

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO BLUMENAU
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E EDUCAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE
POLÍMEROS: O ESTUDO DE CASO E A EXPERIMENTAÇÃO EM FOCO

MORGANA SOFIA ZILSE

BLUMENAU
2018

MORGANA SOFIA ZILSE

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE
POLÍMEROS: O ESTUDO DE CASO E A EXPERIMENTAÇÃO EM FOCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Exatas e Educação, do Centro Blumenau da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Química, sob orientação do Prof. Dr. Ismael Casagrande Bellettini.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zilse, Morgana Sofia

Uma proposta metodológica para o ensino de polímeros : o estudo de caso e a experimentação em foco / Morgana Sofia Zilse ; orientador, Ismael Casagrande Bellettini, 2018.
65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau,
Graduação em Química, Blumenau, 2018.

Inclui referências.

1. Química. 2. Polímeros. 3. Ensino de Química. 4. Ensino Investigativo. I. Bellettini, Ismael Casagrande. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química. III. Título.

Morgana Sofia Zilse

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE
POLÍMEROS: O ESTUDO DE CASO E A EXPERIMENTAÇÃO EM FOCO**

Esta Monografia foi julgada adequada para obtenção do título de Licenciatura em
Química e aprovada em sua forma final.

Blumenau, 20 de novembro de 2018

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ismael Casagrande Bellettini

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Profa. Dra. Patricia Bulegon Brondani

Universidade Federal de Santa Catarina



Profa. Dra. Fernanda Luiza de Faria

Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais, grandes incentivadores dos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro e mais importante agradecimento, aos meus pais, Egon e Iris, e meus irmãos, Maciel e Junior. Desde criança vocês subsidiaram os meus estudos, me incentivaram a batalhar e a alcançar as minhas metas. Me ensinaram a respeitar os meus queridos professores, profissão que hoje escolhi para mim. Obrigada.

Aos meus mestres que acompanharam a minha formação, alguns por pouco tempo e outros desde o primeiro dia. Com a sua espontaneidade, disponibilidade e carinho, tornaram a minha graduação especial e fizeram dos meus dias mais alegres. Vocês ocupam um lugar especial em meu coração.

Em especial a Larissa, que esteve presente em meu projeto de TCC1 e me auxiliou e incentivou a trabalhar com polímeros, sempre disponível e pronta para me ajudar.

Ao meu namorado, Natan, que me apoiou nos âmbitos psicológico, emocional e afetivo. Obrigada por ter paciência e por me ajudar a seguir em frente nas minhas loucuras.

Aos meus amigos, Paola, Nilton, Allana e Maurício, pessoas tão especiais que estes anos de graduação me trouxeram. Um espacinho especial da minha xará, Morgana Aline, que foi minha dupla de todos os trabalhos, meu ombro amigo e companheira de cada novo desafio. Obrigada a todos vocês por cada dia insano de estudo, por cada evento e parceria em viagens, por cada abraço nos dias difíceis, pela paciência e por me ajudarem a compreender o incompreensível.

Em especial ao meu orientador Ismael. Você me guiou desde o segundo semestre, abriu meus olhos ao mundo da pesquisa e dos polímeros e sempre acreditou em mim e na minha capacidade. Obrigada pelos conselhos, ensinamentos e por este projeto.

A quebra da nossa ligação seria energeticamente proibitiva.

RESUMO

O presente trabalho trata de uma proposta metodológica que tem como objetivo geral desenvolver uma sequência de ensino investigativo que busca trabalhar a temática de polímeros. Esta proposta tem seu foco no terceiro ano da educação profissional técnica de nível médio articulada a química. A proposta foi baseada em preceitos dos referenciais teóricos relacionados a abordagens no ensino de química, mais especificamente em ensino por investigação, experimentação e estudo de caso, além dos principais conteúdos relacionados a polímeros. A sequência tem o intuito de abordar o tema polímeros de forma que o estudante seja, na maior parte do tempo, formador do seu próprio conhecimento. Para isso, foram desenvolvidos cinco planos de aula que fazem parte de uma sequência de ensino investigativo, composta por dez aulas de 45 minutos. Nestes planos pretende-se, inicialmente, compreender os conceitos prévios dos estudantes acerca do tema, a partir de um questionário, e mediar os conteúdos essenciais acerca de polímeros. Além disso, propõe-se a utilização de três casos investigativos, seguindo o método de múltiplos casos, como problematização ao tema. Tendo como ponto de partida os polímeros propostos nos casos investigativos, propõe-se três práticas experimentais, que podem ser trabalhadas com base em um roteiro aberto. Ainda, criou-se sugestões de materiais, de adaptações e de instrumentos de apoio ao professor e ao estudante, como vídeos das práticas experimentais, roteiros experimentais de caráter estruturado, a fim de subsidiar o processo de ensino. Este trabalho tem o intuito de abordar um tema contextualizado e contribuir uma educação de qualidade e diferenciada aos estudantes desta modalidade, além de oferecer suporte aos professores.

Palavras-chave: Ensino de Química, Polímeros, Ensino Investigativo, Estudo de Caso, Experimentação.

ABSTRACT

The present work deals with a methodological proposal whose general objective is to develop an investigative teaching sequence that seeks to work on the thematic of polymers. This proposal has its focus on the third year of vocational technical education of medium level articulated to chemistry. The proposal was based on precepts of theoretical references related to the approaches in chemistry teaching, more specifically on research teaching, experimentation and case study, in addition to the main contents related to polymers. The sequence is intended to address the topic of polymers so that the student is, for the most part, a teacher of his or her own knowledge. For this, five lesson plans were developed that are part of a sequence of investigative teaching, composed of ten 45-minute classes. These plans initially intend to understand the student's previous concepts about the subject, through the application of a questionnaire, and to mediate the essential contents about polymers. In addition, it is proposed to use three investigative cases, following the multiple case method, as a problematization of the topic. Starting from the polymers proposed in the investigative cases, three experimental practices are proposed, which can be worked on the basis of an open script. Besides that, extra materials were suggested together with adaptations and instruments to support the teacher and the student. These materials include videos of experimental practices, experimental scripts of a structured nature, in order to subsidize the teaching process. This work intends to approach a contextualized theme and contribute a quality and differentiated education to the students of this modality, besides offering support to the teachers.

Key-words: Teaching of Chemistry, Polymers, Investigative Teaching, Case Study, Experimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Equação de reação de polimerização do polietileno a partir do etileno.....	20
Figura 2. Unidade de repetição da a) celulose; b) nitrocelulose; c) poliamida, em que R e R' são cadeias carbônicas, compostas de carbono e hidrogênio.....	21
Figura 3. Configuração de cadeias a) lineares; b) ramificadas; c) reticuladas.	22
Figura 4. Equação de reação de adição do poli(cloreto de vinila).....	24
Figura 5. Equação de reação de condensação de uma poliamida a partir de diamina e diácido, em que R e R' são cadeias carbônicas, compostas de carbono e hidrogênio. ...	24
Figura 6. Equação de reação de condensação de uma poliamida a partir de um aminoácido, em que R é uma cadeia carbônica, composta de carbono e hidrogênio.....	25
Figura 7. Monômeros para produção da poliamida a) hexametilenodiamina; b) cloreto de sebacoíla.....	26
Figura 8. Mecanismo de síntese do Nylon 6,10 a partir da hexametilenodiamina e cloreto de sebacoíla.	26
Figura 9. Monômeros para produção do poliuretano a) Isocianato; b) Etileno glicol...	27
Figura 10. Mecanismo de síntese de poliuretano.	27
Figura 11. a) Poli (acetato de vinila) e b) Tetraborato de sódio decaidratado utilizado na reticulação.....	28
Figura 12. Dissociação e hidrólise do tetraborato de sódio decaidratado em solução, produzindo o equilíbrio entre ácido bórico e íon tetrahidroborato.....	29
Figura 13. Mecanismo de hidrólise do poli (acetato de vinila).	29
Figura 14. Mecanismo de reticulação do poli (acetato de vinila) com o tetraborato de sódio decaidratado.	30
Figura 15. Esquema das atividades chave das sequências de ensino investigativo nos planos de aula.	31
Figura 16. <i>PrintScreen</i> do Canal PoliQuímica no <i>Youtube</i>	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPI	Equipamentos de Proteção Individual
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
PBL	Problem Based Learning
pH	Potencial Hidrogeniônico
PVA	Poli (acetato de vinila)
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	12
2.	OBJETIVOS.....	14
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1.	ABORDAGENS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	14
3.1.1.	Ensino por Investigação	16
3.1.2.	Experimentação	17
3.1.3.	Estudo de Caso	18
3.2.	POLÍMEROS.....	20
3.2.1.	Classificações dos Polímeros.....	21
3.2.2.	Reações de Polimerização.....	23
3.2.3.	Poliamidas.....	25
3.2.4.	Poliuretanos.....	27
3.2.5.	Reticulação do poli (acetato de vinila).....	28
4.	METODOLOGIA.....	30
4.1.	POLÍMEROS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	31
4.2.	POLIMERIZAÇÃO E MECANISMOS.....	32
4.3.	CASOS INVESTIGATIVOS EM DEBATE.....	34
4.4.	POLIMERIZAÇÃO DO POLIURETANO E RETICULAÇÃO DO POLI (ACETATO DE VINILA).....	35
4.5.	POLIMERIZAÇÃO DO NYLON 6,10.....	37
4.6.	SUGESTÕES DE ADAPTAÇÕES DOS PLANOS DE AULA.....	37
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE A – Plano Aula 01: Polímeros e suas Características.....	42
	APÊNDICE B – Questionário de Conceitos Prévios.....	44
	APÊNDICE C – Plano Aula 02: Polimerização e Mecanismos.....	45
	APÊNDICE D – Caso Investigativo 01: A espuma misteriosa.....	47
	APÊNDICE E – Caso Investigativo 02: A tela.....	50
	APÊNDICE F – Caso Investigativo 03: As alergias gosmentas.....	53
	APÊNDICE G – Plano de Aula 03: Casos Investigativos em Debate.....	56
	APÊNDICE H – Plano de Aula 04: Polimerização do Poliuretano e Reticulação do Poli (acetato de vinila).....	58
	APÊNDICE I – Roteiro Experimental 01.....	60
	APÊNDICE J – Roteiro Experimental 02.....	61
	APÊNDICE K – Modelo de Relatório.....	62
	APÊNDICE L – Plano de Aula 05: Polimerização do Nylon 6,10.....	63
	APÊNDICE M – Roteiro Experimental 03.....	65

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os polímeros são macromoléculas de grande relevância em nosso cotidiano, a pesquisa e síntese destas substâncias proporcionaram um grande avanço tecnológico e de suprimento das necessidades e desejos do ser humano. Sua produção em escala industrial gera uma ampla variedade de objetos facilitadores, utilizados como vestuário, embalagens, revestimento, materiais da área biomédica, acessórios automobilísticos, etc.

Ao longo dos anos o estudo e fabricação destes materiais vem aumentando consideravelmente. Segundo pesquisa, realizada pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico, no ano de 2015 foram produzidas em torno de 269 milhões de toneladas de termoplásticos¹ em todo o mundo, sem se atentar aos polímeros termorrígidos². Dentre estes, 6,2 milhões foram produzidos no Brasil (PERFIL 2016, 2016).

No ano de 2016 a indústria de manufatura de polímeros termoplásticos gerou 313.062 empregos em todo o país, destes, 36.910 empregos só no estado de Santa Catarina. Dessa maneira, é o segundo colocado no ranking de distribuição de empregos nesta área, superado somente pelo estado de São Paulo com 135.119 (PERFIL 2016, 2016).

Em relação a reciclagem de materiais poliméricos no Brasil, o estudo demonstra que em 2016 somente 9.617 empregos foram gerados, destes 1.554 em Santa Catarina (PERFIL 2016, 2016). Assim, há muito mais pessoas voltadas a produção de novos materiais poliméricos e poucas à reciclagem dos materiais já produzidos e consumidos.

Além disso, em 2014 somente 650 mil toneladas de polímeros foram recicladas, em relação a quantidade de materiais produzidos o valor é relativamente baixo (PERFIL 2016, 2016). No entanto, a reciclagem destes materiais é de suma importância, visto que ao reciclar uma tonelada de polímeros são evitados o uso de 450 litros de água (PLASTICSEUROPE, 2017).

Diante destes dados, é evidente a importância e a necessidade de conhecer, estudar teoricamente e contextualizar os polímeros nos diversos níveis de ensino. Ainda, há necessidade da formação de estudantes conscientes e capazes de problematizar esta temática, reconhecer o potencial desta área, bem como o desenvolvimento de novos materiais.

¹ Polímeros que apresentam comportamento mecânico de plasticidade e ductilidade, os quais escoam sob aquecimento, podendo ser moldados com o resfriamento, processo que pode ocorrer diversas vezes, logo, são recicláveis (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014).

² Polímeros moldáveis até certa temperatura, porém, ao resfriarem não podem ser moldados com um novo aquecimento, logo, não são recicláveis (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014).

Porém, além do ensino teórico, a experimentação, utilizada como uma estratégia no ensino de ciências, é de extrema importância, visto que gera forte interesse, motivação e ludicidade aos diversos níveis de escolarização, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem (GIORDAN, 1999). Em parceria com a prática experimental, as sequências de ensino investigativo (SEI) são utilizadas para criar um ambiente de pesquisa, de forma a ampliar gradativamente a cultura científica dos estudantes, a partir de conceitos prévios e discussões em sala (CARVALHO et al., 2013).

Durante a preparação desta proposta, foi realizado um levantamento com intuito de observar se na literatura brasileira haviam materiais que propõe a utilização de sequências de ensino investigativa relacionadas a polímeros. Na revista Química Nova na Escola (QNEsc), focando a pesquisa em polímeros, encontrou-se 24 publicações, entre 1997 e 2018, relacionadas a esta temática. Dentre os 24 artigos, 10 apresentam propostas de experimentação e nenhum aborda o uso de estudo de caso. Além disso, nos últimos 10 anos somente 7 artigos sobre polímeros foram publicados, sendo que 2 foram publicados em 2018, e nenhum abordando o estudo de caso e polímeros.

Adicionalmente, realizou-se um levantamento no Grupo de Pesquisa em Ensino de Química (GEPEQsc) do Instituto de Química de São Carlos (IQSC) que é renomado na produção de casos investigativos no Brasil. Durante o levantamento, todos os casos disponibilizados no sítio³ do grupo foram lidos. Dentre os 48 casos, somente 4 estão relacionados ao tema de polímeros sendo que dois publicados em 2012, um em 2017 e um em 2018.

Baseado nos dados expostos, e compreendendo a necessidade de estudos teóricos e experimentais acerca dos polímeros, este projeto busca desenvolver uma sequência de ensino investigativa.

