

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

MARIANA DA SILVA ALVES

ENSINO DE POLÍMEROS NAS ESCOLAS

RIO DE JANEIRO

2017

MARIANA DA SILVA ALVES

ENSINO DE POLÍMEROS NAS ESCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Química

ORIENTADOR: PROF. DR. JOAQUIM FERNANDO MENDES DA SILVA

RIO DE JANEIRO

2017

ENSINO DE POLÍMEROS NAS ESCOLAS

MARIANA DA SILVA ALVES

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora, como requisito para conclusão do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Aprovada por:

PROF. DR. JOAQUIM FERNANDO MENDES DA SILVA (IQ-UFRJ)

PROF. DR. MARCO ANTÔNIO CHAER DO NASCIMENTO (IQ-UFRJ)

PROF^a. DR^a MARIA INÊS BRUNO TAVARES (IMA-UFRJ)

Rio de Janeiro
2017

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por ter me sustentado em cada momento, por ter me proporcionado bons momentos e ter me pego no colo naqueles difíceis. Agradecer aos meus pais Gerson Alves e Ana Cláudia da Silva Alves, pois sem eles eu não estaria aqui, agradecer meu irmão Arthur da Silva Alves, minha avó Ilma Nunes e toda minha família por acreditar em mim.

Quero agradecer ao professor Joaquim Fernando Mendes da Silva, por ter aceito me orientar mesmo com minhas inúmeras dúvidas e mudanças de tema.

Aos tutores Thiago Crispim e Ricardo Stutz, pelo grande apoio de me ajudar a realizar esse sonho e que ao longo dessa caminhada se tomaram grandes amigos, aos amigos que fiz ao longo do curso, Débora Pereira, Victor Rodrigues, Marcelo Ennes, Luiz Antônio, José Casais, entre outros, e também à aqueles amigos que fiz, e que foram aos poucos deixando a Química, posso dizer que todos vocês contribuíram muito para minha formação acadêmica e pessoal, muitas vezes não me deixaram desistir quando tropecei em um obstáculo.

“Existe um tempo certo para cada coisa, momento oportuno para cada propósito debaixo do Sol:
tempo de nascer, tempo de morrer; tempo de plantar, tempo de colher.” (Bíblia Sagrada –
Eclesiastes 3; 1,2)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar o quadro atual do ensino de Polímeros no Ensino Médio, bem como propor uma sequência de atividades didáticas sobre o tema, que é pouco discutido em sala de aula devido, principalmente, à falta de tempo no ano letivo, já que sua apresentação é prevista, no Currículo Básico de Química do Estado do Rio de Janeiro, no 4º bimestre do 3º ano.

Seguindo as teorias de Paulo Freire, Vygotsky e Bachelard, discutimos como podemos, enquanto professores, ensinar a Química de forma a despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, e, sobretudo, desmistificando a Química como algo abstrato e complexo na visão dos alunos. Objetivamos, ainda, trabalhar o conteúdo sobre polímeros de forma a demonstrar sua importância e uso no dia-a-dia, e não apenas sua relação com os plásticos.

Discutimos nesse trabalho, ainda, a importância do professor em relação ao processo de ensino-aprendizagem e na formação de cidadãos críticos e conscientes para participar da sociedade de forma ativa.

Palavras-chaves: Polímeros, Ensino de Polímeros, Ensino de Química.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura de Polietileno.....	23
Figura 2: Gráfico de Propriedades Mecânica X Massa Molar.....	24
Figura 3: Classificação dos Polímeros quanto à origem.....	25
Figura 4: Estrutura Polimérica com Cadeia Linear.....	27
Figura 5: Estrutura Polimérica com Cadeia Ramificada.....	28
Figura 6: Estrutura Polimérica com Arquitetura Aleatória.....	28
Figura 7: Estrutura Polimérica com Arquitetura Estrelada.....	29
Figura 8: Estrutura Polimérica com Arquitetura Pente.....	29
Figura 9: Estrutura Polimérica com Cadeia com Ligações Cruzadas.....	30
Figura 10: Encadeamento de Estrutura Polimérica: Cabeça-cauda, Cabeça- cabeça/cauda-cauda e Mista.....	31
Figura 11: Estrutura de Polimérica de Polipropileno Isotático.....	32
Figura 12: Estrutura de Polimérica de Polipropileno Sindiotático.....	32
Figura 13: Estrutura de Polimérica de Polipropileno Atático.....	33
Figura 14: Mecanismo de Reação de Polimerização por Poliadição do Polietileno.....	35
Figura 15: Mecanismo de Reação de Polimerização por Policondensação do PET.....	37
Figura 16: Conformação Polimérica em Novelos / Aleatória.....	38

Figura 17: Conformação Polimérica em Zig-zag.....	39
Figura 18: Conformação Polimérica em Hélice.....	39
Figura 19: Polímeros Utilizados no Cotidiano.....	43

ÍNDICE DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Perfis dos Entrevistados.....	52
Tabela 2: Opinião dos entrevistados sobre o conhecimento de materiais poliméricos.....	54
Tabela 3: Opinião dos entrevistados sobre o uso apenas dos livros didáticos para o ensino de química e de polímeros.....	55
Tabela 4: Opinião dos entrevistados sobre experimentação no ensino de química e de polímeros.....	55
Tabela 5: Opinião dos entrevistados sobre o uso do tema polímeros em suas aulas.....	56
Gráfico 1: Distribuição de Diferentes tipos de Massa Molar Média.....	42
Gráfico 2: Licenciados em Química e Relação com o tempo de magistério.....	52
Gráfico 3: Importância de conteúdos sobre Polímeros na formação do professor.....	53
Gráfico 4: importância do Ensino de Polímeros na Educação Básica.....	53
Gráfico 5: Formação dos entrevistados sobre a importância do Ensino de polímeros na Educação Básica.....	54

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.

a.C. – Antes de Cristo.

PVC – Policloreto de Vinila.

E.U.A – Estados Unidos da América.

PTFE – Poli(tetrafluoretileno).

PMMA – Poli(metacrilato de metila).

PET – Poli(tereftalato de Etileno).

SBR – Borracha de Estireno-Butadieno.

PEAD – Polietileno de alta densidade.

LP – Long-play.

POM – Polióxido de Metileno.

PBT – Poli(tereftalato de Butileno)

RIM – Moldagem por Injeção Reativa.

PE – Polietileno.

PS – Poliestireno.

PP – Polipropileno.

SUMÁRIO

1. ASPECTOS GERAIS.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
4. INTRODUÇÃO AOS POLÍMEROS.....	15
5. POLÍMEROS.....	23
5.1 ESTRUTURA MOLECULAR DOS POLÍMEROS.....	26
5.1.1 FORÇAS MOLECULARES EM POLÍMEROS.....	26
5.1.2 TIPOS DE CADEIAS.....	27
5.1.3 CONFIGURAÇÃO DOS POLÍMEROS.....	30
5.1.4 CONFORMAÇÃO DE CADEIAS.....	33
5.2 HOMOPOLÍMEROS E COPOLÍMEROS.....	33
5.3 REAÇÕES DE POLIMERIZAÇÃO.....	35
5.3.1 POLÍMEROS DE ADIÇÃO.....	35
5.3.2 POLÍMEROS DE CONDENSAÇÃO.....	37
5.4 CONFORMAÇÕES DOS POLÍMEROS.....	38
5.4.1 NOVELO / ALEATÓRIO.....	38
5.4.2 ZIG-ZAG / PLANAR.....	38
5.4.3 HELICOIDAL / HÉLICE.....	39
5.5 MASSA MOLAR.....	39
5.5.1 MASSA MOLAR NUMÉRICA MÉDIA.....	40
5.5.2 MASSA MOLAR PONDERAL MÉDIA.....	40
5.5.3 MASSA MOLAR VISCOSIMÉTRICA MÉDIA.....	41

5.5.4 MASSA MOLAR Z MÉDIA.....	41
6. APLICAÇÃO DOS POLÍMEROS NO COTIDIANO.....	42
7. ENSINO DE QUÍMICA.....	44
7.1 EDUCAÇÃO TRADICIONAL X PENSAMENTO FREIREANO.....	44
8. INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO.....	50
9. CONCLUSÃO.....	57
10. REFERÊNCIAS.....	58
11. ANEXO.....	65
11.1 QUESTIONÁRIO.....	65
11.2 GRADE CURRICULAR – UERJ.....	67
11.3 GRADE CURRICULAR – UFF.....	68
11.4 GRADE CURRICULAR – UENF.....	69
11.5 PROPOSTA DE AULA.....	70
AULA 1.....	70
AULA 2.....	72
AULA 3.....	74
AULA 4.....	76

1. ASPECTOS GERAIS

O ensino de química nas escolas vem se tornando cada vez menos interessante para os alunos, visto que os professores, na maioria das vezes, apenas apresentam o conteúdo proposto pelo livro didático e o conteúdo em si, sem o relacionar com o cotidiano dos alunos, o que torna a aula cada vez menos agradável, maçante e sem interesse por parte dos alunos, pois essa metodologia se aproxima da educação tradicional, onde o professor é o detentor de todo conhecimento e os alunos são obrigados a decorar fórmulas, nomenclaturas, equações, sem ser cativado a pensar sobre o assunto, entender e opinar criticamente. Essa metodologia de ensino dificulta cada vez mais o ensino de Química (KRÜGER, 2013).

Tendo como base as ideias de Paulo Freire, Vygotsky e Bachelard, metodologias não-tradicionais de ensino propõem um ensino baseado no pensamento crítico, relacionado com o cotidiano do aluno, permitindo que este verifique que os conceitos e conteúdos químicos estão de fato presentes em seu cotidiano a cada momento, e ainda contando com o desenvolvimento de experimentação em sala de aula para despertar o interesse dos alunos pela química.

O conhecimento de polímeros no ensino de química tem sido cada vez mais raro nas escolas, pois pelo Currículo Básico de química ele só deve ser aplicado no final do terceiro ano do Ensino Médio. Com isso, o ensino de polímeros fica em segundo plano. Contudo, este é um conteúdo de extrema importância para o aluno, pois se deveria demover a ideia de que polímeros só estão relacionados com plásticos e mostrar realmente a importância e o uso dos polímeros em nosso cotidiano, e com isso formar cidadãos mais críticos e responsáveis na sociedade. (PIATTI; RODRIGUES, 2005)

Com o auxílio de uma enquete oferecida para os professores, observou-se que os mesmos acham que tema polímeros é de extrema importância e também que a oferta de um curso/disciplina sobre o tema na formação dos professores seria de grande importância, pois muitos não trabalham o tema porque não tiveram essa disciplina em sua formação.

Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação e a introdução das mesmas no nosso dia-a-dia, o tema polímeros pode ser mais facilmente abordado, visto a sua importância para o desenvolvimento tecnológico da sociedade em que vivemos. (PIATTI; RODRIGUES, 2005)

2. OBJETIVO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo discutir o ensino do tema polímeros e sua importância, revendo conceitos sobre os mesmos e os métodos pedagógicos que podem ser utilizados em sala de aula para despertar o interesse dos alunos pela química e para a formação de um cidadão crítico e participativo na sociedade na qual está inserido.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Analisando a bibliografia disponível sobre o ensino do tema polímeros na Educação Básica, foram encontrados dois estudos que se relacionam com o tema deste trabalho. Observa-se no artigo “O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação” (PONTES, 2008) que a motivação do processo de ensino-aprendizagem vai depender da forma como o professor faz essa abordagem em sala de aula, sendo que o uso de experimentação e da relação da química com o cotidiano do aluno vão colaborar para despertar o interesse dos mesmos, mantendo uma relação de construção do conhecimento junto ao professor, modificando, assim, a forma de olhar a química como uma disciplina abstrata, muito difícil e desmotivadora, baseada apenas na memorização de conteúdos e de fórmulas sem importância, para então fazê-los pensar criticamente, analisando e sabendo lidar de forma mais consciente com situações corriqueiras.

Ainda analisando a literatura, a dissertação “Contextualização no Ensino de Química: idéias e proposições de um grupo de professores” (SILVA, 2007) indica que o conhecimento científico trabalhado nas escolas deve acompanhar o avanço da sociedade moderna, pois os materiais tecnológicos estão sempre presentes na vida dos alunos e os mesmos devem saber lidar com eles, especialmente em

relação às questões sócio-ambientais relacionadas com esse avanço, e é dessa forma que pode ser introduzido em sala de aula o conhecimento sobre polímeros, os quais estão intimamente ligados a novas tecnologias. Essa contextualização entre ciência e tecnologia se faz muito importante para mostrar ao aluno como a ciência se faz presente no dia-a-dia e como esse conhecimento pode interferir na sociedade.

Observa-se ainda no artigo “Modelos de ensino contextualizado do conceito de polímeros, usados por professores de Química no ensino médio e nos livros didáticos” (CASTRO, 2008) que o interesse dos professores em aplicar e relacionar o tema polímeros em sala de aula é grande. Entretanto, eles esbarram na dificuldade de trabalhar a interdisciplinaridade com outros professores e também resistência da instituição de ensino. Outra dificuldade encontrada pelos professores é a forma como é tratado esse tema nos livros didáticos utilizados, pois estes geralmente abordam o impacto ambiental causado pelo seu descarte na natureza e a sua reciclagem, enquanto outros fazem apenas uma revisão sobre o conteúdo, relacionando-os somente a materiais plásticos.

4. INTRODUÇÃO AOS POLÍMEROS

Desde a antiguidade já havia o uso de polímeros naturais. As sínteses poliméricas só começaram a evoluir a partir do início do século XX, permitindo assim a síntese a partir de seus meros. A partir disso, houve um grande avanço científico na área dos polímeros, a fim de que esses plásticos pudessem substituir matérias-primas mais pesadas e caras, como a madeira e o vidro, o que propiciou o desenvolvimento de plásticos e borrachas mais sofisticados e úteis (HAGE JR., 1998).

Apresentaremos, agora, um breve histórico do tema polímeros:

1000 a.C. – Os chineses descobrem um verniz extraído da árvore *Rhus vernicflua*, utilizando-o como revestimento de impermeabilização, tendo sido utilizado até 1950.

79 a.C. – Foi descoberto o **âmbar**, uma resina termoplástica proveniente de árvores fossilizadas.

0 a.C – Foi descoberto o **Chifre**, material conformável, termoplástico, utilizado na época para confecção de botões com algum ligante.

800 - Surgimento da **gutta-percha**, uma resina natural presente na casca de árvores da Malasia.

1550 - Primeira menção à **borracha natural** feita por Valdes, após uma expedição à Central América.

1650 - John Tradescant introduz o uso da gutta-percha no Ocidente. Esse material foi usado para fabricar desde mangueiras de jardim até móveis, tendo sido substituído como revestimento de cabos submarinos na década de 1940.

1770 - Priestley atribuiu o nome de *rubber* à borracha, uma vez que ela consegue remover marcas em um papel (em inglês, "to rub" significa raspar, rasurar).

1820 - Thomas Hancock (Inglaterra) descobre que a borracha vigorosamente plastificada se torna plástica e capaz de fluir.

1835 - Regnault relata a produção, até então inédita, de **cloreto de vinila**, monômero do P.V.C.

1838 - Descoberta do **nitrito de celulose**.

1839 - Charles Goodyear (E.U.A.) descobre a **vulcanização**, processo que consiste na adição de enxofre à borracha natural, tornando-a mais forte e resiliente, o que viabilizou seu uso como importante material de engenharia. Descoberta, em laboratório, do **poliestireno**.

1840 - Alexander Parkes (Inglaterra) desenvolve a *Parkesina*, uma resina moldável a base de **nitrito de celulose**, material extremamente inflamável.

1845 – Robert William Thompson inventa o pneu de borracha.

