para trás pode interferir na fisiologia do tecido.

O ajuste da taxa de degradação para a cura dos arredores do tecido é um dos principais desafios na concepção implantes biodegradáveis. Isto é ainda mais complicado pelo fato de que a taxa do processo de cura é dependente do paciente e as condições de dano tecidual.

Já a segunda razão é que esses materiais são degradados por substâncias que causam efeitos tóxicos no corpo. Isso é causado por biomateriais, principalmente devido ao baixo peso dos compostos que lixiviam a partir dos biomateriais para o corpo do paciente, que incluem monômeros não polimerizados, aditivos, fragmentos de iniciadores de polimerização e catalisadores.

Atualmente, esses compostos são controlados por limites de regulação. Para materiais biodegradáveis, as substâncias degradadas são constantemente liberadas no corpo e devem ser considerados os devidos cuidados subsequentes.

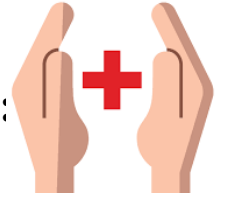
Salienta-se que os materiais biodegradáveis têm sido estudados extensivamente para aplicações médicas nas últimas quatro décadas. Existem vantagens com relação ao uso dos biomateriais não degradáveis, isso inclui a necessidade de remover implantes e fornecer materiais com biocompatibilidade.

Levando em consideração o exposto nos capítulos iniciais e agora que compreendemos sobre o ácido láctico e o PLA, apresenta-se abaixo uma proposta de Texto de Divulgação Científica destinado a professores e alunos do Ensino Médio como resultados dessa pesquisa.



Plexiglass
(Polimetacrilato
de metila)

A importância dos polímeros em nossas vidas:



O Políácido láctico - PLA



Polietileno



PLA – Cabos impressora 3D



Poliestireno

É bastante comum utilizarmos sacolas plásticas, chicletes, panelas antiaderentes, tintas e mantas no nosso cotidiano. Todos esses materiais são feitos de polímeros e se olharmos mais atentamente podemos perceber que os polímeros se fazem ainda mais presentes nesse contexto, sejam no pneu do carro, em embalagens de isopor, canos, espumas, telefones, garrafas PET e várias outras aplicações incluindo no campo medicinal.

A palavra plástico origina-se do grego *poli* (muitos) e *mero* (unidade de repetição). Polímero é uma macromolécula composta por dezenas, até mesmo dezenas de milhares, de unidades de repetição chamadas de *meros*.

A matéria prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula que vai gerar a unidade de repetição. Tem-se na Tabela 1 alguns exemplos de monômeros e polímeros, mais conhecidos.

Tabela 1. Exemplos de polímeros

Monômero	Polímero	Aplicações mais comuns	Sigla
Eteno ($\text{CH}_2\text{-CH}_2$) _n	Polietileno	Garrafas térmicas, sacolas de todo tipo.	PE
Cloreto de vinila	Poli cloreto de vinila	Tubos para encanamentos de água e esgoto	PVC
Tereftalato de etileno	Poli(tereftalato de etileno)	Garrafas PET de água mineral, suco, óleo comestível, produtos farmacêuticos,	PET

Vamos preparar um polímero?



Provavelmente você já deve ter visto ovos batidos, popularmente conhecidos como claras em neves. Quando se bate claras de ovos por vários minutos, em virtude da contínua agitação, pequenas gotas de ar ficam aprisionadas dentro do material líquido da clara. Os químicos chamam esse material de *espuma líquida*, ou seja, uma mistura na qual um gás encontra-se disperso em meio líquido. Outros exemplos são espuma de barbear e o chantilly usado em doces.

Já as *espumas sólidas* são misturas em que o gás fica disperso em um sólido, como por exemplo, pedras-pomes. Nesse material, pequenas bolhas de ar estão aprisionadas em um material sólido rochoso. Caso semelhante, agora chamadas de espumas sintéticas, são o isopor e as espumas para lavar louças, travesseiros e almofadas.

Agora, convido você a fazer uma espuma sólida, um polímero. Vamos precisar de etilenoglicol e 1,3-disocianato de para-fenileno. Cabe destacar que os isocianatos são irritantes à pele, olhos e sistemas respiratórios, realize esse experimento com auxílio do professor.