O foco desta sequência são os estudantes da educação profissional técnica de nível médio articulada⁴, que tem o intuito de preparar o estudante para o exercício de profissões técnicas, como a química. Inicialmente idealizou-se este trabalho para uma das instituições da região que oferece este tipo de ensino básico, o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Esta instituição apresenta em seu currículo⁵ a disciplina de Processos Industriais que trata de

³ Disponível em: <<http://www.gpeqsc.com.br/casos/casos.php>>

⁴ A educação profissional técnicas de nível médio articulada é instituída como educação básica pela Lei nº 11.741/08, que altera a Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

⁵ Ementa: A Indústria Petroquímica; Precursores Petroquímicos; As 3 gerações da indústria petroquímica; Tecnologia dos Polímeros; Técnicas Empregadas em Polimerização; Composição de artefatos poliméricos; Processamento de transformação de composições moldáveis em artefatos de borracha, plásticos e fibras;

tecnologias de polímeros no 6º semestre do curso (3º ano). Porém, é importante salientar que este trabalho pode ser utilizado em instituições similares ou de ensino médio regular, para as quais foram desenvolvidas sugestões de adaptação.

Dessa maneira, o intuito desta proposta metodológica é contribuir para uma educação de qualidade e diferenciada aos estudantes, além de oferecer suporte aos professores desta modalidade de ensino.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre polímeros com foco na educação profissional técnica de nível médio articulada a química.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um questionário a fim de identificar os conceitos prévios sobre polímeros dos estudantes;
- Criar sugestões de materiais de apoio ao professor para a mediação do conteúdo e avaliação.
- Construir casos investigativos que problematizam a presença de polímeros no cotidiano dos estudantes;
- Confeccionar três roteiros estruturados, para as práticas experimentais, como material de apoio para os professores e estudantes que abrangem três diferentes polímeros;
- Produzir vídeos relacionados as três práticas experimentais da sequência de ensino investigativo, como material de apoio aos professores e estudantes;
- Propor sugestões de alteração e adaptação para instituições com poucos recursos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1.ABORDAGENS NO ENSINO DE QUÍMICA

O processo de ensino-aprendizagem no ensino de química, estudado a partir de uma posição construtivista, demanda a utilização de abordagens e estratégias que facilitem a construção do conhecimento (CARVALHO et al., 2013). Nestas abordagens é possível identificar importantes fatores descritos por Piaget e Vigotsky (CARVALHO et al., 2013).

Processos de Óleos e Gorduras; Ácidos Graxos (Nomenclatura e emprego); Principais processos de obtenção de óleos; Refino de óleos; Sabões e Detergentes; Sabões x detergentes; Saponificação e a transesterificação; Processo de obtenção de sabões e detergentes; A indústria Têxtil; Beneficiamento Têxtil; Beneficiamentos Primários, secundários e finais; Impacto ambiental da indústria têxtil. Disponível em: <<https://sig.ifsc.edu.br/sigaa/link/public/curso/curriculo/3564230>>

Os fatores apontados por Piaget estão diretamente relacionados a construção de conhecimento pelo estudante no âmbito individual (CARVALHO et al., 2013). Inicialmente, há a necessidade de conhecer os conceitos prévios que acompanham os estudantes, visto que este passou por diversas experiências pessoais e construiu diversas concepções, sejam elas senso comum ou conceitos científicos (CARVALHO et al., 2013).

A problematização, ou seja, a necessidade de estabelecer um problema e fazer com que os estudantes o resolvam, é outro fator presente nestas abordagens. Um problema proporciona ao estudante meios para raciocinar e se tornar o agente do pensamento, ou seja, ter sua própria linha de pensamento, e não mais o professor, o que facilita a construção do seu próprio conhecimento (CARVALHO et al., 2013).

Ainda, a utilização de atividades manipulativas, como experimentos, jogos ou textos, facilita a construção do conhecimento, desde que o professor conduza, a partir de questões e reflexões, o estudante a compreender como chegou na resolução da atividade em questão (CARVALHO et al., 2013). Além disso, o erro é um fator importante na construção do conhecimento, visto que nesta situação o estudante tem a necessidade de pensar, refletir e refazer perguntas sobre o erro e depois tentar um novo acerto, até que conceito seja construído (CARVALHO et al., 2013).

Ao tratar os fatores elencados por Vigotsky, se pensa na construção do conhecimento relacionada aos processos sociais, e não mais individuais. As ferramentas ou artefatos culturais, como a linguagem de um povo. Mas não somente a linguagem, também a comunicação, os valores e informações relacionados aos conteúdos trabalhados (CARVALHO et al., 2013). Um exemplo disto é a contextualização, em que é importante trabalhar com os estudantes problemas locais, culturais e recentes (CARVALHO et al., 2013). Não seria viável, por exemplo, tratar problemas pertinentes e específicos ao Sul com estudantes do Norte, que não vivenciam o problema.

Salienta-se ainda um importante conceito relacionado ao processo de ensino-aprendizagem, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (CARVALHO et al., 2013). Este conceito abrange dois níveis de desenvolvimento do estudante, o real e o potencial. No nível de desenvolvimento real o estudante tem capacidade de desenvolver um problema sem ajuda, pois, já possui um conhecimento consolidado (CARVALHO et al., 2013). No nível de desenvolvimento potencial o estudante necessita de encaminhamentos, visto que tem capacidade para compreender o conhecimento e/ou habilidade, porém, ainda não o consolidou (CARVALHO et al., 2013).

Consequentemente, os estudantes preferem e tem facilidade de compreender conceitos quando trabalham com pessoas na mesma ZDP, o que torna atividades como os trabalhos em grupos uma necessidade aos alunos (CARVALHO et al., 2013).

O professor tem papel fundamental na visão sociointeracionista, proposta por Vigotsky, visto que a partir de questionamentos e direcionamentos proporciona aos estudantes uma potencialização da construção do conhecimento (CARVALHO et al., 2013).

Algumas das abordagens que envolvem os fatores expostos por Piaget e Vigotsky são a experimentação e o estudo de caso, a partir dos quais é possível desenvolver o ensino por investigação (CARVALHO et al., 2013).

3.1.1. Ensino por Investigação

O ensino investigativo trata-se de uma abordagem inovadora utilizada para criar um ambiente investigativo, propício para os estudantes construírem seu conhecimento, que apresenta poucas orientações e pesquisas, mesmo em um cenário internacional (CARVALHO et al., 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

No ensino por investigação utilizam-se as sequências de ensino investigativo (SEI), as quais são sequências de aulas específicas desta abordagem. As SEI apresentam, em geral, três atividades chave, que podem seguir em ordem ou apresentar vários ciclos. Cada atividade é planejada com intuito de oportunizar aos alunos condições de apresentarem seus conhecimentos prévios, seus pensamentos próprios e discuti-los com sua turma e seu professor, passando do senso comum ao conhecimento científico (CARVALHO et al., 2013).

Na primeira atividade é proposto aos estudantes um problema a ser resolvido. Este problema pode ser experimental ou teórico, derivado de figuras de jornais ou da internet, de textos ou propostos pelos estudantes. O problema deve ser contextualizado e deve introduzir os alunos no conteúdo estudado, além disso, deve oportunizar o levantamento de hipóteses, dar condições de desenvolvimento do pensamento crítico e trabalho com as variáveis. Ainda, deve oportunizar o teste das hipóteses, ou seja, passar da atividade manipulativa para a ação intelectual (CARVALHO et al., 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

A segunda atividade propicia o desenvolvimento de uma atividade de sistematização do conhecimento construído, seja pela leitura de um texto, uma roda de conversa, um debate, no qual há exposição e comparação das soluções do problema (CARVALHO et al., 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

A terceira atividade promove a contextualização do conhecimento e tem o intuito de provocar no estudante a visão da importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO et al., 2013).

Com o desenvolvimento das sequências de ensino investigativo vem a construção de novos conceitos e ampliação gradativa da cultura científica dos estudantes, o desenvolvimento da capacidade de gerar novos questionamentos, de fazer novas observações, de selecionar variáveis, desenvolver teorias e hipóteses, além de realizar estudos e relatos (CARVALHO et al., 2013; MUNFORD; LIMA, 2007).

3.1.2. Experimentação

A experimentação é utilizada como uma importante abordagem, ou estratégia, no ensino de ciências. Na experimentação, os estudantes têm a oportunidade de verificar os fenômenos, hipóteses, teorias e comprovar conceitos estudados em sala de aula, além de desenvolver diversas habilidades (GIORDAN, 1999).

Dentre as principais funções da experimentação, estão o papel de gerar motivação e interesse nos estudantes, proporcionar ludicidade ao ensino e relacionar as ciências e a prática experimental a fatores cotidianos dos estudantes (GIORDAN, 1999; OLIVEIRA, 2010).

Importantes habilidades são desenvolvidas com a prática experimental dentre elas estão o trabalho em grupo, aprender a dividir tarefas, ter responsabilidade, desenvolver a habilidade oral e escrita, argumentar e negociar, além de respeitar os colegas. Ainda, os estudantes tendem a desenvolver capacidades de raciocínio lógico e autonomia ao pesquisar hipóteses, propor experimentações novas ou alterações em experimentações usuais (OLIVEIRA, 2010).

Existem diferentes maneiras de abordar a prática experimental em sala de aula, e em cada uma delas há o desenvolvimento de diferentes habilidades. A experimentação demonstrativa é uma abordagem na qual o professor desenvolve o experimento enquanto que os estudantes apenas assistem, sem interferir. Normalmente é utilizado pelo professor em situações em que o experimento é de manuseio arriscado (produz substâncias tóxicas, entra em combustão, etc.), a instituição não possui recursos suficientes ou em que o professor pretende investir pouco tempo na experimentação. (BASSOLI, 2014; OLIVEIRA, 2010).

As atividades experimentais de verificação são utilizadas com intuito de verificar uma lei ou teoria. Nesta atividade há a interação do estudante, visto que ele realiza o experimento e tem o papel de explicar os fenômenos observados (OLIVEIRA, 2010).

As experimentações investigativas são atividades práticas que tem o intuito de promover a participação constante dos estudantes. Nestas atividades os estudantes devem discutir ideias, elaborar hipóteses e testar experimentos com o intuito de resolver um problema. Os estudantes têm papel de construir seu próprio conhecimento enquanto que o professor tem papel de facilitador (BASSOLI, 2014; OLIVEIRA, 2010).

As atividades práticas são normalmente acompanhadas de roteiros experimentais que apresentam três classificações. Nos roteiros estruturados o professor apresenta aos estudantes os materiais e procedimentos, nos roteiros semiestruturados o professor fornece somente os materiais e os estudantes devem desenvolver o procedimento, enquanto que nos roteiros abertos os estudantes têm total autonomia, tendo que desenvolver a lista de materiais e procedimento e muitas vezes até o problema a ser resolvido (PASTORIZA; SANGIOGO; BOSENBECKER, 2017).

Com base nos roteiros e instruções do professor é possível solicitar aos estudantes o desenvolvimento de um relatório. O relatório é um dos instrumentos de verificação de aprendizagem utilizado na experimentação. O relatório propicia aos estudantes contato com textos científicos, favorece a realização de pesquisas, sistematiza as informações e apropriação do conhecimento, além de outras habilidades citadas anteriormente (OLIVEIRA, 2010).

Dessa maneira, a experimentação é de extrema importância, visto que favorece o processo de ensino-aprendizagem em diversos níveis de escolarização (GIORDAN, 1999).

3.1.3. Estudo de Caso

O estudo de caso é uma estratégia bastante utilizada no ensino de química, e outras áreas, que pode contemplar diversos níveis de ensino. Esta metodologia tem origem no método Aprendizado Baseado em Problemas, do inglês *Problem Based Learning* (PBL), desenvolvido na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá (SÁ; QUEIROZ, 2007).

Inicialmente o objetivo desta metodologia era familiarizar os estudantes com problemas reais, a fim de estimular seu pensamento crítico, desenvolver sua habilidade de resolução de problemas e proporcionar a aprendizagem de conceitos da área de estudo (SÁ; QUEIROZ, 2007).

Um dos precursores, conhecido por popularizar o método no ensino de ciências, foi Clyde Freeman Herreid, que deu início a uma seção no *Journal of College Science Teaching* focada aos estudos de caso (SÁ; QUEIROZ, 2007).

Em seus trabalhos, Herreid propôs uma série de aspectos que caracterizam um bom caso investigativo (SÁ; QUEIROZ, 2007). Primeiramente, o caso deve apresentar utilidade pedagógica, tanto para o curso quanto para os estudantes, e apresentar aplicabilidade geral, não deve ser muito específico a ponto de tratar um único questionamento (HERREID 1994;1998).

Além disso, o caso investigativo deve tratar um tema atual e relevante, abordando situações que os estudantes saibam enfrentar, o que faz com que os estudantes percebam a importância do caso, desenvolvam empatia e interesse (HERREID 1994;1998). Dessa maneira, seria pertinente que o caso descrevesse um drama ou suspense, parecendo uma situação real (HERREID 1994;1998).

Assim sendo, o caso deve narrar uma história, que possui uma solução, provoque um conflito e force uma decisão séria dos estudantes. Para que os estudantes se coloquem no lugar dos personagens e compreendam melhor a situação, a inclusão de citações é importante e, além disso, as características e personalidade dos personagens devem influenciar na tomada de decisões. (HERREID 1994;1998)

Por fim, o caso investigativo deve ser curto o suficiente para introduzir o fato e manter a atenção dos estudantes, mas não tão longa a ponto de a análise ser tediosa (HERREID 1994;1998).

A proposta desta metodologia, focalizando o Ensino de Ciências, é incentivar os estudantes a se habituar às circunstâncias de um caso, buscando compreender os fatos, valores e contexto nele expostos, a fim de solucioná-lo (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). O professor apresenta o papel de mediador e deve auxiliar os estudantes a analisarem os fatos, o problema, as possíveis soluções e as consequências das decisões que irão tomar (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

Há diversos métodos para aplicação dos estudos de caso em sala de aula, um destes métodos é o formato de aula expositiva, na qual o professor apresenta o caso aos estudantes como uma história, sem que os estudantes participem da solução ativamente (SÁ; QUEIROZ, 2007). Outro formato é o de discussão, no qual o caso é apresentado aos estudantes como um dilema e eles devem apresentar suas sugestões para a solução do caso (SÁ; QUEIROZ, 2007). Pode-se ainda citar o formato de atividades em pequenos grupos, no qual grupos de estudantes

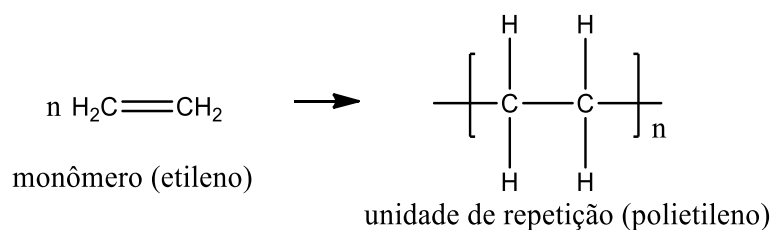
avaliam o caso em voz alta, e este caso deve ter relação com seu contexto social e/ou profissional (SÁ; QUEIROZ, 2007).

