



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ROUSE DA SILVA COSTA

**UM ESTUDO DE CASO DE QUÍMICA FORENSE: DESPERTANDO A
SAGACIDADE AO APRENDIZADO DE QUÍMICA**

FORTALEZA
2016

ROUSE DA SILVA COSTA

UM ESTUDO DE CASO DE QUÍMICA FORENSE: DESPERTANDO A SAGACIDADE
AO APRENDIZADO DE QUÍMICA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Química.

Orientador: Me. Vitor Paulo de Andrade da Silva.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C875e Costa, Rouse da Silva.
Um estudo de caso de química forense : despertando a sagacidade ao aprendizado de química / Rouse da Silva Costa. – 2016.
46 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Vitor Paulo de Andrade da Silva.

1. Ensino . 2. Contextualização. 3. Experimentação. 4. Estudo de caso. I. Título.

CDD 540

ROUSE DA SILVA COSTA

UM ESTUDO DE CASO DE QUÍMICA FORENSE: DESPERTANDO A SAGACIDADE
AO APRENDIZADO DE QUÍMICA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciada em Química.

Orientador: Me. Vitor Paulo Andrade da Silva.

Aprovada em: 20 / 06 / 2016.

BANCA EXAMINADORA

Me. Vitor Paulo Andrade da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Nágila Maria Pontes Silva Ricardo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. L.D. Francisco Belmino Romero
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde e por não me deixar fraquejar em muitos momentos e por colocar em meu caminho pessoas especiais que deram sustentação para que eu não desista dos meus objetivos.

A todos que de forma direta ou indireta participaram desse momento tão importante em minha vida.

Aos meus pais Terezinha e Getúlio, pelo apoio incondicional, aos meus irmãos David e Diego, pelos momentos de descontração.

A minha vó Maria, por sempre me incentivar a continuar estudando e por sempre ter diversas histórias extraordinárias a me contar.

Ao Vitor “pessoa”, por aceitar o desafio de ser meu orientador, agradeço pelo incentivo, extrema paciência e disponibilidade.

Ao professor Ronaldo, líder do Laboratório de Análise de Traços (LAT), pelo incentivo e estrutura disponibilizados.

Ao professor Belmino, por aceitar o convite para integrar a banca e por ser uma pessoa inspiradora.

As professoras Nágila e Selma, por terem me conduzido a esse momento tão especial.

Aos amigos e companheiros de laboratório (LAT) e UFC, Thalita, Jhonyson, Tamyris, Edmilson, Carla, Mário, Itana, Pablo, Thiago, Gadelha, Giselle, Laís, Daniel, Juliene, Jefferson, Eliézer, Ari, Max, Clérton, Raquel, Mayza e Henrique pelos momentos inusitados, apoio e companheirismo.

Aos amigos Felipe, Denison, Felipe “Jack”, Gabriela, Karla, Karlinda, Italo e Diegão, por sempre estarem presentes nos momentos em que eu mais preciso e pela amizade de longa data.

RESUMO

A contextualização e a experimentação, bem como a utilização de estudos de casos, são recursos didáticos que permitem ao aprendiz associar os conteúdos abordados em sala de aula de maneira significativa. Dessa forma, foi estruturado um estudo de caso envolvendo Química Forense para ser utilizado durante uma atividade prática. Desenvolveu-se uma história fictícia onde foi simulada uma fraude na assinatura de um documento. A tinta da caneta utilizada na assinatura do documento foi analisada utilizando a técnica de Cromatografia em Papel. Quatro canetas azuis de diferentes marcas foram analisadas para que pudessem ser comparadas com o resultado da análise da assinatura do documento. A fim de identificar qual caneta foi utilizada na assinatura do documento e o seu respectivo dono, desvendando assim quem foi o responsável pela assinatura fraudada. Além da análise de tinta utilizando Cromatografia em Papel, outras práticas envolvendo Química Forense também foram sugeridas como: análise de digitais, análise de DNA e análise do teor de álcool na gasolina. Utilizando essas práticas sugeridas podem ser desenvolvidos diversos estudos de caso. Experimentação, estudo de caso, Química Forense e contextualização utilizados de maneira adequada tornam o aprendizado bastante atraente, motivando os alunos a absorverem os conteúdos de maneira efetiva, ou seja, promovendo a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino. Contextualização. Experimentação. Estudo de caso. Química Forense.

ABSTRACT

The contextualization and experimentation, as well as use of case studies are educational resources that allow the learner to associate the content discussed in classroom of in significant way. That way a case study is structured involving Forensic Chemistry to be used for a practical activity. It was developed a fictional story which was simulated a fraud in signing a document. The ink pen used for the signature on the document was analyzed using Chromatography technique on Paper. Four blue pens of different brands were analyzed for that could be compared the result from the document signature analysis. In order to identify which pen was used in the signature on the document and its respective owner, thus uncovering who was responsible for signing rigged. The ink analysis was performed by Paper Chromatography, other practices involving Forensic Chemistry have also been suggested, such as digital analysis, DNA analysis and analysis of the content of alcohol in gasoline. Using these suggested practices can be developed several case studies. Experimentation, case study, Forensic Chemistry and contextualization used appropriately make learning very attractive, motivating students to absorb effectively content, ie, promoting meaningful learning.