No caso de obtenção de espumas rígida, o material formado pode ser manuseado alguns minutos após o preparo. No caso de espuma flexível, é necessário esperar certo tempo para secar o material antes de manuseá-la.



Acrescente 2 mL de cada reagente em um copo plástico pequeno, em seguida agite com palito e espere até observar a formação de uma espuma, como indicado na figura ao lado.

Figura 1 – Formação da espuma sólida

O poli (ácido láctico) - PLA

Até os dias de hoje, as pesquisas em polímeros são bastante importantes para a humanidade sobre tudo no campo medicinal. Tem-se que polímeros naturais e os biopolímeros com base em recursos renováveis, constituem materiais importantes para pesquisas científicas.

Estes materiais biológicos apresentam um menor custo e melhor desempenho e irão gradualmente substituir os polímeros à base de matérias primas à base de plástico, usados nos dias de hoje. O poli (ácido láctico), abreviado como PLA, é destaque entre os bioplásticos com a melhor disponibilidade e estrutura de custos mais atraente.

A molécula de ácido láctico tem uma hidroxila e um grupo funcional, ácido carboxílico, como mostrado na Figura 2 abaixo.

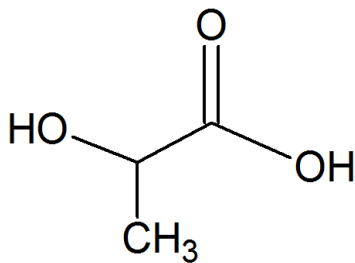


Figura 2 – Fórmula estrutural do ácido láctico.

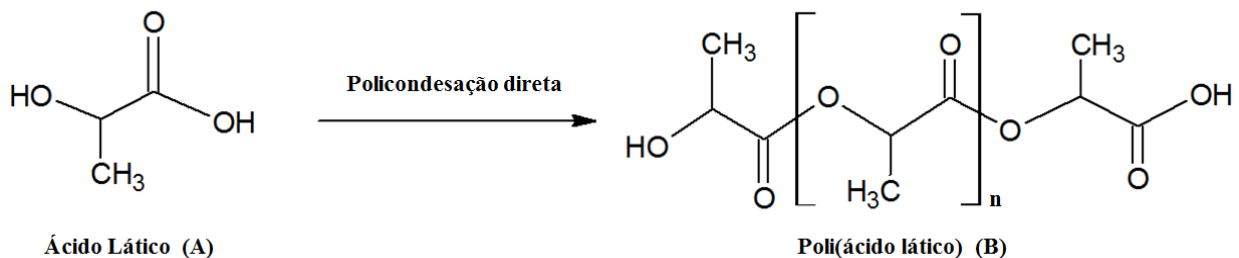


Figura 3 – Policondensação do ácido láctico

A Figura 3 mostra a reação de polimerização do ácido láctico. Nela podemos observar o monômero (3 A) e a presença do mero (3 B), isto é, a unidade que se repete indicada entre colchetes.

O ácido láctico está naturalmente presente em muitos alimentos. É formado por fermentação natural em produtos como queijo, iogurte, molho de soja, massas fermentadas, produtos de carne e legumes em conserva.

Pode ser usado em carne, aves e peixes na forma de lactato de sódio ou potássio para prolongar a vida útil, controlar bactérias patogênicas (melhorar a segurança alimentar), melhorar e proteger o sabor da carne, melhorar a capacidade de ligação da água e reduzir o sódio.

O PLA pode ser produzido por polimerização por condensação diretamente a partir do ácido láctico que pode ser obtido pela fermentação de açúcares presentes em alimentos como milho, cana e tapioca.

O PLA tem sido usado com sucesso por muitos implantes médicos e é aprovado por agências reguladoras em muitos países. É um material termoplástico com rigidez e clareza semelhante ao poliestireno (PS) ou poli (tereftalato de etileno) (PET). Constituem exemplos do uso do PLA: embalagens rígidas, embalagens flexíveis de filmes, copos de bebidas frias, talheres, vestuário, garrafas, etc.

As fixações metálicas no corpo humano têm várias desvantagens, dentre elas podemos citar a cirurgia secundária necessária para remoção dos materiais depois da reunião dos ossos fraturados. Esse procedimento pode levar à refratura e ao enfraquecimento temporário do osso. Adicionalmente, a presença de peças metálicas no organismo pode levar ao surgimento de osteoporose, corrosão do metal, interferir em exames de radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética.