Com base nos formatos supracitados há outras variantes. O formato que se destaca aqui é uma variante do formato em pequenos grupos, o qual foi proposto por Arne Tärnvik (TÄRNVIK, 2002) e é denominado de Métodos dos Múltiplos Casos (SÁ; QUEIROZ, 2007). Neste método vários casos curtos são apresentados aos estudantes e discutidos por pequenos grupos em sala de aula, em seguida a solução de cada caso é apresentada e discutida por todos os estudantes (SÁ; QUEIROZ, 2007).

3.2.POLÍMEROS

A palavra polímero é derivada do grego *poli* (muitos) e *mero* (unidade de repetição). Dessa maneira, polímeros são macromoléculas, com altas massas molares, compostas por diversas unidades de repetição de uma molécula ligadas entre si (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ATKINS; JONES, 2012). Antes de estarem ligadas, estas moléculas são denominadas monômeros e apresentam uma estrutura muito similar às unidades de repetição. O polietileno, por exemplo, é um polímero composto de monômeros de eteno, frequentemente chamado de etileno (Fig 1) (ATKINS; JONES, 2012).

Figura 1.Equação de reação de polimerização do polietileno a partir do etileno.



Fonte: Autoria própria.

O que representa a quantidade de unidades de repetição de um polímero é o grau de polimerização (n), equivalente a razão entre a massa molar do polímero e a massa molar da unidade de repetição (ou mero) (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). (Eq. 1)

$$n = \frac{MM_{polímero}}{MM_{mero}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Os polímeros podem ter centenas, milhares ou mais, de monômeros ligados entre si, o que gera diferentes massas molares. Dois polímeros de mesmo monômero com grandes

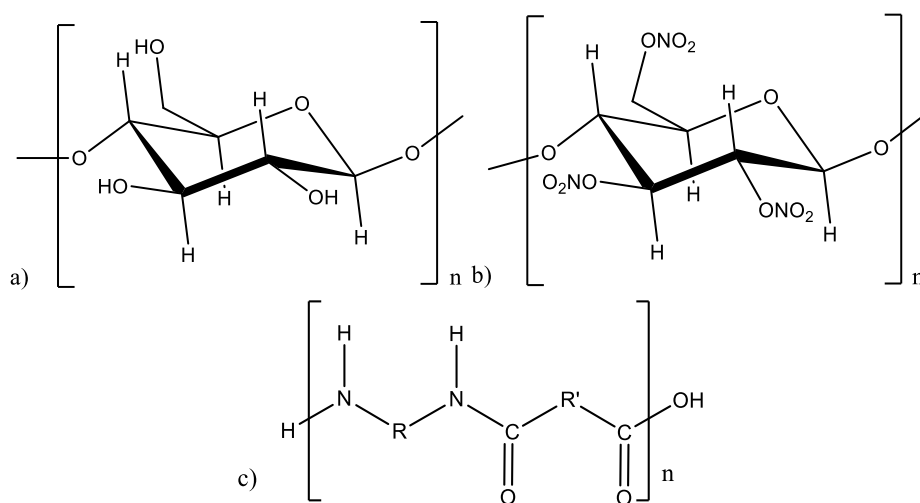
diferenças em suas massas molares apresentam diferenças em suas propriedades físico-químicas (viscosidade, solubilidade, etc). Normalmente, quanto maior a massa molar, maior a intensidade na propriedade. Dessa maneira, é possível caracterizá-los através de sua massa molar (CANEVAROLO JUNIOR, 2013).

Para formar um polímero, o monômero deve ter no mínimo dois sítios reativos, nos quais se ligam a outros monômeros formando uma cadeia polimérica. Esses sítios são chamados de funcionalidade e normalmente estão presentes em grupos funcionais reativos contendo heteroátomos (éster, carbonila, carboxila, amina, etc), duplas ligações, triplas ligações ou ciclos (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). No exemplo do polietileno (Fig. 1), o etileno apresenta uma dupla ligação que é quebrada, formando dois radicais que podem interagir com outros radicais livres presentes em solução, logo, duas funcionalidades.

3.2.1. Classificações dos Polímeros

Os polímeros podem ser de ocorrência natural, artificial ou sintética. Os polímeros naturais são encontrados na natureza, e podem ser exemplificados pela celulose (Fig. 2a) e a seda (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). Os polímeros artificiais são polímeros naturais que sofrem algum tipo de modificação, como a nitrocelulose (Fig. 2b) e o acetato de celulose (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). Polímeros sintéticos são polímeros completamente sintetizados pelo ser humano, como as poliamidas (Fig. 2c) e poliuretanos (CANEVAROLO JUNIOR, 2013).

Figura 2. Unidade de repetição da a) celulose; b) nitrocelulose; c) poliamida, em que R e R' são cadeias carbônicas, compostas de carbono e hidrogênio.

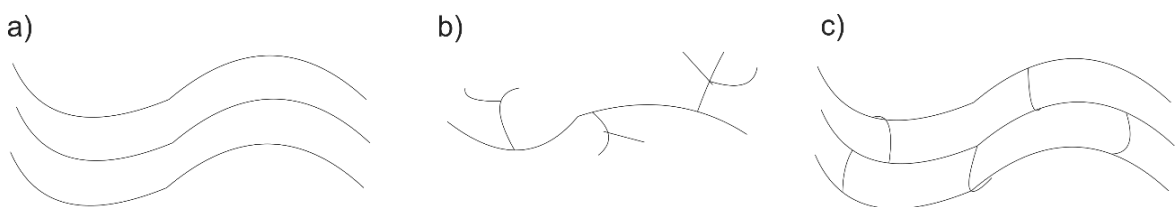


Fonte: Autoria própria.

Os polímeros podem ser, ainda, classificados quanto à sua estrutura. Polímeros com a cadeia principal formada por uma única unidade de repetição são denominados de homopolímeros, enquanto que polímeros com a cadeia principal formada por dois ou mais meros são denominados de copolímeros (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). As cadeias de um monômero podem ser homogêneas, apresentando somente átomos de carbono e hidrogênio, ou heterogêneas, apresentando heteroátomos (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). O polietileno (Fig 1) é um exemplo de homopolímero com cadeia homogênea, enquanto que as poliamidas (Fig 2c) são polímeros com cadeias heterogêneas.

Quanto à configuração das cadeias, os polímeros são classificados comumente como lineares (Fig. 3a), ramificados (Fig. 3b) ou reticulados (Fig. 3c). Polímeros com cadeias lineares são compostos por monômeros ligados de forma linear, em que as cadeias são contínuas, enquanto que polímeros ramificados possuem substituintes que originam cadeias a partir da principal (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014). Já polímeros reticulados são cadeias poliméricas, lineares ou ramificadas, que apresentam ligações químicas que interligam estas cadeias (Fig. 3b) (ASKELAND; WRIGHT, 2014).

Figura 3. Configuração de cadeias a) lineares; b) ramificadas; c) reticuladas.



Fonte: Autoria própria.

Quanto ao comportamento mecânico, os polímeros podem ser classificados como plásticos, elastômeros e fibras. Os plásticos são polímeros comumente sólidos em temperatura ambiente e que podem ser subdivididos em termoplásticos ou termorrígidos. Os termoplásticos apresentam comportamento mecânico de plasticidade e ductilidade e escoam sob aquecimento, podendo ser moldados com o resfriamento, processo que pode ocorrer diversas vezes, logo, são recicláveis (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014). São exemplos de termoplásticos o polietileno e o polipropileno.

Os termorrígidos ou termofixos são moldáveis até certa temperatura, porém, ao resfriarem não podem ser moldados com um novo aquecimento, pois suas ligações cruzadas

impossibilitam esta plasticidade, logo, não são recicláveis (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014). Exemplos de termorrígidos são as resinas de fenol-formaldeído, conhecidas como baquelite, utilizadas comumente em cabos de painéis.

Os elastômeros são polímeros que podem se deformar em temperatura ambiente em até duas vezes seu tamanho original e recuperar o tamanho original ao retirar a tensão, além de ter elasticidade em ampla faixa de temperatura (CANEVAROLO JUNIOR, 2013). Estes polímeros são termoplásticos ou termorrígidos pouco reticulados, como, por exemplo, a borracha vulcanizada utilizada em pneus de carros (CANEVAROLO JUNIOR, 2013; ASKELAND; WRIGHT, 2014).

Por fim, as fibras são termoplásticos que apresentam ductilidade e resistência à tração, como, por exemplo, a poliamida, que apresenta cadeias lineares, tornando possível a produção de fios extremamente finos (CANEVAROLO JUNIOR, 2013).

3.2.2. Reações de Polimerização

Para preparar um polímero sintético, são realizadas reações de polimerização. Há duas classificações quanto a reação de síntese de um polímero, reações de condensação e adição ou reações de crescimento em cadeia e crescimento em etapas, dependentes das estruturas químicas e mecanismos de reação, respectivamente.

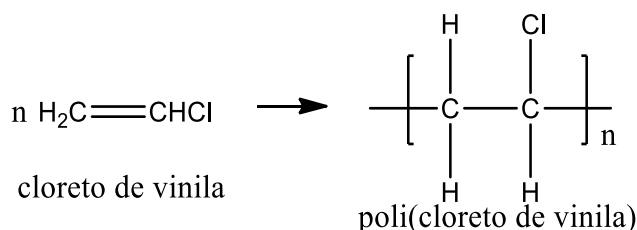
3.2.2.1. Reações de Adição e Condensação

As reações de polimerização de adição e de condensação, que foram inicialmente determinadas por Wallace H. Carothers (CAROTHERS, 1929), são dependentes das estruturas químicas dos monômeros e do polímero formado.

Em reações de adição, o polímero é formado a partir de monômeros sem que haja eliminação de subprodutos. Logo, o monômero e a unidade de repetição do polímero formado são muito similares (CARRAHER JUNIOR, 2003). Segundo a classificação de Carothers, os poliuretanos seriam exemplos de polímeros sintetizados por reações de adição entre monômeros de dióis e diisocianatos, porém, em estudos mais recentes, determinou-se que nas cadeias dos polímeros de adição não há grupos funcionais contendo heteroátomos, e os grupos se encontram somente como substituintes (ODIAN, 2004).

Os polímeros de adição mais comuns são aqueles em que o monômero apresenta duplas ligações entre carbonos como, por exemplo, o poli(cloreto de vinila) (Fig. 4).

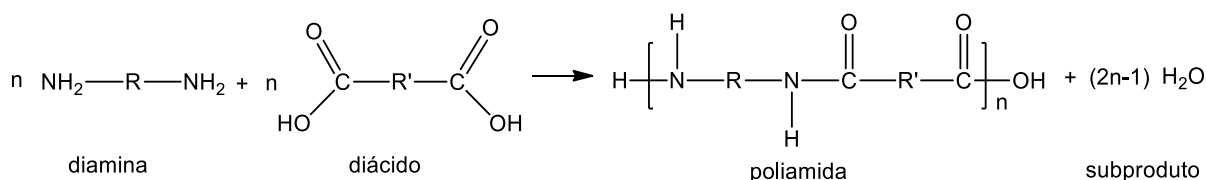
Figura 4. Equação de reação de adição do poli(cloreto de vinila).



Fonte: Autoria própria.

Em reações de condensação, os polímeros são obtidos pela condensação de monômeros polifuncionais com formação de pequenas moléculas como subprodutos, como, por exemplo, a água. Dessa maneira, ao contrário dos polímeros de adição, os monômeros de polímeros de condensação são ligados por grupos funcionais, que estão presentes na cadeia principal, e o monômero e a unidade de repetição apresentam diferenças em relação à composição química (ODIAN, 2004; CANEVAROLO JUNIOR, 2013). As poliamidas são exemplos de polímeros formados por reações de condensação (Fig. 5), a partir de diaminas e diácidos.

Figura 5. Equação de reação de condensação de uma poliamida a partir de diamina e diácido, em que R e R' são cadeias carbônicas, compostas de carbono e hidrogênio.



Fonte: Autoria própria.

3.2.2.2. Reações de Crescimento em Etapas e em Cadeia

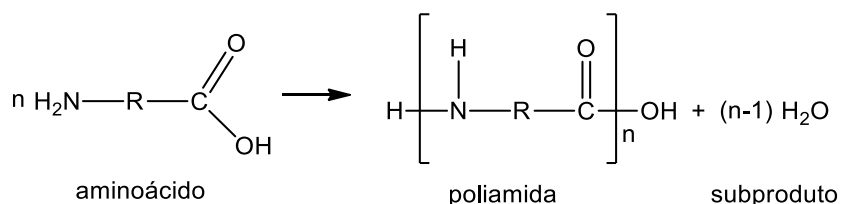
As reações de polimerização de crescimento em etapas ou em cadeia são dependentes do mecanismo da reação. A reação em cadeia é uma reação que ocorre em três etapas denominadas de iniciação, propagação e terminação (MCMURRY, 2014; ODIAN, 2004). Na polimerização em cadeia radicalar, na iniciação ocorre uma quebra homolítica, normalmente de uma dupla ou tripla ligação entre átomos iguais, formando dois radicais livres, denominado de centro reativo (MCMURRY, 2014; ODIAN, 2004). Dependendo do iniciador, também

podem ser formados centros reativos catiônicos ou aniônicos, dando origem a reações de polimerização em cadeia iônicas (MCMURRY, 2014; ODIAN, 2004).

Na propagação, os radicais formados interagem com as duplas ligações de outros monômeros, e a repetição desse processo forma aos poucos as cadeias poliméricas. Inicialmente formam-se dímeros, trimeros, e assim por diante, até a formação de macromoléculas (MCMURRY, 2014; ODIAN, 2004). Na finalização, o processo encerra com a destruição do centro reativo ou das condições particulares de cada reação (ODIAN, 2004).

Nas reações em etapas, a polimerização ocorre com monômeros que apresentam diferentes grupos funcionais interagindo, que podem ser divididos em dois grupos. No primeiro tipo há monômeros bifuncionais ou polifuncionais, em que o grupo funcional é um só, como nas poliamidas a partir de diácidos e diaminas (Fig. 5) (ODIAN, 2004). No segundo tipo há um único monômero com grupos funcionais distintos, como na polimerização de poliamidas a partir de aminoácidos (Fig. 6) (ODIAN, 2004).

Figura 6. Equação de reação de condensação de uma poliamida a partir de um aminoácido, em que R é uma cadeia carbônica, composta de carbono e hidrogênio.