Keywords: Teaching. Contextualization. Experimentation. Case of study. Forensic Chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema diferenciando as formas de aprendizagem significativa e mecânica, por recepção e por descoberta.	10
Figura 2 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E ₁ , utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.	22
Figura 3 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E ₂ , utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.	23
Figura 4 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E ₃ , utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.	24
Figura 5 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E ₄ , utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.	25
Figura 6 - Comparação dos resultados das tintas das canetas E ₁ (a), E ₂ (b), E ₃ (c) e E ₄ (d) com a tinta do documento (e)	25
Figura 7 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor preta, utilizando álcool como fase móvel.	26
Figura 8 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor verde, utilizando álcool como fase móvel.	26
Figura 9 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor vermelha, utilizando álcool como fase móvel.	27
Figura 10 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor roxa, utilizando álcool como fase móvel.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Aprendizagem Significativa e Contextualização	9
1.2	Estratégias para o Aprendizado Significativo.....	11
1.3	Química Forense	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	Etapa de Diagnóstico	16
3.2	Etapa de Aplicação Prática	16
3.2.1	<i>Exemplo de Aplicação da Aula Prática.....</i>	<i>17</i>
3.3	Etapa de Avaliação	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1	Etapa de Diagnóstico – Resultados esperados	21
4.2	Etapa de Aplicação Prática	22
4.3	Etapa de Avaliação – Resultados esperados	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	30
	ANEXO A - ROTEIRO DE PRÁTICAS	33
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO.....	42
	APÊNDICE B - NORMAS DE SEGURANÇA PARA AULAS PRÁTICAS	43
	APÊNDICE C - MODELO DE FICHA CADASTRAL PARA O BANCO DE DADOS	44
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	45
	APÊNDICE E - CÁLCULOS E INSTRUÇÕES PARA O PREPARO DE SOLUÇÕES	46

1 INTRODUÇÃO

As ciências têm conteúdos de difícil assimilação para a maioria dos estudantes, principalmente se ensinados de forma tradicional, apenas com aulas expositivas e livros (ZÔMPERO; LABURÚ, 2012). Uma das ciências mais citada quando se trata da dificuldade de compreensão é a Química (MARQUES, 2011).

Vários fatores podem estar relacionados à dificuldade no aprendizado de Química, dentre eles: o uso de metodologia inadequada, poucas aulas experimentais, deficiência de recursos didáticos e desmotivação em aprender (MARQUES, 2011).

A desmotivação pode estar atribuída ao fato dos estudantes não conseguirem associar o assunto abordado com o seu cotidiano, e não observando sentido prático para ele (NUNES; ADORNI, 2010). Visando sanar essa desmotivação na aprendizagem de Química, podemos utilizar de forma isolada ou combinada a contextualização, a experimentação, o estudo de caso e temas de natureza investigativa, como a Química Forense.

A contextualização dá sentido ao aprender, propiciando uma aprendizagem significativa. A utilização de vídeos, jogos didáticos, *softwares* e experimentação enriquecem o ensino da Química tornando fácil a assimilação dos conteúdos. A experimentação é uma das formas mais eficientes de tornar a Química mais atrativa, contextualizando e interdisciplinarizando o conteúdo (BRASIL, 2000).

No ensino de ciências, a experimentação consegue ser um método eficiente na elaboração de problemas reais que possibilitem a contextualização e inspiração de questionamentos (GUIMARÃES, 2009). De acordo com Izquierdo e col. (1999), a experimentação pode ter várias atribuições como a de exemplificar um princípio, realizar atividades práticas, comprovar hipóteses ou como investigação. Sendo a investigação a que mais ajuda o aluno a aprender.

A Ciência Forense é um tema que desperta a atenção dos grupos mais distintos. Esta ciência, que está relacionada às investigações criminais, tem sido difundida constantemente em programas de televisão, filmes e seriados, onde peritos criminais são importantes para a solução dos crimes apresentados (ROSA *et al.*, 2015).

A Ciência Forense é interdisciplinar e envolve Física, Biologia, Química, entre outras, e tem como propósito colaborar com as investigações criminais. A Química Forense é uma área da ciência forense, que dispõe de técnicas e conceitos químicos para investigar diversos fatores na execução de crimes (ROSA *et al.*, 2015).

1.1 Aprendizagem Significativa e Contextualização

O aprender é o desenvolvimento de todas as potencialidades de cada indivíduo. No processo de aprendizagem é fundamental uma boa comunicação entre professor e aluno, tendo isso concederá meios para o desenvolvimento crítico, ético e humano do aluno. Um professor com bom ânimo em seu ambiente de trabalho transmite para os alunos confiança e estímulo para aprender (SILVA, 2014).

Aprender é um processo de construção contínuo do conhecimento. É a busca de novas informações, desenvolvimento de novas habilidades (PIAGET, 1997). Mas para que seja possível absorver e reter essas novas informações na memória, precisamos de motivos significativos para possamos nos apaixonar em aprender. O processo de aprendizagem requer motivação constantemente. Tanto por parte do professor quanto do aluno. O aprendizado só é efetivo se for significativo.