1851 - Nelson Goodyear patenteia e comercializa a **ebonite**, material produzido pela vulcanização da borracha usando excesso de enxofre. É uma resina dura, escura e brilhante utilizada na fabricação de bolas de boliche e placas para uso dentário, neste caso com cor rosada. O surgimento deste material é um marco fundamental

na história dos polímeros, pois foi o primeiro material termofixo usado comercialmente e também envolveu a modificação de um polímero natural.

1859 - Butlerov descreve os polímeros a base de formaldeído.

1865 - Descoberta do acetato de celulose.

1870 - Os irmãos Hyatt patenteiam o uso do nitrato de celulose e cânfora, obtendo-se um material semelhante ao chifre, o **celulóide**.

1872 - Adolph Bayer, da Alemanha, registra reações entre fenóis e aldeídos, gerando substâncias resinosas.

1884 - Bernigaud produz fibras a partir da celulose, que posteriormente receberiam o nome de **rayon**.

1887 - Goodwin inventa o filme fotográfico de celulóide e seu processo de fabricação.

1892 - Primeira síntese do **celofane**, um filme transparente produzido a partir da regeneração da **viscose**.

1897 - Adolph Spitteler, da Bavária (Alemanha), descobre e patenteia resinas a base de caseína, tendo nome comercial de **galatita**.

1899 - Arthur Smith, da Inglaterra, patenteia resinas de fenol-formaldeído, que substituem a ebonite como isolador elétrico.

1900 - Descoberta do **silicone** por Frederic Stanley Kipping.

1909 - Leo Baekeland, dos E.U.A., patenteia a **Baquelite**, a primeira resina termofixa a substituir materiais tradicionais como madeira, marfim e ebonite.

Hermann Staudinger inicia o desenvolvimento da borracha sintética (**isopreno**).

1912 - Ostromislensky, na Rússia, patenteia um processo de polimerização do cloreto de vinila, obtendo-se **PVC**. Entretanto, o processo era inviável para o desenvolvimento comercial. Fritz Klatte patenteia um método para a produção de seu monômero, cloreto de vinila.

1919 - Introdução comercial do **acetato de celulose**.

1920 - A década de 1920 marca o início de uma "era de ouro" nas descobertas sobre síntese de polímeros. É quando Hermann Staudinger, da Alemanha, propõe a idéia de Macromoléculas e se envolve na pesquisa fundamental sobre os mecanismos de polimerização de moléculas orgânicas.

1921 - O **rayon** começa a ser produzido comercialmente.

1922 – Hermann Staudinger, da Alemanha, sintetiza a borracha.

1924 – São obtidas as fibras de acetato de celulose.

1926 - Hermann Staudinger inicia o trabalho que provará que os polímeros são constituídos de moléculas em forma de longas cadeias formadas a partir de moléculas menores por polimerização. Kurt Meyer & Herman Mark usam raios X para examinar a estrutura interna da celulose e outros polímeros, fornecendo evidência suficiente da estrutura multiunitária de algumas moléculas.

1927 - A descoberta de plastificantes adequados para o acetato de celulose viabiliza esse material como alternativa para o celulóide, que é bem mais inflamável. Aparece o PVC. W. Semon, da B.F. Goodrich (E.U.A.), descobre como plastificar facilmente o PVC. Otto Rohm, na Alemanha, desenvolve o **poli(metilmetacrilato)** e inicia sua produção, em escala limitada, em Darmstadt.

1928 - Início da produção de PVC nos E.U.A.

1929 - A Dunlop Rubber Co., da Inglaterra, produz, pela primeira vez, a espuma de borracha. Surge a borracha sintética de polisulfeto (**Thyokol**) e resinas a base de uréia-formaldeído.

1930 - BASF/I.G. Farben (Alemanha) desenvolve o **poliestireno**. W.L. Semon, da B.F. Goodrich (E.U.A.) modificou o P.V.C. de forma a melhorar sua transformação e aumentar seu potencial comercial.

1931 - J.A.Hansbeke desenvolve o **neoprene**. A Imperial Chemical Industries - I.C.I. (Inglaterra) desenvolve o polietileno, quase por acidente. Surge o neoprene, outro tipo de borracha sintética. A empresa Fórmica patenteia o material homônimo (núcleo de papel fenólico revestido superficialmente de uréia-formaldeído), iniciando um negócio de enorme sucesso. Início da produção do P.V.C. na Alemanha.

1932 - Aperfeiçoamentos em compostos de uréia-tiouréia-formaldeído na British Cyanides Co. gerou a produção de resinas de **uréia-formaldeído**. Desenvolvimento da **Buna N** (acrilonitrila-butadieno) e **Buna S** (estireno-butadieno) na Alemanha. Início da produção comercial de neoprene nos E.U.A., pela Du Pont.

1933 - Descoberta do processo de polimerização do processo de polimerização em alta pressão do polietileno. Pesquisadores da I.C.I. iniciam o desenvolvimento do poli(metil metacrilato) - PMMA, que seria mais tarde comercializado com os nomes comerciais de **lucite**, **plexiglas**, **acrílico**, etc. Produção dos primeiros artigos de poliestireno moldados por injeção.

1934 – Wallace Hume Carothers, da Du Pont (E.U.A) desenvolve o nylon, originalmente na forma de fibra.

1935 - Carothers e Du Pont patenteiam o nylon.

1936 - A I.C.I. patenteia a polimerização do polietileno a partir do etileno. Uso do PVA, poli(acetato de vinila), e do poli(vinilbutiral) em vidros laminados de segurança. Iniciada a produção em larga escala de poliestireno na Alemanha.

1937 - Otto Bayer começa o desenvolvimento dos **poliuretanos** na I.G. Farben. A Alemanha começa a produção comercial de borrachas sintéticas, **estireno-butadieno (Buna S)** e **butadieno-acrilonitrila (Buna N)**. Inicia-se a produção de poliestireno nos E.U.A.

1938 - Roy Plunkett (Du Pont) descobre acidentalmente o **teflon** ou PTFE - poli(tetrafluoretileno). Surgem fibras de nylon 66, fabricadas nos E.U.A. pela Du Pont. Iniciada a produção comercial de melanina.

1939 - A I.C.I., da Inglaterra, patenteia o processo de cloração do polietileno. A mesma empresa inicia a produção comercial de polietileno de baixa densidade. Iniciada a produção de resinas de melamina-formaldeído e poli(cloreto de vinilideno). Iniciada a produção industrial de PVC nos E.U.A. Mangueiras de gasolina feitas de neoprene, fornecido pela Du Pont, tornam-se comum nos E.U.A.

1940 - Resinas de acrílico (PMMA) começam a ser largamente usadas em janelas de aviões. Produção de borracha butílica nos E.U.A. Início da produção de PVC na Inglaterra.

1941 – Começa a produção de poliuretanos na Alemanha. J.R. Whinfield e J.T. Dickson conseguem produzir fibras de **PET**, sendo lançado com o nome comercial de **Terylene**.

1942 - Alemanha: desenvolvimento de silicões e resinas a base de fluorcarbono. E.U.A.: borrachas de estireno-butadieno (SBR). A Becton Dickinson Co. desenvolve a primeira embalagem "blister" termoformada.

1943 - Começam os estudos sobre o uso de fibras de vidro como agentes de reforço para resinas plásticas. Primeiros usos industriais do poliuretano. Introdução do poliisopreno nos E.U.A.

1946 - Earl S. Tupper começa a produzir copos de polietileno, dando início à famosa Tupperware Co.

1947 - Surgimento das resinas epóxi.

1948 - Surgimento dos polímeros ABS e fibras de acrílico.

1950 - Surgimento das fibras de poliéster. Início da produção de PTFE (Teflon) em larga escala pela Du Pont. Introdução o polietileno clorossulfonado e fibras de acrílico no mercado americano.

1951 - Desenvolvimento do processo para produção de espuma de poliestireno, material mais conhecido pelo nome comercial de **isopor**.

1952 - Iniciada a produção de discos LP (long-play) e compactos feitos de PVC. A Du Pont inicia a comercialização de filmes de PET orientados.

1953 - Iniciada a produção do PEAD - polietileno de alta densidade, sob a marca comercial **Polithene**, da Du Pont. Karl Ziegler (Alemanha) desenvolve catalisadores de íons metálicos para promover a polimerização regular do polietileno. Giulio Natta (Itália) desenvolve catalisadores de íons metálicos para a produção de polímeros isotáticos, tais como o polipropileno. Ambos receberam um Prêmio Nobel em 1963 pelo feito. Hermann Staudinger recebe o Prêmio Nobel de Química pelo seu estudo sobre os polímeros. Desenvolvimento do **policarbonato** por Hermann Schnell. A G.M., em associação com a Morrison Molded Fiberglass Products Co., produz

experimentalmente 300 automóveis *Corvette* com carroceria totalmente feita em poliéster termofixo reforçado com fibra de vidro.

1954 - Desenvolvimento de espumas de poliuretano nos E.U.A.

1955 - Produção comercial de PEAD através dos processos Phillips (catalisadores de óxido de metal) e Ziegler (catalisadores de alquila de alumina). Consegue-se a polimerização do **poliisopreno**, a porção sintética da borracha natural, pelo processo de Ziegler-Natta.

1956 - Surgimento dos poliacetais (polioximetileno).

1958 - Surgimento da primeira embalagem comercial de PEAD moldada por sopro nos E.U.A.

1959 - Iniciada a produção de **acetais** (POM) nos E.U.A. Início da produção de fibras de carbono.

1960 - Surgimento da borracha de **etileno-propileno** e das fibras *spandex*.

1963 - Ziegler e Natta recebem o Prêmio Nobel de Química pelos seus estudos sobre catalisadores para a síntese de polímeros.

1965 - Surgem os **poliésteres aromáticos** e os **ionômeros**. Surgem os copolímeros em bloco de **estireno-butadieno**, dando origem aos **elastômeros termoplásticos**. Desenvolvimento do **Kevlar**, fibra de alta resistência, por Stephanie Kwolek.

1966 - Introdução de fibras óticas feitas de polímero.

1970 - A Coca-Cola inicia testes de mercado usando garrafas de plástico transparentes. Tratava-se da primeira garrafa plástica do mundo para acondicionar bebidas carbonatadas, feita de **metacrilonitrila/estireno - AN**. Este, sem dúvida, é um marco histórico dos mais importantes na história do plástico, quando se considera o enorme impacto que a garrafa de plástico teve no mercado de refrigerantes, substituindo totalmente as garrafas de vidro no final da década de 1970 nos E.U.A. e no final da década de 1990 no Brasil. A Hoechst lança o **poli(tereftalato de butileno) - PBT** na Alemanha. As primeiras garrafas plásticas para óleos comestíveis nos E.U.A. são feitas de PVC.

1972 - A Toyo Seikan, no Japão, desenvolve uma garrafa multicamada feita de **polipropileno** e **poli(álcool etilenovinil)** para aplicações envolvendo produtos alimentícios.

1973 - A produção mundial de plásticos supera a de aço, tomando como base o volume de material fabricado.

1974 - Cresce o interesse pela reciclagem de plásticos, após um grande choque na indústria Petroquímica, depois de 1974 esse insumo passa a ser comprado pelos interessados.

1976 - São lançados no mercado utensílios de plástico para uso em fornos de micro-ondas. As primeiras garrafas de PET para refrigerantes são produzidas em escala comercial pela Amoco para a Pepsi-Cola.

1970 – 1980 - Outros desenvolvimentos no período: **polibuteno isotático**, **poli(tereftalato de butila)**, elastômeros termoplásticos baseados em **copoliésteres**, **poli(sulfeto de fenileno)**, borracha de **polinorboreneno**, **poliarilatos**, **polifosfazenos**, lentes de contato flexíveis, moldagem por injeção reativa (RIM), garrafas para bebidas feitas de PET, espumas estruturais, **poliétersulfona**, polimerização em fase gasosa (Unipol), **poliarilatos**, sacos de supermercado feitos de PEAD.

1980 - Inicia-se o uso intensivo de esterilização através de radioatividade, abrindo um novo mercado para o uso dos plásticos na medicina.

1983 - A I.C.I. e a Bayer lançam o **PEED**, **PES** e **PPS** como novos termoplásticos de engenharia. A crescente popularização dos fornos de micro-ondas promove o desenvolvimento das primeiras embalagens próprias para cozimento neste tipo de forno.

1990 - Começa a era dos plásticos biodegradáveis: a Warner Lambert desenvolve o **Novon**, resina a base de amido; a I.C.I. lança do **Biopol**. A Eastman Chemical Co. e a Goddyear conseguem reciclar com sucesso garrafas de PET pós-consumo, transformando o polímero em monômero puro.

1995 - Lançados as primeiras resinas polimerizadas usando-se os catalisadores de **metaloceno**.

2000 – Início de novas tendências no desenvolvimento de polímeros. Começa a reciclagem em larga escala de garrafas de poliéster e PEAD.

A ênfase atual está na formulação de polímeros já existentes de forma a se obter materiais com propriedades otimizadas.

A preocupação com a reciclagem dos polímeros torna-se assunto de máxima importância, uma vez que seu desenvolvimento e uso serão inviáveis caso esse problema não seja adequadamente resolvido.

5. POLÍMEROS

A palavra **polímeros** se origina do grego *poli* (muitos) e *meros* (unidade de repetição), que foi criada por **Berzelius** em 1832. Assim os polímeros são longas moléculas constituídas por muitas unidades repetidas, ligadas covalentemente entre si, chamadas de macromoléculas. (MANO; MENDES, 1999)

As moléculas, ao se encadearem aos milhares, assumem propriedades bem diferentes e próprias de um longo encadeamento. Essas propriedades decorrem de interações intra e intermoleculares.