Fonte: Autoria própria.

Nas reações de polimerização, com frequência as classificações de reações de adição e crescimento em cadeia são utilizadas como sinônimos, assim como as reações de condensação e crescimento em etapas, embora haja exceções. No exemplo do poli(cloreto de vinila) (Fig. 4), a polimerização é classificada como reação de adição e crescimento em cadeia, enquanto que para a poliamida (Fig. 5), a polimerização é classificada como reação de condensação e crescimento em etapas.

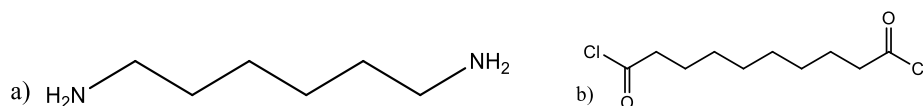
3.2.3. Poliamidas

As poliamidas são polímeros sintéticos preparados a partir de reações de condensação e por crescimento em etapas. Na produção do Nylon 6,10 a reação ocorre a partir de hexametilenodiamina (Fig. 7a) e o cloreto de sebacoíla (Fig. 7b), em que o par de elétrons nucleofílico da amina ataca o carbono eletrofílico da carbonila, formando uma amida e

eliminando o cloro que é um excelente grupo abandonador (Fig. 8) (CLAYDEN; GREEVES; WARREN, 2012).

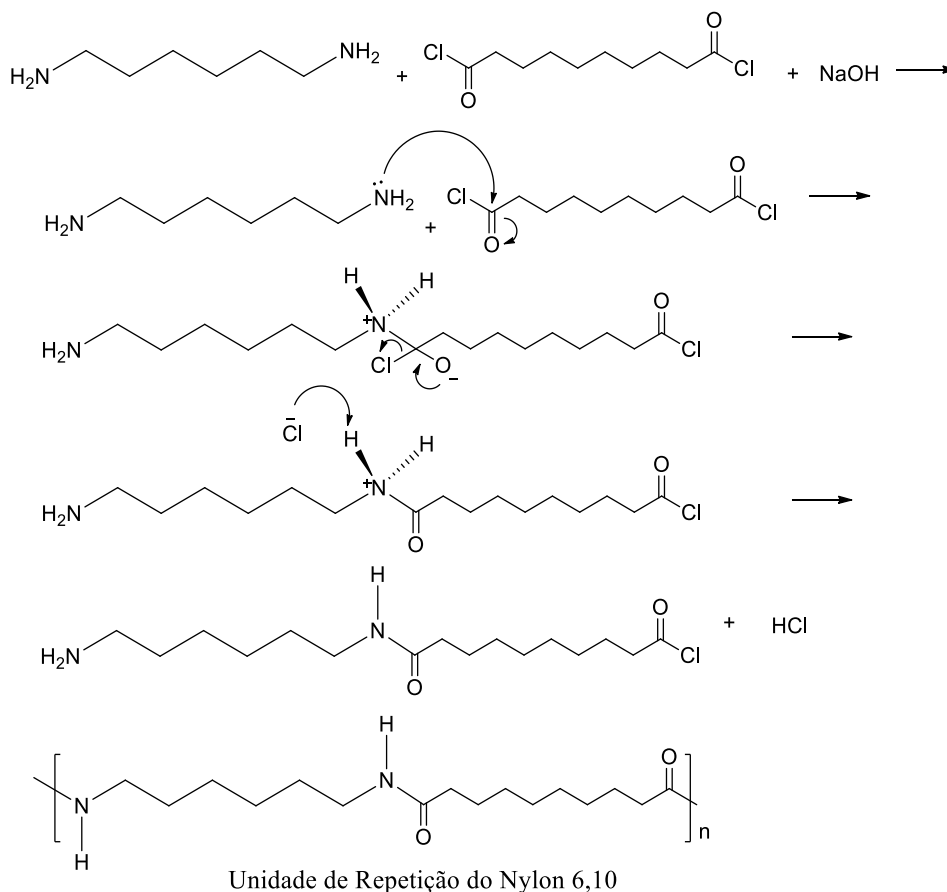
Para o procedimento experimental, o cloreto de diácido é dissolvido em uma camada de um solvente orgânico denso, como o tetracloreto de carbono. Em seguida, dissolve-se a diamina em uma solução com pH (potencial hidrogeniônico) básico e adiciona-se cuidadosamente por cima da solução de cloreto diácido. Este método é denominado de polimerização interfacial, pois, forma-se um filme de polímero na interface das solução, que com a utilização de uma pinça e um bastão de vidro, é possível extrai-lo para formar uma fibra.

Figura 7. Monômeros para produção da poliamida a) hexametilenodiamina; b) cloreto de sebacoíla.



Fonte: Autoria própria.

Figura 8. Mecanismo de síntese do Nylon 6,10 a partir da hexametilenodiamina e cloreto de sebacoíla.



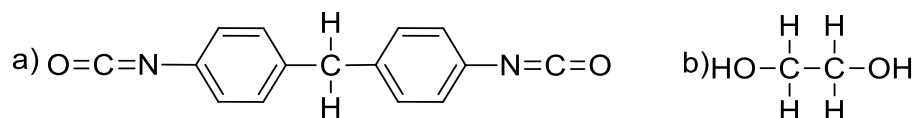
Fonte: Autoria própria.

3.2.4. Poliuretanos

Os poliuretanos são polímeros sintéticos preparados através de reações de condensação com crescimento em etapas (MCMURRY, 2014; CLAYDEN; GREEVES; WARREN, 2012). Os grupos uretanos, também denominados de carbamatos, são híbridos de carbonatos e ureias, sendo que o carbono da carbonila está ligado a um grupo -OR e um grupo -NR₂ (MCMURRY, 2014).

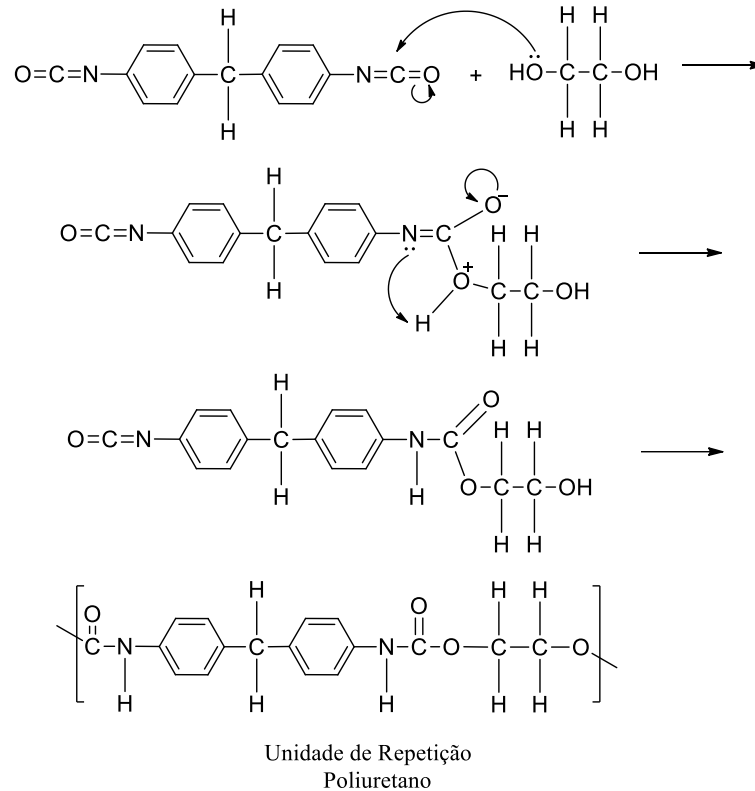
A reação ocorre a partir de um diisocianato de arila (Fig. 9a) e um diol (Fig. 9b), em que o carbono (sp) do isocianato é bastante reativo e sofre ataque nucleofílico por um grupo álcool do diol (Fig 10.) (MCMURRY, 2014; CLAYDEN; GREEVES; WARREN, 2012). O procedimento experimental é bastante simples, apenas deve-se misturar os dois reagentes, e em cerca de 30 segundos a reação de polimerização inicia.

Figura 9. Monômeros para produção do poliuretano a) Isocianato; b) Etileno glicol.



Fonte: Autoria própria.

Figura 10. Mecanismo de síntese de poliuretano.



Fonte: Autoria própria.

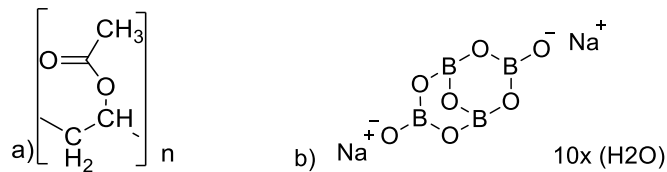
3.2.5. Reticulação do poli (acetato de vinila)

A reticulação em polímeros ocorre quando as cadeias poliméricas apresentam ligações cruzadas, logo, as cadeias estão ligadas entre si a partir de segmentos de outras cadeias.

A reação de reticulação do poli (acetato de vinila) (PVA) inicia com a dissolução e hidrólise do tetraborato de sódio decahidratado (Fig. 11a) e do poli (acetato de vinila) (Fig. 11b). O tetraborato de sódio decahidratado em solução é dissociado e hidrolisado em diversos íons, sendo o equilíbrio de interesse entre o tetrahidroborato e o ácido bórico (Fig. 12) (GENG; HAQUE; OKSMAN, 2016).

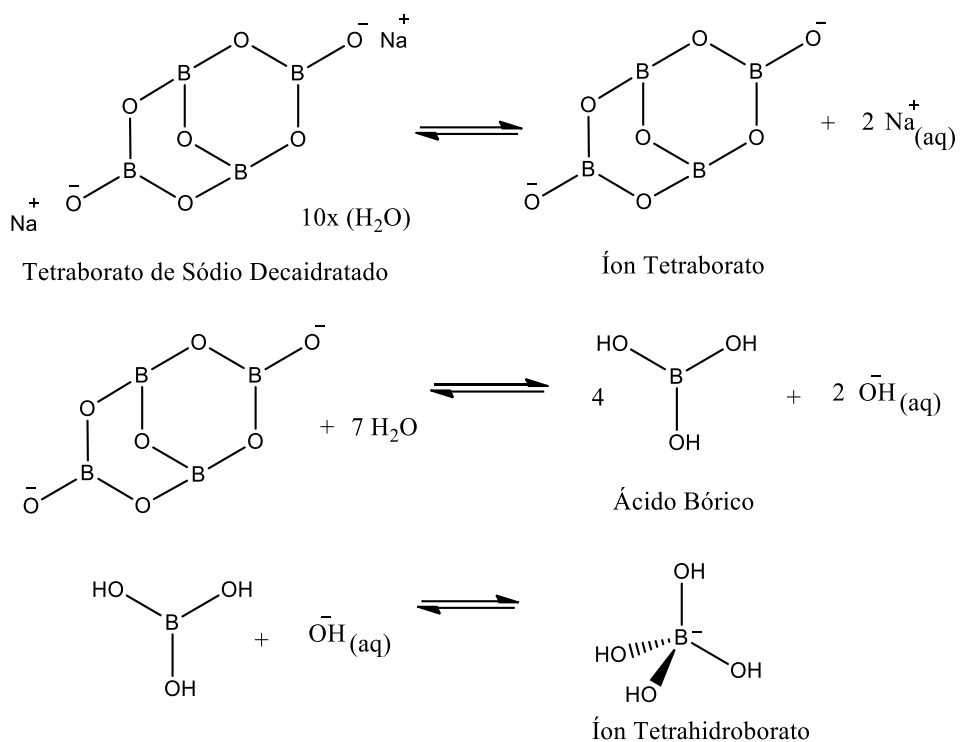
O poli (acetato de vinila) em solução é hidrolisado, ocorrendo a formação de grupos álcool e eliminação de um ácido carboxílico (Fig. 13) (CLAYDEN; GREEVES; WARREN, 2012). É possível facilitar o processo de hidrólise com o aumento do pH. Na reação de reticulação, o par de elétrons da hidroxila ataca o carbono eletrofílico do poli (acetato de vinila), eliminando o grupo álcool (GENG; HAQUE; OKSMAN, 2016).

Figura 11. a) Poli (acetato de vinila) e b) Tetraborato de sódio decahidratado utilizado na reticulação.



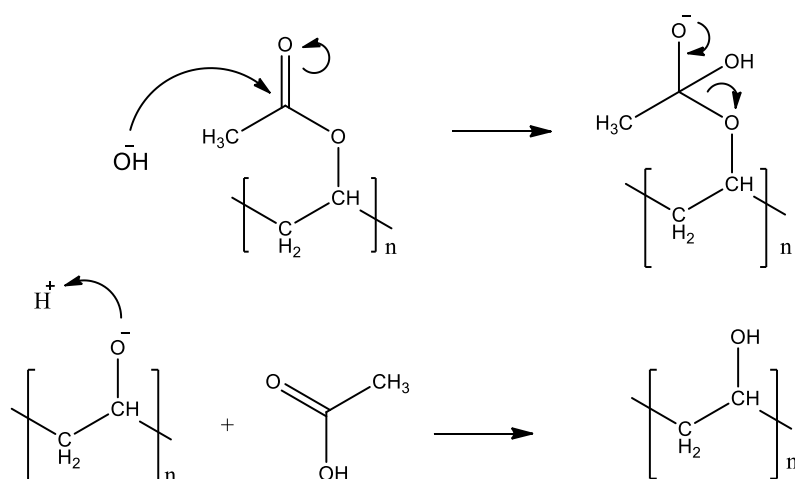
Fonte: Autoria própria.

Figura 12. Dissociação e hidrólise do tetraborato de sódio decaidratado em solução, produzindo o equilíbrio entre ácido bórico e íon tetrahidroborato.



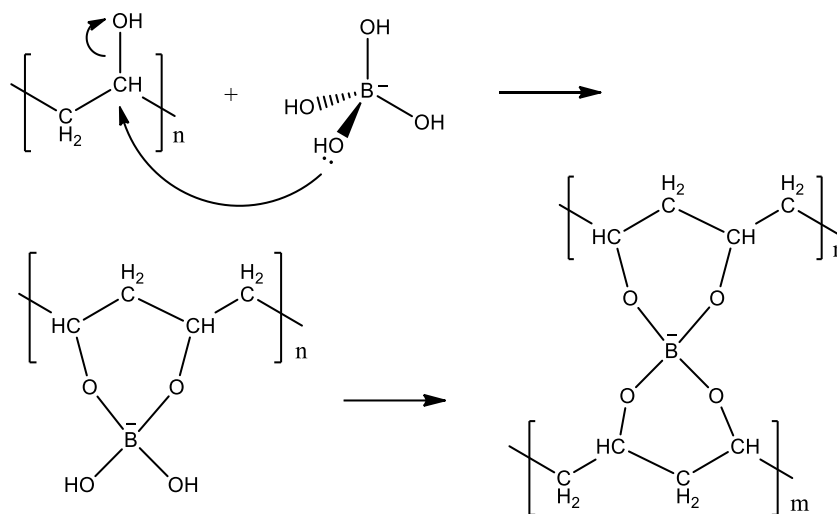
Fonte: Autoria própria.

