

## ELABORAÇÃO DE ROTEIROS EXPERIMENTAIS PARA PROCESSOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURAS

### *PREPARATION OF EXPERIMENTAL ROUTES FOR MIXTURES SEPARATION PROCESS*

<sup>1\*</sup>Silvana Goldner Moreira

<sup>2</sup>Hellen Fabris

<sup>3</sup>Isabel Helena Rechel Radinz

<sup>4</sup>João Vitor Jacobsen Ramos

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: silvana.moreira@ifes.edu.br

<sup>2</sup>Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: hellenfabris@hotmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: isabelradinz1@gmail.com

<sup>4</sup>Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: jvjramos\_@hotmail.com

\*Autor de correspondência

Artigo submetido em 13/11/2020, aceito em 24/03/2021 e publicado em 24/05/2021.

**Resumo:** O conteúdo de processos de separação de misturas contém uma grande variedade de técnicas, que são utilizadas na purificação da água, na indústria química e em nossas casas. Para melhorar o processo de ensino e aprendizagem deste assunto é preciso associar aulas teóricas e práticas. Porém, muitas vezes a realização de experimentos é impossibilitada pela falta de recursos. Assim, neste trabalho, foram pesquisadas e testadas práticas sobre os processos de separação de misturas com reagentes e materiais de baixo custo. Os experimentos envolvendo os processos de filtração, decantação, floculação, destilação, cristalização, sublimação, separação magnética, extração e cromatografia foram pesquisados em revistas on-line, livros, apostilas, sites e vídeos do YouTube da área de ensino de Ciências e, depois, testados e ajustados. Experimentos envolvendo os seguintes temas foram selecionados: filtração simples, filtração a vácuo, adsorção usando carvão ativado, decantação líquido-líquido, construção de uma centrífuga, simulação da floculação e da filtração das estações de tratamento de água, destilação usando lâmpada incandescente, crescimento de cristais com o uso de vinagre e de sulfato de cobre II penta-hidratado, sublimação da naftalina e do iodo, separação do fubá e limalha de ferro, extração de óleo da casca de laranja e de DNA da cebola, cromatografia em papel com canetas esferográficas e hidrográficas, e cromatografia em giz com canetas hidrográficas. Então, foi elaborada uma apostila contendo os roteiros de cada um desses experimentos para ficar à disposição dos professores de química do Ifes *campus* Colatina para uso com as turmas dos cursos técnicos integrados ao ensino médio.

**Palavras-chave:** química; aulas práticas; baixo custo.

**Abstract:** The content of mixture separation processes contains a wide variety of techniques, which are used in water purification, in the chemical industry and in our homes. To improve the teaching and learning process of this subject, it is necessary to associate theoretical and practical classes. However, experiments are often made impossible by the lack of resources. Thus, in this work, practices on the separation processes of mixtures with reagents and low-cost materials were researched and tested. The experiments involving the processes of filtration, decantation, flocculation, distillation, crystallization, sublimation, magnetic separation, extraction and chromatography were researched in online

magazines, books, handouts, websites and YouTube videos in the area of Science education and, later, tested and adjusted. Experiments involving the following themes were selected: simple filtration, vacuum filtration, adsorption using activated carbon, liquid-liquid decantation, construction of a homemade centrifuge, simulation of flocculation and filtration in water treatment plants, simple distillation with incandescent lamp, crystal growth with the use of vinegar and copper sulphate II pentahydrate, sublimation of naphthalene, separation of cornmeal and iron filings, extraction of essential oil from orange peel and onion DNA, chromatography on paper with ballpoint pens and hydrographic, and chalk chromatography with hydrographic pens. Then, a booklet was prepared containing the scripts for each of these experiments to be available to the chemistry professors of the Ifes campus Colatina for use with the classes of technical courses integrated to high school.

**Keywords:** chemistry; practical classes; low cost.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química na educação básica possui a responsabilidade de fazer surgir nos estudantes o despertar da vocação científica e a compreensão da importância dos avanços tecnológicos no nosso cotidiano. Dessa forma, o ensino das ciências naturais deve ser lúdico e articulado, apresentando-se de forma prática. Porém, na maioria das escolas de ensino fundamental e médio, o ensino de Ciências esbarra na falta de aulas experimentais que mostrem aplicações práticas do que é visto de maneira teórica. Isso ocorre tanto por falta de capacitação dos docentes quanto por falta de recursos financeiros para a compra de reagentes e materiais.

Conforme demonstram Quadros *et al.* (2011), a maior parte dos professores acreditam que as dificuldades do processo de ensino e aprendizagem são externas a ele e culpam a falta de estrutura para realizar os experimentos. Mas, mesmo escolas que possuem espaço físico adequado para a realização de aulas práticas ainda usam esse recurso de maneira escassa, como mostram De Lima e Alves (2016). Nessas escolas pesquisadas, quase 80% dos alunos responderam que tem aulas práticas com rara frequência (70,8%) ou que nunca tem aula prática (8,9%); 77,5% afirmaram que os professores de Química nunca fizeram experimentos simples em sala de aula. Esses resultados são assustadores, tendo

em vista que a Química está presente em nosso dia a dia em reagentes e materiais acessíveis na farmácia e no supermercado, por exemplo. Outro problema recorrente é quando o experimento dado não tem correlação com os conteúdos da matriz curricular, apenas existindo para diversificar a aula, mas sem deixar um aprendizado sólido.

Dentre os conteúdos de Química, os Processos de Separação de Misturas merecem destaque pela grande possibilidade de serem explorados de maneira experimental, pois existem diversos processos diferentes que podem ser usados para separar misturas homogêneas e heterogêneas. Alguns processos possuem forte contexto histórico, como o uso da bateia para separar o ouro de minerais e rochas, e outros são de enorme importância na sociedade moderna, como os que são utilizados nas estações de tratamento de água (FELTRE, 2004; PERUZZO e CANTO, 2006).

Assim, buscou-se neste trabalho adaptar e construir roteiros para experimentos que utilizem, preferencialmente, materiais e reagentes de baixo custo relacionados aos Processos de Separação de Misturas para que estes sejam utilizados posteriormente nas aulas práticas dos 1<sup>os</sup> anos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Ifes *campus* Colatina.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Química está presente em tudo o que consumimos e em todos os processos que nos permitem estar vivos. Por isso é fundamental que os conteúdos de Química sejam dados de maneira contextualizada para mostrar que o que é transmitido nas aulas tem uma aplicação prática (DA SILVA, 2011). Para que isso aconteça, é preciso que os professores utilizem diferentes instrumentos e recursos didáticos, garantindo assim resultados positivos tanto para o próprio docente, que se sente mais motivado, quanto para os alunos, que apresentam melhorias no senso crítico e raciocínio lógico (CALIL, 2013; DA SILVEIRA, 2018; DE OLIVEIRA, 2016).

Dentre esses recursos, as aulas experimentais de Química são parte fundamental do aprendizado e não devem ser negligenciadas nem pelos professores da disciplina e nem pelos gestores, sendo necessária a preparação, o esclarecimento dos objetivos a serem alcançados e a discussão posterior sobre o que foi obtido (BORGES, 2002).