O que dá origem aos meros são os monômeros, molécula com uma unidade de repetição, susceptíveis a reagir para formar polímeros. (MANO; MENDES, 1999)

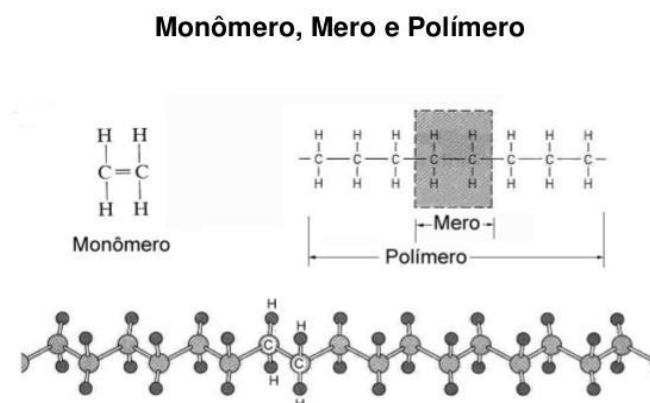


Figura 1: Estrutura de Polietileno

Muitas propriedades mecânicas e físicas dos polímeros devem-se à sua alta massa molar e complexidade da cadeia polimérica. (VANKREVELEN, 1990)

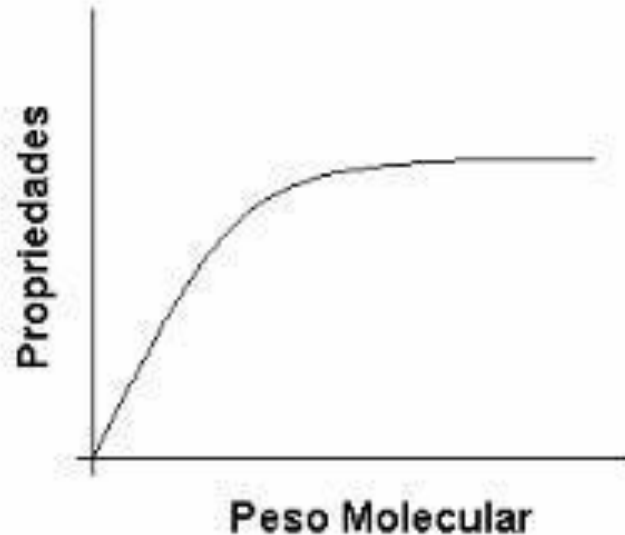


Figura 2: Gráfico e Propriedades Mecânicas X Massa Molar

Fonte: Introdução à Polímeros, Mano; Mendes – 1999

Nem todo composto gera um polímero. Para que ocorra uma reação de polimerização, é necessário que os monômeros se liguem entre si e para isso devem apresentar funcionalidade igual a 2, isto é, ter dois centros suscetíveis a permitir o crescimento da cadeia. A bifuncionalidade de um monômero pode ser obtida por meio de grupos funcionais reativos ou por duplas ligações reativas. (SPERLING, 1992)

- Classificação dos Polímeros quanto à Origem

Os polímeros podem ser classificados quanto à sua origem em polímeros naturais e em polímeros sintéticos, dentre os naturais podemos destacar a celulose, o amido e a borracha natural entre outros, já quanto aos polímeros sintéticos podemos destacar o Nylon, o polietileno, o PVC (policloreto de vinila), entre outros. (CANEVAROLO, 2002)

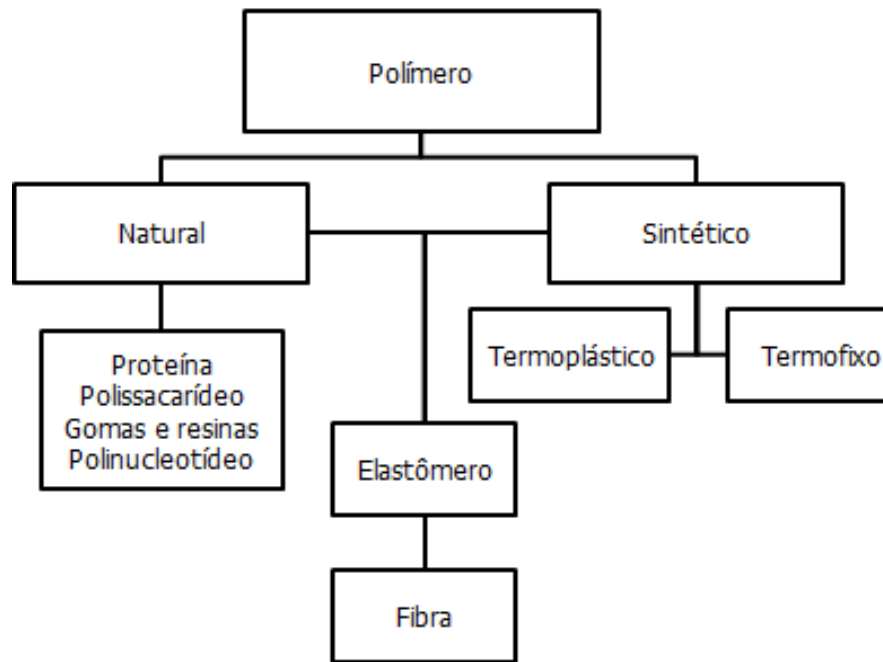


Figura 3: Classificação dos Polímeros quanto a Origem.

Fonte: Site Vitrine de Polímeros, 2013; Acessado em 04/08/2017

Ainda quanto à classificação, os polímeros sintéticos se dividem em dois importantes grupos, os termoplásticos e os termorrígidos (termofixos). (CANEVAROLO, 2002)

Polímeros termoplásticos são polímeros com a capacidade de amolecer e fluir quando sujeitos à um aumento de temperatura e de pressão, podendo assim ser remoldados e solidificados novamente em produto final com uma forma pré-definida. Assim, os polímeros termoplásticos são classificados como fusíveis, solúveis e recicláveis. Como exemplo pode-se citar: polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP), entre outros. (CANEVAROLO, 2002)

Já os polímeros termorrígidos são aqueles classificados como infusíveis e insolúveis. Amolecem apenas uma única vez, sofrem o processo de cura no qual ocorre a formação de ligações cruzadas, que é um processo químico irreversível, tornando-se polímeros rígidos. Os polímeros obtidos a partir desse processo, mesmo com aquecimento e elevação da pressão, não se tornam fluidos e nem amolecem, podendo apenas se degradar. Como exemplo, cita-se a Baquelite e a resina epóxi, entre outros. (AKCELRUD, 2007)

5.1. ESTRUTURA MOLECULAR DOS POLÍMEROS.

5.1.1 Ligações em Polímeros

Polímeros são formados pela união de vários meros por ligações primárias fortes. A elas decorrem as interações intramoleculares, geralmente ligações covalentes. Em uma cadeia polimérica também há segmentos da mesma cadeia que se atraem por forças secundárias mais fracas, chamadas de forças intermoleculares. (CANEVAROLO, 2002)

Ligações Primárias ou Intramoleculares.

São ligações que conectam átomos de uma molécula entre si, são ligações fortes, e podem ser de vários tipos.

- a) Iônica
- b) Coordenada
- c) Metálica
- d) Covalente

As ligações primárias vão determinar o tipo da cadeia, o arranjo espacial mero a mero, a configuração e a estrutura, assim como as características intrínsecas à estrutura, como rigidez e flexibilidade da cadeia. (CANEVAROLO, 2002)

Ligações Secundárias ou Intermoleculares.

São ligações mais fracas que as ligações anteriores, estão presentes entre os segmentos das cadeias poliméricas, que aumentam de acordo com o aumento de grupos funcionais polares e diminuem com o afastamento dos segmentos. Estas podem ser:

- a) Forças de Van der Waals.
- b) Ligações de Hidrogênio.

As interações intermoleculares vão determinar às propriedades físicas dos polímeros, como a cristalinidade, a temperatura de fusão cristalina, solubilidade, entre outras propriedades. (CANEVAROLO, 2002)

5.1.2. Tipos de Cadeias.

O processo de polimerização pode ser regulado química e fisicamente para a obtenção de diferentes tipos de estrutura de cadeias poliméricas de variadas formas, o que influi significativamente nas propriedades dos materiais poliméricos formados. (CANEVAROLO, 2002)

a) Cadeias Lineares:

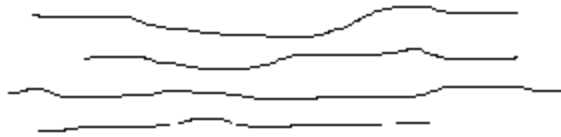


Figura 4: Estrutura Polimérica de Cadeia Linear

Fonte: Jornal de Plástico – Expoplast – CBIP – Curso Intensivo de Plástico / Acessado em 04/08/2017

Polímeros que só apresentam cadeia principal, sem nenhum tipo de ramificação ao longo de sua cadeia, são obtidos a partir de monômeros bifuncionais. Estes são unidos por forças secundárias, o que permite o deslocamento de uma cadeia sobre a outra, podendo, assim, sofrer deformações e retornar às características originais. (CANEVAROLO, 2002)

b) Cadeias Ramificadas:

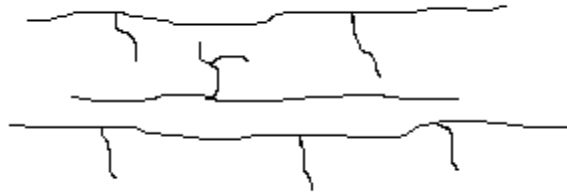


Figura 5: Estrutura Polimérica de Cadeias Ramificadas

Fonte: Jornal de Plástico – Expoplast – CBIP – Curso Intensivo de Plástico / Acessado em 04/08/2017

São cadeias que possuem ramificações longas ou curtas, formadas por cadeias lineares que possuem interações primárias umas com outras. Essas ramificações permitem o entrelaçamento das cadeias, limitando assim seus movimentos. As cadeias ramificadas podem assumir diversas arquiteturas, as quais são citadas como as principais:

- Arquitetura aleatória



Figura 6: Estrutura Polimérica com Arquitetura Aleatória

Fonte: Química de Polímeros – Estrutura Molecular de Polímeros – Carla Dalmolin

- Arquitetura Estrela



Figura 7: Estrutura Polimérica com Arquitetura de Estrela

Fonte: Química de Polímeros – Estrutura Molecular de Polímeros – Carla Dalmolin

- Arquitetura Pente



Figura 8: Estrutura Polimérica com Arquitetura de Pente

Fonte: Química de Polímeros – Estrutura Molecular de Polímeros – Carla Dalmolin

c) Ligações Cruzadas:

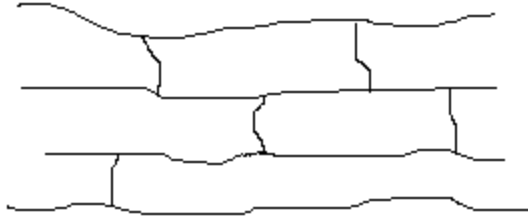


Figura 9: Estrutura Polimérica de Cadeia com Ligações Cruzadas

Fonte: Jornal de Plástico – Expoplast – CBIP – Curso Intensivo de Plástico / Acessado em 04/08/2017

São cadeias ligadas entre si por segmentos de cadeias unidas por forças primárias covalentes fortes, amarrando as cadeias umas as outras, impedindo seu deslizamento intermolecular. (CANEVAROLO, 2002)

5.1.3 Configuração dos Polímeros

A configuração das cadeias poliméricas forma-se no momento da polimerização e deve-se aos arranjos moleculares assumidos, definidos pelas ligações intramoleculares, não podendo ser alterada. (MANO; MENDES, 1999)

Tipos de encadeamento polimérico:

- Cabeça-Cauda: durante o encadeamento, o carbono cauda sempre se liga com o carbono cabeça de outro monômero.
- Cabeça-cabeça / Cauda-cauda: o crescimento da cadeia ocorre com a ponta terminal da cadeia com um carbono cabeça, aparecendo um monômero também cabeça para se ligar, ou no caso de cauda-cauda, ocorre a ligação entre os carbonos cauda.
- Misto: neste tipo de encadeamento não existe uma ordem preferencial, geralmente as ligações ocorrem aleatoriamente. (MANO; MENDES, 1999)

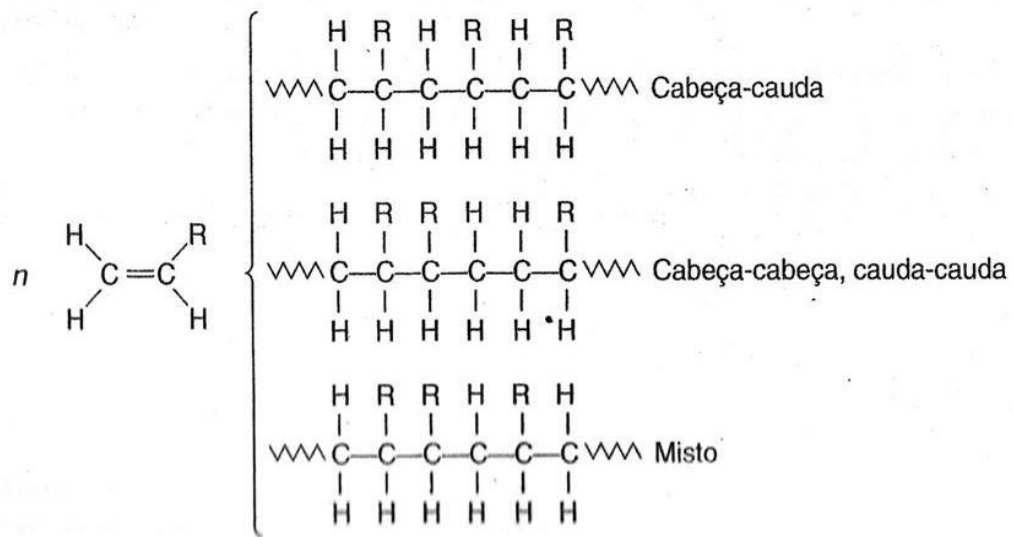


Figura 10: Encadeamento de Estrutura Polimérica: Cabeça-cauda, Cabeça-cabeça/cauda-cauda e Mista.

Fonte: Polímeros Não Bioquímicos – Luna Sala - <http://slideplayer.com.br/slide/3455021/>, acessado em 04/08/2017

Taticidade

A taticidade de uma cadeia polimérica refere-se à organização espacial da cadeia e o posicionamento em que os grupos funcionais são alocados. (MANO; MENDES, 1999)

Quanto à taticidade os polímeros são classificados em:

a) Isotático

Em polímeros isotáticos, os grupos laterais estão inseridos do mesmo lado do plano definido pela cadeia principal (MANO; MENDES, 1999).

Exemplo:

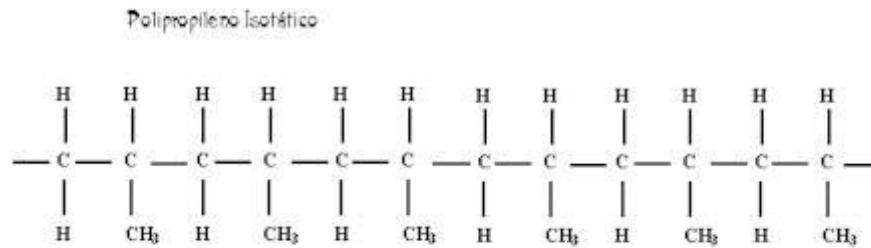


Figura 11: Estrutura de Polimérica de Polipropileno Isotático

Fonte: Conceitos sobre Polímeros – Moises Frozza – Curso de Tecnologia em Eletromecânica / UTFPR

b) Sindiotático

Em polímeros sindiotáticos observa-se uma ordenação de forma alternada com um grupo funcional que se encontra de um lado da cadeia principal e no próximo seguimento este se encontra do outro lado da cadeia principal (MANO; MENDES, 1999).

Exemplo:

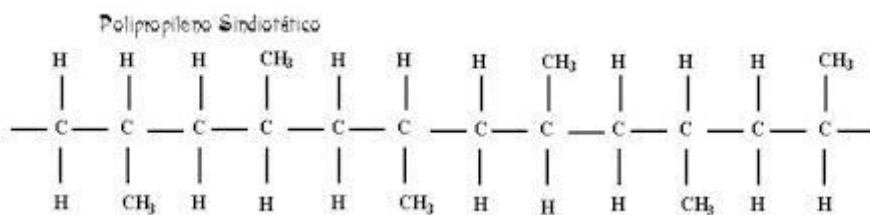


Figura 12: E Estrutura de Polimérica de Polipropileno Sindiotático

Fonte: Conceitos sobre Polímeros – Moises Frozza – Curso de Tecnologia em Eletromecânica / UTFPR

c) Atático:

No caso de polímeros atáticos observa-se não há uma ordenação específica, e sim um agrupamento aleatório (MANO; MENDES, 1999).

Exemplo:

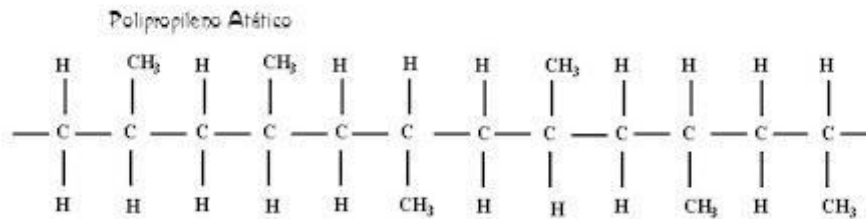


Figura 13: Estrutura de Polimérica de Polipropileno Atático

Fonte: Conceitos sobre Polímeros – Moises Frozza – Curso de Tecnologia em Eletromecânica / UTFPR

Para polímeros isotáticos e sindiotáticos há a necessidade do uso de catalisadores estereoespecíficos Ziegler-Natta ou metallocênicos, essa estereoespecificidade confere aos polímeros propriedades específicas e melhores propriedades mecânicas (MANO E MENDES, 1999).