Figura 13. Mecanismo de hidrólise do poli (acetato de vinila).



Fonte: Autoria própria.

Figura 14. Mecanismo de reticulação do poli (acetato de vinila) com o tetraborato de sódio decaidratado.



Fonte: Autoria própria.

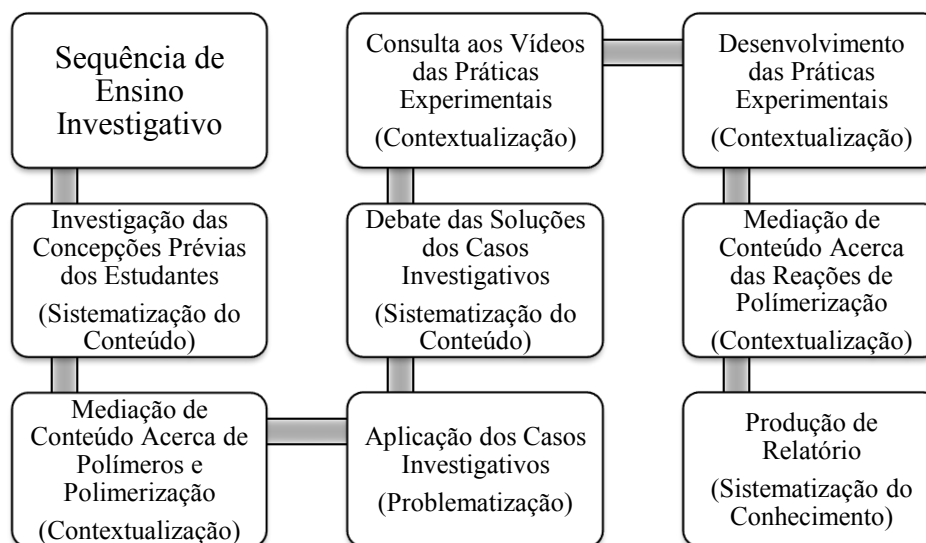
4. METODOLOGIA

Partindo do objetivo da proposta metodológica, foi elaborada uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o terceiro ano da educação profissional técnica de nível médio articulada a química, que aborda como principal conteúdo o estudo dos polímeros. Propõe-se que esta sequência de ensino investigativo seja aplicada em aproximadamente dez aulas de 45 minutos, divididas em cinco momentos distintos.

Para cada momento preparou-se um plano de aula, em que se utilizou como princípio norteador as três atividades chave das sequências de ensino investigativo (CARVALHO et al., 2013). Cada plano de aula acompanha materiais de apoio ao professor, dentre os quais estão: slides específicos a cada aula, uma apostila de apoio ao professor com observações sobre as aulas, um questionário de conceitos prévios, roteiros experimentais estruturados, vídeos das práticas experimentais, um modelo de relatório e casos investigativos.

No esquema representado na Figura 1 está detalhada a ordem e a relação das atividades desenvolvidas na SEI com as atividades chave.

Figura 15. Esquema das atividades chave das seqüências de ensino investigativo nos planos de aula.



É importante salientar que se considera que a proposta seja aplicada em aulas geminadas e que o tempo supracitado deve ser alterado conforme o andamento das atividades e do desenvolvimento e compreensão dos estudantes.

4.1. POLÍMEROS E SUAS CARACTERÍSTICAS

No Plano de Aula 01 (Apêndice A), composto de duas aulas geminadas de 45 minutos, se sugere a aplicação de um questionário e a mediação do conteúdo pertinente a polímeros. Os materiais previstos para esse plano de aula são: quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides* e modelos moleculares.

Inicialmente o professor deverá identificar os conceitos prévios de cada estudante sobre polímeros e polimerização. Para isso, o professor pode utilizar um questionário estruturado, conforme exemplo presente no Apêndice B, com perguntas abertas que busquem identificar senso comum ou conhecimentos científicos (LAKATOS; MARCONI, 1991).

Em seqüência, o professor deve recolher o questionário, o qual serve de material de comparação para uma avaliação contínua, e realizar uma discussão com os estudantes acerca dos polímeros, utilizando as próprias perguntas do questionário. Esta discussão tem intuito de identificar os conceitos prévios dos estudantes, antes de iniciar a mediação dos conteúdos acerca de polímeros, problematizar as concepções e caso necessário, reconstruí-las. Para a resposta deste questionário e discussão em sala são previstos 30 minutos.

No segundo momento da aula os conceitos relacionados a polímeros serão mediados pelo professor aos estudantes. Para abordar estes conceitos é essencial a utilização da

contextualização, aproximando o conteúdo polímeros estudados ao cotidiano dos estudantes. Dentre os conceitos estudados é de grande importância compreender o que são polímeros e quais suas principais características (massa molar, monômeros, unidades de repetição e grau de polimerização). Para melhor visualização dos estudantes, o professor pode utilizar como material auxiliar modelos moleculares que representam o monômero, a unidade de repetição e uma pequena parte do que seria uma cadeia de um polímero.

Ainda, é interessante apontar suas classificações quanto a ocorrência, estrutura, configuração das cadeias e comportamento mecânico, visto que estas classificações estão diretamente relacionadas a propriedades físicas e químicas dos polímeros.

Além disso, o professor pode utilizar como base o material preparado em *slides*⁶, o qual apresenta uma sequência deste conteúdo. Foi desenvolvido também um guia⁷ com questionamentos e comentários para cada *slide* presente no material, que tem o intuito de conduzir a mediação do conteúdo. É importante salientar que em todas as aulas em *slides* foram utilizadas fontes alternativas, que precisam ser baixadas e instaladas nos computadores, os sítios de acesso a essas fontes estão presentes no guia da sequência.

O intuito desta aula é prover recursos aos estudantes para que consigam solucionar os casos investigativos construídos. Para o momento de mediação de conteúdo e exercícios é prevista 1 hora.

Em relação a avaliação, será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes compreenderam os conceitos mediados durante a aula e se responderam adequadamente os questionamentos propostos.

4.2. POLIMERIZAÇÃO E MECANISMOS

No Plano de Aula 02 (Apêndice C), composto de duas aulas de 45 minutos, é proposta a conclusão do conteúdo de polímeros e a aplicação dos estudos de caso. Os materiais previstos para esse plano de aula são: quadro branco, caneta para quadro branco, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides* e estudos de caso.

Na primeira etapa da aula, o professor retomará os principais conceitos tratados nas aulas anteriores e deverá concluir a mediação do conteúdo. É indicado o estudo das reações de polimerização e mecanismo de crescimento para melhor compreensão das experimentações

⁶ Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1xpa5vMCDPc3Qfj_L98RgMWQEvL2M8ekq>

⁷ Disponível em: <<https://drive.google.com/open?id=1Y7FFV7cEVX2N0gDhYuBDzu6EzFsCKUsy>>

realizadas nos Planos de Aula 4 e 5. Novamente, o professor pode utilizar como material auxiliar o arquivo em *slides*⁸. Para esta etapa são propostos 45 minutos.

Na segunda etapa da aula são propostos três casos investigativos que seguem os aspectos definidos por Herreid (1994;1998). Cada um destes estudos retrata um caso diferente, relacionado a um determinado polímero e a uma investigação acerca de um crime ou acidente. Estes casos apresentam inspiração ou base em fatos reais, porém, é indispensável destacar que os personagens e sua história são fictícias.

O caso investigativo 1 (Apêndice D), denominado de “A espuma misteriosa”, relaciona a espuma de poliuretano, comumente utilizada como isolamento acústico, ao incidente da Boate Kiss. O estudante é convidado a desvendar qual é a espuma misteriosa coletada no local do incêndio e descobrir como reproduzi-la, a fim de ajudar sua colega Paola.

O caso investigativo 2 (Apêndice E), denominado de “A faxina perigosa” associa a utilização da poliamida em telas de proteção. A tela de proteção da casa de Samira rasga e ela resolve processar a empresa que produziu a tela, o estudante é estimulado a descobrir qual o material utilizado na tela para que possa utilizar como prova no tribunal.

Por fim, o caso investigativo 3 (Apêndice F), nomeado de “As alergias gosmentas” relaciona a utilização do bórax na reticulação do poli (acetato de vinila) para a produção de *slime*⁹. Neste caso Thiago desenvolve alergia nas mãos por conta do *slime* e seu médico, Ramon, busca entender o que causou esta alergia.

Estes casos investigativos têm o intuito de problematizar o conteúdo a ser estudado, ou seja, as reações de polimerização da espuma de poliuretano e da poliamida utilizada em telas de proteção, e a reticulação do poli (acetato de vinila) para a produção de *slimes*. Ainda, têm objetivo de gerar interesse e oportunizar aos estudantes construir seu conhecimento e desenvolver habilidades.

Para avaliar estes casos os estudantes da turma serão divididos em grupos de 3 a 4 pessoas, seguindo o formato de Múltiplos Casos proposto por Tärnvik (2002). Assim, cada grupo receberá um caso investigativo e deverá investigar e solucionar o caso, descobrindo qual o polímero relacionado na investigação. Além disso, em sequência a cada caso são propostos questionamentos que devem ser resolvidos pelos estudantes.

No fim de cada caso investigativo, como material auxiliar ao professor, seguem as características que classificam cada investigação como um bom caso, a solução mais viável e as referências utilizadas em cada proposta.

⁸ Disponível em: < <https://drive.google.com/open?id=1aE9qpGXWOyrXlcYNDT38YvTKlaONr9Hz>>

⁹ Brinquedo infantil similar a uma massa de modelar, porém, em uma versão mais líquida e pegajosa.

Para solucionar o caso, os estudantes deverão discutir em grupo, realizar pesquisas na internet e utilizar dos conceitos mediados nas aulas. O professor pode disponibilizar o material em *slides* impresso como material de consulta. Além disso, para que os estudantes possam acessar a internet a instituição de ensino deve fornecer um local próprio com computadores ou sistema de *voucher*¹⁰ para a pesquisa em celulares e/ou tabletes.

Nesta situação o professor tem o papel de orientar os estudantes a realizarem a pesquisa em fontes confiáveis e a discutirem em grupo a solução mais viável do caso. Para isso, o professor pode levar artigos impressos, textos ou livros. As perguntas no fim do caso têm também o intuito de guiar os estudantes a alcançarem as melhores respostas. Para este momento os estudantes terão 45 minutos. Caso os estudantes não concluam a atividade em sala, o professor deverá orienta-los a concluir em casa.

A avaliação durante esta aula será diagnóstica e com intuito de constatar se os estudantes compreenderam os conceitos mediados durante a aula. Além disso, deve-se constatar se houve discussão no grupo e pesquisa quanto a resolução do caso investigativo.

4.3. CASOS INVESTIGATIVOS EM DEBATE

No Plano de Aula 03 (Apêndice G), composto de duas aulas de 45 minutos, é proposto o desenvolvimento de um debate acerca dos casos. Os materiais previstos para esse plano de aula são: quadro branco, caneta para quadro branco, computador, projetor multimídia e estudos de caso.

Inicialmente os estudantes deverão formar uma roda de discussão e o professor deverá projetar os três casos. Um por vez os casos serão lidos em conjunto e os grupos que trabalharam com cada caso deverão expor oralmente os resultados alcançados. Em seguida, os demais grupos poderão expor suas opiniões acerca dos casos, opiniões concordando ou discordando das já oralizadas.

O professor tem papel importante na hora de organizar o debate, questionar os estudantes, encaminhar e orientar as reflexões, promovendo assim fala ativa dos estudantes. Propõe-se que o professor questione os estudantes se o material escolhido como solução para o caso investigativo se classificaria como um polímero e por qual motivo. Para este momento se espera utilizar 25 minutos para cada um dos três casos investigativos.

Nos quinze minutos finais, ainda em roda, o último questionamento do caso investigativo que trata do desenvolvimento um roteiro experimental para a produção dos

¹⁰ Sistema em que a instituição fornece senhas de acesso à internet por tempo limitado.

polímeros será discutido e os estudantes irão apresentar suas propostas de roteiros experimentais. Como meio avaliativo o professor deverá observar se a proposta está coerente quanto aos materiais e reagentes utilizados, independente do polímero proposto pelos estudantes.

A avaliação durante esta atividade será diagnóstica e com intuito de observar se os estudantes relacionaram os conceitos mediados durante a aula aos casos investigativos. Ainda, como um dos meios avaliativos o professor pedirá aos estudantes que desenvolvam, na forma escrita, um relato com as etapas da resolução do caso a ser entregue na semana seguinte ao fim da SEI.

4.4. POLIMERIZAÇÃO DO POLIURETANO E RETICULAÇÃO DO POLI (ACETATO DE VINILA)

No Plano de Aula 04 (Apêndice H), composto de duas aulas de 45 minutos geminadas, são propostas duas práticas experimentais. Os materiais previstos para esse plano de aula são: quadro branco, caneta para quadro branco, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, roteiros experimentais, poli-ol, isocianato, tetraborato de sódio decaidratado, poli (acetato de vinila), água, bastão de vidro, béqueres espátula, pipeta de Pasteur, copos de acrílico, corante alimentício e balança analítica.

Nesta data os estudantes desenvolverão em laboratório a polimerização do poliuretano e reticulação do poli (acetato de vinila). Para isso, o professor poderá utilizar o roteiro desenvolvido na aula anterior. Para a prática experimental são dedicados 1 hora.

Como alternativa, são propostos os roteiros experimentais estruturados presentes nos Apêndices I e J, que seguem um modelo estruturado. Estes roteiros apresentam uma lista de materiais, procedimento, vídeos como material complementar, descarte de resíduos e referencial. Caso seja a escolha do professor utilizar os roteiros estruturados sugere-se a entrega dos roteiros experimentais e a discussão na aula anterior ao desenvolvimento do experimento em laboratório.

Os três experimentos presentes nos roteiros estruturados foram previamente testados em laboratório e a execução do experimento foi filmada. A partir da filmagem dos testes foram desenvolvidos vídeos que foram publicados na plataforma *Youtube* no canal

denominado de PoliQuímica (Figura 16), pertencente a autora. Para o acesso aos vídeos estão presentes nos roteiros os sítios que levam aos vídeos e também Códigos QR¹¹.