Lôbo (2012) mostrou que existem falhas na formação dos licenciados em Química, pois o trabalho experimental não tem sido orientado de maneira adequada para alcançar uma maior compreensão sobre a Química, sua estrutura e seu processo de produção. E isso, portanto, pode influenciar diretamente nas aulas experimentais do ensino básico.

Além disso, é notória a falta de estrutura física de grande parte das escolas brasileiras, sendo que muitas não dispõem nem mesmo de um laboratório de Ciências. Sendo assim, a utilização de reagentes e materiais de baixo custo e de práticas de fácil execução é de suma importância para o despertar da Ciência no ensino básico.

Dentre os conteúdos de Química das matrizes curriculares do ensino médio, o de Separação de Misturas pode ser bastante explorado pelas aulas experimentais, visto que a matéria (que é tudo que possui massa e ocupa lugar no

espaço) geralmente se apresenta sob a forma de misturas e cabe a Química fazer a separação dos seus diversos componentes através de técnicas que podem ser mecânicas até aquelas que requerem mudanças no estado físico.

Técnicas como a peneiração, a catação, a ventilação e a tamisação estão presentes em setores como construção civil, gastronomia, agricultura e mineração, e vêm sendo utilizadas a séculos. Outras como a decantação e a filtração associadas à floculação são utilizadas corriqueiramente nas estações de tratamento de água pelo mundo. Podemos citar ainda a destilação e a cristalização que são bastante úteis na fabricação de certos tipos de bebidas alcoólicas e na obtenção de sal de cozinha, respectivamente (FELTRE, 2004; PERUZZO e CANTO, 2006).

Os pesquisadores Friggi e Chitolina (2018) já utilizaram alguns experimentos de separação de misturas (decantação, filtração, destilação simples e dissolução fracionada) em aulas do 1º ano do ensino médio e observaram uma série de melhorias na aprendizagem dos discentes, tais como a compreensão de conceitos científicos e a capacidade de propor hipóteses, ou seja, a atividade experimental investigativa foi uma estratégia capaz de promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas e interações dialógicas.

Assim, nessa pesquisa foram elaborados roteiros experimentais utilizando as técnicas de filtração, decantação, floculação, destilação, cristalização, sublimação, separação magnética, extração e cromatografia em busca de melhorias nas aulas práticas de Química a um custo baixo e principalmente, na aprendizagem dos alunos das turmas de 1º ano dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Ifes *campus* Colatina.

### 3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Trinta e cinco experimentos envolvendo os processos de Filtração, Decantação e Floculação, Destilação, Cristalização, Sublimação, Separação Magnética, Extração e Cromatografia foram pesquisados em revistas on-line, livros, apostilas, sites e vídeos do YouTube da área de ensino de Ciências; sendo posteriormente testados e ajustados.

Cinco experimentos de filtração foram verificados: Filtração Simples (FELTRE, 2004); Filtração a vácuo (FELTRE, 2004); Simulação da Filtração das estações de tratamento de água (LISBÔA *et al.*, 2016); Remoção de cor e de odor de materiais com o uso do carvão ativado (Sociedade Brasileira de Química, 2010); e Adsorção sobre Carvão Ativado (FOGAÇA, [s.d.]; MIMURA *et al.*, 2010).

Para a Decantação, foram testados quatro experimentos: Decantação (DIAS, [s.d.]); Decantação Líquido-Líquido (ANJOS, 2010); Sistema de Decantação (FRIGGI e CHITOLINA, 2018); Centrifugação Caseira (GARCEZ, 2014); e Centrífuga Caseira (Imagine Mais, 2016).

Já para Floculação, dois experimentos foram testados: Floculação (Hidroazul Brasil; LISBÔA *et al.*, 2016); e Eletrofloculação (Sociedade Brasileira de Química, 2010).

Três experimentos de Destilação foram verificados: Destilação da água salgada (LUZ *et al.*, 2013); Destilação da água misturada à tinta de caneta (ANJOS, 2010); e Destilação com materiais alternativos (CASSIANO, 2014; FRIGGI e CHITOLINA, 2018).

Para a Cristalização, foram testados quatro experimentos: Como congelar a água em um segundo (Manual do Mundo, 2013); Cristalização do sal de cozinha (COSTA e ANDRADE, 2014); Cristalização do Sulfato de Cobre II pentahidratado (COSTA e ANDRADE, 2014; Manual do Mundo, 2013); e Cristais a partir do vinagre (Manual do Mundo, 2013).

Já para a Sublimação foram testados quatro experimentos: Sublimação da Naftalina (MARTINS, 2014); Revelação de impressões digitais (Manual do Mundo, 2013); Separação do Iodo da Areia (TEMTEM, 2012); e Termômetro de Iodo (MACHADO JÚNIOR *et al.*, 2006).

Foram verificadas três experiências de Separação Magnética: Separação do enxofre e da limalha de ferro (ANJOS, 2010); Separação do fubá e da limalha de ferro (ANJOS, 2010; Manual do Mundo, 2013); e Extraíndo ferro de cereais matinais (Sociedade Brasileira de Química, 2010).

Quatro experimentos de Extração foram testados: Extração de limoneno da casca de laranja (Niobium Lab, 2017; Manual do Mundo, 2019); Extração do DNA da cebola (Manual do Mundo, 2011; Prof. Sam Adam, 2013); À procura da vitamina C (Sociedade Brasileira de Química, 2010); e A esponja de aço contém ferro? (Sociedade Brasileira de Química, 2010).

Para os processos cromatográficos foram testadas seis experiências: Cromatografia em papel com canetas esferográficas (BUENO JÚNIOR, 2009; LISBÔA, 1998); Cromatografia em papel com canetas hidrográficas (FOGAÇA, [s.d.]; LISBÔA, 1998); Cromatografia em papel com corantes alimentícios (SILVA e ROSA, 2013); Separação de corantes presentes em doces comerciais (Sociedade Brasileira de Química, 2010); Cromatografia em giz com canetas hidrográficas e batom (PALOSCHI *et al.*, 1998); e Cromatografia em giz com espinafre (OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Depois de testados, os experimentos com melhores resultados, fácil execução, com menor custo dos reagentes e materiais necessários e que utilizavam materiais e vidrarias já existentes no *campus* foram selecionados para que tivessem seus roteiros elaborados.