A teoria de Ausubel, psicólogo da educação, estabelece as diferenças da aprendizagem mecânica e da aprendizagem significativa (PELIZZARI *et al.*, 2002).

Na aprendizagem mecânica, uma nova informação é armazenada de forma aleatória na mente do aluno, não interagindo significativamente com estruturas cognitivas (esquemas de assimilação) já presentes no indivíduo (MOREIRA, 2005). Popularmente, conhecida como “decoreba”, que comumente ocorre em uma aula tradicional. Durante um certo período de tempo, o aluno é capaz de reproduzir de forma mecânica a informação aprendida, mas sem nenhum significado pessoal para ele.

De acordo com Moreira, (2005, p.5),

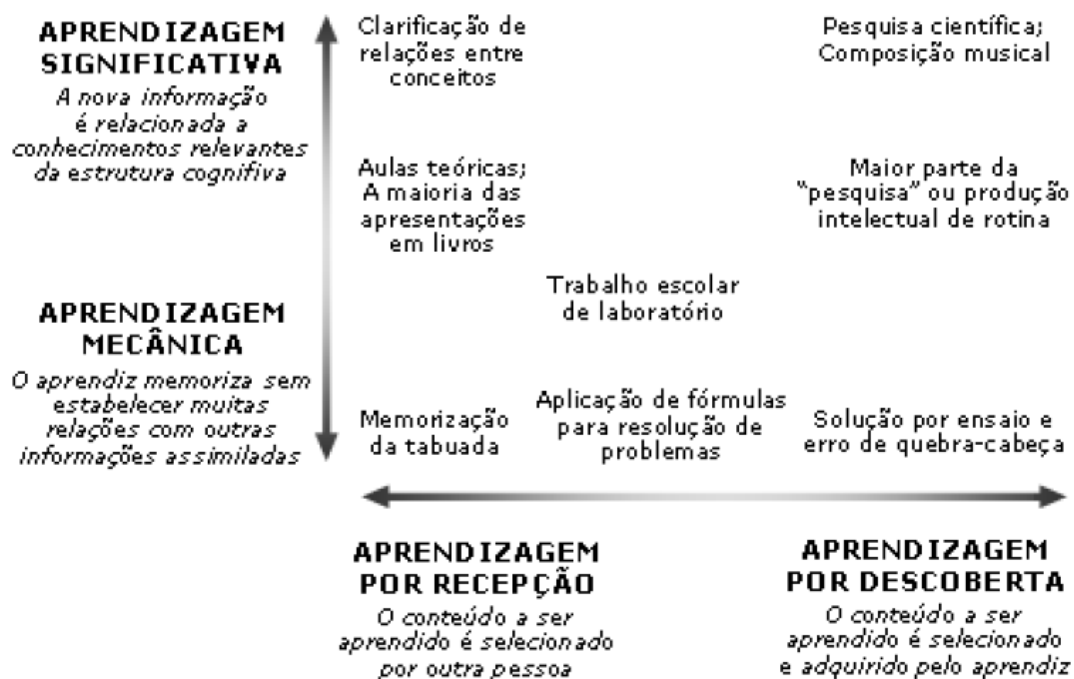
“A aprendizagem significativa é quando uma nova informação adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem com o conhecimento prévio na estrutura cognitiva do indivíduo. Todo conhecimento pré-existente que pode servir de âncora para novos conhecimentos é denominado subsunçor. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados e mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando e interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído.”

Ausubel (1997) afirma que, para que a aprendizagem seja significativa é necessário atentar a alguns aspectos. São eles: o aluno precisa possuir os subsunçores adequados; ter predisposição para aprender e o material a ser utilizado tem que ser potencialmente significativo. O material para ser potencialmente significativo, tem que ter fundamento, representar algo e não estar sujeito a incertezas, de modo que as informações

possam ser relacionadas com os subsunçores. Se os elementos presentes no material não tiverem nenhuma relação com aquilo que o aluno já conhece o material não será significativo (CASTRO; COSTA, 2011).

Para uma melhor compreensão do assunto, dois outros conceitos de aprendizagem precisam ser esclarecidos. São eles: aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta (AUSUBEL, 1997). Na Figura 1, pode ser visto um esquema diferenciando as formas de aprendizagem por recepção e por descoberta.

Figura 1 - Esquema diferenciando as formas de aprendizagem significativa e mecânica, por recepção e por descoberta.



Fonte: <http://www.uniriotec.br/~pimentel/disciplinas/ie2/infoeduc/aprsignificativa.html>

Na aprendizagem por recepção, o conteúdo que será aprendido é exposto ao aluno no formato final. Com o propósito que o novo material seja somente incorporado. Portanto, dele não se espera nenhuma descoberta independente. O conteúdo deve ser apresentado de modo que seja compreensível e acessível em aplicações posteriores. Para que a aprendizagem por recepção se torne significativa o professor deve organizar o conteúdo a ensinar de uma forma lógica; ao exibi-lo ao aluno, deve compará-lo com os conhecimentos que este já detém, de maneira que ele possa perceber o que está a aprender e a integrar os novos conhecimentos (GUERRA, 2012).