Estes vídeos podem servir como material de apoio aos estudantes e ao professor. Assim, dúvidas acerca da manipulação dos instrumentos podem ser sanadas, visto que os vídeos apresentam todas as etapas do experimento com legendas explicativas. O professor pode utiliza-los como material complementar a aula, apresentando o vídeo antes ou depois do desenvolvimento das práticas experimentais. Ainda, podem servir de parâmetro para verificação do sucesso do experimento em laboratório.

Figura 16. *PrintScreen* do Canal PoliQuímica no *Youtube* ¹².



Fonte: Autoria própria.

O professor ainda terá o papel de relacionar os conceitos anteriormente estudados ao experimento realizado em laboratório. Para isso, o professor poderá utilizar o material preparado em *slides* como modelo ¹³. Para este momento são dedicados 30 minutos.

A partir da prática experimental os estudantes deverão desenvolver um relatório, seguindo um modelo disponibilizado (Apêndice K), que servirá como um meio para a verificação da construção de conhecimento, a ser entregue juntamente com o relato do caso investigativo. Ainda, devem ser avaliadas a postura do estudante em laboratório, além de seus questionamentos e discussões durante a mediação do conteúdo.

¹¹ Os Códigos QR, da sigla em inglês *Quick Response*, resposta rápida, são códigos de barras que ao escaneados, por aplicativos de celulares que possuam câmeras, realizam o encaminhamento a sítios da internet.

¹² Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UC10DqdUWQsDasQFA08_3p-Q>

¹³ Disponível em: <<https://drive.google.com/open?id=1wy3wTGui8dqss9tTk5ZXeQnlXCpNoHZY>>

4.5. POLIMERIZAÇÃO DO NYLON 6,10

No Plano de Aula 05 (Apêndice L), composto de duas aulas de 45 minutos, é proposto uma aula experimental. Os materiais previstos para esse plano de aula são: quadro branco, caneta para quadro branco, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, roteiro experimental, hidróxido de sódio, cloreto de sebacoíla, hexametilenodiamina, clorofórmio, água destilada, bastão de vidro, béqueres, espátulas, pinça e provetas.

Nesta data os estudantes desenvolverão em laboratório a polimerização da poliamida, ou Nylon 6,10. Novamente o professor opta pelo roteiro desenvolvido no Plano de Aula 3 ou pelo proposto presente no Apêndices M, que segue um modelo estruturado. Da mesma maneira que o roteiro anterior, este roteiro propõe um vídeo como material complementar.

A metodologia utilizada em sala e o relatório deste experimento é semelhante à da aula anterior, com exceção do material em *slides*, o qual se propõe um novo¹⁴. Para esta data são propostos 30 minutos para a experimentação e 1 hora para o desenvolvimento do experimento, visto que este experimento possui mais etapas e maior complexidade.

4.6. SUGESTÕES DE ADAPTAÇÕES DOS PLANOS DE AULA

Esta Sequência de Ensino Investigativo pode ser alterada e adequada, dependendo das condições das instituições, quanto ao tempo, materiais e conteúdo. A seguir são descritas algumas sugestões para os Planos de Aula.

Para o Plano de Aula 1, no qual há a mediação do conteúdo sobre polímeros, sugere-se uma adequação para a identificação de conceitos prévios. Ao invés de utilizar o questionário impresso é possível utilizar somente as perguntas presentes no questionário para gerar um debate em sala de aula, com o mesmo tempo de aplicação e mesmo objetivo. Ainda, dessa maneira, o professor pode desenvolver novos questionamentos conforme as respostas dos estudantes.

Além disso, para a aplicação no ensino médio regular a aula sobre polímeros pode ser simplificada conforme o que o professor achar adequado. Por fim, no lugar dos modelos moleculares o professor pode utilizar como analogia os cliques de papel, desde que saliente que cada clipe represente uma unidade de repetição do polímero e que os cliques ligados representem as cadeias poliméricas. Outra maneira de adaptação seria a utilização de materiais alternativos como isopor, tinta guache e palitos de churrasco ou massa de modelar e palitos de churrasco.

¹⁴ Disponível em: <<https://drive.google.com/open?id=1kuBKkZWKV4SDjDEhvpMRDPn9tCe3d3zf>>

No Plano de Aula 2 o professor pode simplificar a aplicação do caso investigativo utilizando somente um caso, e ainda, pode utilizar outros formatos de aplicação como o de aula expositiva, de discussão ou em grupos, fornecendo maior tempo em sala para a resolução dos casos.

No Plano de Aula 4 é possível adaptar os materiais a serem utilizados em cada experimento. O bastão de vidro ou espátula pode ser trocado por palitos de picolé ou colheres de plástico, a balança pode ser do tipo utilizada em cozinhas, os béqueres podem ser substituídos por copos plásticos. Caso a instituição não possua nenhuma balança o professor pode adaptar medidas, como tampas de garrafa ou copos plásticos de café (10 mL).

O Plano de Aula 5, no qual há o desenvolvimento do Nylon 6,10, é de difícil adaptação e simplificação, desta maneira, caso a instituição não possua os reagentes e material é preferível que este plano seja retirado da sequência de ensino investigativo.

Ainda, o professor pode optar por desenvolver com os estudantes somente a reticulação do PVA, dentre as três práticas, visto que são utilizados reagentes baratos e que são facilmente encontrados em lojas de produtos químicos, casas especializadas em produtos agrícolas ou em lojas *online*.

Caso a escola não possua infraestrutura suficiente, como um laboratório, é possível realizar o experimento em sala, porém, deve haver bastante cuidado em relação aos reagentes. É importante salientar que os experimentos não devem ser realizados sem Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Uma opção para o desenvolvimento das três práticas também é a parceria da instituição com universidades próximas que tenham laboratório e os reagentes a disposição. Além disso, deve haver o descarte adequado dos resíduos, e neste caso a escola pode buscar uma parceria com uma universidade ou empresa química local. Dessa maneira, é possível conscientizar os estudantes acerca do descarte adequado de resíduos químicos em sua região.

Ainda, caso a instituição não possua nenhum recurso ou não haja interesse em desenvolver as práticas experimentais, há a possibilidade de utilizar os vídeos desenvolvidos como material para demonstração das experimentações e discussão acerca dos polímeros, sem que estas sejam realizadas em laboratório ou em sala.

Por fim, a sequência de ensino investigativo pode ser desmembrada e o professor pode utilizar somente os casos investigativos, as práticas experimentais, os vídeos ou as aulas, por exemplo, sem seguir os cinco planos de aula sugeridos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta metodológica teve como propósito desenvolver uma sequência de ensino investigativo, com o tema polímeros, aos estudantes da educação profissional técnica de nível médio articulada a química. O intuito da proposta é fornecer materiais e métodos aos professores desta modalidade a fim de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

A sequência de ensino investigativo apresentou dez aulas de 45 minutos divididas em cinco Planos de Aula. Foram propostos materiais suficientes para sanar a necessidade do professor em sala de aula e que possam contribuir para a construção do conhecimento, seguindo o proposto por Piaget e Vigotsky (CARVALHO et al., 2013).

Dentre estes materiais disponibilizados, estão aulas em *slides*, que abordam o conteúdo sobre polímeros de forma contextualizada e que apresentam dicas aos professores de como abordar o conteúdo em sala.

Ainda, os três casos investigativos desenvolvidos seguiram a proposta de Herreid (1994;1998), apresentando utilidade pedagógica, temáticas atuais, uma história curta, com diálogos que envolvesse os estudantes, além de personagens e situações que causam empatia.

As práticas e roteiros experimentais propostos foram desenvolvidos e testados em laboratório, a partir de fontes de inspiração, até que o melhor método fosse definido. Todas as reações possuem fácil aplicação, sem necessidade de técnicas trabalhosas ou que requerem equipamentos específicos, porém, nem todas possuem custo baixo.

Ainda, foram propostas adequações aos Planos de Aula com intuito de sanar possíveis déficits em relação ao conteúdo, a custos e infraestrutura. Além disso, a avaliação da construção do conhecimento em cada aula é proposta de maneira diferente e adequada aos tipos de atividades sugeridas.

É importante salientar que o professor cumpre papel primordial na condução da sequência de ensino investigativo, visto que o professor precisa conhecer as estratégias adotadas, dominar os conceitos e problemáticas trazidas nos casos investigativos e nas práticas experimentais, além de compreender o funcionamento dos experimentos. Além disso, deve conseguir prever possíveis questionamentos e colocações dos estudantes, tendo conhecimento suficiente para sanar suas dúvidas.

Com esta proposta espera-se que os professores da modalidade em foco possam desenvolver o ensino de polímeros de maneira contextualizada e investigativa, focando no estudante como agente ativo na construção de seu conhecimento. Espera-se ainda contribuir

para uma formação de qualidade com o desenvolvimento de diversas habilidades como a formação da linguagem científica, compreensão de conceitos, comunicação oral e escrita e autonomia.

REFERÊNCIAS

ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J. **Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. Tradução Solange Aparecida Visconti; revisão técnica Daniel Rodrigo Leiva.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro.

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (bauru)**, [s.l.], v. 20, n. 3, p.579-593, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília.

BRASIL. Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica.... Brasília.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2013. 280 p.

CAROTHERS, Wallace H. Studies on polymerization and ring formation: na introduction to the general theory of condensation polymers. **Journal Of The American Chemical Society**, [s.l.], v. 51, n. 8, p.2548-2559, ago. 1929. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ja01383a041>.

CARRAHER JUNIOR, Charles E. **Seymour/Carraher's Polymer Chemistry**. 6. ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 2003. 776 p.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al (Org.). **Ensino de Ciências: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2013. 152 p.

CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.

GENG, Shiyu; HAQUE, Md. Minhaz-ul; OKSMAN, Kristiina. Crosslinked poly (vinyl acetate) (PVAc) reinforced with cellulose nanocrystals (CNC): Structure and mechanical properties. **Composites Science And Technology**, [s.i.], n. 126, p.35-42, 2016.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola: Experimentação e Ensino de Ciências**, [s.I], v. 10, p.43-49, nov. 1999.

HERREID, Clyde Freeman. Case Studies in Science: a novel method of science education. **Journal Of College Science Teaching**. N.i., p. 221-229. fev. 1994.

HERREID, Clyde Freeman. What Makes a Good Case?: Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal Of College Science Teaching**, [s.i.], v. 27, n. 3, p.163-165, jan. 1998.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 270 p.

MCMURRY, John. **Química Orgânica: Combo**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. 614 p. 1 v. Tradução: All Tasks; Revisão Técnica Robson Mendes Matos.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (belo Horizonte)**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.89-111, jun. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172007090107>.

ODIAN, George. **Principles of Polymerization**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2004.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p.139-153, 2010.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salette Linhares. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, [s.i.], v. 30, n. 3, p.731-739, mar. 2007.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salette Linhares. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 93 p.

PASTORIZA, Bruno dos Santos; SANGIOGO, Fábio André; BOSENBECKER, Veridiana Krolow (Org.). **Reflexões e debates em educação química: ações, inovações e políticas**. Curitiba: Crv, 2017. 262 p.

PERFIL 2016: Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico. São Paulo: Abiplast, v. 21, 2016.

PLASTICSEUROPE. Association Os Plastics Manufacturers. **Plastics: the facts 2017**. 2017. Disponível em: <<https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/274-plastics-facts-2017>>. Acesso em: 18 abr. 2018

TÄRNVIK, A. The multiple-case method: getting ideas from sports. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 2, p. 94-97, 2002.

APÊNDICE A – Plano Aula 01: Polímeros e suas Características



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Plano de Aula

Dados de Identificação

Disciplina: Química

Ano: 3º ano do Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Duração: 90 minutos (duas aulas de 45 minutos geminadas)

Tema

Polímeros e suas características

Objetivos

Objetivo Geral:

Compreender o que são polímeros, quais suas principais classificações e como ocorrem as reações de polimerização.

Objetivos Específicos:

- Investigar os conceitos prévios acerca do tema;
- Compreender o que são os polímeros e o que os caracterizam;
- Distinguir os polímeros dentre as classificações quanto a ocorrência, estrutura, configuração das cadeias e comportamento mecânico;

Conteúdo

- Polímeros;
- Principais características dos polímeros (massa molar, monômeros, unidades de repetição e grau de polimerização);
- Classificações dos polímeros (ocorrência, estrutura, configuração das cadeias e comportamento mecânico).

Desenvolvimento do Tema

Conceitos Prévios:

Inicialmente o professor irá aplicar um questionário para identificar os conceitos prévios dos estudantes sobre polímeros e polimerização.

Polímeros:

Em seguida, os conceitos relacionados a polímeros serão mediados. Dentre estes conceitos: o que são polímeros, massa molar, monômeros, unidades de repetição e grau de polimerização. Neste momento é recomendado utilizar modelos moleculares como material de apoio para melhor visualização da diferença entre monômero e unidade de repetição. Apresentar ainda uma pequena parte da cadeia polimérica.

Classificações:

Logo após, o professor irá mediar as classificações dos polímeros quanto a ocorrência

(natural, artificial, sintético), estrutura (homopolímeros, copolímero), classificação e configuração das cadeias (homogênea, heterogênea, linear, ramificada, reticulada) e comportamento mecânico (plástico, elastômero, fibra, termoplástico, termorrígido).

Exercícios:

Por fim, exercícios acerca do conteúdo serão desenvolvidos e corrigidos com auxílio dos estudantes.

Recursos Didáticos

Quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, modelos moleculares.

Avaliação

Atividades:

- Questionamentos e discussões durante a aula;
- Exercícios.

Critérios adotados para correção das atividades:

A avaliação será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes compreenderam os conceitos mediados durante a aula e se resolveram adequadamente os exercícios propostos.

Referências

ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J. **Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. Tradução Solange Aparecida Visconti; revisão técnica Daniel Rodrigo Leiva.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2013. 280 p.



APÊNDICE B – Questionário de Conceitos Prévios

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Questionário de Conceitos Prévios

1- Você sabe o que é um polímero?

2- Onde os polímeros estão presentes em nossas vidas? Cite alguns exemplos.

3- Você sabe como são produzidos os polímeros?

4- Você saberia descrever características de polímeros que você conhece?

APÊNDICE C – Plano Aula 02: Polimerização e Mecanismos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse



Plano de Aula

Dados de Identificação

Disciplina: Química

Ano: 3º ano do Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Duração: 90 minutos (duas aulas de 45 minutos geminadas)

Tema

Polimerização e Mecanismos de Reação

Objetivos

Objetivo Geral:

Compreender como ocorrem as reações de polimerização e solucionar casos investigativos.

Objetivos Específicos:

- Reconhecer, a partir dos monômeros e unidades de repetição, a reação de polimerização e mecanismo a partir do qual o polímero é produzido;
- Realizar pesquisas acerca do polímero presente no caso investigativo;
- Solucionar o caso investigativo.