Assim, foi organizada uma apostila com os roteiros dos experimentos escolhidos contendo o nome dos experimentos, seus objetivos, os reagentes e materiais necessários, o procedimento experimental e as referências. A apostila foi colocada no laboratório de Química do Ifes *campus* Colatina para que fique à disposição dos professores de Química para utilizarem nas aulas práticas dos 1º anos dos cursos técnicos integrados ao Ensino Médio.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

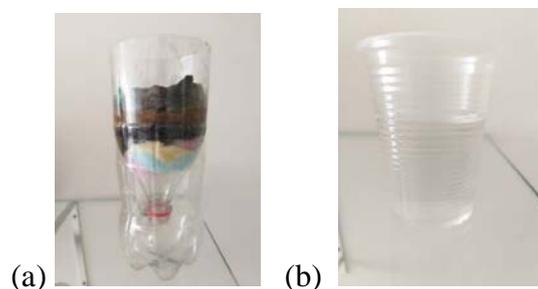
### 4.1 EXPERIMENTOS DE FILTRAÇÃO

Os experimentos de filtração simples e filtração a vácuo foram feitos sequencialmente para estabelecer uma comparação entre eles e em ambos foi separada uma mistura de água e areia. Tanto no primeiro como no segundo experimento a mistura foi separada corretamente, porém a filtração a vácuo ocorreu mais rapidamente, como já era esperado (FELTRE, 2004). Ambos são experimentos de fácil execução, porém a necessidade de alguns materiais pode dificultar a realização de ambos. No primeiro caso isso pode ser resolvido substituindo o funil de vidro e o papel de filtro por um coador de café de papel e seu suporte. No segundo caso, a necessidade de uma bomba de vácuo, de um kitassato e de um funil de Buchner inviabilizam a demonstração dessa técnica se a escola não tiver disponibilidade desses materiais visto que o custo para os adquirir é alto (R\$140,00 só pelo conjunto de vidrarias), o que não é o caso do *campus* Colatina.

Para realizar o experimento que simula a filtração das estações de tratamento de água (LISBÔA *et al.*, 2016) foi utilizada uma mistura de água e terra e um filtro constituído por camadas de areia fina e grossa, pedras de construção, carvão ativado granulado (média de R\$15,00 cada 200g) e algodão (como suporte para o filtro), conforme a Figura 1a. A água

estava bastante turva e, para imitar o que de fato ocorre nas estações de tratamento de água, foram realizadas primeiro a floculação e a decantação das partículas maiores (os processos de decantação e floculação serão discutidos nos próximos itens) e somente depois a filtração. A mistura passou por todas as camadas obtendo-se um líquido incolor. Essa experiência conta com o uso de reagentes e materiais de baixo custo e fácil aquisição, além de servir para mostrar aos alunos como é realizada a filtração da água que consumimos nas estações de tratamento.

Figura 1: (a) Filtro de areia fina e grossa, britas e carvão ativado granulado; (b) Água filtrada.



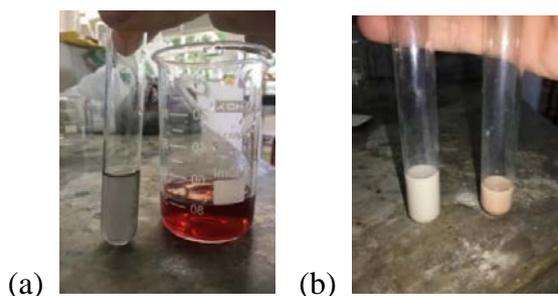
Fonte: Autores (2020).

Os dois últimos experimentos foram feitos com o uso de carvão ativado com o objetivo de remover a cor e o odor de diferentes materiais. O carvão é usado no tratamento da água e nos filtros dos purificadores domésticos. No experimento de remoção de cor e odor de materiais com o uso de carvão ativado (Sociedade Brasileira de Química, 2010) foram usadas uma mistura de água com tintas de caneta, e outra com um pouco de vinagre que, posteriormente, foram despejadas, separadamente, sobre um papel de filtro em um funil que continha carvão ativado em pó. Dessa forma, ao passar a mistura pelo filtro, ocorreu a etapa da adsorção, feita pelos poros do carvão ativado. O líquido da mistura com tinta se tornou quase totalmente incolor, mantendo somente uma coloração levemente escura

devido ao carvão que permaneceu no líquido. Entretanto, a adsorção do vinagre não obteve tanto sucesso, pois, ainda que a coloração dele fosse removida, o cheiro permaneceu.

Já para realizar o experimento Adsorção sobre carvão ativado (FOGAÇA, [s.d.]; MIMURA *et al.*, 2010), o sistema anterior foi montado novamente para filtrar as misturas de água com pó vermelho para refresco, e de leite com achocolatado. As cores do pó para refresco e do achocolatado foram removidas, embora um pouco da coloração do carvão ativado tenha permanecido no líquido filtrado (Figuras 2a e 2b). Tanto no quarto quanto no quinto experimento, parte do carvão passou pelo filtro. Por isso, foram feitos testes com carvão ativado granulado. No entanto, os resultados não foram melhores.

Figura 2: (a) Água com pó de refresco filtrado; (b) Leite com achocolatado filtrado.



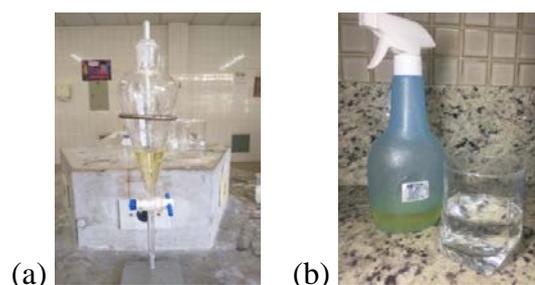
Fonte: Autores (2020).

## 4.2 EXPERIMENTOS DE DECANTAÇÃO

O primeiro experimento de decantação realizado foi de decantação de sólido e líquido (areia e água). Com a visualização de diferentes fases devido a deposição de areia no fundo do recipiente, a água foi retirada com uma seringa e depois despejada em outro copo (DIAS, [s.d.]). Porém, pela cor do líquido ficou nítido que a água ainda continha muitas partículas sólidas.

Os experimentos de separação de líquidos imiscíveis por diferença de densidade foram realizados em sequência com misturas de água e óleo. O primeiro foi feito com a utilização do funil de separação (ANJOS, 2010), conforme a figura 3a. Já no segundo, foi utilizado um borrifador (poderia ser utilizado também um frasco de sabonete líquido) para retirar, através da sucção, o líquido de maior densidade (FRIGGI e CHITOLINA, 2018), de acordo com a figura 3b. Ambos têm a mesma finalidade, mas o segundo pode ser utilizado, caso a escola não possua o funil de separação (um funil de vidro custa por volta de R\$100,00 e o de plástico R\$60,00), o que não é o caso do campus Colatina.

Figura 3: (a) Resultado da decantação líquido-líquido com o funil de separação; (b) Resultado da decantação líquido-líquido com o borrifador.

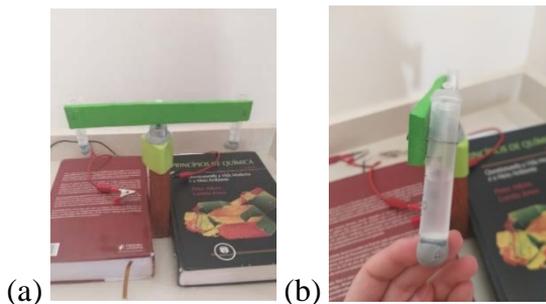


Fonte: Autores (2020).