A característica peculiar da aprendizagem por descoberta é que o conteúdo principal do que será aprendido, não é informado, mas descoberto pelo aluno antes de ser significativamente integrado a sua estrutura cognitiva; o aluno descobre o conhecimento por si próprio, chegando à solução de um problema (AUSUBEL, 1997).

Na maioria das vezes a aprendizagem realizada em contextos formais é receptiva, e os problemas relacionados ao cotidiano geralmente são solucionados através da aprendizagem por descoberta. A aprendizagem receptiva e a por descoberta podem ser automáticas ou significativas, dependerá das condições em que ocorrerão (AUSUBEL, 1997).

Segundo Silva e col. (2013), a contextualização é capaz de promover as inter-relações entre conhecimentos escolares e situações presentes no cotidiano dos alunos, e transmitir significados aos conteúdos escolares, incentivando os alunos a aprender de forma significativa. Wartha e Alário (2005), afirmam que contextualizar é obter o significado do conhecimento a partir de contextos mundiais ou sociais, é induzir o aluno a compreender e a fazer uso do conhecimento para entender os fatos e fenômenos que o cercam.

Na contextualização de um conteúdo, o professor deve conectar o referido conteúdo com questões econômicas, sociais e políticas, de forma que, esteja em conformidade com os conhecimentos dos alunos diante das situações encontradas no cotidiano, trabalhando assim o conteúdo em questão (SANTOS *et al.*, 2011).

Santos e Mortimer (1999), mencionam três diferentes formas de compreensão para o termo contextualização no ensino de Química: contextualização como artifício para auxiliar a aprendizagem; como narração científica de acontecimentos e procedimentos do cotidiano do aluno; e como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

A contextualização consiste em um princípio curricular que possui diferentes atribuições como, motivar o aluno e facilitar a aprendizagem (DELIZOICOV, 2011).

1.2 Estratégias para o Aprendizado Significativo

Como dito anteriormente, a motivação para aprender Química, pode ser obtida com a implementação de um material de estudo que seja potencialmente significativo, ou seja, possibilita a incorporação de forma lógica entre o conhecimento geral pré-existente na estrutura intelectual do aluno, e a nova informação exposta pelo professor, que combinados originam um conhecimento potencialmente significativo (MOREIRA, 2005).

A diversidade de metodologias e estratégias usadas, tais como, vídeos, softwares, jogos didáticos, mapas conceituais, estudo de caso e experimentação contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos. Essa pluralidade favorece à motivação dos alunos, podendo favorecer a aprendizagem significativa (SANTOS *et al.*, 2013). Dentre as estratégias, destacamos os estudos de caso e a experimentação.

Os estudos de caso utilizam histórias sobre personagens enfrentando decisões ou problemas. Na ministração desse método, o aluno é incentivado a se ambientar com personagens e situações expostos, de modo a compreender fatos presentes com o objetivo de resolver o caso (BRITO; SÁ, 2010).

O estudo de caso exige uma participação ativa do professor, pois antes da aplicação há um trabalho extenso como a escolha do roteiro, apresentação do caso aos alunos, preparação para a execução do caso, e ter domínio do assunto para as possíveis discussões em aula. Durante a aplicação, deve destinar um certo tempo para discussão sobre os detalhes do caso. Após a aplicação, o professor deve se concentrar na avaliação do processo em si, nas apresentações dos grupos e individuais (SERRA; VIEIRA, 2006).

A experimentação contribui para a caracterização investigativa da ciência e se destaca como relevante no seu papel pedagógico como complementar no entendimento dos fenômenos químicos (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

A experimentação pode ter um caráter indutivo, que é quando o aluno pode monitorar variáveis e descobrir ou redescobrir correspondências funcionais entre elas, e pode também ter um caráter dedutivo quando eles têm a oportunidade de conferir o que é dito na teoria, porém a utilização dessas atividades bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em Química, podendo incluir demonstrações feitas pelo professor, experimentos para confirmação de informações já dadas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos, entre outros. Essas atividades são importantes na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, possibilitando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias ou então reorganizá-las (GIORDAN, 1999).

A experimentação deve privilegiar o caráter investigativo concedendo a compreensão dos vínculos conceituais da disciplina, permitindo que os alunos utilizem objetos e ideias, e adquiram significado entre si e com o professor, durante a aula, tornando uma oportunidade que o sujeito tem de extrair de sua ação as consequências que lhe são próprias e aprender com erros e acertos (FELTRE, 1995).

Os conhecimentos profissionais exigem que o professor permaneça em constante processo de reflexão e discernimento, tornando necessário que o professor esteja sempre se atualizando (TARDIF, 2000, p.7).

1.3 Química Forense

A Química Forense é o ramo das ciências forenses direcionado para a fornecimento de provas materiais para a justiça, por meio de análises de substâncias, tais como drogas legais e ilegais, venenos, resíduos de incêndio, explosivos, combustíveis, tintas e outros (ROMÃO *et al.*, 2011). Em investigações criminais, o foco principal é confirmar a autoria ou descartar o envolvimento do suspeito. As técnicas utilizadas viabilizam que seja possível identificar, com relativa precisão, se uma pessoa, por exemplo, esteve ou não na cena do crime com base em uma impressão digital, ou então um fio de cabelo encontrado no local do crime (CHEMELLO, 2007).