Conteúdo

- Polímeros;
- Reações de Polimerização (adição e condensação);
- Mecanismos de Polimerização (crescimento em etapa e em cadeia);
- Poliamida, Poliuretano e Poli (acetato de vinila), sua utilização e produção.

Desenvolvimento do Tema

Retomada de Conceitos:

Inicialmente o professor deverá retomar os principais conceitos sobre polímeros tratados na aula anterior.

Reações:

Posteriormente será realizado o estudo das reações de polimerização (adição, condensação) e mecanismo de crescimento (etapa e em cadeia).

Estudos de Caso:

O professor propõe aos estudantes da turma que formem grupos de 3 a 4 pessoas. Cada grupo receberá um caso investigativo, dentre três diferentes, e deverá investigar um polímero e responder os questionamentos propostos no caso investigativo.

Recursos Didáticos

Quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, casos investigativos.

Avaliação

Atividades:

- Questionamentos e discussões durante a aula;
- Desenvolvimento do caso investigativo.

Critérios adotados para correção das atividades:

A avaliação será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes compreenderam os conceitos mediados durante a aula. Além disso, se houve discussão no grupo e pesquisa quanto a resolução do caso investigativo.

Referências

- CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros**: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2013. 280 p.
- CAROTHERS, Wallace H. Studies on polymerization and ring formation: na introduction to the general theory of condensation polymers. **Journal Of The American Chemical Society**, [s.l.], v. 51, n. 8, p.2548-2559, ago. 1929. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ja01383a041>
- CARRAHER JUNIOR, Charles E. **Seymour/Carraher's Polymer Chemistry**. 6. ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 2003. 776 p.
- CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.
- MCMURRY, John. **Química Orgânica: Combo**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. 614 p. 1 v. Tradução: All Tasks; Revisão Técnica Robson Mendes Matos.
- ODIAN, George. **Principles of Polymerization**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2004.

APÊNDICE D – Caso Investigativo 01: A espuma misteriosa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse



A ESPUMA MISTERIOSA

Paola nasceu e cresceu em Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Se formou em Química e recentemente assumiu o cargo de Perita Criminal no Instituto Geral de Perícias (IGP), o qual ela sonha desde criança. Em seu primeiro dia de plantão (27/01), ao chegar em seu laboratório, Paola acessa seu computador para checar as notícias do final de semana. Para sua surpresa e tristeza, Paola lê a notícia abaixo.

Não muito tempo depois Paola recebe uma ligação de sua supervisora Morgana Aline.

- Paola, em seu primeiro trabalho você deve investigar a misteriosa espuma envolvida no incidente da Boate Kiss. Em cima da sua mesa há um pacote com uma amostra da espuma recolhida pela equipe. Você deve reproduzi-la em laboratório para que possamos utilizá-la como prova nas investigações.

- Claro, pode deixar comigo!

Porém, Paola não faz ideia de como produzir esta espuma, então, decide entrar em contato com um grupo de colegas seus que poderão ajuda-la.

eguro | <https://www.jornalqmc.com.br/urgente-incendio-em-santa-maria-boate-kiss>



JORNAL QMC



MENU

NOTÍCIAS

ESPORTES

LAZER

CIÊNCIA

CULTURA

EDUCAÇÃO

TECNOLOGIA

BUSCAR

Iniciam investigações sobre tragédia em Santa Maria (RS) na Boate Kiss

27/01/2013 - 08h46

Na madrugada deste domingo (27) ocorreu a maior tragédia da história do país, o incêndio na boate Kiss, em Santa Maria (RS). Até então já foram confirmadas 242 mortes e em torno de 600 feridos. Investigações estão sendo realizadas com intuito de descobrir as causas do incidente.

Um dos sobreviventes da tragédia, Nilton, concedeu entrevista e relata que observou o início do incêndio.

“O cantor da banda, que estava no palco, usou um fogo de artifício que soltava faíscas, quando elas bateram no teto a espuma começou a pegar fogo e soltar muita fumaça.”

PUBLICIDADE



O engenheiro de segurança Natan, que avaliou o local também deu entrevista ao Jornal QMC.

“Aparentemente a queima do artefato pirotécnico, de encontro com a espuma, causou o incêndio e produziu os gases que foram responsáveis pelas mortes por asfixia. Ainda estamos investigando, em um trabalho conjunto, a composição química da espuma para confirmar esta hipótese”.

As investigações sobre o incidente continuam e as autoridades pretendem se pronunciar à comunidade com novas notícias e encaminhamentos até o fim desta semana.

Olá pessoal! Estou precisando da ajuda de vocês. Hoje recebi uma amostra de uma espuma misteriosa encontrada na Boate Kiss e preciso produzi-la em laboratório. Eu não tenho muito conhecimento sobre estes materiais, mas tenho certeza que vocês sim. Vocês poderiam me ajudar? 09:57 ✓



Esta é uma foto da amostra que recebi. 09:57 ✓



Vocês são o grupo de colegas que irão auxiliar Paola. Para dar novas notícias a mídia ela precisa correr contra o tempo, e vocês também! Converse com o seu grupo e realize pesquisas para responder as perguntas a seguir.

Quais as possíveis substâncias presentes em espumas como essa?

Qual das substâncias que você relacionou acima que você acredita ser a espuma encontrada no incidente?

Você acredita que é possível preparar esta espuma em laboratório?

Como seria possível preparar esta espuma em laboratório? Realize um levantamento de quais reagentes e vidrarias são necessários para produzir a espuma e elabore um Roteiro Experimental para a produção destes polímeros.

Qual atitude poderia ser tomada, em relação ao material isolante, para evitar este tipo de incidente?

CARACTERÍSTICAS QUE CLASSIFICAM COMO UM BOM CASO

Observam-se as indicações que classificam um bom caso. Inicialmente, apresenta uma narrativa curta com uma história que tem carácter lúdico, com personagens fictícios, diálogos e uma problemática que sugere o tema do caso. Além disso, possui uma parte realista com dados verídicos e reais, baseados em um problema que ocorreu atualmente.

O incêndio que ocorreu em Santa Maria (RS) deixou todo o país em choque e é um tema que viabiliza a empatia do estudante. Além disso, a investigação criminal de um caso é de interesse dos estudantes da faixa etária do ensino médio.

Ainda, os estudantes têm condição de refletir e resolver o caso por meio de pesquisa e discussão com o grupo. Dessa maneira, o estudo tem utilidade pedagógica e desenvolve diversas habilidades de comunicação.

RESOLUÇÃO SUGERIDA

A melhor resolução para este caso envolve a utilização de espumas de poliuretano como materiais para isolamento acústico. Esta espuma é classificada como um polímero, visto que é

uma macromolécula produzida a partir de dois monômeros.

O polímero pode ser produzido em laboratório e os reagentes são facilmente encontrados em lojas de resinas.

A utilização de outros materiais como a fibra do coco já vem sendo estudados como alternativa para o isolamento acústico.

REFERÊNCIAS

CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. Organic Chemistry. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.

Globo Comunicação e Participações S.A. Tragédia em boate no RS: o que já se sabe e as perguntas a responder. G1. São Paulo. 28 jan. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/tragedia-em-santa-maria-o-que-ja-se-sabe-e-perguntas-responder.html>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

MCMURRY, John. Química Orgânica: Combo. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. 614 p. 1 v. Tradução: All Tasks; Revisão Técnica Robson Mendes Matos.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de Caso em Química. Química Nova, [s.i], v. 30, n. 3, p.731-739, mar. 2007.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudo de Casos no Ensino de Química. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 93 p.

APÊNDICE E – Caso Investigativo 02: A tela

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

A FAXINA PERIGOSA

Samira é uma mulher de 31 anos que mora com seu filho Eduardo, de 4 anos. Para a segurança de seu filho, Samira tem telas de proteção em todas as janelas e na sacada de seu apartamento.

Um dia, enquanto limpava o lustre da sacada em cima de uma cadeira, Samira se desequilibrou e se apoiou na tela de proteção. No mesmo instante, a tela arrebentou e Samira caiu na sacada. Por sorte, somente fraturou o braço.

Após sair do hospital, extremamente indignada, Samira decide entrar com uma ação na justiça contra a empresa PoliQuímica Telas. Para isso, Samira entra em contato com a sua

advogada, Allana.

- Allana, eu quero entrar com uma ação na justiça contra esta empresa, quero provar que as telas não são de boa qualidade, são muito finas.

- Para provar no tribunal que a tela que você possui em casa não é de qualidade precisaremos de uma reprodução desta tela. Buscarei informações e mais tarde nos falamos.

Porém, Allana está muito ocupada com os outros casos que assumiu e não saberia onde procurar por esta tela. Então, resolve pedir ajuda aos seus colegas de infância que entendem de química. Resolveu enviar um e-mail a eles.



Vocês são o grupo de amigos que irão auxiliar Allana neste caso. Para entrar com o processo na justiça ela precisa apresentar provas. Converse com o seu grupo e realize pesquisas para responder as perguntas a seguir.

Quais as possíveis substâncias presentes em telas como essa?

Qual das substâncias que você relacionou acima que você acredita ser a presente na tela de Samira?

De qual maneira vocês acreditam que seria possível evitar este acidente?

Você acredita que é possível preparar esta tela em laboratório?

Como seria possível preparar esta tela em laboratório? Realize um levantamento de quais reagentes e vidrarias são necessários para produzir a tela e elabore um Roteiro Experimental para a produção do material.

*CARACTERÍSTICAS QUE
CLASSIFICAM COMO UM BOM
CASO*

Observam-se as indicações que classificam um bom caso. Inicialmente, apresenta uma narrativa curta com uma história que tem carácter lúdico, com personagens fictícios, diálogos e uma problemática que sugere o tema do caso. Ainda, os diálogos viabilizam a empatia do estudante pelos personagens.

Assim, os estudantes têm condições de refletir e resolver o caso por meio de pesquisa e discussão com o grupo. Dessa maneira, o caso investigativo tem utilidade pedagógica e desenvolve diversas habilidades de comunicação.

RESOLUÇÃO SUGERIDA

A melhor resolução para este caso envolve a utilização das

poliamidas (Nylon) como material para produção de fibras e por consequência das telas de proteção. Esta fibra é classificada como um polímero, visto que é uma macromolécula produzida a partir de dois monômeros.

O polímero pode ser produzido em laboratório e os reagentes são encontrados em empresas especializadas em produtos químicos.

REFERÊNCIAS

CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, [s.i], v. 30, n. 3, p.731-739, mar. 2007.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 93 p.

APÊNDICE F – Caso Investigativo 03: As alergias gosmentas

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

AS ALERGIAS GOSMENTAS



Thiago é uma criança de 5 anos, filho único, que vive com sua mãe, Camila, de 28 anos. Todas as quartas-feiras, Camila busca Thiago na escola e vai até o mercado realizar as compras da semana.

Na quarta-feira desta semana, ao chegar ao mercado, Thiago vê um pote com um material gosmento e pede insistentemente pelo brinquedo. Camila, cansada após um dia longo de trabalho, resolve dar o brinquedo de presente a Thiago.

Ao chegar em casa, Thiago imediatamente abre o presente e brinca até a hora de dormir. No dia seguinte, assim que Thiago acordou, sentiu suas mãos coçarem demais, então chamou por sua mãe. Camila percebeu que Thiago teve uma reação alérgica em suas mãos, então decide leva-lo ao médico.

- Dr. Ramon, ontem o Thiago brincou com um brinquedo que dei a ele e hoje ele acordou com coceira e com essas marcas vermelhas nas mãos.

- Dona Camila, o Thiago tem alergia a alguma substância?

- Até então não sabemos de nenhuma alergia.

- Certo, então eu peço que a senhora traga este material para que possamos avaliar quais substâncias estão presentes neste brinquedo.

Depois que Camila entregou o material ao Dr. Ramon, ele resolve enviar um pedido de avaliação a uma empresa química local.

Blumenau, 10 de janeiro de 2018.

Solicitação de Avaliação

Caro colega, solicito que avalie este material que lhe envio, e identifique quais substâncias o compõe. Meu paciente apresentou um caso de alergias nas mãos e preciso fechar um diagnóstico.

Dr. Ramon
Médico Pediatra

Vocês são os responsáveis da empresa química que devem descobrir de que material é feito o brinquedo gosmento que pode estar causando esta alergia em Thiago.

Converse com o seu grupo e realize pesquisas para responder as perguntas a seguir.

Quais as possíveis substâncias presentes em brinquedos gosmentos como essa?

Qual das substâncias que você relacionou acima que você acredita ser a causadora de queimaduras em Thiago?

De qual maneira vocês acreditam que seria possível evitar este tipo de alergia?

Você acredita que é possível preparar este brinquedo em laboratório?

Como seria possível preparar este brinquedo em laboratório? Realize um levantamento de quais reagentes e vidrarias são necessários para produzir a gosma e elabore um Roteiro Experimental para a produção do material.

*CARACTERÍSTICAS QUE
CLASSIFICAM COMO UM BOM
CASO*

Observam-se as indicações que classificam um bom caso. Inicialmente, apresenta uma narrativa curta com uma história que tem carácter lúdico, com personagens fictícios, diálogos e uma problemática que sugere o tema do caso. Ainda, os diálogos viabilizam a empatia do estudante pelos personagens.

Assim, os estudantes têm condições de refletir e resolver o caso por meio de pesquisa e discussão com o grupo. Dessa maneira, o caso investigativo tem utilidade pedagógica e desenvolve diversas habilidades de comunicação.

RESOLUÇÃO SUGERIDA

A melhor resolução para este caso envolve a reticulação do poli(acetato de vinila) como material para produção de um brinquedo infantil, conhecido como slime. O poli (acetato de vinila) é classificado como um polímero, visto que é uma macromolécula produzida a partir de

dois monômeros enquanto que o tetraborato de sódio é um sal utilizado na reticulação deste polímero.

A produção deste polímero é bastante simples e barata. O poli (acetato de vinila) é o polímero presente na cola branca enquanto que o tetraborato de sódio pode ser adquirido em agropecuárias.

REFERÊNCIAS

CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.

GENG, Shiyu; HAQUE, Md. Minhaz-ul; OKSMAN, Kristiina. Crosslinked poly (vinyl acetate) (PVAc) reinforced with cellulose nanocrystals (CNC): Structure and mechanical properties. **Composites Science And Technology**, [s.i.], n. 126, p.35-42, 2016.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, [s.i.], v. 30, n. 3, p.731-739, mar. 2007.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 93 p.

APÊNDICE G – Plano de Aula 03: Casos Investigativos em Debate



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Plano de Aula

Dados de Identificação

Disciplina: Química

Ano: 3º ano do Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Duração: 90 minutos (duas aulas de 45 minutos geminadas)

Tema

Poli (acetato de vinila) reticulado, poliamida e poliuretano

Objetivos

Objetivo Geral:

Debater e solucionar os casos investigativos.