Para estabelecer uma melhor comparação entre os experimentos de centrifugação, eles também foram realizados sequencialmente para separar uma mistura de água e maisena. Para a realização do experimento utilizando uma garrafa PET a mistura foi colocada na garrafa que foi agitada com o auxílio de uma corda, por cerca de 5 minutos (GARCEZ, 2014). Já para a realização do experimento da centrífuga caseira, foi montado um sistema com um motor de 12 V, conforme a Figura 4a (Imagine mais, 2016) e a mistura foi centrifugada por aproximadamente um minuto. A centrífuga

elétrica se mostrou mais eficaz, uma vez que seus movimentos são mais uniformes e mais rápidos (Figuras 4a e 4b). O único componente que poderia inviabilizar o experimento seria o motor (o preço de um novo varia de R\$30,00 a R\$50,00), porém ele foi retirado de uma impressora antiga e não houve custo.

Figura 4: (a) Centrífuga elétrica caseira; (b) Resultado da centrifugação.

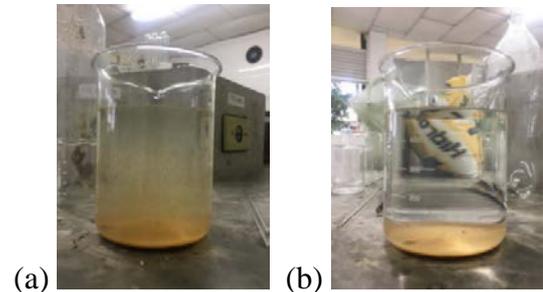


Fonte: Autores (2020).

#### 4.3 EXPERIMENTOS DE FLOCULAÇÃO

Nos experimentos de floculação, primeiro foi executado o processo de floculação convencional (Hidroazul Brasil, 2019; LISBÔA *et al.*, 2016) utilizando sulfato de alumínio (R\$13,00 a cada 2 kg em lojas de produtos para piscina) e carbonato de sódio ou barrilha (R\$16,00 a cada 2 kg em lojas de produtos para piscina). Inicialmente, foi adicionado, à água turva, a solução de sulfato de alumínio, e depois, para corrigir o pH e levar à formação eficaz de hidróxido de alumínio, que é a substância responsável por aglutinar as partículas de sujeira, foi adicionada a solução de carbonato de sódio. As partículas que configuravam a turbidez da água foram floculadas e decantadas, separando a parte suja da parte limpa da água, conforme as figuras 5a e 5b. Vale salientar que o carbonato de sódio pode ser substituído pelo hidróxido de cálcio, visto que ambos possuem caráter básico (Hidroazul Brasil, 2019; LISBÔA *et al.*, 2016).

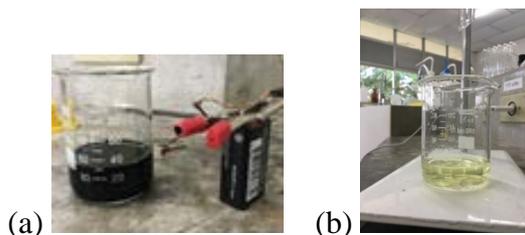
Figura 5: (a) Preparação do experimento; (b) Início da floculação; (c) Flocos já sedimentados.



Fonte: Autores (2020).

Para o experimento de separação por eletrofloculação foi utilizada uma mistura de água, corante e sal de cozinha e um sistema de eletrólise utilizando a bateria, os fios, as garras tipo jacaré e os pregos, de acordo com a figura 6a (Sociedade brasileira de Química, 2010). Os pregos foram mantidos parcialmente imersos na solução, para atuarem como eletrodos, e longe um do outro, para evitar curto-circuito no sistema. O ânodo, eletrodo que sofre oxidação, fornece íons metálicos para a solução, formando posteriormente hidróxidos de ferro II ou III, que absorverão o corante presente na solução. Além disso, a formação de bolhas de hidrogênio, que ocorre no cátodo, promove um afastamento do corante em direção ao ânodo, promovendo assim uma maior absorção do corante pelo hidróxido de ferro no envolto do eletrodo positivo (Sociedade Brasileira de Química, 2010). O procedimento executado atingiu o resultado esperado (Figura 6b) com a remoção do corante.

Figura 6: (a) e (b) Esquema para a Eletrofloculação; (c) Resultado da filtração.



Fonte: Autores (2020).

#### 4.4 EXPERIMENTOS DE DESTILAÇÃO

Os dois primeiros experimentos, destilação da água salgada (LUZ *et al.*, 2013) e destilação da água misturada à tinta de caneta (ANJOS, 2010), utilizaram água, sal de cozinha e tinta de caneta (um frasco de 30 ml custa R\$30,00), que são reagentes de custo baixo. As vidrarias e fonte de aquecimento que foram utilizadas já se encontravam disponíveis na escola, entretanto, o custo destes materiais é relativamente alto, pois um sistema básico de destilação custa na internet pelo menos R\$500,00. Por isso, foi testada uma terceira alternativa (CASSIANO, 2014; FRIGGI e CHITOLINA, 2018) que não exigia este sistema e que poderia ser reproduzida com os reagentes do primeiro e segundo experimentos (Figuras 7a e 7b). No entanto, para diferenciar foi utilizado um outro soluto misturado à água: o sulfato de cobre II penta-hidratado (preço médio em lojas de materiais para tratamento de piscina: R\$16,00/kg).

Figura 7: (a) Esquema de destilação alternativo; (b) Solução de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .



Fonte: Autores (2020).

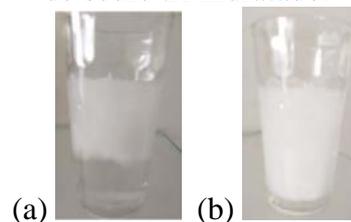
Os dois primeiros experimentos foram de fácil execução e apresentaram bons resultados. Já o terceiro experimento, apesar de ser realizado com materiais mais

baratos, apresentou uma dificuldade na montagem e preparação relativamente maior. Além disso, tanto o segundo quanto o terceiro experimento são mais interessantes que o primeiro do ponto de vista visual, já que o destilado é incolor em comparação com a mistura que é azul.

#### 4.5 EXPERIMENTOS DE CRISTALIZAÇÃO

O primeiro experimento utilizou uma solução supersaturada de acetato de sódio tri-hidratado (preço estimado na internet: R\$40,00/1kg e R\$15,90 de frete) e água. Embora a referência consultada (Manual do Mundo, 2013) tenha informado que o uso do forno micro-ondas não seria adequado para a dissolução do acetato, ele foi utilizado para facilitar o processo, e ao contrário do informado, a sua utilização foi satisfatória. Este experimento é muito vantajoso do ponto de vista da velocidade de cristalização, pois assim que os grãos de acetato são lançados na solução supersaturada resfriada todo o acetato presente cristaliza (Figuras 8a e 8b), além de ser um processo visualmente interessante. No entanto, o preço do acetato de sódio tri-hidratado se apresenta como uma desvantagem.