Esse tema investigativo, estimula desde a observação à manipulação, a curiosidade à interrogação, o raciocínio à experimentação, o direito à tentativa e erro e capacidades associadas com a comunicação, função de análise, síntese e criatividade, em cuja conjugação se encontra um símbolo essencial para o desenvolvimento do indivíduo (SEBASTIANY *et al.*, 2013).

Os locais de crime, bem como os elementos de interesse pericial devem ser fotografados do modo como foram encontrados pelo perito ou levantados por meio de estruturas esquemáticas. Os vestígios encontrados na cena do crime devem ser analisados e interpretados pelo perito e reportados em um relatório (OLIVEIRA, 2006).

Após a etapa de coleta de vestígios, deve-se conduzir à análise laboratorial dos mesmos. Essas análises podem ser executadas fazendo o uso de métodos físicos e químicos. Dentre os métodos físicos, temos: a pesagem de amostras, a determinação de ponto de fusão de substâncias sólidas, visualização de elementos ocultos utilizando-se lentes de aumento e fontes de luzes especiais como a ultravioleta e a polarizada, entre outros. Dentre os métodos químicos, temos: pH, cromatografia, entre outros (OLIVEIRA, 2006).

A documentoscopia é uma sub-área da Ciência Forense, que estuda, analisa e identifica diversos tipos de falsificações e adulterações em documentos, cheques, contratos, procurações, certidões de nascimento e óbito, testamentos, dentre outros. No Brasil, o papel-moeda é o principal exemplo de falsificação (ROMÃO *et al.*, 2011).

A documentoscopia estuda a autenticidade de documentos e, em caso contrário, define a sua autoria. Ela se distingue de outras sub-áreas, que também se preocupam com os documentos, porque tem caráter puramente policial: não se satisfaz com a prova da ilegitimidade do documento, mas procura determinar quem foi o seu autor e os meios empregados para sua produção, o que não ocorre com outras (MENDES, 2010).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Despertar o interesse de alunos em sala de aula, por meio de estudos de caso, contextualização dos conteúdos de Química e experimentação prática, como ferramenta para melhorar o aprendizado.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Envolver a participação do aluno em assuntos teóricos, através da contextualização;
- ✓ Utilizar a contextualização para facilitar a incorporação aos subsunçores;
- ✓ Abordar os conteúdos de Química, de forma atrativa para os alunos em sala de aula;
- ✓ Elaborar questionários de avaliação sobre a disciplina de Química e o método de abordagem didática;
- ✓ Abordar o tema “Química Forense” como fundamentação para os conteúdos: solubilidade, precipitação, densidade, sais, funções orgânicas e interações intermoleculares.

3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida nesse trabalho pode ser aplicada para alunos do ensino médio, pois os conteúdos abordados nas práticas a seguir são estudados durante esse período escolar.

O presente trabalho foi dividido em três etapas, sendo elas: etapa de diagnóstico e orientação, etapa experimental e etapa de avaliação. Na etapa experimental consta de um exemplo de aplicação de um estudo de caso.

3.1 Etapa de Diagnóstico

O Questionário de Diagnóstico sobre o ensino de Química deverá ser aplicado no primeiro contato com a turma a fim de montar o perfil da mesma. Informações como idade, interesse e possíveis causas do desinteresse pela disciplina. Dessa forma, o professor pode direcionar e ajustar a estratégia de ensino. O questionário está presente no APÊNDICE A.

3.2 Etapa de Aplicação Prática

Os conteúdos de Química ministrados em sala de aula devem ser contextualizados, para que os alunos entendam e percebam com mais clareza a importância dos assuntos estudados. Dessa maneira, é possível fazer com que haja mais interesse e o aprendizado seja mais eficiente.

Para as aulas práticas, podem ser elaboradas histórias fictícias em forma de um estudo de caso. Assim, as teorias vistas em sala de aula podem ser aplicadas na prática. Alguns exemplos de estudo de caso que podem ser explorados são: falsificação de documentos, investigação em uma cena de crime e teor de etanol na gasolina.

O estudo de caso deve ser escolhido de forma que ele aborde o assunto pertinente à aula ministrada.

No ANEXO A, estão descritos roteiros de aulas experimentais que podem ser distribuídos para os alunos e utilizados em aulas práticas. Os títulos das práticas são: análise de tinta de caneta por cromatografia em papel, análise de digitais, análise de ácido desoxirribonucleico (DNA) e teor de álcool em gasolina.

Para as aulas experimentais, sugere que sejam realizadas dividindo a turma em equipes de até 5 alunos ou a quantidade que o professor achar conveniente, a fim de facilitar a discussão e a manipulação do material de estudo ou da prática por cada membro.

O professor deve sempre salientar as normas de segurança que devem ser adotadas em laboratório. No APÊNDICE B, estão descritas as principais medidas de segurança.

Sempre que possível os experimentos devem ser desenvolvidos empregando materiais alternativos. Isso é importante para que os alunos possam reproduzir posteriormente.