5.1.4 Conformação de Cadeias Poliméricas

Devido à sua longa cadeia, os polímeros assumem conformações geométricas diferentes, que podem ser mudadas através de uma simples rotação das ligações C-C, respeitando os ângulos fixos da geometria tetraédrica do carbono, sendo assim reversíveis (CANEVAROLO, 2002).

5.2 Homopolímeros e Copolímeros

Homopolímeros são classificados em cadeias poliméricas que possuem apenas um tipo de mero (unidade repetitiva) em toda cadeia polimérica, já os

copolímeros são cadeias que apresentam mais de um mero diferente, o que confere ao material polimérico melhores propriedades mecânicas (CANEVAROLO, 2002).

Os copolímeros podem ser classificados quanto a sua disposição na cadeia polimérica em:

a) Alternado: Consiste em disposição de meros alternados durante a cadeia polimérica (CANEVAROLO, 2002).

~~~~~A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B-A-B~~~~~

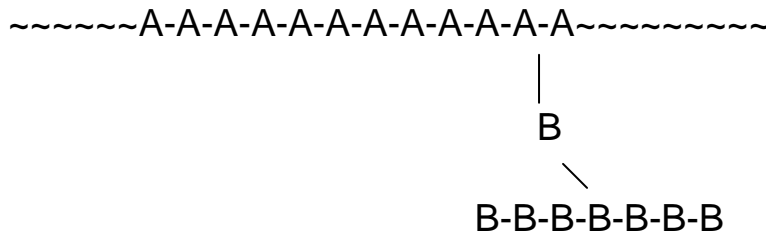
b) Aleatório: disposição aleatória de diferentes meros (CANEVAROLO, 2002).