Figura 8: (a) e (b) Cristalização do acetato de sódio tri-hidratado.

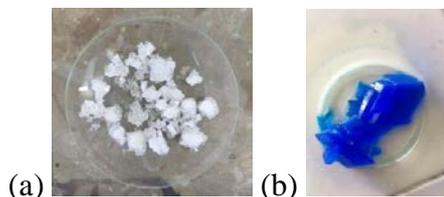


Fonte: Autores (2020).

O segundo e o terceiro experimentos também utilizaram soluções supersaturadas. No segundo, o soluto era o cloreto de sódio (COSTA e ANDRADE, 2014) e, no terceiro, era o sulfato de cobre II penta-hidratado (COSTA e ANDRADE, 2014; Manual do Mundo, 2013). Os

primeiros cristais demoraram cerca de dez dias para aparecer, o que constitui uma desvantagem (Figuras 9a e 9b).

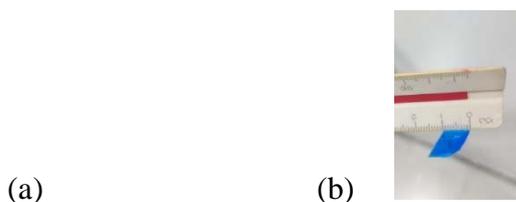
Figura 9: (a) Cristais de NaCl obtidos a partir da solução de sal grosso; (b) Cristais de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  obtidos.



Fonte: Autores (2020).

Com o aparecimento dos mesmos, tentou-se aplicar a técnica de crescimento dos cristais para a mostrar a geometria destes compostos iônicos (COSTA e ANDRADE, 2014). Novas soluções supersaturadas foram preparadas, resfriadas e um dos pequenos cristais foi pendurado através de uma linha para que crescesse. Embora Costa e Andrade (2014) informem que o cristal formado a partir da solução de sal grosso apresente melhores resultados no crescimento do que o cristal feito a partir da solução de sal refinado, ambos não apresentaram crescimento notável, apesar de duas tentativas terem sido realizadas. Já o sulfato de cobre II pentahidratado apresentou crescimento de 4 mm para 10 mm em dez dias (Figuras 10a e 10b).

Figura 10: (a) Cristal de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  selecionado; (b) Cristal após 10 dias.



Fonte: Autores (2020).

O último experimento fez uso de reagentes de baixo custo e que são bastante comuns: vinagre e pedras de construção

civil (Manual do Mundo, 2013). Porém, os cristais demoraram dois meses para se revelar, já que seu aparecimento dependia da evaporação da água (Figuras 11a e 11b). Os cristais são resultado de uma reação química, na qual o vinagre, que tem caráter ácido, reage com o carbonato presente na rocha, liberando gás carbônico e formando sais solúveis na solução de vinagre. Com a evaporação da água, os sais se cristalizam.

Figura 11: (a) e (b) Resultado após a evaporação da água.



Fonte: Autores (2020).

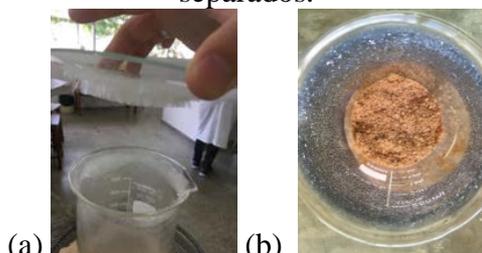
#### 4.6 EXPERIMENTOS DE SUBLIMAÇÃO

No primeiro experimento (MARTINS, 2014), utilizou-se a naftalina vendida em supermercados (R\$ 1,60 o saquinho de 30 g) como reagente. A naftalina foi aquecida, possibilitando que ela fundisse e sublimasse ao mesmo tempo, e na medida em que o gás encontrava a superfície fria do vidro relógio, cristais de naftalina se formavam. O experimento se mostrou viável e levou a formação de cristais visíveis, mas frágeis de naftalina (Figura 12a). Uma desvantagem é que o experimento produz vapores cuja inalação pode causar irritação nos olhos, no nariz e na garganta (OLSON et al., 2014).

Já o segundo (Manual do Mundo, 2013) e o terceiro experimentos (TEMTEM, 2012) fizeram o uso de iodo sólido (preço estimado: R\$140,00/100g). No segundo utilizou-se a sublimação do iodo para revelar uma impressão digital e no terceiro para separá-lo da areia (Figura 12 b). Em ambos os casos, cristais de iodo foram obtidos. Como vantagens desses

testes está a formação de cristais visíveis nas paredes dos recipientes e a duração curta dos experimentos, porém, têm-se o risco da inalação de iodo gasoso que pode causar irritação pulmonar (OLSON *et al.*, 2014) e o alto custo do iodo sólido, embora ele esteja disponível no *campus* Colatina. Também vale destacar o aparecimento de uma impressão digital nítida no segundo experimento devido a ligação entre o vapor de iodo e o “carimbo” de gordura do dedo, entretanto, essa impressão desapareceu rapidamente devido a continuidade da sublimação. No terceiro experimento, a separação do iodo da areia foi efetiva, muito embora, muitos cristais de iodo tenham se formado na parede do recipiente dificultando a sua retirada.

Figura 12: (a) Cristais de naftalina obtidos após a sublimação; (b) Areia e iodo separados.



Fonte: Autores (2020).

O último experimento (MACHADO JÚNIOR *et al.*, 2006) usou tintura de iodo 2,0% comprada em farmácias (R\$5,00 por 30ml), água oxigenada 10 volumes (R\$3,00 por 100ml) e vinagre que são reagentes de baixo custo e fácil acesso. No entanto, em comparação aos três primeiros experimentos, este dura mais tempo por conter mais etapas e assim como no segundo e terceiro experimentos, neste também há o risco de inalação do iodo gasoso.

#### 4.7 EXPERIMENTOS DE SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

O experimento de separação magnética do enxofre e da limalha de ferro (ANJOS, 2010) foi feito usando um ímã comum revestido de teflon. Um quilo de enxofre pode ser comprado por preços que variam de R\$ 15,00 a R\$ 20,00 em sites de vendas na internet e R\$35,00 a R\$45,00 em lojas de jardinagem, e a limalha de ferro corresponde às raspas do ferro metálico. Quando o ímã foi utilizado para fazer a separação, pequenas partículas da limalha não foram atraídas e parte do enxofre, que é muito fino, se acumulou nas partículas de limalha de ferro atraídas pelo ímã. Já a experiência de separação do fubá e da limalha de ferro (ANJOS, 2010; Manual do Mundo, 2013) foi feita queimando a palha de aço, depois a peneirando, misturando-a ao fubá e separando-a com um ímã do mesmo modo que a primeira experiência, porém apresentando uma separação dos componentes mais efetiva.