3.2.1 Exemplo de Aplicação da Aula Prática

Imagine que a matéria vista em sala de aula foi sobre interações químicas. Uma aula prática que aborda conceitos de interações químicas pode envolver experimentos de cromatografia.

A cromatografia pode ser explorada em um experimento de análise de tinta de caneta. Assim, abaixo, segue um exemplo de utilização de estudo de caso que aborde conceitos de interações químicas no cotidiano.

ESTUDO DE CASO

Sr. Bruno é o diretor-presidente de uma grande empresa siderúrgica. Diariamente, ele assina inúmeros documentos de solicitações e projetos envolvendo enormes quantias de dinheiro. Com o passar do tempo, Bruno começa a desconfiar que alguém da diretoria esteja falsificando sua assinatura em documentos de licitação de serviços.

Secretamente, Bruno contrata peritos em grafotécnica para descobrir quem estaria falsificando sua assinatura. Os peritos coletaram papéis com a escrita e cinco canetas de membros da empresa para análise.

A análise grafotécnica permite certificar a autenticidade ou falsificação da assinatura. Além da análise da escrita, os peritos coletaram também tinta das canetas e realizaram um experimento simples para determinar qual delas foi utilizada para escrever a assinatura.

Dessa forma, identificando a caneta, será possível identificar o dono dela.

Na empresa fictícia, foram coletadas 4 canetas de tinta azul, sendo elas esferográficas. Para cada caneta encontrada foi atribuída um personagem e um cargo da empresa. As canetas esferográficas, denominadas E₁, E₂, E₃ e E₄ são respectivamente de Pedro (secretário do presidente), Igor (vice-presidente), Paula (secretária do vice-presidente) e Natália (analista de recursos humanos). Abaixo, está descrita a prática de análise da tinta de caneta, que devemos aplicar ao documento e as canetas investigadas. Para melhor embasamento da prática, consultar a contextualização e a fundamentação que consta na Prática 1, ANEXO A.

Agora, supondo os alunos, serem os peritos, eles devem proceder com a análise das tintas das canetas utilizando a técnica de Cromatografia em Papel que está descrita no roteiro “Prática 1 – Análise de Tinta de Caneta por Cromatografia em Papel”, abaixo. Toda a aula prática deve ser conduzida de modo que os alunos se sintam no papel de peritos dispostos a desvendar o mistério.

✓ ANÁLISE DE TINTA DE CANETA POR CROMATOGRRAFIA EM PAPEL

Assuntos abordados: Compostos orgânicos, interações intermoleculares e as propriedades das funções orgânicas

Materiais:

- Papel de filtro (café) ou papel cromatográfico;
- Etanol comercial para uso doméstico;
- Acetona comercial;
- Copos descartáveis transparentes de 180mL;
- Canetas esferográficas;
- Canetas hidrográficas;
- Documento a ser analisado.

Procedimento:

- Cortar tiras de papel de filtro com dimensões de aproximadamente 2 x 10 cm;
- Em cada tira, deve-se marcar com a caneta a ser analisada, 1 ponto (de forma ovaladas completamente preenchidas com a tinta de caneta), a uma distância de aproximadamente 1 cm de uma das extremidades;

- Para analisar o documento em questão, recortar um quadrado (dimensões 5x5 mm aproximadamente) de parte da assinatura presente no documento. Depois fixar esse pedaço recortado em uma tira de papel de filtro, a uma distância de aproximadamente 1 cm de uma das extremidades, com o auxílio do dedo levemente umedecido de água;
- Em copos descartáveis, colocar aproximadamente 30 mL de álcool etílico, ou uma quantidade suficiente para que o solvente ou fase móvel (álcool ou acetona) não fique em contato direto com a tinta;
- Mergulhar as tiras de papel com a parte que contém as marcações de caneta para baixo, tomando o cuidado para que o nível do líquido fique abaixo da marcação;
- Deixar que o líquido suba até que atinja $\frac{3}{4}$ da altura total do papel (aproximadamente 25 min);
- Retirar o papel de dentro do copo e deixar secar a temperatura ambiente;
- Repetir a operação, desta vez usando a acetona (propanona) ao invés do álcool etílico, a fim de obter a separação dos pigmentos da tinta das canetas;
- Anotar observações durante o experimento;
- Ao término do experimento responder as questões sugeridas, a seguir.

Questões sugeridas:

- O que ocorre com as tintas das canetas com o decorrer do tempo?
- Quantos componentes de cores apresentaram cada amostra ao final do experimento?
- Quais as cores desses componentes observadas na separação de cada amostra de tinta?
- Por que cada componente da amostra de tinta percorre uma distância diferente?
- Qual a diferença observada entre os resultados obtidos utilizando os solventes álcool e acetona? Por que isso ocorre?

Solução do Caso:

- Comparar os resultados obtidos com o propósito de solucionar o caso proposto.

Complemento da Prática:

Apenas com a intenção de ilustrar outras separações de pigmentos de tintas, testar outras canetas (esferográficas e hidrográficas).