~~~~~A-B-B-B-B-A-B-A-B-A-A-B-A-B-B-A~~~~~

c) Em bloco: disposição de grandes sequências de um mesmo mero se alternando com grandes sequências do outro mero (CANEVAROLO, 2002).

~~~~~A-A-A-A-A-B-B-B-B-B-A-A-A-A-A-B-B-B-B-B~~~~~

d) Enxertado ou Graftizado: cadeia polimérica formada por um dado mero que se liga covalentemente em outra cadeia composta pelo o outro mero (CANEVAROLO, 2002).

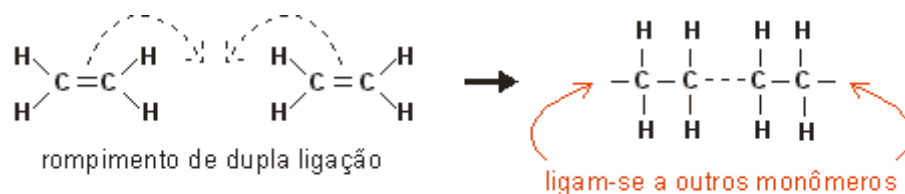


### 5.3 Reações de Polimerização

Os polímeros podem ser classificados quanto ao tipo de polimerização, essa classificação foi sugerida por Carothers em 1929, classificando-os em polímeros de **Adição** e de **Condensação** (CANEVAROLO, 2002).

#### 5.3.1 Polímeros de Adição

São aqueles polímeros que são produzidos pela reação de um mesmo monômero, geralmente não há perda de massa molar, a conversão é total, e os polímeros produzidos são de alta massa molar. Como exemplos de polímeros de adição têm-se, o PVC, PE, PP, PMMA entre outros (CANEVAROLO, 2002).



**Figura 14: Mecanismo de Reação de Polimerização por Poliadição do Polietileno**

Fonte: *Química 2000* - Wagner Xavier Rocha, 1999

Nesse tipo de reação as espécies responsáveis pelo crescimento das cadeias são espécies radicais que sofreram uma cisão homolítica por um iniciador, onde ocorre um dos primeiros processos cinéticos a iniciação, surgindo novas espécies de monômeros reativos (CANEVAROLO, 2002).

- **Iniciação:** durante esta etapa, um centro ativo capaz de propagar é formado por uma reação entre um iniciador (ou um catalisador) e uma unidade monomérica (CANEVAROLO, 2002).

- **Propagação:** envolve o crescimento linear da cadeia polimérica pela adição sequencial de unidade de monômeros a essa cadeia com crescimento ativo. O crescimento da cadeia é relativamente rápido, atingindo a massa molar final (CANEVAROLO, 2002).

**Terminação:** onde a propagação termina, pode ocorrer de várias maneiras, por Transferência de cadeia, Combinação ou Desproporcionamento (CANEVAROLO, 2002).

**Transferência de Cadeia:** durante o crescimento de uma cadeia polimérica, esta pode abstrair um próton de um ponto qualquer de outra cadeia interrompendo seu crescimento, assim o centro ativo é transferido para a cadeia polimérica permitindo ramificações longas através da adição de mais monômeros (CANEVAROLO, 2002).

**Combinação:** Durante o crescimento uma cadeia polimérica radical, esta pode se encontrar com a ponta ativa de outra cadeia radical que também estava em crescimento, se esses dois carbonos se aproximarem o suficiente para formar uma ligação covalente simples, ocorre a combinação ou a condensação dessas duas cadeias poliméricas em uma única cadeia morta. Esse tipo de terminação gera cadeias poliméricas de alta massa molar, pois envolve a soma de duas cadeias em crescimento (CANEVAROLO, 2002).

**Desproporcionamento:** ocorre quando há transferência intermolecular do hidrogênio do carbono cauda do mero posicionado na ponta ativada de uma cadeia radical para o carbono cabeça do mero posicionado ponta ativa da outra cadeia radical. Este mecanismo é favorecido na polimerização de compostos com grupos laterais volumosos como o poliestireno (PS) e o polimetacrilato de metila (PMMA) (CANEVAROLO, 2002).

A polimerização em cadeia pode ser classificada em: (MANO; MENDES, 1999)

- Polimerização em Cadeia Via Radicais Livres
- Polimerização em Cadeia Iônica
  - Polimerização Catiônica → onde o centro reativo é um carbocátion.
  - Polimerização Aniônica → onde o centro reativo é um íon carbânion.
- Polimerização por Coordenação.
  - Via Ziegler-Natta.
  - Via Metalocênica.

### 5.3.2 Polímeros de Condensação

São aqueles produzidos pela reação de dois monômeros com diferentes grupos funcionais, na reação ocorre liberação de moléculas de baixa massa molar como água (H<sub>2</sub>O). Como exemplo de polímeros de condensação pode-se citar a polimerização do Nylon 6,6 e do PET (MANO; MENDES, 1999).

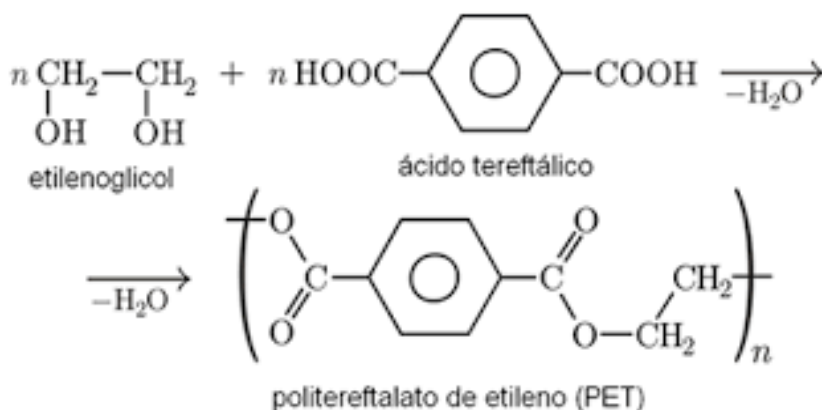


Figura 15: Mecanismo de Reação de Polimerização por Policondensação do PET

Fonte: Poliéster - Jennifer Rocha Vargas Fogaça, <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/poliester.htm>, acessado em 04/08/2017.

Esse processo em etapas se repete sucessivamente produzindo uma molécula linear, essa reação ocorre em tempos mais longos e forma cadeias poliméricas com menor massa molar (MANO; MENDES, 1999).

#### 5.4 Conformações dos Polímeros

Descreve a geometria espacial, a molécula pode adquirir com essa geometria com uma simples mudança rotacional C-C, sendo reversíveis. (MELO *et al*, 2004)

5.4.1 **Novelo / Aleatória:** cadeias poliméricas com total mobilidade, tendendo a se enrolar por razões termodinâmicas de menor energia. (MELO *et al*, 2004)



Figura 16: Conformação Polimérica em Novelo / Aleatória

Fonte: Química de Polímeros – Estrutura Molecular de Polímeros – Carla Dalmolin

5.4.2 **Zig-zag Planar:** cadeias lineares sem grupos laterais volumosos que podem se empacotar de uma maneira regular, formando uma geometria do tipo zig-zag. (MELO *et al*, 2004)

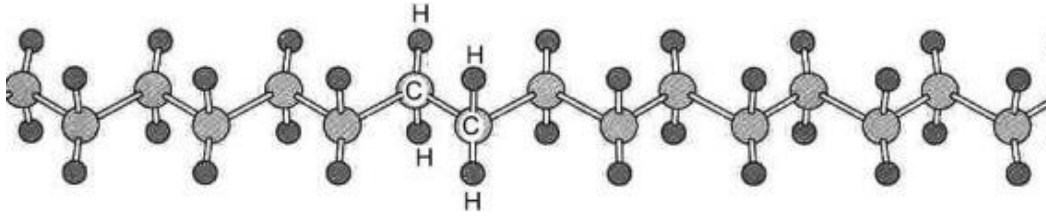


Figura 17: Conformação Polimérica em Zig-zag

Fonte: Materiais Poliméricos Módulo 1 - Conceitos E Definições Adriano R. Kantoviscki Gerente De Engenharia De Produto Renault Do Brasil S.A.

5.4.3 **Helicoidal / Hélice:** cadeia com grupamentos laterais que devido o efeito estéreo tende a distorcer a cadeia de forma gradativa formando uma hélice. (MELO *et al*, 2004)

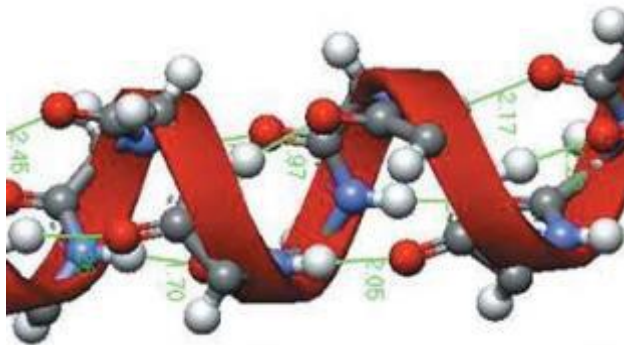


Figura 18: Conformação Polimérica em Hélice

Fonte: Química de Polímeros – Estrutura Molecular de Polímeros – Carla Dalmolin

## 5.5 Massa Molar

Cadeias poliméricas se diferenciam das outras cadeias devido à alta massa molar, o que influencia nas propriedades químicas e físicas. Durante a polimerização ocorre o crescimento das cadeias poliméricas, até ocorrer o desaparecimento do centro ativo de maneira espontânea ou induzida. (AKCELRUD, 2007)

As cadeias formadas na reação de polimerização não apresentam uma massa molar fixa e sim uma distribuição de massa molar, há várias cadeias com diferentes massas, assim o cálculo da massa molar é estatístico, tendo ocorrência de deduções matemáticas e podendo ser de vários tipos. (AKCELRUD, 2007)

#### 5.5.1 Massa Molar Numérica Média:

$$\bar{M}_n = \frac{\sum M_i N_i}{\sum N_i}$$

Depende do número de moléculas de polímeros presente na solução, qualquer que seja a sua estrutura ou tamanho. (AKCELRUD, 2007)

Onde:

$M_n$ : Massa molecular numérico médio.

$M_i$ : Massa molecular de moléculas de classe i

$N_i$ : Número de moléculas de classe i.

#### 5.5.2 Massa Molar Ponderal Média:

$$\bar{M}_w = \frac{\sum M_i^2 N_i}{\sum M_i N_i}$$

Depende do número e da massa molar presente na solução, qualquer que seja a sua estrutura ou tamanho. (AKCELRUD, 2007)

Onde:

$M_w$ : Massa Molar Ponderal Média.

$M_i$ : Massa molecular de moléculas de classe i



$N_i$ : Número de moléculas de classe  $i$ .

### 5.5.3 Massa Molar Viscosimétrica Média:

$$\overline{M}_v = \left[ \frac{\sum M_i^{1+a} N_i}{\sum M_i N_i} \right]^{\frac{1}{a}}$$

Depende do número, da massa molecular e também da forma das macromoléculas presentes na solução, qualquer que seja a sua estrutura ou tamanho. (AKCELRUD, 2007)

Onde:

$M_v$ : Massa Molar Viscosimétrica Média.

$M_i$ : Massa molecular de moléculas de classe  $i$

$N_i$ : Número de moléculas de classe  $i$ .

$a$ : Constante (depende do polímero, solvente e temperatura).

### 5.5.4 Massa Molar Z Média:

$$\overline{M}_z = \frac{\sum M_i^3 N_i}{\sum M_i^2 N_i}$$

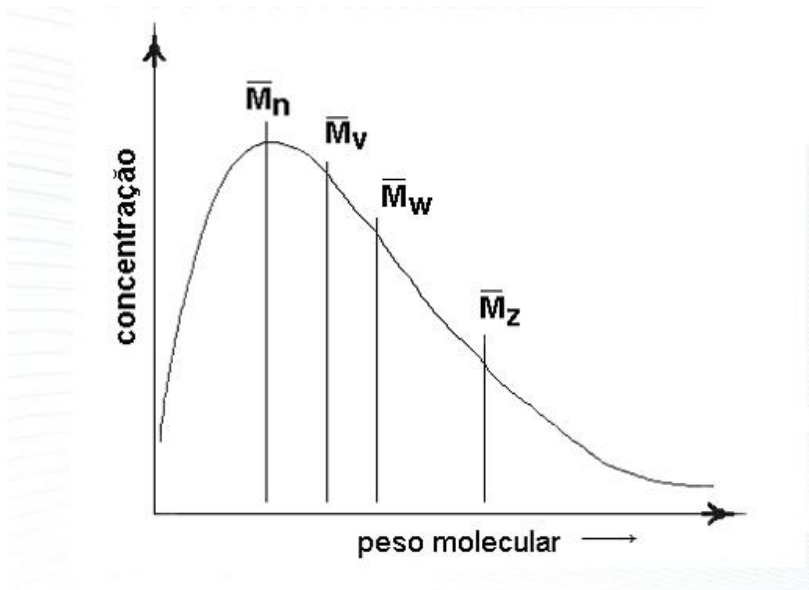
Depende do número e da massa molar presente na solução, qualquer que seja a sua estrutura ou tamanho. (AKCELRUD, 2007)

Onde:

$M_z$ : Massa Molar Azimutal Média.

$M_i$ : Massa molecular de moléculas de classe  $i$

$N_i$ : Número de moléculas de classe  $i$ .



**Gráfico 1: Distribuição de Diferentes tipos de Massa Molar Média**

**Fonte: Apostila de Métodos Físicas Aplicados a Polímeros 1 – Emerson de Oliveira Silva, IMA-UFRJ**

## 6. Aplicação dos Polímeros

O uso de materiais poliméricos se encontra por toda parte. A princípio, todos os polímeros são materiais isolantes, o que faz com que sua aplicação seja adequada para isolamento elétrico em capacitores dielétricos, por exemplo. Também vem sendo aplicado em janelas, camadas adesivas entre os vidros devido às boas propriedades ópticas apresentadas, também se encontra no uso de implantes cirúrgicos em tecidos humanos, por apresentarem ausência de rejeição do organismo, boa decomposição e por serem inertes, os polímeros também apresentam boas características térmicas, podendo ser aplicado como isolante térmico. (HIPÓLITO,2013)

A aplicação de polímeros naturais está presente no revestimento das árvores, nas proteínas que compõem nosso organismo, que são polipeptídeos, produzidos pela condensação de aminoácidos  $\alpha$ , como exemplo tem a albumina, caseína, colágeno, seda. Tem-se também a aplicação de polímeros naturais na borracha natural, que é um polímero do isopreno (borracha natural, guta percha), sendo aplicado no uso de materiais hospitalares e de pneumáticos, entre outras aplicações. (HAGE JR.,1998)

Tem-se a aplicação de Buna, polímero sintético utilizada para fabricação de pneumáticos, similarmente à borracha natural, tem-se também a borracha sintética, o neopreno que pode ser utilizada para fabricação de graxetas, adesivos e amortecedores, entre outras aplicações. (PEREIRA, 2009)

Polímeros biodegradáveis (polímeros verdes) também podem ser utilizados para a produção de sacolas biodegradáveis, evitando assim o acúmulo de poluição por materiais poliméricos. (PEREIRA, 2009)

Materiais poliméricos também são utilizados para a produção de malhas e tecidos na indústria têxtil, através de uma fieira, observa-se seu uso em filmes fotográficos, podendo ser utilizado também para o tratamento de águas (baba do quiabo), fabricação de carcaças de eletrodomésticos, peças de automóveis, tubos, canos, brinquedos, encapsulamento de fármacos entre outras aplicações corriqueiras no cotidiano. (PEREIRA, 2009)



**Figura 19: Polímeros Utilizados no Cotidiano**

**Fonte: Apostila de Introdução a Polímeros – Emerson de Oliveira Silva, IMA-UFRJ**

## 7. ENSINO DE QUÍMICA

As concepções de Paulo Freire se concentram na formação do indivíduo como ser pensante no processo de ensino-aprendizagem, de tal forma que possa atuar ativamente na sociedade de forma consciente (FREIRE, 1996) e assim a escola deve ser um ambiente voltado para a comunicação, trocas de informações e reflexão (GONSALVES, 2009)

Paulo Freire defende a ideia de que a escola deve ser um ambiente favorável à educação, onde a relação do processo de ensino-aprendizagem ocorre tendo o professor como mediador do conhecimento, o qual proporciona aos alunos um ambiente favorável à troca de pensamento crítico, o diálogo e ao desenvolvimento de raciocínio lógico e consciente. (FREIRE, 1996)

Segundo Paulo Freire,

“É na realidade mediatizadora, na consciência que dela tenhamos educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação. O momento é de buscar o que inaugura o diálogo da educação como prática da liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos Universo Temático do povo ou o conjunto de seus temas geradores” (FREIRE, 2005, p. 101).

### 7.1 Educação Tradicional x Pensamento de Freireano

A educação tradicional se concentra basicamente na figura do professor como detentor de todo conhecimento, com seu papel de transferir este conhecimento; já o pensamento de Paulo Freire consiste na figura do professor como mediador do processo de ensino- aprendizagem, tendo um papel mais importante do que o de apenas transferir o conhecimento (FREIRE, 1996)

A educação tradicional resulta na memorização e no simples fato de decorar os conteúdos apresentados, sem contextualização com o mundo externo e sem interdisciplinaridade com as outras disciplinas, o que torna o processo de ensino aprendizagem um processo narrativo, no qual não possibilita o aluno a uma reflexão sobre o assunto, o qual o toma como verdade absoluta (CARNEIRO, 2012).

Para Paulo Freire, além da transmissão de conhecimento o professor também deve contribuir para a formação do aluno enquanto cidadão que pode intervir na sociedade de forma consciente e crítica para resolver as situações problema que os cercam cotidianamente (FREIRE, 2005)

“A consciência crítica é a representação das coisas e dos fatos como se dão na existência empírica. Nas suas correlações causais e circunstâncias. A consciência ingênua, se crê superior aos fatos, dominando-os de fora e, por isso, se julga livre para entendê-los conforme melhor lhe agrada. A consciência mágica, por outro lado, não chega a acreditar-se superior aos fatos, dominando-os de fora, nem se julga livre para entendê-los como melhor agrada. Simplesmente os capta, emprestando-lhes um poder superior, que a domina de fora e a que tem, por isso mesmo, de submeter-se com docilidade. É próprio desta consciência o fatalismo que leva ao cruzamento de braços à impossibilidade de fazer algo diante do poder dos fatos, sob os quais fica vencido o homem”. (FREIRE, 2007, p. 113)

Muitas vezes essa prática de educação tradicional faz com que a Química seja vista como uma disciplina difícil pelos alunos, como algo complexo e abstrato, com a necessidade de decorar fórmulas, propriedades, nomenclaturas, equações e cálculos químicos, não enxergando a verdadeira importância da Química em nossas vidas. (NUNES; ADORNI, 2010).

Se ensinada de maneira interdisciplinar, com aplicações cotidianas, com experimentação em sala de aula, envolvendo um pensamento crítico com aplicações na sociedade, com certeza a Química seria vista com mais interesse e curiosidade da parte dos alunos (GONÇALVES *et al*, 2005).

A Química apresenta muita influência no cotidiano da sociedade em geral, desde áreas de produtos industrializados, na agricultura como na área farmacêutica e na melhoria de todas as áreas com aplicações de tecnologia mais avançadas, o que muda completamente o desenvolvimento da Ciência em geral (TREVISAN e MARTINS, 2006).

Definitivamente, o sucesso do processo de ensino-aprendizagem da Química, vai depender da maneira pela qual os professores trabalham com seus alunos em sala de aula e como relacionam seus conceitos no que tange os aspectos

macroscópicos e microscópicos relacionados com a familiarização no cotidiano (MORETTO, 2010)

Essa concepção de aprendizagem vai ferir muito os princípios de Paulo Freire, que acredita que o ato de ensinar vai muito além de transferir conhecimento; (MORETTO, 2010); o professor deve apresentar a seus alunos a possibilidade para a construção e a produção de seu próprio saber. (FREIRE, 1996)

Dessa forma, o professor tem o papel de grande importância na mediação e desmistificação do ensino de química, visando à responsabilidade de formação de um aluno consciente socialmente e crítico para interagir com a sociedade em diversos sentidos. (LIBÂNEO, 1998).

“A química está na base do desenvolvimento econômico e tecnológico. Da siderurgia à indústria da informática, das artes à construção civil, da agricultura à indústria aeroespacial, não há área ou setor que não utilize em seus processos ou produtos algum insumo que não seja de origem química”. (SILVA; BANDEIRA, 2006).

A educação tradicional vem de uma corrente empírica, na qual o processo de ensino-aprendizagem tem o professor como centro e todo o conhecimento é internalizado pelos alunos, com o papel de simples receptores de conhecimento, sendo esses os componentes de um modelo de ensino fechado e acabado, assim o conhecimento é armazenado e recuperado quando necessário. (PREDEBON; PINO, 2009)

Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934) foi um psicólogo e pioneiro na época em Psicologia Cultural-história, desenvolveu conceitos de ensino aprendizagem e desenvolvimento intelectual das crianças a partir de um meio em que estão inseridos, dedicou-se ao estudo dessa relação de organismos e meios através de uma educação mediada. (COELHO E PISONI, 2012)

Vygotsky demonstrou a diferença, através de experimentos com animais, entre os mecanismos psicológicos dos animais e humanos, o que diferem na forma de aprendizagem e conhecimento, através dos chamados processos mentais superiores, no âmbito de imaginar objetos, planejar ações. (VYGOTSKY, 1989).

Em sua abordagem, Vygotsky enfatiza que o processo de ensino aprendizagem se dá por trocas mútuas de informações, o homem é visto como o ser que transforma e é transformado pela troca de conhecimento com indivíduos e com o meio em que está inserido. (VYGOTSKY, 1998)