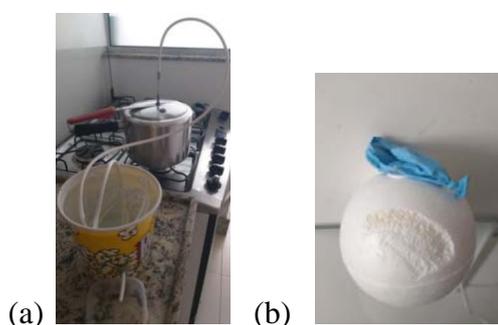
No experimento de separação do ferro presente em cereais matinais não foi possível observar a presença de ferro no cereal, que era de uma marca bastante vendida nos supermercados. Provavelmente, isso deve ter ocorrido porque o cereal não apresentava a quantidade de ferro necessária para que suas partículas pudessem ter sido atraídas pelo ímã (Sociedade Brasileira de Química, 2010).

#### 4.8 EXPERIMENTOS DE EXTRAÇÃO

O experimento da extração do óleo essencial da casca de laranja (Niobium Lab, 2017; Manual do Mundo, 2019) foi feito por meio de um sistema de destilação para extrair o limoneno (Figura 13a). Vale ressaltar que a água gelada utilizada para fazer o resfriamento do sistema esquentou durante o processo e foi necessário retirá-la e trocá-la por duas vezes. O destilado era uma mistura heterogênea de cheiro forte, e o óleo obtido manteve-se acima da água devido à menor densidade. A quantidade de óleo obtido foi pequena e para

comprovar que o óleo era o limoneno, ele foi gotejado em um balão de festa e em uma bola de isopor, fazendo com que o primeiro estourasse e o segundo corresse, já que o limoneno dissolve as substâncias orgânicas que compõem estes objetos (Figura 13b). Por isso também, seria mais adequado utilizar uma mangueira metálica de cobre, porém não havia disponibilidade da mesma e o custo para comprá-la era alto (cerca de R\$300,00 por 15 metros). Entretanto, mesmo utilizando a mangueira de plástico foi possível obter o limoneno.

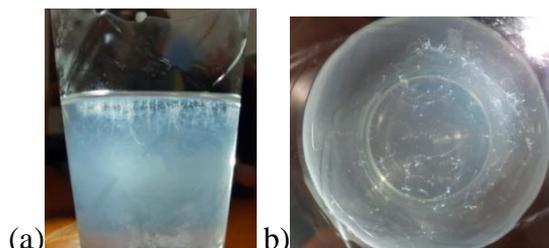
Figura 13: (a) Sistema de destilação para a extração do limoneno; (b) Balão estourado e bola de isopor corrida pela ação do limoneno.



Fonte: Autores (2020).

Já o experimento de extração do DNA da cebola (Manual do Mundo, 2011; Prof. Sam Adam, 2013) ocorreu por meio do aquecimento da cebola numa solução de sal e detergente, e logo após a sua filtração e resfriamento. O DNA encontra-se no núcleo da célula, então, para encontrá-lo, foi necessário que as membranas e ligações das células fossem rompidas através da maceração da cebola, do uso de detergente e do sal, e da filtração. O álcool gelado ao fim do experimento fez com que o processo de dissolução do DNA fosse retardado (Prof. Sam Adam, 2013) e que fosse possível visualizá-lo, conforme as Figuras 14a e 14b.

Figura 14: (a) e (b) DNA da cebola.



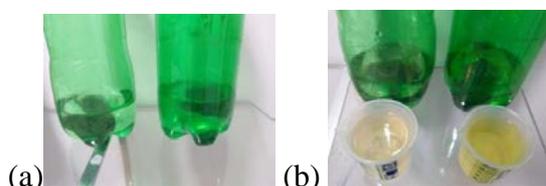
Fonte: Autores (2020).

No experimento para demonstrar a concentração de vitamina C em diferentes misturas (Sociedade Brasileira de Química, 2010), ocorreu a adição de tintura de iodo (R\$5,00 por 30ml) à solução de água e amido de milho, pois esta provoca uma coloração azul, devido ao fato de o iodo formar um complexo com o amido. A vitamina C, sendo antioxidante, promove a redução do iodo a iodeto, que em solução aquosa é incolor. Então, diante de uma maior quantidade de Vitamina C, maior foi a quantidade de gotas de tintura de iodo necessária para deixar a solução de cada copo azul. No copo 1 (amido e água), 1 gota de tintura de iodo foi necessária, pois não havia vitamina C; no copo 2 (amido e vitamina C) foram necessárias 15 gotas, pois a vitamina C estava presente em grande quantidade; no copo 3 (amido e suco de limão) 2 gotas foram necessárias; no copo 4 (amido e suco de laranja) foram necessárias 4 gotas; e no copo 5 (amido e suco de maracujá) 2 gotas foram necessárias. Sendo assim, dentre os sucos, demonstrou-se que o de laranja era o que possuía a maior quantidade de vitamina C. O experimento tem baixo custo e apresenta bons resultados, mas requer variedade maior de reagentes.

Por fim, no experimento da esponja de aço (Sociedade Brasileira de Química, 2010), a esponja foi colocada dentro de garrafas plásticas diferentes, uma com água e outra com refrigerante de limão. Apesar de a corrosão acontecer na presença de umidade, os eletrólitos presentes no refrigerante em contato com a água aumentaram ainda mais a taxa de corrosão (Figuras 15a e 15b), e as cores

obtidas foram diferentes, mesmo após a adição de água oxigenada.

Figura 15: (a) Garrafa 1 (água e palha de aço) e Garrafa 2 (refrigerante e palha de aço); (b) Resultado após a adição da água oxigenada.



Fonte: Autores (2020).

#### 4.9 EXPERIMENTOS DE CROMATOGRAFIA

O experimento de Cromatografia com canetas esferográficas (BUENO JÚNIOR, 2009; LISBÔA, 1998) utilizou o papel de filtro e coador de café papel como colunas cromatográficas, para que, a partir da capilaridade do papel, as cores das canetas esferográficas pudessem se separar utilizando apenas o álcool 46,2° INPM como eluente. A utilização do papel de filtro mostrou melhor desempenho, no entanto, na ausência deste pode-se utilizar o coador de papel. A cor preta apresentou resultado mais interessante, pois demonstrou ser composta por outras cores (Figura 16).

Figura 16: (a) Resultado da cromatografia da caneta esferográfica preta.



Fonte: Autores (2020).

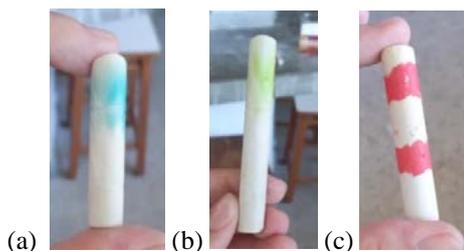
Nos testes com as canetas hidrográficas (FOGAÇA, [s.d.]; LISBÔA, 1998), foi usado apenas papel de filtro, e o papel

embebido em álcool demonstrou menor dissolução dos pigmentos do que o embebido em água. Isso ocorreu, pois, a água é mais polar e tem maior afinidade com as tintas das canetas.