3.3 Etapa de Avaliação

O Questionário de Avaliação sobre o ensino de Química deverá ser aplicado após a realização da etapa de aplicação prática, a fim de avaliar a receptividade do método aplicado à turma. A partir desse questionário, também será possível julgar a execução, o impacto e a eficiência do método. Dessa forma, o professor poderá prever se o método foi realmente motivador para o aprendizado dos alunos. O questionário encontra-se presente no APÊNDICE D.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Etapa de Diagnóstico – Resultados esperados

Após a aplicação do questionário, o perfil da turma poderá ser estruturado, de forma que será possível saber se os alunos gostam, compreendem, consideram difícil, quais as maiores dificuldades, se conseguem relacionar o assunto ao cotidiano, qual a melhor forma de abordagem, e se o professor está sendo eficaz em seu papel de mediador na construção do conhecimento.

As questões de 1 a 3, visam saber as preferências de cada aluno, se os alunos gostam de ciências, pois gostar do conteúdo ajuda muito para que possam absorver os ensinamentos e facilita a incorporação de significado ao conteúdo, como afirma Ausubel (1997). Segundo Silva (2014), 55% dos alunos entrevistados por ele gostam de Química e 58% considera a Química difícil de compreender. A predisposição em aprender está relacionada à apreciação. Em uma pesquisa conduzida por Santos e col. (2013) com alunos da 1ª série do ensino médio, de três escolas estaduais do município de Aracaju/SE, verificou-se que a dificuldade em aprender Química está na falta de “base matemática”, seguida pela complexidade do conteúdo.

As questões de 4 a 7, investigam se a infraestrutura é adequada para as atividades práticas, qual a forma de abordagem é mais eficiente para o aprendizado, se o aluno consegue perceber a relação entre a Química e o cotidiano e se o professor promove essa abordagem contextualizada. Como citado por Silva e col. (2013), a contextualização é capaz de promover conexões entre conhecimentos escolares e situações presentes no cotidiano dos alunos, e transmitir significados aos conteúdos escolares, motivando os alunos a aprender de forma significativa, ou seja de forma efetiva.

Nas questões de 8 a 10, será possível avaliar a acessibilidade e a disponibilidade do professor em esclarecer dúvidas, se ele demonstra segurança na abordagem dos conteúdos e se tem bom ânimo ao transmitir a matéria. Segundo Silva (2014), um professor com bom ânimo em seu ambiente de trabalho transmite para os alunos confiança e o estímulo necessário para aprender.

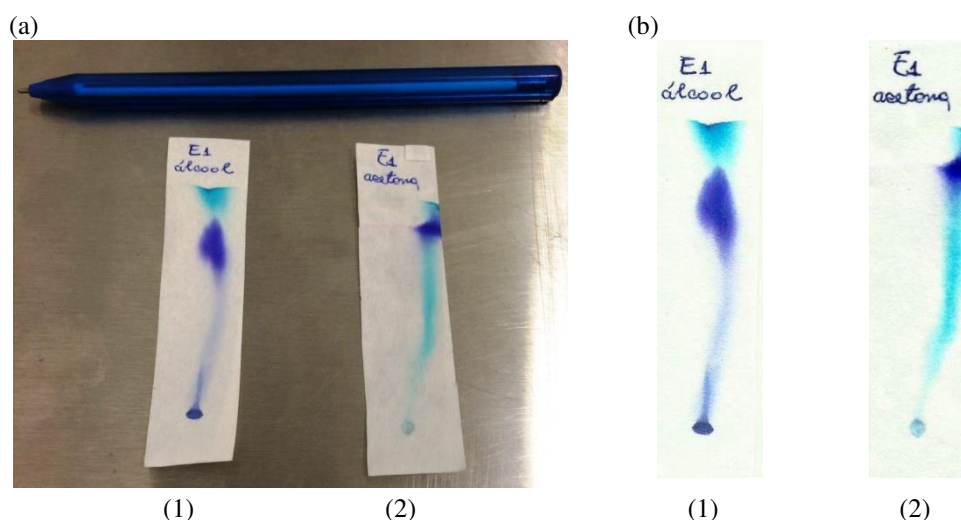
4.2 Etapa de Aplicação Prática

Os resultados obtidos para a situação hipotética do estudo de caso, na prática de cromatografia em papel, para as canetas esferográficas estão ilustrados nas FIGURAS 2-5. Foram testados os solventes etanol e acetona comerciais para verificar com qual deles poderiam ser obtidos melhores resultados e assim, ser empregado na metodologia de análise da tinta da assinatura do documento.

Para a caneta E₁, como podemos observar na FIGURA 2, ocorreu separação em dois componentes, evidenciadas por duas tonalidades de azul, quando se utilizou álcool ou acetona.

Utilizando-se álcool como fase móvel (FIGURA 2b1), a tonalidade de azul mais clara encontra-se acima da tonalidade mais escura. E utilizando-se a acetona como fase móvel (FIGURA 2b2), a tonalidade azul mais clara aparece abaixo da tonalidade mais escura. Isso ocorreu porque a interação dos pigmentos com os solventes se dá de forma diferente. No caso do álcool, podemos dizer que o componente da tonalidade azul clara tem maior afinidade com o álcool (fase móvel) do que o componente da tonalidade azul escura. No caso da acetona, o componente da tonalidade azul escura tem maior afinidade com a acetona do que o componente da tonalidade azul clara.