Uma vez que os materiais para fixação óssea exigem alta resistência, semelhante à do osso, o PLA tem uma grande aplicação neste campo, considerando ainda que se degrada lentamente no corpo. Abaixo são mostrados alguns materiais usados em implantes.



Figura 4 - Parafusos, hastes e miniplacas à base de PLA.

Vimos que o PLA é um material termoplástico. Vamos compreender um pouco mais sobre essa propriedade?

Aqui foram utilizados um cano PVC e uma colher de plásticos. Se colocarmos esses materiais próximos a uma chama, podemos observar que eles amolecem, conforme mostrado na imagem ao lado.

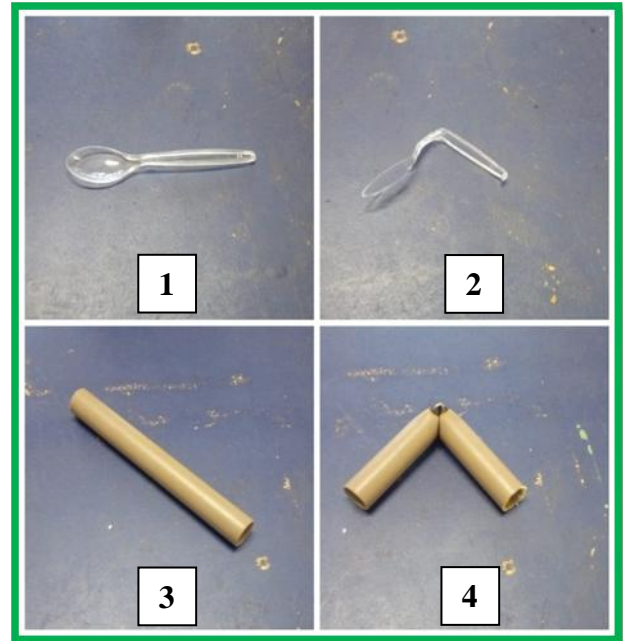


Figura 5 – Materiais termoplásticos

Como já mencionado, o cano de PVC utiliza em sua fabricação o policloreto de vinila e é um polímero formado por longas cadeias de vários tamanhos. O amolecimento mostrado na imagem acima é explicado pelo deslizamento das cadeias uma sobre as outras.

Em contra partida temos os cabos de panela, que são confeccionados com uma resina termorrígida. Neste caso, trata-se de um polímero com cadeias que estão interligadas por ligações químicas cruzadas e mesmo com o aumento da temperatura essas cadeias permanecem na mesma posição, o que evita o amolecimento dos cabos de panelas.

Referências

1. Corbion Purac. Lactic Acid safe & natural. Disponível em: <http://www.lactic-acid.com/lactic_acid_in_non-food.html>. Acesso em: 19 de set. de 2018.
2. GROOT, W.; et al. Poly-lactic acid: Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications. Auras R. A., et al. (eds.). New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
3. <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/classificacao-dos-polimeros-sinteticos.html>.
4. <http://biofabris.com.br/pt/pla-o-plastico-utilizado-para-impressoes-3d/>

REFERÊNCIAS

BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: Ilza Maria Tourinho Girardi; Reges Toni Schwaab. (Org.). Jornalismo ambiental: desafios e reflexões. Porto Alegre: Dom Quixote, 2008, p. 105-118.

BUENO, W. C. Jornalismo Científico: Conceitos e Funções. *Ciência e Cultura*, 37(9), Setembro de 1985.

CANEVAROLO Jr., S. V. - *Ciência dos Polímeros*. São Paulo. Artiliber editora, (2002).

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*, edição especial, p. 29-33, março de 2009.

Corbion Purac. Lactic Acid safe & natural. Disponível em: <http://www.lactic-acid.com/lactic_acid_in_non-food.html>. Acesso em: 19 de set. de 2018.

GOMES, V. B. Divulgação científica na formação inicial de professores de Química. 2012. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília – DF.

GOMES, M.C., DA POIAN, A.T.; GOLDBACH, T. Revistas de Divulgação Científica no Ensino de Ciências e Biologia: contribuições e limitações de seu uso. In: Anais do III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (ENECIENCIAS), Niterói: UFF, 2012.

GROOT, W.; et al. *Poly-lactic acid: Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications*. Auras R. A., et al. (eds.). New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

TERRAZZAN, E. A., GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, 2003.