Dessa forma, observa-se a importância do diálogo na sala de aula entre professores e alunos, onde cabe a necessidade de trocas de experiências e de vivências, e não somente o aluno aprende com o professor, mas também o professor pode aprender com alunos, a partir de suas vivências. (CARVALHO, 1988)

Vygotsky discorda da corrente empírica e da ambientalista, que afirmam que o indivíduo é um receptáculo vazio e um ser passivo, e sim acredita que o indivíduo é um sujeito ativo, podendo agir e interagir com o meio em que está inserido. (VYGOTSKY, 1984)

Dessa forma, a troca de conhecimento e de experiências em sala de aula é um processo de crescimento para o aluno, podendo relacionar suas vivências e o conteúdo químico apresentado, tirando dúvidas e o mais importante, assumindo a participação da Química de forma ativa no seu cotidiano (GONZÁLEZ *et al*, 1999).

Um exemplo muito interessante em aulas de cinética química é com experimentação ou diálogo sobre a velocidade em que um comprimido efervescente se dissolve em água com diferentes temperaturas, ou a velocidade quando comparada ao tamanho de superfície de área, obviamente qualquer aluno já fez uso de um comprimido efervescente, logo facilmente consegue assimilar a experimentação o diálogo firmado. (MORTIMER; MACHADO, 2010)

Nas palavras de Teresa Cristina Rego (2002), ao descrever a Teoria Vygotskyana:

Em síntese, nessa abordagem, o sujeito produtor de conhecimento não é um mero receptáculo que absorve e contempla o real nem o portador de verdades oriundas de um plano ideal; pelo contrário, é um sujeito ativo que em sua relação com o mundo, com seu objeto de estudo, reconstrói (no seu pensamento) este mundo. O conhecimento envolve sempre um fazer, um atuar do homem. (REGO, 2002).

Ainda no que tange o ensino de Química, é de conhecimento, que a experimentação em sala de aula aguça cada vez mais o interesse dos alunos pela disciplina, dessa forma muitas vezes ao invés de ajudar, cria-se um obstáculo epistemológico para o ensino, pois os alunos ficam interessados na beleza do experimento e muitas vezes não o correlacionam com os conteúdos apresentados em sala de aula. (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Gaston Bachelard focou seus estudos nessa parte da pedagogia científica.

Para Bachelard um dos principais fundamentos epistemológicos é a pedagogia científica, onde considera um “novo espírito científico”, essa linha de pensamento contribui para reflexão a cerca das práticas pedagógicas para construção de um conhecimento científico mais eficiente em sala de aula, seguindo uma visão positivista das ciências. (FONSECA, 2008)

O pensamento de Bachelard rompe o método cartesiano e propõe uma pedagogia complexa, com um olhar científico-pedagógico, na construção de objetos de pesquisa, há de considerar que o objeto sempre se apresenta como um complexo tecido de relações e, para apreendê-lo, tanto o pensamento quanto os métodos necessitam exercitar todas as dialéticas. (BACHELARD, 2000).

Para Bachelard, o aluno deve se afastar das teorias obtidas pelo senso comum e ir construindo seu conhecimento (BACHELARD, 1996), pensando na ciência como algo que se renova, tendo um pensamento aberto a essas mudanças. (KUMMER, 1999).

Para Bachelard, os conhecimentos de senso comum formam um grande obstáculo epistemológico que deve ser quebrado pelo espírito científico, onde se tem que todo conhecimento é uma resposta para um problema. (BACHELARD, 1996). A proposta de Bachelard instiga professores e alunos a buscar o conhecimento de forma científica, buscando respostas aos seus problemas, criando problemas cada vez mais complexos e construindo novos objetos de pesquisas. Essa forma de pedagogia cria no aluno um maior interesse pela construção do conhecimento e desenvolvimento crítico e intelectual. (BACHELARD, 2001)

O papel do professor na pedagogia científica passa a ser não apenas alguém que ensina, mas sim alguém que motiva, que cativa, e que desperta o interesse do



aluno pela busca, construção do conhecimento, que troca informações e que questiona e é questionado, prática pedagógica que permite a construção do conhecimento de forma aberta e crítica (CURY, 2003). Esse tipo de pedagogia também fortalece a relação aluno-professor, onde se passa a ter maior interação entre ambas as partes, tornando o relacionamento mais aberto a questionamentos e críticas e não só toda a formalidade e autoritarismo vista na educação tradicional. (FREIRE, 1996)

Uma estratégia muito importante para auxiliar no ensino de Química em sala de aula é o uso de experimentação. Entretanto, não são todas as escolas que possuem em suas dependências laboratórios ou espaço para que a experimentação ocorra. (DAMÁSIO *et al*, 2005)

A experimentação no ensino de Química vai propiciar ao aluno um maior interesse pela disciplina e estimular a curiosidade, visto que deixará de ser uma disciplina abstrata e complexa, dessa forma aplica o conteúdo antes da experimentação e consolidá-los durante e depois é de extrema importância. (GIORDAN, 1999)

Ao discutir sobre experimentação no ensino de química, nos deparamos com a realidade vivida em algumas escolas em nosso país onde não há um laboratório ou mesmo um espaço para que a experimentação ocorra, assim ocorre muitas vezes à desmotivação e o desinteresse do professor em tentar realizar algum experimento (LABURÚ *et al*, 2007)

Entretanto, deve realizar experimentações simples de demonstração na sala de aula, onde somente o professor realiza o experimento e explica o que está acontecendo para os alunos, pode-se também introduzir o advento da tecnologia em favor da prática pedagógica com auxílio de vídeos demonstrativos, aplicativos, jogos iterativos e estudos dirigidos, entre outras formas que a tecnologia vem nos oferecendo nos dias atuais. (GASPAR; MONTEIRO, 2005)

A prática pedagógica em locais não-formais de ensino aprendizagem também é muito interessante para o processo de ensino aprendizagem, seja em museus, planetários, praia ou até mesmo em uma cozinha da escola, visto novamente as

dificuldades encontradas e nosso âmbito educacional e escolar. (QUEIRÓZ *et al*, 2002)

A Química, por ser uma disciplina abstrata, necessita dessa experimentação e de visitação a locais não formais de ensino-aprendizagem para tornar as aulas mais dinâmicas e sem o peso de decorar fórmulas, nomenclaturas e reações, quando o aluno é estimulado a observar uma experimentação e levado a pensar, assim entende mais facilmente algo que seria tão teórico e maçante apenas com conceitos teóricos (FRANCISCO, 2005).

Mesmo tendo o professor como quem irá realizar o experimento devido à falta de laboratório, a experimentação na sala de aula não pode seguir como se fosse uma “receita de bolo”, onde todos seguem um roteiro, o professor deve saber fazer o aluno pensar em meio ao experimento, alternando composições, fazendo o experimento ser falho para levá-los a construção do conhecimento científico de forma que possam entender e não somente decorar. (DRIVER *et. al.*, 1999).

Voltando na linha de pensamento de Bachelard, o autor descreve que muitas metáforas no ensino de química podem levar à indução de erros (BACHELARD, 1996), como por exemplo, pode-se citar a metáfora do “Pudim de Passas” do modelo atômico de Thomson, logo deve haver um cuidado no uso de metáforas e comparações. (JUSTI & MONTEIRO, 2000).

## 8. INVESTIGAÇÃO SOBRE O ENSINO DE POLÍMEROS NO ENSINO MÉDIO

O ensino de química passou a ser apenas a apresentação de conteúdos científicos, sem nenhuma prática, relação com o cotidiano ou vivência dos alunos com a Química. Para facilitar o ensino de química nas escolas, uma prática pedagógica baseada na exemplificação de processos relacionados ao cotidiano é muito importante para o aluno, pois pode realmente observar o conteúdo de sala de aula como algo presente no seu dia-a-dia e não somente nos livros como tem sido feito nas escolas. (SILVA *et al*, 2009).

Através de experimentações mais simples em sala de aula, com utilização de materiais de fácil acesso, pode tornar o ensino de química mais compreensível em

seus aspectos científicos (GIORDAN, 1999). Experimentação e exemplos relacionados ao cotidiano dos alunos podem despertar o interesse pela Química e aguçar a curiosidade para manter uma boa interação no processo de ensino aprendizagem. (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

A abordagem relacionada aos Polímeros é dada segundo o PCN 2012 no quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio (BRASIL, 2012), um período conturbado e curto, logo muitas vezes não é abordado ou quando abordado de forma rápida e superficial, não é explicado de maneira clara a importâncias dos polímeros no cotidiano e na sociedade, muitas vezes a visão dos alunos quando questionado sobre o que são polímeros, eles tem a idéia que são apenas cadeias longas que formam plásticos, sendo na verdade algo muito mais profundo, importante e fundamental.

Com auxílio de um questionário (Anexo 11.1) aplicado para os professores Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental e para professores de Química do Ensino Médio e Superior, pôde se ter uma idéia da realidade da sala de aula no que tange ao ensino de química, à experimentação e ao ensino de polímeros.

Ao analisar os dados obtidos com o questionário aplicado, pode-se observar quanto ao perfil dos professores participantes que aproximadamente 64% dos entrevistados são licenciados em Química e 64% dos entrevistados lecionam na rede pública de ensino, como se observa na tabela 1.

Tabela 1: Perfis dos Entrevistados

| FORMAÇÃO INICIAL       |      |
|------------------------|------|
| LICENCIADO EM QUÍMICA  | 64%  |
| LICENCIADO EM BIOLOGIA | 10%  |
| BACHAREL EM QUÍMICA    | 18%  |
| LICENCIADO EM OUTROS   | 1,5% |
| BACHAREL EM OUTROS     | 6,5% |
| REDE ONDE ATUAM        |      |
| REDE PÚBLICA DE ENSINO | 64%  |
| REDE PRIVADA DE ENSINO | 36%  |
| ANOS DE MAGISTÉRIO     |      |
| 0 A 5 ANOS             | 37%  |
| 5 A 10 ANOS            | 28%  |
| MAIS DE 10 ANOS        | 35%  |

Analisando ainda o perfil dos entrevistados, nota-se que 35,9% dos licenciados em química desse grupo tem de 0 a 5 anos de magistério e outros 35,9% tem mais de 10 anos de magistério.

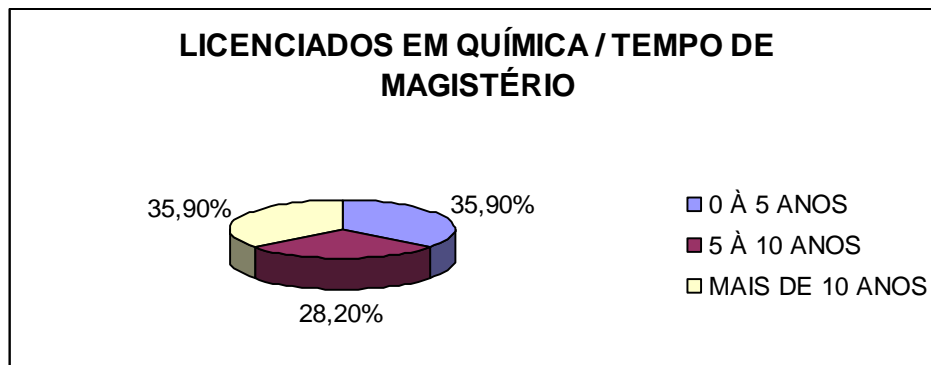
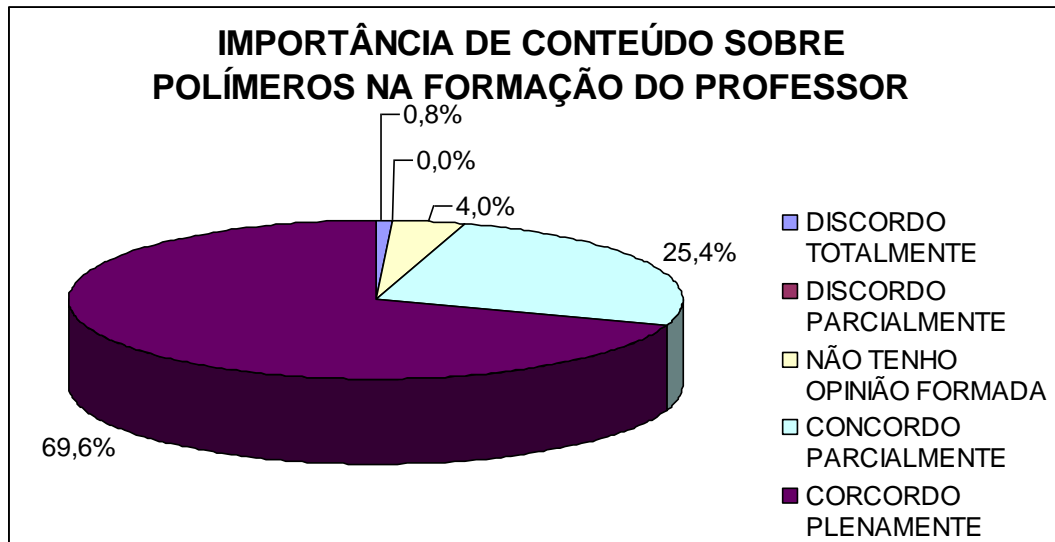


Gráfico 2: Licenciados em Química e Relação com o tempo de magistério

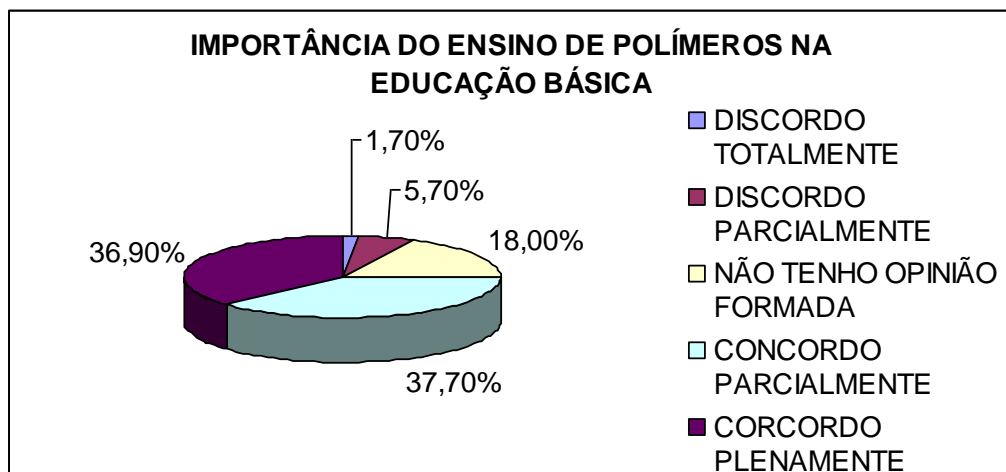
Quando questionados sobre a importância das aulas de polímeros para a formação do professor, obtivemos 69,6% das respostas nas quais os entrevistados concordam com essa importância. Entretanto, ao analisarmos a grade curricular de alguns cursos de formação de professores de Química, observamos que não há

uma disciplina que se relacione diretamente com o ensino de polímeros, como pode ser observado em algumas grades curriculares (ANEXOS 11.2, 11.3 e 11.4).



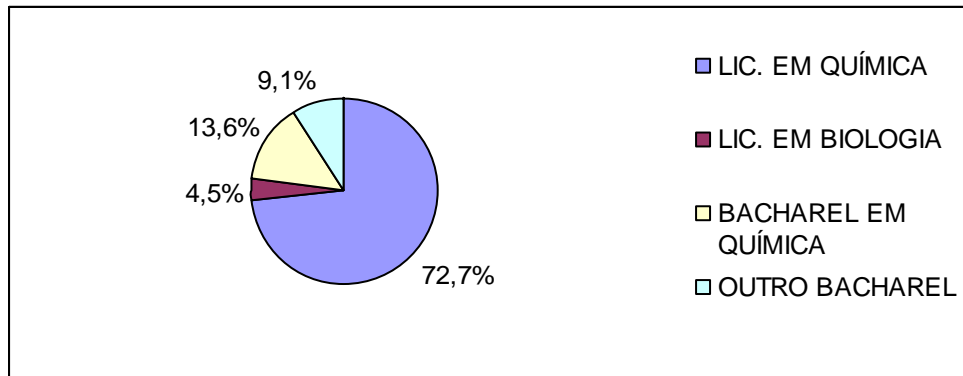
**Gráfico 3: Importância de conteúdos sobre Polímeros na formação do professor**

Quando perguntados sobre a importância do ensino de polímeros na educação básica, a maioria dos entrevistados concorda parcialmente e 36,9% dos entrevistados concordam plenamente com a importância do ensino de polímeros, enquanto que 18% dizem que não tem uma opinião formada sobre assunto.



**Gráfico 4: importância do Ensino de Polímeros na Educação Básica**

Desses 18% que não tem opinião formada sobre tal importância, 72,7% são profissionais licenciados em Química, o que certamente deve-se ao fato que não ter tido esse assunto em sua formação acadêmica.



**Gráfico 5: Formação dos entrevistados sobre a importância do Ensino de polímeros na Educação Básica**

A partir dos dados obtidos ainda tem-se informações de que muitos professores de ciência não tem opinião formada sobre o quanto deveria ser usual o conhecimento sobre materiais poliméricos, o que é surpreendente, pois desde as proteínas às embalagens utilizadas se tem o uso de polímeros em nosso dia-a-dia.

**Tabela 2: Opinião dos entrevistados sobre o conhecimento de materiais poliméricos**

| O CONHECIMENTO SOBRE MATERIAIS POLIMÉRICOS É USUAL |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| DISCORDO TOTALMENTE                                | 13,1% |
| DISCORDO PARCIALMENTE                              | 23,0% |
| NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA                          | 26,2% |
| CONCORDO PARCIALMENTE                              | 18,8% |
| CONCORDO PLENAMENTE                                | 18,8% |

Em uma das perguntas, foi questionado sobre o uso do tema polímeros nas aulas desses professores, e cerca de 45% dos entrevistados responderam que trabalham esse tema em sala de aula; 49,2% afirmam que a experimentação sobre polímeros e sobre o ensino de química é de grande importância e 54,1% discordam da posição de seguir apenas os livros didáticos para o ensino de conteúdos de Químicos e sobre polímeros.

**Tabela 3: Opinião dos entrevistados sobre o uso apenas dos livros didáticos para o ensino de química e de polímeros**

| <b>PARA TRATAR SOBRE POLÍMEROS NO ENSINO DE QUÍMICA, BASTA SEGUIR OS CONTEÚDOS DOS LIVROS DIDÁTICOS</b> |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| DISCORDO TOTALMENTE                                                                                     | 54,1% |
| DISCORDO PARCIALMENTE                                                                                   | 34,4% |
| NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA                                                                               | 7,4%  |
| CONCORDO PARCIALMENTE                                                                                   | 4,1%  |
| CONCORDO PLENAMENTE                                                                                     | 0,0%  |

Com base na tabela acima, observa-se que 54,1% dos entrevistados discordam totalmente da restrição de seguir somente os livros didáticos para o ensino de química e de polímeros, podendo fazer uso de jogos didáticos, da experimentação no ensino de química e de polímeros e também de visitações a espaços não formais de ensino –aprendizagem, visto que esses locais proporcionam aos alunos um complemento das atividades, conteúdos e conceitos aprendidos na sala de aula (PORTO, 2008), servindo como um leque de novas possibilidades para adquirir conhecimento científico (ROCHA, 2008).

O uso de mídias e de computadores pode influenciar positivamente no ensino de Química e enriquecer o ambiente onde ocorre o processo de ensino-aprendizagem, auxiliando assim na construção do conhecimento (VALENTE, 1999).

**Tabela 4: Opinião dos entrevistados sobre experimentação no ensino de química e de polímeros**

| <b>A EXPERIMENTAÇÃO SOBRE POLÍMEROS NO ENSINO DE QUÍMICA É IMPORTANTE</b> |       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| DISCORDO TOTALMENTE                                                       | 0,8%  |
| DISCORDO PARCIALMENTE                                                     | 0,8%  |
| NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA                                                 | 10,6% |
| CONCORDO PARCIALMENTE                                                     | 38,5% |
| CONCORDO PLENAMENTE                                                       | 49,2% |

Quanto a experimentação, 49,2% concordam com a importância do uso para o ensino de ciências, fazendo com que as aulas tornem-se mais dinâmicas e atrativas para os alunos. Entretanto, em muitas escolas não há laboratórios e instalações adequadas para que ocorra a experimentação, sem contar com o material a ser utilizado (SOARES, 2004). Geralmente os professores recorrem a demonstrações e uso de materiais de baixo custo e de fácil acesso para realizar o experimento em sala de aula.

De acordo com Oliveira (2010), a experimentação no Ensino de Ciências, apresenta contribuições tais como:

- Motivar e despertar a atenção dos alunos.
- Desenvolver trabalhos em grupo
- Iniciativa e tomada de decisões.
- Estimular a criatividade.
- Aprimorar a capacidade de observação e registro.

**Tabela 5: Opinião dos entrevistados sobre o uso do tema polímeros em suas aulas**

| EU USO O TEMA POLÍMEROS DURANTE MINHAS AULAS |       |
|----------------------------------------------|-------|
| DISCORDO TOTALMENTE                          | 1,6%  |
| DISCORDO PARCIALMENTE                        | 4,9%  |
| NÃO TENHO OPINIÃO FORMADA                    | 21,3% |
| CONCORDO PARCIALMENTE                        | 27,0% |
| CONCORDO PLENAMENTE                          | 45,0% |

Com base nas pesquisas realizadas, nota-se que muitos professores concordam que o ensino de polímeros na educação básica é de grande importância e reconhecem que o uso de materiais poliméricos no dia-a-dia. Entretanto, eles não acham que é um conhecimento usual, e a maioria dos entrevistados concorda que é de suma importância ter aulas sobre polímeros na formação acadêmica.