Na cromatografia com corantes alimentícios (SILVA e ROSA, 2013), o papel de filtro também foi utilizado como fase estacionária, para que as cores dos corantes pudessem se separar. No experimento da separação dos corantes presentes em doces (Sociedade Brasileira de Química, 2010), o papel de filtro serviu novamente como fase estacionária, mas os resultados não foram tão aparentes quanto os resultados da cromatografia com corantes alimentícios. O primeiro parece ter tido um desempenho melhor, pois os corantes foram depositados de maneira mais fácil no papel devido ao seu estado físico que facilita a sua absorção.

Dois experimentos com giz como coluna cromatográfica foram realizados. Em um deles foram utilizados batom e canetas hidrográficas com álcool 46% como eluente (PALOSCHI *et al.*, 1998), de acordo com as Figuras 17a, 17b e 17c. Apenas o experimento com o batom não funcionou, já que o batom contém substâncias apolares e o eluente era polar. Já o experimento da cromatografia em giz utilizando espinafre (OLIVEIRA *et al.*, 1998) utilizou solventes de caráter apolar (acetona pura e hexano) para separar os pigmentos presentes no espinafre. Foi possível observar a separação, porém, os solventes são inflamáveis, voláteis e de custo alto (5 litros de acetona pura custam aproximadamente R\$90,00 e 1 litro de hexano custa de R\$40,00 a R\$100,00), o que torna o experimento inviável se não houver mais disponibilidade dos mesmos no laboratório do campus.

Figura 17: (a), (b) e (c) Resultados da Cromatografia das canetas e do batom.



Fonte: Autores (2020).

## 5 CONCLUSÕES

Depois de pesquisar, testar e ajustar os experimentos, foram selecionadas as práticas com os melhores resultados e com os reagentes e materiais de menor custo para que fossem elaborados os roteiros experimentais para as turmas dos 1º anos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do *campus* Colatina. Na escolha, também foi levado em consideração se o laboratório do *campus* já possuía os materiais necessários.

Dos experimentos de Filtração, foram escolhidos: filtração simples (FELTRE, 2004); filtração a vácuo (FELTRE, 2004); simulação da filtração nas estações de tratamento de água (LISBÔA *et al.*, 2016) e adsorção sobre carvão ativado com água e pó para refresco (FOGAÇA, [s.d.]; MIMURA *et al.*, 2010); pois, esses experimentos obtiveram bons resultados e exemplificam bem diferentes maneiras de fazer a filtração.

Já para os experimentos de decantação, foram selecionados: Decantação Líquido/Líquido (ANJOS, 2010); Decantação Líquido/Líquido alternativa (FRIGGI e CHITOLINA, 2018) e Centrífuga elétrica caseira (Imagine mais, 2016), visto que esse experimentos obtiveram também uma boa eficácia.

Para a separação por floculação, foi escolhido a floculação convencional no tratamento de água (Hidroazul Brasil, 2019; LISBÔA *et al.*, 2016), pois, conta com materiais simples e reações químicas mais simples, já que no experimento de eletrofloculação (Sociedade brasileira de

Química, 2010) ocorrem processos eletrolíticos difíceis de compreender para alunos do 1º ano do ensino médio.

Dos experimentos de Destilação, foram escolhidas a destilação da água misturada à tinta de caneta (ANJOS, 2010) e destilação do sulfato de cobre II pentahidratado feita de maneira alternativa (CASSIANO, 2104; FRIGGI e CHITOLINA, 2018), já que ambas apresentaram bons resultados visuais, e que a segunda seria viável caso não se tenham mais disponíveis as vidrarias e equipamentos convencionais para realizar a destilação.

Dentre os experimentos de Cristalização, foram escolhidos: cristais macroscópicos a partir de soluções supersaturadas de Sulfato de Cobre II pentahidratado (COSTA e ANDRADE, 2014; Manual do Mundo, 2013) e cristais com vinagre (Manual do Mundo, 2013), pois os materiais necessários desses são de baixo custo e fáceis de encontrar, além das experimentações serem simples de reproduzir.

Dos experimentos de Sublimação, foram escolhidos: sublimação da naftalina (MARTINS, 2014) e separação do iodo da areia (TEMTEM, 2012), pois ambas foram de fácil execução e visualização, e já que a primeira é viável caso o laboratório do *campus* não tenha mais iodo sólido, que é um reagente relativamente caro.

Dos experimentos de Separação Magnética, o escolhido foi o de separação do fubá e limalha de ferro (ANJOS, 2010; Manual do Mundo, 2013), pois foi o que apresentou melhores resultados dentre os experimentos testados, além de utilizar reagentes de fácil acesso e baixo custo.

Entre os experimentos de Extração, foram escolhidos dois: extração de óleo essencial da casca da laranja (Niobium Lab, 2017; Manual do Mundo, 2019) e extração do DNA da cebola (Manual do Mundo, 2011; Prof. Sam Adam, 2013). O primeiro foi escolhido, pois torna

interessante o processo da construção de um sistema de destilação caseiro, além de fazer ligação com outros conteúdos de química, tendo um resultado prático que chamará a atenção dos estudantes, por meio de materiais simples. O segundo foi escolhido, pois necessita de materiais de fácil acesso e baixo custo, além de ter um resultado aparente e a conexão interdisciplinar com biologia.

Por fim, dos experimentos de Cromatografia, foram escolhidos três: cromatografia com canetas esferográficas (BUENO JÚNIOR, 2009; LISBÔA, 1998); cromatografia com canetas hidrográficas (FOGAÇA, [s.d.]; LISBÔA, 1998) e cromatografia em giz com canetas hidrográficas (PALOSCHI *et al.*, 1998). Todos utilizam materiais de baixo custo e demonstram que sistemas aparentemente puros, são na verdade misturas.

A partir dessas escolhas, foi elaborada uma apostila contendo os objetivos, os reagentes e materiais necessários, o procedimento experimental e as referências para cada um dos experimentos. Essa apostila está à disposição dos professores do *campus* Colatina para uso nas aulas de Química das turmas dos 1º anos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio.

## AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação do Instituto Federal do Espírito Santo e à Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão do Ifes *campus* Colatina que propiciaram a oportunidade de realizar esta pesquisa através de edital de Iniciação Científica para voluntários.

## REFERÊNCIAS

ANJOS, A. L. (Química 2) Separação de Misturas. 2010. (6m28s). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_KePRgdTVJc](https://www.youtube.com/watch?v=_KePRgdTVJc)>. Acesso em: 03 de mai. De 2020.

BORGES, A. T. Novos rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n.3, p. 291-313, dez. 2002.

BUENO JUNIOR, D. Cromatografia em Papel. 2009. (2m47s). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=8&v=krMdT\\_oYjPs&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=krMdT_oYjPs&feature=emb_logo)> Acesso em: 25 mai. 2020.

CALIL, Patrícia. **O Professor-Pesquisador no Ensino de Ciências**. Curitiba, p. 138-142, 2013.

CASSIANO, J. S. Experimento Destilação Simples-UFPB-EAD. 2014. (2m41s). Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=oU7qlpmEf\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=oU7qlpmEf_w)>. Acesso em: 30 de out. 2019.