Objetivos Específicos:

- Debater com os colegas de classe as soluções dos casos investigativos de cada grupo;
- Identificar a solução mais adequada para cada caso investigativo;
- Determinar em conjunto roteiros experimentais para a produção de cada polímero em laboratório.

Conteúdo

- Polímeros;
- Utilização e produção do poli (acetato de vinila) reticulado, das telas de poliamida e das espumas de poliuretano;

Desenvolvimento do Tema

Roda de Discussão:

O professor propõe aos estudantes que formem uma roda de discussão. O professor deverá projetar os casos investigativos com auxílio de um projetor. Um por vez os casos serão lidos em conjunto e os grupos que trabalharam com determinado caso deverão expor oralmente os resultados alcançados.

Resolução:

Os demais grupos poderão expor suas opiniões acerca dos casos, como se concordam ou discordam, e em conjunto os estudantes devem decidir qual a melhor solução para o caso.

Roteiro Experimental:

Por fim, será tratada a pergunta do caso investigativo que trata a produção do polímero. Cada grupo deverá propor seus roteiros experimentais e o mais condizente poderá ser utilizado na aula seguinte. Neste momento os experimentos devem ser discutidos e deve haver um momento para dúvidas acerca da prática laboratorial.

Recursos Didáticos

Quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, casos investigativos.

Avaliação

Atividades:

- Questionamentos e discussões durante a aula;
- Solução do Caso Investigativo;
- Roteiro Experimental;
- Relato.

Critérios adotados para correção das atividades:

A avaliação será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes apresentaram ideias coerentes, discutiram aspectos relevantes com os colegas e solucionaram o caso. Ainda, o professor cobrará o desenvolvimento de um relato escrito com as etapas da resolução do caso a ser entregue na semana seguinte ao fim da SEI.

Referências

- HERREID, Clyde Freeman. Case Studies in Science: a novel method of science education. **Journal Of College Science Teaching**. N.i., p. 221-229. fev. 1994.
- HERREID, Clyde Freeman. What Makes a Good Case?: Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. **Journal Of College Science Teaching**, [s.i.], v. 27, n. 3, p.163-165, jan. 1998.
- SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, [s.i], v. 30, n. 3, p.731-739, mar. 2007.
- SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 93 p.
- TÄRNVIK, A. The multiple-case method: getting ideas from sports. **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 2, p. 94-97, 2002.

APÊNDICE H – Plano de Aula 04: Polimerização do Poliuretano e Reticulação do Poli (acetato de vinila)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Plano de Aula

Dados de Identificação

Disciplina: Química

Ano: 3º ano do Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Duração: 90 minutos (duas aulas de 45 minutos geminadas)

Tema

Polimerização do Poliuretano e Reticulação do Poli (acetato de vinila)

Objetivos

Objetivo Geral:

Desenvolver e compreender a polimerização do poliuretano e a reticulação do poli (acetato de vinila)

Objetivos Específicos:

- Produzir o poliuretano e reticular o poli (acetato de vinila);
- Compreender as classificações e as reações envolvidas na experimentação.

Conteúdo

- Polimerização do Poliuretano;
- Reticulação do Poli (acetato de vinila).

Desenvolvimento do Tema

Prática Experimental:

Nesta data o professor deverá acompanhar os estudantes no laboratório e desenvolver a prática experimental, que pode ser realizada pelos mesmo grupos do caso investigativo. O professor deve estar disponível para dúvidas sobre a prática e teoria.

Explicação:

Logo após a finalização da prática o professor deverá relacionar o conteúdo acerca de classificação de polímeros e reações de polimerização e a experimentação realizada.

Recursos Didáticos

Quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, roteiros experimentais, cola branca, bórax, água, béquer, balança, bastão de vidro, polioli, isocianato, pipeta de Pasteur, copo de acrílico, corante alimentício e equipamentos de proteção individual.

Avaliação

Atividades:

- Questionamentos e discussões durante a aula;
- Postura em laboratório;
- Relatório.

Critérios adotados para correção das atividades:

A avaliação será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes compreenderam a relação da prática experimental com os conceitos anteriormente estudados. Ainda, a postura em laboratório será avaliada, quanto a participação no desenvolvimento do experimento. Por fim, o professor cobrará o desenvolvimento de um relatório escrito conforme modelo a ser entregue na semana seguinte ao fim da SEI.

Referências

- ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J. **Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. Tradução Solange Aparecida Visconti; revisão técnica Daniel Rodrigo Leiva.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro.
- CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2013. 280 p.
- CAROTHERS, Wallace H. Studies on polymerization and ring formation: na introduction to the general theory of condensation polymers. **Journal Of The American Chemical Society**, [s.l.], v. 51, n. 8, p.2548-2559, ago. 1929. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ja01383a041>
- CARRAHER JUNIOR, Charles E. **Seymour/Carraher's Polymer Chemistry**. 6. ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 2003. 776 p.
- CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.
- MCMURRY, John. **Química Orgânica: Combo**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. 614 p. 1 v. Tradução: All Tasks; Revisão Técnica Robson Mendes Matos.
- ODIAN, George. **Principles of Polymerization**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2004.

APÊNDICE I – Roteiro Experimental 01

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse



Agora que você já conhece um pouco sobre os polímeros vamos prepara-los em Laboratório. Não esqueça de utilizar os principais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): luvas, jaleco e óculos de proteção.

POLIMERIZAÇÃO DO POLIURETANO

Confira a Lista de Materiais disposta abaixo, verifique se você tem todos eles em cima da bancada.

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| ✓ Poliol (A) | ✓ Copos de Acrílico Descartáveis |
| ✓ Isocianato (B) | ✓ Corante Alimentício |
| ✓ Espátula | ✓ Balança Analítica |
| ✓ Pipeta de Pasteur | |

** Indica-se a utilização de copos de acrílico descartáveis por conta da aderência do polímero as paredes do recipiente.*

Você tem todos os materiais? Então vamos ao Procedimento

Inicialmente meça em recipientes de acrílico distintos 4g de poliol e 4,4g de isocianato com auxílio de uma balança. Adicione uma gota de corante alimentício a sua escolha ao frasco com o isocianato e em sequência

adicione o poliol. Agite manualmente com o bastão de vidro em torno de 30 segundos sem parar. Assim que a massa começar a crescer aguarde 10 minutos até secar completamente.

Ainda há dúvidas em relação ao procedimento?

Consulte o vídeo a seguir:

Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=P0hWOy3r0uo>



Descarte de Resíduos

A espuma de poliuretano junto do recipiente acrílico pode ser descartada junto de lixo não reciclável.

REFERÊNCIAS

FANTINI, Leandro. Ponto ciência. **Mãos de Espuma**. Lages. 2008. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/mao-de-espuma/13>>. Acesso em: 18 de maio de 2018
CANGEMI, José Marcelo; SANTOS, Antonia Marli dos; CLARO NETO, Salvador. Poliuretano: De Travesseiros a Preservativos, um Polímero Versátil. **Química Nova na Escola**, S.i., v. 31, n. 3, p.159-164, ago. 2009. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/02-QS-3608.pdf>. Acesso em: 18 maio 2018.

APÊNDICE J – Roteiro Experimental 02

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse



Agora que você já conhece um pouco sobre os polímeros vamos prepara-los em Laboratório. Não esqueça de utilizar os principais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): luvas, jaleco e óculos de proteção.

RETICULAÇÃO DO POLI (ACETATO DE VINILA)

Confira a Lista de Materiais disposta abaixo, verifique se você tem todos eles em cima da bancada.

- | | |
|--|--------------------|
| ✓ Tetraborato de Sódio | ✓ Água |
| Decaidratado (Bórax) | ✓ Bastão de Vidro |
| ✓ Poli (acetato de vinila) (Cola Branca) | ✓ Béquer de 10 mL |
| | ✓ Béquer de 100 mL |

Você tem todos os materiais? Então vamos ao Procedimento

Inicialmente prepare uma mistura de 10 mL de água para 0,5g de tetraborato de sódio decaidratado. Em seguida, prepare uma solução da cola branca 70%(m/m) e água 30% (m/m). Em um béquer de 100 mL adicione 40 mL da solução de cola branca, em seguida, adicione a solução de bórax. Agite a mistura com bastão de vidro até a formação de uma massa resistente e homogênea. Deixe a massa descansar no béquer por 10 minutos. Retire a massa do béquer e boleie, em seguida, deixe secar.

Ainda há dúvidas em relação ao procedimento?

Consulte o vídeo a seguir:

Disponível em: <https://youtu.be/qvFwXGhtnt8>



Descarte de Resíduos

Os resíduos sólidos gerados neste experimento podem ser descartados em lixo não reciclável.

REFERÊNCIAS

Royal Society Of Chemistry. **PVA Polymer Slime**. 2008. Disponível em: <<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000756/pva-polymer-slime?cmpid=CMP00006699>>. Acesso em: 15 maio 2018. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Polígrafo de aulas experimentais. PIOVEZAN, Marcel. Instituto Federal de Santa Catarina. **Roteiros de aulas práticas**. Lages. 2017. 41 p. Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/marcel.piovezan/MaterialDidatico/NBA/Apostila%20QAM%20e%20NBA_2017_v11.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2018



APÊNDICE K – Modelo de Relatório
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Nome dos Integrantes / Turma:

NOME DO EXPERIMENTO

INTRODUÇÃO

Pequena introdução sobre o experimento com explicação dos principais conceitos relacionados a esta prática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Expor os principais resultados do experimento e discutir/explicar o motivo destes resultados sucintamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levantar as considerações mais relevantes sobre o experimento.

REFERÊNCIAS

Apresentar as referências utilizadas nos tópicos anteriores.

APÊNDICE L – Plano de Aula 05: Polimerização do Nylon 6,10



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse

Plano de Aula

Dados de Identificação

Disciplina: Química

Ano: 3º ano do Educação Profissional Técnica de Nível Médio

Duração: 90 minutos (duas aulas de 45 minutos geminadas)

Tema

Polimerização do Nylon 6,10

Objetivos

Objetivo Geral:

Desenvolver e compreender a polimerização do Nylon 6,10

Objetivos Específicos:

- Produzir Nylon 6,10;
- Compreender as classificações e as reações envolvidas na experimentação.

Conteúdo

- Polimerização do Nylon 6,10.

Desenvolvimento do Tema

Prática Experimental:

Nesta data o professor deverá acompanhar os estudantes no laboratório e desenvolver a prática experimental, que pode ser realizada pelos mesmo grupos do caso investigativo. O professor deve estar disponível para dúvidas sobre a prática e teoria.

Explicação:

Logo após a finalização da prática o professor deverá relacionar o conteúdo acerca de classificação de polímeros e reações de polimerização e a experimentação realizada.

Recursos Didáticos

Quadro branco, caneta para quadro branco, questionário, computador, projetor multimídia, apresentação de *slides*, roteiro experimental, provetas, espátulas, béqueres, bastão de vidro, clorofórmio, água, hidróxido de sódio, cloreto de sebacoíla, hexametilendiamina, balança e equipamentos de proteção individual.

Avaliação

Atividades:

- Questionamentos e discussões durante a aula;
- Postura em laboratório;
- Relatório.

Critérios adotados para correção das atividades:

A avaliação será diagnóstica e com intuito de perceber se os estudantes compreenderam a relação da prática experimental com os conceitos anteriormente estudados. Ainda, a postura em laboratório será avaliada, quanto a participação no desenvolvimento do experimento. Por fim, o professor cobrará o desenvolvimento de um relatório escrito conforme modelo a ser entregue na semana seguinte ao fim da SEI.

Referências

- ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J. **Ciência e Engenharia dos Materiais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. Tradução Solange Aparecida Visconti; revisão técnica Daniel Rodrigo Leiva.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p. Tradução técnica: Ricardo Bicca de Alencastro.
- CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião Vicente. **Ciência dos Polímeros**: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda., 2013. 280 p.
- CAROTHERS, Wallace H. Studies on polymerization and ring formation: na introduction to the general theory of condensation polymers. **Journal Of The American Chemical Society**, [s.l.], v. 51, n. 8, p.2548-2559, ago. 1929. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ja01383a041>
- CARRAHER JUNIOR, Charles E. **Seymour/Carraher's Polymer Chemistry**. 6. ed. New York: Marcel Dekker, Inc, 2003. 776 p.
- CLAYDEN, Jonathan; GREEVES, Nick; WARREN, Stuart. **Organic Chemistry**. Grã-bretanha: Oxford University Press, 2012. 1234 p.
- MCMURRY, John. **Química Orgânica**: Combo. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2014. 614 p. 1 v. Tradução: All Tasks; Revisão Técnica Robson Mendes Matos.
- ODIAN, George. **Principles of Polymerization**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2004.

APÊNDICE M – Roteiro Experimental 03

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Blumenau

Professora: Morgana Sofia Zilse



Agora que você já conhece um pouco sobre os polímeros vamos prepara-los em Laboratório. Não esqueça de utilizar os principais Equipamentos de Proteção Individual (EPs): luvas, jaleco e óculos de proteção.

POLIMERIZAÇÃO DO NYLON 6,10

Confira a Lista de Materiais disposta abaixo, verifique se você tem todos eles em cima da bancada.

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| ✓ 2 Provetas | ✓ Clorofórmio |
| ✓ 2 Espátulas | ✓ Água Destilada |
| ✓ 2 Béqueres (100 mL) | ✓ Hidróxido de Sódio |
| ✓ Bastão de Vidro | ✓ Cloreto de Sebacoíla |
| ✓ Pinça | ✓ Hexametenodiamina |

Você tem todos os materiais? Então vamos ao Procedimento! Você irá preparar duas soluções distintas.

- ✓ Fase Aquosa: meça 3,50 mmol de hidróxido de sódio e 1,75 mmol de hexametenodiamina e solubilize ambos em 12,5 mL de água.
- ✓ Fase Orgânica: meça 1,75 mmol de cloreto de sebacoíla e solubilize em 12,5 mL de clorofórmio.
- ❖ *Não esqueça de verificar a pureza dos reagentes!*

Verta cuidadosamente, com auxílio do bastão de vidro, a fase aquosa no frasco que contém a fase orgânica. Em seguida, puxe delicadamente o filme formado na interface das soluções com a pinça, enrolando-o ao redor do bastão de vidro. Retire o excesso de líquido presente nas fibras e descarte conforme orientação do professor.

Descarte de Resíduos

Os resíduos das soluções devem ser descartados em recipientes próprios e encaminhados para tratamento de Solventes Orgânicos Clorados.

Ficou com dúvida no procedimento?

Consulte o vídeo a seguir!

Polimerização do Nylon 6,10 – Canal PoliQuímica

Disponível em: <https://youtu.be/R9s6EzYroqY>



REFERÊNCIAS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Polígrafo de Aulas Experimentais**. Porto Alegre. 2017. 11 p.