Também se observa que os professores entrevistados concordam que o ensino de química e de polímeros pode subsidiar uma formação mais consciente e responsável nos alunos quanto suas atitudes frente à sociedade e também no que tange a preservação ambiental.

A partir dessas respostas e das reflexões feitas ao longo deste trabalho, propusemos, então, um conjunto de atividades didáticas para trabalhar o tema polímeros no Ensino Médio (Anexo 11.5). Infelizmente, devido ao prazo disponível para a defesa deste trabalho, não foi possível aplicá-lo em uma turma e verificar a resposta dos alunos às atividades propostas.

## 9. Conclusão

Ao término deste trabalho concluiu-se com auxílio de uma enquete aos professores de química e de ciências que participaram da discussão, que o ensino de polímeros é de extrema importância para a formação de um cidadão mais crítico. Assim o ensino de polímeros visa fornecer um embasamento para o posicionamento crítico do aluno em relação há valores éticos perante a sociedade. (OLIVEIRA, 2010)

Entre todos os entrevistados 69,6% concordam com a importância do ensino de polímeros na formação dos professores, 36,9% dos entrevistados concordam que o ensino de polímeros na educação básica é importante, 18% dos entrevistados não tem uma opinião formada sobre essa importância e desses 18% de entrevistados, 72,7% são licenciados em Química, logo observamos que não tiveram nenhuma cadeira deste assunto em sua formação já que não possuem nenhuma opinião sobre o assunto. Triste realidade da formação profissional em cursos de licenciatura, conforme foi analisado com as grades curriculares (ANEXOS 11.2, 11.3, 11.4) de algumas universidades do Rio de Janeiro, pode-se observar a ausência dessas cadeiras nos cursos de Licenciatura em Química.

Ainda através da análise da enquete ofertada observa-se que os professores fazem ou concordam com a experimentação no ensino de Química e de Polímeros, facilitando assim o entendimento dos alunos e despertando o interesse, deixando assim, para trás a velha história que a Química está longe do cotidiano das pessoas ou que só está relacionada com fatos de efeitos prejudiciais.

## 10. REFERÊNCIAS

- ABREU M. F. **Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica.** Anais do XXVI Congresso da SBC, Campo Grande, 2016.
- AKCELRUD, Leni. **Fundamentos da Ciência dos Polímeros.** Barueri, SP: Manole, 2007.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BACHELARD, G.; **A epistemologia epistemologia.** Lisboa: Edições 70, 2000.
- BACHELARD, G.; **O novo espírito científico.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2001.
- BARBOSA F. R. M.; Canalli M. P. **Qual a Importância da Relação professor-aluno no processo de ensino aprendizagem?** IESSA – PUC-PR – Fdeportes.com, Revista Digital, Buenos Aires, Ano 16, N° 160, 2011 - <http://www.efdeportes.com/> acessado em 27/07/2017.
- BRASIL. **Currículo Mínimo de Química do Estado do Rio de Janeiro –** Rio de Janeiro 2012.
- CALLISTER W. D. J.– **Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução –** Sétima Edição – LTC - 2007
- CANEVAROLO Jr. S. V. – **Ciências dos Polímeros – Um texto básico para tecnólogos e engenheiros –** 2ª Ed. Resvista e Ampliada – Artliber Editora - 2002
- CARNEIRO, R. P. **Reflexões acerca do processo ensino -aprendizagem na perspectiva freireana e biocêntrica,**2012. RevistaThema.
- CARVALHO H. W. P. *et al.* **Ensino e Aprendizado de Química na Perspectiva Dinâmico-Interativa.** Experiências em Ensino de Ciências V2(3), pp. 34-47, 2007

CARVALHO, M. P. de (coord.), **A Formação de Professores e a Prática de Ensino**. São Paulo: Pioneira, 1988.

CASTRO D. L, SÁ JÚNIOR A. F. S. **Modelos de ensino contextualizado do conceito de polímeros, usados por professores de Química no ensino médio e nos livros didáticos** - Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis, RJ, 2008.

COELHO L.; PISONI S. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Revista Ped-Facos/ CNEC – Vol.2 - Nº 1 – 2012.

CORREIA C. F. S. *et al.* **As dificuldades para os alunos no ensino de Química**. Fênix- Paraná, 2015

CURY, Augusto Jorge. **Pais brilhantes, professores fascinantes**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

DAMÁSIO, S. B. *et al.*; **Extrato de jabuticaba e sua química : uma metodologia de ensino** , XIX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, Ouro Preto, 2005.

DOMINGUINI L.; SILVA I.B. **Obstáculos a Construção do Espírito Científico: Reflexões Sobre o Livro Didático**. Congresso Internacional de Filosofia e Educação – Caxias do Sul, 2010.

DRIVER, R. *et al.* **Construindo conhecimento científico na sala de aula**. Química nova na escola, v.9, n.5, 1999.

FERRY A. S; Nagem R. L. **Analogias & Contra-Analogias: Uma Proposta Para O Ensino De Ciências Numa Perspectiva Bachelardiana**. Experiências em Ensino de Ciências – V3(1), pp. 7-21, 2008

FONSECA, D. M. **A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente**. Centro Universitário de Brasília - Educação e Pesquisa, São Paulo, v.34, n.2, p. 361-370, maio/ago. 2008

FRANCISCO, W. E. **A Experimentação e o dia a dia no ensino de química**. XIX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, Ouro Preto, 2005.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 30. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 42.<sup>a</sup> edição.

Gaspar, A. & Monteiro, I. C. C.; **Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vigotski**. Investigações em Ensino de Ciências, v.10, n. 2, 2005

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, São Paulo, n.10, p.43-49, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P. *et al.* **Como é ser professor de química: histórias que nos revelam**. In: IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem Investigação na sua Escola, 2005. UNIVATES, Lageado – RS.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Educação Biocêntrica: o presente de Rolando Toro para o pensamento pedagógico**. 2<sup>o</sup> ed. Editora Universitária-UFPB, 2009.

GONZÁLEZ, J.F *et al.* **¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?** Sevilha: Díada Editora. Colección Investigación y Enseñanza, 1999.

GORNI A. A. - **A Evolução Dos Materiais Poliméricos - Ao Longo Do Tempo - Revista Plástico Industrial**.

GUIMARÃES C. C. - **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa - QUÍMICA NOVA NA ESCOLA - Vol. 31, N° 3 - 2009**

HAGE Jr. E; **A HISTÓRIA DOS POLÍMEROS - Aspectos Históricos sobre o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de Polímeros - Univ. Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos, Polímeros vol.8 nº. 2 São Carlos, 1998.**

HIPOLITO *et al*; **Polímeros Na Construção Civil – Gestão e Tecnologia Para a Competitividade** – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2013.

JUSTI, R.; MONTEIRO, I. V. **Analogias em livros didáticos de química destinados ao ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

KUMMER, Tarcísio. **Conhecimento, conhecimento científico e conhecimento do senso comum**. Revista Roteiro, Ed. UNOESC: v.22, n.42, p. 45-56.

Laburú, C. E. *et al.* ; **A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 12, n. 3 – 2007

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 1998.

MANO E. B.; MENDES L. C. – **Introdução a Polímeros** – 2ª Ed. Resvista e Ampliada – Editora Edgard Blucher LTDA – Rio de Janeiro – 2007.

MELO *et al.* Imprensa da Universidade de Coimbra / Coimbra University Press, 1 de jan de 2004 - 665 páginas.

MENEZES, J.C.S *et al.* - **Abordagem do conteúdo soluções com enfoque CTS no ensino de Química: O caso do rio Sergipe no Brasil** - Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación – 2014

MORETTO, V. P. **Prova: Um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. 9º Ed – Rio de Janeiro: Lamparina, 2010.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química- Ensino Médio**. 1ed. São Paulo: Scipione, 2010. v. 2

NEVES, R. A. e M. F. Damiani. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem** - UNIrevista - Vol. 1, nº 2 - 2006

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar**

**dos alunos.** In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

**OLIVEIRA E. M. Uma Abordagem Sobre O Papel Do Professor No Processo Ensino/Aprendizagem** – Universidade de San Carlos.

**OLIVEIRA J. R. S. A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática de Experimentação no Ensino de Química.** Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, Vol. 3, Nº 3, p.25-45, 2010.

**OZÓRIO M. S. et al; Promovendo a Conscientização Ambiental: Resultados de uma Pesquisa realizada com alunos do Ensino Médio sobre Polímeros, Plásticos e Processos de Reciclagem.** Revbea, V. 10, Nº 2; 11-24, São Paulo, 2015.

**PEREIRA F. S. G.; Polímeros - Fundamentos Científicos e Tecnológicos** – Recife, 2009.

**PIATTI T. M.; RODRIGUES R. A. F. - Plásticos: Características, Usos, Produção e Impactos Ambientais,** Maceió/AL, 2005.

**PONTES A. N. et. al. - O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação** - XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) - Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação.

**PREDEBON, F., PINO, J., C., Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa.** Investigação em ensino de ciências. Vol. 14(2), pp. 237-254, 2009.

**QUEIROZ, Glória et al. Construindo saberes da mediação na educação em museus de ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e ciências afins/ Brasil.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2, p. 77-88, 2002.

**REGO, T. C. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 14.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão?** Química Nova na Escola, n.4, nov. 1996

SILVA E. L. - **Contextualização no Ensino de Química: idéias e proposições de um grupo de professores** - São Paulo – 2007.

SILVA I. A. **A Utilização De Espaços Não Formais De Educação Na Prática Pedagógica De Professores Da Educação Básica.** Universidade de Brasília, Planaltina, 2014.

SILVA V. G. **A Importância Da Experimentação No Ensino De Química E Ciências.** Universidade Estadual Paulista - Unesp Bauru, Faculdade De Ciências Departamento De Química, Bauru, 2016.

SILVA, A. M. e BANDEIRA. J.A. **A Importância em Relacionar a parte teórica das Aulas de Química com as Atividades Práticas que ocorrem no Cotidiano.** In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. Fortaleza. CD de Resumos do IV SIMPEQUI, 2006.

SILVA, R. T. D. *et al.* **Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de química” da revista Química Nova na Escola** - 2000-2008. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v.11, n.2, 245-261, 2009.

SOLA B. **A Dinâmica do Aprender e do Ensinar na Educação a Distância** - Biblioteca Virtual Do NEAD/UFJF – 2015.

SPERLING, L.H.; **Introduction to Physical Polymer Science.** Wiley, New York, 1992.

TREVISAN, Tatiana Santini; MARTINS, Pura Lúcia Oliver. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites.** Vol. 1, no. 2 Abr. 2006.

VANKREVELEN, D.W.; **Properties of Polymers.** Elsevier, New York, 1990.

VASCONCELOS T. N. H de *et al.* **Proposta De Atividades Com Enfoque Cts Para Professores De Química Proposal Of Cts-Focused Activities For**

**Chemistry Teachers** - Anais do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS, p.377-388, 2012.

VEIGA, M.S.M. *et al* – **O Ensino de Química: Algumas Reflexões** – O Ensino Como Foco - I Fórum de Professores de Didática do Estado do Paraná.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WARTHA, E. J. , E. L. da Silva e N. R. R. Bejarano. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química - Conceitos Científicos em Destaque** - QUÍMICA NOVA NA ESCOLA - Vol. 35, N° 2, p. 84-91 - 2013.



## 11. ANEXOS

### 11.1 Questionário

#### Polímeros no Ensino de Química

Este questionário foi elaborado como instrumento de coleta de dados para a monografia de conclusão de curso de Mariana da Silva Alves, do curso de Licenciatura em Química da UFRJ. Seu anonimato será mantido e suas respostas contribuirão para a pesquisa da aluna sobre formação de professores. Obrigado pela sua colaboração!

\* Required

##### 1. Formação inicial \*

Mark only one oval.

- Licenciatura em Química
- Licenciatura em Biologia
- Outra licenciatura
- Bacharelado em Química
- Outro bacharelado

##### 2. Tempo de magistério \*

Mark only one oval.

- 0 a 5 anos
- 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

##### 3. Disciplinas em que atua \*

Check all that apply.

- Ciências (1 a 8o anos)
- Ciências (9o ano)
- Química (Ensino Médio Regular)
- Química (EJA)
- Química (Ensino Superior)
- Outras

##### 4. Rede onde atua (maior carga horária semanal) \*

Mark only one oval.

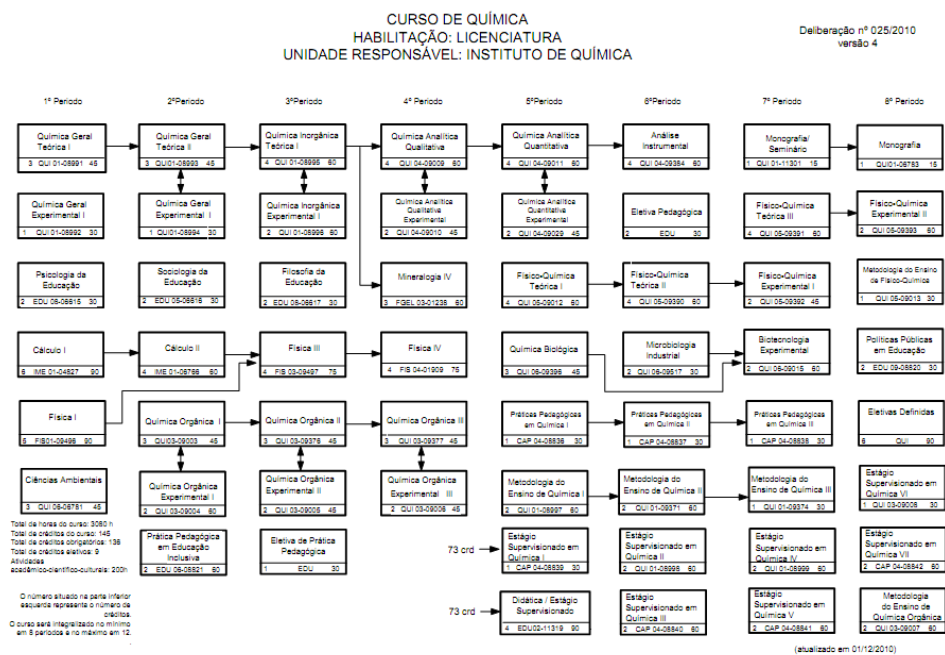
- Rede pública
- Rede privada

Nesta seção faremos algumas afirmações e pedimos que você escolha um valor de 1 a 5 para cada uma delas, segundo a seguinte escala: 1 - Discordo totalmente; 2 - Discordo parcialmente; 3 - Não tenho opinião formada; 4 - Concordo parcialmente; 5 - Concordo plenamente.

---

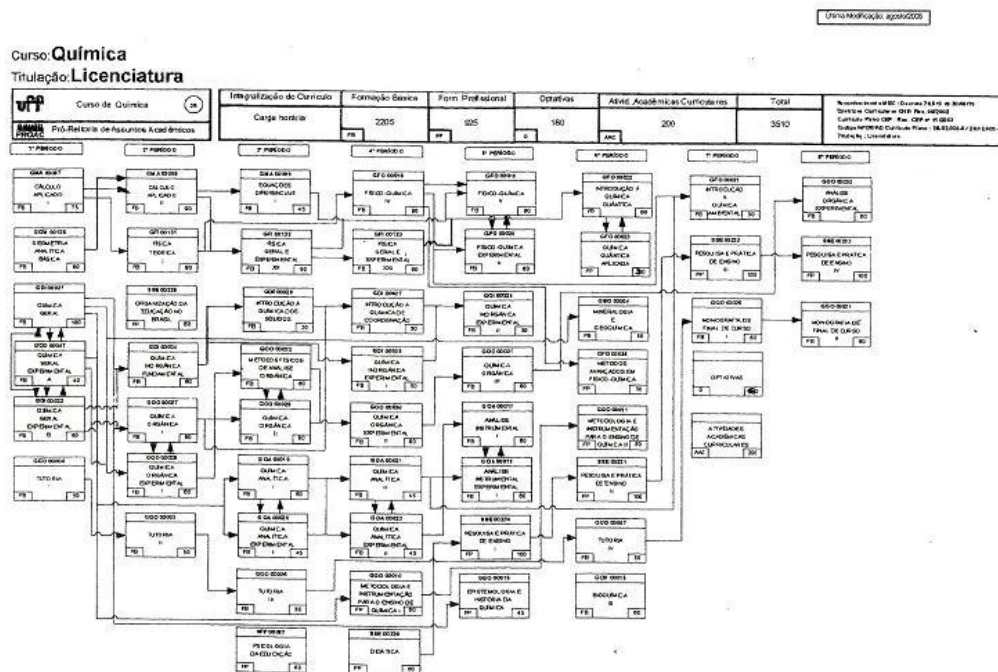


## 11.2 Grade Curricular – Licenciatura em Química - UERJ



Fonte: [http://www.iq.uerj.br/grad\\_lq.html](http://www.iq.uerj.br/grad_lq.html)

## 11.3 Grade Curricular – Licenciatura em Química - UFF



Fonte: <http://www.uff.br/cursosdequimica/arquivos/cursos.htm>

## 11.4 Grade Curricular – Licenciatura em Química - UENF

Matriz Curricular do Curso de Licenciatura em Química - UENF – de 01/04/2013 - atual

| 1º Período                                                                                                      | 2º Período                                                                                                                    | 3º Período                                                                                                                      | 4º Período                                                                                                                                   | 5º Período                                                                                                                                                      | 6º Período                                                                                                                            | 7º Período                                                                                                                              | 8º Período                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Química Geral I<br>QUI11111<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Co: QUI11112                   | Química Geral II<br>QUI11121<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11111<br>Co: QUI11122               | Química Orgânica I<br>QUI11231<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11121<br>Co: QUI11232               | Química Orgânica II<br>QUI11241<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11231<br>Co: QUI11242                           | Métodos Físicos de Análise I<br>QUI12261<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11241                                                     | Físico-Química I<br>QUI12551<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: MAT01206 e FIS01103<br>QUI11341                | Físico-Química II<br>QUI12561<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI12551                                        | Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)<br>QUI12693<br>Semana: (8EC)<br>Semestre: (136EC)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI11011       |
| Lab. Quím. Geral I<br>QUI11112<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Co: QUI11111                | Lab. Quím. Geral II<br>QUI11122<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Pré: QUI11111 e QUI11121<br>Co: QUI11121 | Lab. Quím. Orgânica I<br>QUI11232<br>Semana: (4P)<br>Semestre: (68P)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI11231 e QUI11232<br>Co: QUI11231 | Laboratório de Química Orgânica II<br>QUI11242<br>Semana: (4P)<br>Semestre: (68P)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI11231 e QUI11232<br>Co: QUI11241 | Química Inorgânica II<br>QUI12351<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI1241<br>Co: QUI12352                                             | Química Ambiental<br>QUI12481<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI1241                                       | Lab. de Físico-Química I<br>QUI12562<br>Semana: (4P)<br>Semestre: (68)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI12551<br>Co: QUI12561                  |                                                                                                                              |