COSTA, I. S.; ANDRADE, F. R. D. Experimentos didáticos de cristalização. **Terra e Didática**. v. 10-2, p. 91-104, jul. 2014.

DA SILVA. A. M. Proposta para tornar o ensino de Química mais atraente. **Revista de Química Industrial**. v. 79, n. 731, p. 7-12, 2011.

DA SILVEIRA, Márcio dos Reis. **Experimentos Didáticos para o ensino de Estrutura Atômica: Motivação para o aprendizado no ensino de Química**. Orientador: Dr. Alejandro López Castillo. 2018. 68 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

DE LIMA, J. O.; ALVES, I. M. R. Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 9, n. 1, p. 428-447, jan./abr. 2016.

DE OLIVEIRA, Marcio Aparecido.  
**Utilização de atividades contextualizadas: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino da Química de Polímero – PET.** Orientador: Dr. Caio Marcio Paranhos da Silva. 2016. 119 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

DIAS, D. L. Decantação. **Manual da Química**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/decantacao.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

FELTRE, Ricardo. **Química**. São Paulo, v. 1, p. 31-37 e 214-215, 2004.

FOGAÇA, J. R. V. Adsorção sobre carvão ativado. **Brasil Escola**. [s.d.]. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/adsorcao-sobre-carvao-ativado.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

FOGAÇA, J. R. V. Experimento de Cromatografia em Papel. **Brasil Escola**. [s.d.]. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-cromatografia-papel.htm>> Acesso em 25 de maio. 2020.

FRIGGI, D. A.; CHITOLINA, M. R. Ensino de Processos de Separação de Misturas a partir de situações-problemas e atividades experimentais investigativas.

**Experiências em Ensino de Ciências**. v. 13, n.5, p. 388-403, dez. 2018.

GARCEZ, A. Centrifugação caseira - processo da centrifugação. 2014. (3m06s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0Y9tABxiGDA>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

Hidroazul Brasil. Como decantar a sujeira da piscina. 2019. (1m39s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qkLsQoy464A>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Imagine Mais. Centrífuga caseira. 2016. (5m10s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OWr02qLXXHk>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

LISBÔA, Julio Cezar Foschini. Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**. Experimentos Cromatográficos, n.7, p. 38-39, maio 1998.

LISBÔA, Julio Cezar Foschini; BRUNI, Aline Thaís; NERY, Ana Luiza Petillo; LIEGEL, Rodrigo Marchiori; AOKI, Vera Lúcia Mitiko. **Química**. São Paulo, v. 1, p. 50, 2016.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**. v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

LUZ, C. A.; RODRIGUES, C. A.; NAGASHIMA, L. A.; ZANATTA, S. C. (Org.). **Coletânea de Atividades Experimentais**. Paranavaí, p. 62-63, 2013.

MACHADO JÚNIOR, I.; ASSIS, R. B.; BRAATHEN, P. C. “Termômetro de Iodo: Discutindo Reações Químicas e Equilíbrio de Sublimação usando material de baixo

custo e fácil aquisição”; **Química Nova na Escola**. v. 24, p. 35-38, nov. 2006.

Manual do Mundo. Como congelar a água em um segundo (remake). 2013. (5m57s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=7d4GhLCHQ20>>. Acesso em: 30 de out. 2019.

Manual do Mundo. Como fazer cristais com vinagre. 2013. (4m34s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=LvvBUewOOgU>>. Acesso em: 30 de out. 2019.

Manual do Mundo. Como fazer ferrofluido caseiro (receita de Ferrofluido). 2013. (4m22s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=a317hwca02I>>. Acesso em: 22 de maio. 2020.

Manual do Mundo. Como fazer um cristal azul em casa passo a passo. 2013. (5m08s). Disponível em:  
<[https://www.youtube.com/watch?v=KLGtJE3Mc\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=KLGtJE3Mc_0)>. Acesso em: 30 de out. 2019.

Manual do Mundo. Como guardar o cheiro das plantas. 2019. (20m08s). Disponível em:  
<[https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX\\_g&t=509s](https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX_g&t=509s)>. Acesso em: 22 de maio. 2020

Manual do Mundo. Como tirar impressões digitais em casa. 2013. (3m36s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=35Zi77JiXas>>. Acesso em: 30 de out. 2019.

Manual do Mundo. Como ver o DNA da cebola (EXPERIÊNCIA). 2011. (6min04s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=M1QO1iglT5o>>. Acesso em: 28 de mar. 2020.

MARTINS, M. Mudanças de fase – sublimação e solidificação do naftaleno. 2014. (4m35s). Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=5tjZyVMQ3pY>>. Acesso em: 11 de nov. 2019.

MIMURA, A. M. S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C. Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão. **Química Nova na Escola**. v. 32, n.1, p. 53-56, fev. 2010.

Niobium Lab. Extração de Limoneno de frutas cítricas (Arraste de Vapor). 2017. (5m04s). Disponível em:  
<[https://www.youtube.com/watch?v=ZOFeYpIX\\_R4](https://www.youtube.com/watch?v=ZOFeYpIX_R4)>. Acesso em: 28 de mar. 2020.

OLIVEIRA, Alfredo Ricardo M. de; SIMONELLI, Fabio; MARQUES, Francisco de Assis. Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil reprodução nas escolas do ensino médio. **Química Nova na Escola**. v. 7, p.37-38, maio 1998.

OLSON, K. R.; ANDERSON, I. B.; BENEWITZ, N. L.; BLANC, P. D.; CLARK, R. F.; KEARNEY, T. E.; KIM-KATZ, S. Y.; WU, A. H. B. **Manual de Toxicologia Clínica**. Porto Alegre, p. 298-300, 2014.

PALOSCHI, R.; ZENI, M.; RIVEROS, R. Cromatografia em giz no ensino de química: didática e economia. **Química Nova na Escola**. v. 7, n. 1, p.35-36, 7 maio 1998.

PERUZZO, Francisco Miragaia. M.; DO CANTO, Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano**. São Paulo, v. 1, p. 35-39, 2006.

Prof. Sam Adam. Extração do DNA (Cuidado com a Pectina). 9 fev. 2013. (25m32s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GVPtissowYU&feature=youtu.be>>. Acesso em: 22 de maio. 2020.

QUADROS, A. L.; DA SILVA, D. C.; ANDRADE, F. P.; ALEME, H. G.; OLIVEIRA, S. R.; SILVA, G. F. Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**. v. 27, n. 40, p. 159-176, abr./jun. 2011.

SILVA, P. S.; ROSA, M. F. Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Paraná, v. 6, n. 3, p.148-160, 2013.

Sociedade Brasileira de Química (Org.). **A Química Perto de Você: Experimentos de Baixo Custo para a Sala de Aula do Ensino Fundamental e Médio**. São Paulo, p. 21-27, 29-34, 57-63, 65-69, 85-89, 97-101, 2010.

TEMTEM, E. Sublimação. 2012. (1m02s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bCInk79-6tg>>. Acesso em: 30 de out. 2019.