| Cálculo Diferencial e Integral I<br>MAT01101<br>Semana: (8T)<br>Semestre: (102T)<br>Créditos: 6                 | Cálculo Diferencial e Integral II<br>MAT01206<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: MAT01101              |                                                                                                                                 | Quím. Inorgânica I<br>QUI11341<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11121                                            | Laboratório de Química Inorgânica I<br>QUI12352<br>Semana: (8P)<br>Semestre: (68P)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI1121 e QUI11341<br>Co: QUI12351                    | Bioquímica Geral<br>QFP02201<br>Semana: (2T+2P)<br>Semestre: (34T+34P)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI1231                                 |                                                                                                                                         |                                                                                                                              |
| Metodologia Científica<br>QUI11011<br>Semana: (2T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 2<br>Co: QUI1012             | Física Geral I<br>FIS01202<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: MAT01101                                 | Física Geral II<br>FIS01103<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: MAT01206 e FIS01202                       | Quím. Analítica I<br>QUI11441<br>Semana: (2T)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI11121<br>Co: QUI11442                             | Quím. Analítica II<br>QUI12451<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: QUI11441<br>Co: QUI12452                                               | Disciplina Optativa 1<br>Semana: (2 T ou 2P)<br>Semestre: (34 T ou 34P)<br>Créditos: 1 a 2                                            | Disciplina Optativa 2<br>Semana: (2 T ou P)<br>Semestre: (34 T ou P)<br>Créditos: 1 a 2                                                 | Disciplina Optat. 3<br>Semana: (2 T ou P)<br>Semestre: (34 T ou P)<br>Créditos: 1 a 2                                        |
| Introdução a Metrologia Científica<br>QUI11012<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Co: QUI1011 | Lab. de Física Geral I<br>FIS01204<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Pré: MAT01101<br>Co: FIS01202         | Lab. de Física Geral II<br>FIS01109<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 1<br>Pré: FIS01204<br>Co: FIS01103          | Lab. Quím. Analítica I<br>QUI11442<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Pré: QUI11221 e QUI11122<br>Co: QUI11441             | Lab. Quím. Analítica II<br>QUI12452<br>Semana: (2P)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Pré: QUI11441 e QUI11442<br>Co: QUI12451                               |                                                                                                                                       |                                                                                                                                         | Disciplina Eletiva<br>Semana: 2(T ou P)<br>Semestre: (34 T ou P)<br>Créditos: Mín: 1 a 2                                     |
| Fundamentos da Ciência Computação<br>MAT01155<br>Semana: (2T+2P)<br>Semestre: (34T+34P)<br>Créditos: 3          | Estrutura e Funcionamento do Sistema de Ensino<br>LEL04107<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (51T)<br>Créditos: 3                  | Fundamentos da Educação<br>LEL04106<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (51T)<br>Créditos: 3                                           | Psicologia da Educação<br>LEL04105<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (51T)<br>Créditos: 3                                                         | Prática de Ensino de Química I<br>QUI12451<br>Semana: (2T)<br>Semestre: (34P)<br>Créditos: 1<br>Pré: QUI11121 e LEL04108<br>Co: QUI12651                        | Prática de Ensino de Química II<br>QUI12662<br>Semana: (2T+2P)<br>Semestre: (34T+34P)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI12652<br>Co: QUI12661 | História e Filosofia da Ciência<br>QUI12672<br>Semana: (2T)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 2<br>Pré: QUI1011 e QUI11121                | Libras<br>LEL04410<br>Semana: 4(2T+2P)<br>Semestre: 68(34T+34P)<br>Créditos: 3                                               |
|                                                                                                                 |                                                                                                                               | Didática<br>LEL04108<br>Semana: (3T)<br>Semestre: (51T)<br>Créditos: 3                                                          |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                 | Ciência e Sociedade<br>OCH04101<br>Semana: (2T)<br>Semestre: (34T)<br>Créditos: 2                                                     | Tecnologia Inf. Com. na Educação<br>QUI12673<br>Semana: (4T)<br>Semestre: (68T)<br>Créditos: 4<br>Pré: MAT01155 e QUI12652              |                                                                                                                              |
|                                                                                                                 |                                                                                                                               |                                                                                                                                 |                                                                                                                                              | Atividade Acad. Cient. e Culturais I<br>QUI12051<br>Semana: (4ES)<br>Semestre: (68ES)<br>Créditos: 1                                                            | Atividade Acad. Cient. e Culturais II<br>QUI12061<br>Semana: (4ES)<br>Semestre: (68ES)<br>Créditos: 1                                 | Atividade Acad. Cient. e Culturais III<br>QUI12071<br>Semana: (4ES)<br>Semestre: (68ES)<br>Créditos: 1                                  |                                                                                                                              |
|                                                                                                                 |                                                                                                                               |                                                                                                                                 |                                                                                                                                              | Estágio Superv. Licenciatura I<br>QUI12651<br>Semana: (6ES)<br>Semestre: (102ES)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI11121, LEL04106, LEL04107 e LEL04105<br>Co: QUI12652 | Estágio Superv. Licenciatura II<br>QUI12661<br>Semana: (6ES)<br>Semestre: (102ES)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI12651<br>Co: QUI12662     | Estágio Superv. Licenciatura III<br>QUI12671<br>Semana: (6ES)<br>Semestre: (102ES)<br>Créditos: 3<br>Pré: LEL04105, QUI12661 e QUI12662 | Estágio Superv. Licenciatura IV<br>QUI12681<br>Semana: (6ES)<br>Semestre: (102ES)<br>Créditos: 3<br>Pré: QUI12671 e QUI12682 |
| Total = 340 horas<br>Créditos = 17                                                                              | Total = 323 horas<br>Créditos = 17                                                                                            | Total = 340 horas<br>Créditos = 17                                                                                              | Total = 323 horas<br>Créditos = 16                                                                                                           | Total = 476 horas<br>Créditos = 18                                                                                                                              | Total = 476 horas<br>Créditos = 19 a 20                                                                                               | Total = 442 horas<br>Créditos = 17 a 18                                                                                                 | Total = 374 horas<br>Crédito = 10 a 12                                                                                       |

Fonte: [http://ead.uenf.br/moodle/pluginfile.php/3611/mod\\_resource/content/1/LQ-Quadro\\_Geral\\_da\\_Matriz\\_Curricular-2013-1-atualizado\\_29-02-16.pdf](http://ead.uenf.br/moodle/pluginfile.php/3611/mod_resource/content/1/LQ-Quadro_Geral_da_Matriz_Curricular-2013-1-atualizado_29-02-16.pdf)

## 11. 5 - PROPOSTAS DE AULAS

### **Aula 1**

**Público Alvo:** 3ª Série do Ensino Médio

**Período:** 4º Bimestre.

**Tempo:** 2 aulas.

**Eixo Temático:**

Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

**Conteúdo:**

Análise dos pneus e suas propriedades poliméricas

**Habilidade e Competência:**

Reconhecer o papel do uso de polímeros em diversas áreas do cotidiano com uso de materiais corriqueiros, e a partir de suas características abordar suas propriedades químicas e estrutura polimérica.

**Objetivo Geral:**

Apresentar aos alunos materiais de uso cotidiano e a partir de suas diferentes formas e propriedades discutir sobre sua fabricação, suas propriedades químicas e sua estrutura poliméricas, a fim de desenvolver conhecimento suficiente para distinguir entre materiais termoplásticos, termorrígidos e elastômeros e suas propriedades, mostrar suas principais diferenças químicas estruturais assim como seu comportamento frente ao produto final, incentivar a preservação ambiental com o uso consciente de materiais recicláveis e não-recicláveis.

**Materiais:**

Observação de pneus e elásticos, apresentação de slides, desenvolvimento de estruturas no quadro e visualização de vídeo explicativo.

**Plano de Aula:**

As borrachas consistem em um material composto por vários meros, formando um polímero, formada pela ligação de diversas unidades repetitivas, as borrachas podem ser de origem natural ou sintética.

A borracha natural é nesta aplicação nobre, devido a sua altíssima resistência ao impacto, durante a aterrissagem. As borrachas também podem ser sintéticas, como por exemplo, o polibutadieno usado em pneus de carro e caminhão.

Como exemplo de borracha natural (NR), que é o **isopropileno**, extraída da seringueira, que tem por nome científico ***Hevea brasiliensis***, ao ser extraída é feito um tratamento com coagulante, depois uma defumação e um processo de secagem para obter as propriedades elásticas.

A primeira borracha sintética desenvolvida foi o SBR (copolímero de butadieno com estireno) – Exemplo: Pneus automotivos

Para a fabricação das borrachas é frequente a utilização de aditivos, como aceleradores, agentes vulcanizantes, ativadores e retardadores.

Ao reagir com o enxofre a temperaturas elevadas para formar reticulações, através de um processo chamado de processo de cura ou de vulcanização, ocorre a transformação de um estado pegajoso e fundamentalmente plástico num estado elástico e rígido.

Assim os pneus são classificados como termorrígidos, sendo infusível e insolúvel, possuindo uma cadeia com ligações cruzadas – uma cadeia com reticulação, dependendo do grau de reticulação observa-se diferentes tipos de borrachas.

Depois de vulcanizada, os termorrígidos não retornam em seu estado amolecido, possuindo essa característica somente uma vez, antes do processo de cura (vulcanização), essa tentativa de amolecer o termorrígido faz com que haja uma degradação térmica do material, permitindo apenas a redução do tamanho das partículas.

Termorrígidos assim como termoplásticos podem ser reforçados com cargas para melhorar as propriedades mecânicas.

Preocupação ambiental visto as características do material utilizado. Abordagem do tema.

**Uso de Mídia:** Vídeo da fabricação de pneus.

<https://youtu.be/yGjKOfXnwL0>

**Avaliação:** Lista de exercício sobre o conteúdo aplicado e provas bimestrais.

## **Aula 2**

**Público Alvo:** 3ª Série do Ensino Médio

**Período:** 4º Bimestre.

**Tempo:** 3 aulas.

### **Eixo Temático:**

Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

### **Conteúdo:**

A bexiga que não estoura – Propriedades dos Polímeros

### **Habilidade e Competência:**

Reconhecer a importância dos polímeros e suas características.

### **Objetivo Geral:**

Apresentar aos alunos experimentos simples e de baixo custo, que podem ser realizados em sala de aula a fim de relacionar as características dos polímeros com suas propriedades químicas.

### **Materiais:**

2 bexigas

2 palitos de churrasco

### **Plano de Aula:**

Metodologia:

Encher um pouco a bexiga 1 e próximo ao bico em que ocorre o nó deverá introduzir os palitos de churrasco. Observa-se que a bexiga não estoura.

Já com a bexiga 2 cheia, deve-se introduzir os palitos pelo meio, assim observa-se que a bexiga irá estoura.

Explicação:

As propriedades poliméricas podem explicar o porque a bexiga 1 não estourou.

A bexiga é feita de borracha, que é um material polimérico. Esse polímero tem características elásticas, sendo classificado como um elastômero, um material que



possuem características elásticas, podendo se deformar e retornar ao tamanho original. Ao encher a bexiga de ar, o corpo da bexiga tem as cadeias poliméricas mais esticadas, sem volume livre entre elas, devido ao estiramento produzido e já nas proximidades do bico onde foi dado o nó, tem-se as cadeias mais relaxadas. Assim, o palito entra sem causar grandes modificações entre as cadeias relaxadas, onde observa-se um maior volume livre entre elas.

**Avaliação:** Discussão em sala de aula sobre as propriedades poliméricas dos elastômeros e suas aplicações e provas bimestrais.

### **Aula 3**

**Público Alvo:** 3ª Série do Ensino Médio

**Período:** 4º Bimestre.

**Tempo:** 4 aulas.

**Eixo Temático:**

Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

**Conteúdo:**

Fazendo plástico biodegradável de batata.

**Habilidade e Competência:**

Reconhecer a importância dos polímeros, discutir sobre a importância de polímeros biodegradáveis e sua utilização consciente.

**Objetivo Geral:**

Apresentar aos alunos filmes poliméricos produzidos por batatas, discutindo sua formação e suas propriedades, apresentar o conceito e as propriedades dos polímeros biodegradáveis e mostrar a importância dos mesmos.

**Materiais:**

4 batatas médias

Ácido acético – Vinagre

Glicerina

Corante

Água

**Plano de Aula:**

Metodologia:

Com uso de um liquidificador, deve-se bater as batatas com 500 ml de água, deixar em repouso em um recipiente e deixar descansar por 30 minutos.

Separar as duas fases que foram obtidas, descartar a água e utilizar o amido que ficou no fundo do recipiente, adicionar 4 colheres de vinagre, 4 colheres de glicerina

e algumas gotas de corante. Aquecer até o ponto de obter um gel transparente, colocar em outro recipiente e deixar secar por 1 dia. Depois desse tempo obtém-se um plástico biodegradável.

Explicação:

O uso das batatas foi para extrair o amido contido nela, o vinagre serviu para quebrar as ramificações das cadeias dos amidos, já a glicerina serviu como agente plastificante.

**Avaliação:** Relatório e lista de exercício sobre o experimento realizado, discussão em sala de aula e provas bimestrais.

**Aula 4****Público Alvo:** 3ª Série do Ensino Médio**Período:** 4º Bimestre.**Tempo:** 2 aulas.**Eixo Temático:**

Química, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

**Conteúdo:**

Fazendo espuma - Poliuretano

**Habilidade e Competência:**

Reconhecer a obtenção e as propriedades dos poliuretanos e sua aplicação no cotidiano.

**Objetivo Geral:**

Apresentar aos alunos a reação e produção de poliuretano, mostrar suas diversas aplicações

**Materiais:**

20 ml de etilenoglicol

10 ml de diisocianato de parafenileno

Misturar os dois reagentes e aguardar a formação da espuma.

**Plano de Aula:**

O poliuretano tem diversas aplicações, pode-se citar o uso como isolante térmico, isolante sonoro, estofamentos, colchões, solas de sapatos, próteses biologicamente compatíveis, preservativos, entre outras aplicações.

**Avaliação:** Provas Bimestrais.