Figura 2 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E₁, utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.



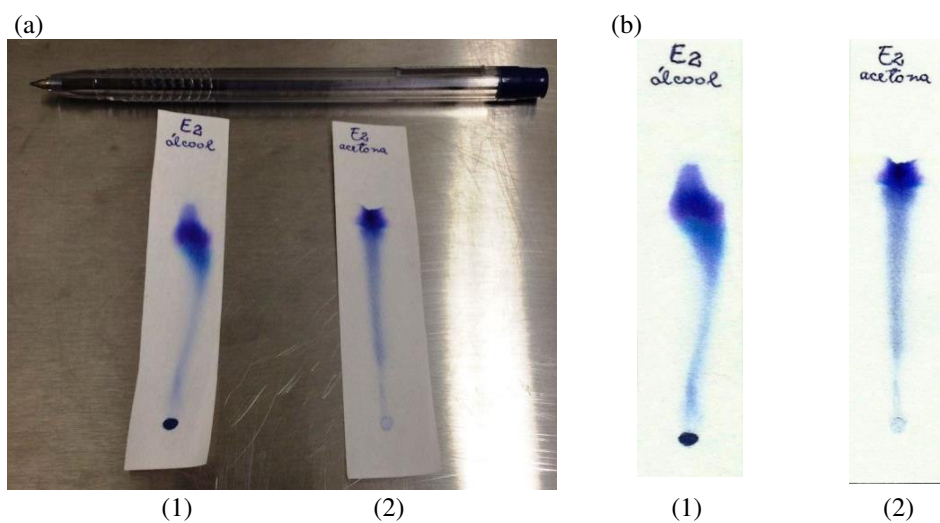
Fonte: Autora, 2016.

Sendo o álcool mais polar do que a acetona, presumimos que entre os componentes da tinta azul da caneta E_1 , os pigmentos da tonalidade azul clara são mais polares pois interagiram melhor com o álcool. Para a acetona, foi observada melhor interação com os componentes da tonalidade azul escura. Esses resultados são correspondentes a caneta de Pedro (secretário do presidente).

Para a caneta E_2 (FIGURA 3) não foi observada separação eficiente utilizando etanol ou acetona. Possivelmente os solventes utilizados não foram adequados à separação. Outra hipótese é de que a tinta analisada possui pigmentos bastante semelhantes.

No ponto de aplicação da amostra, utilizando o álcool como fase móvel (FIGURA 3b1), percebe-se a permanência de uma considerável fração da amostra. Quando se utiliza acetona (FIGURA 3b1), a amostra é arrastada em quase toda sua totalidade ao longo do papel. Podemos dizer que os componentes da tinta dessa caneta possuem propriedades semelhantes às propriedades da acetona, ou seja, mais apolares. Esses resultados são correspondentes a caneta de Igor (vice-presidente).

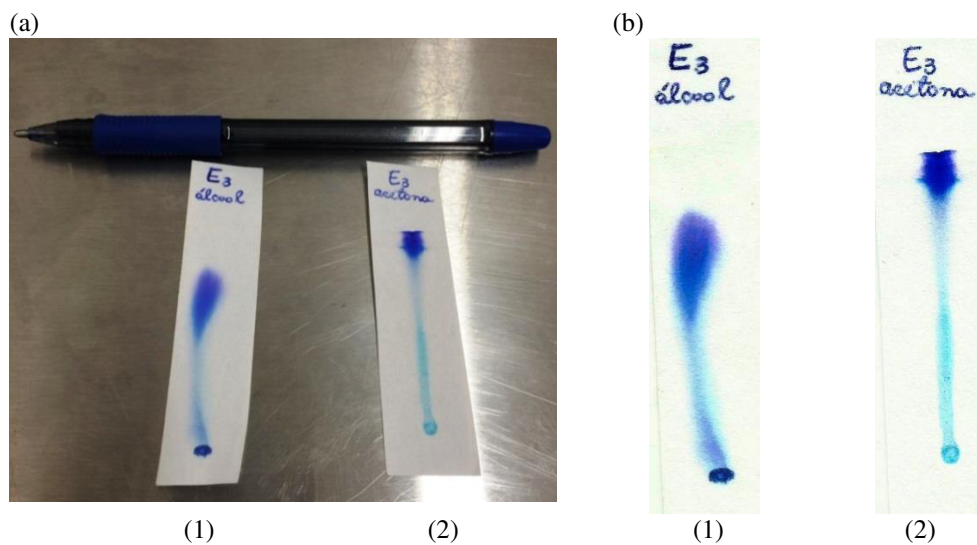
Figura 3 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E_2 , utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.



Fonte: Autora, 2016.

Para a tinta da caneta E₃ (FIGURA 4), ocorreu separação de dois componentes quando utilizamos a acetona como fase móvel. O componente de tonalidade azul mais clara teve menos afinidade com a acetona. Ao utilizarmos o álcool não observamos uma separação eficiente. Esses resultados são correspondentes a caneta de Paula (secretária do vice-presidente).

Figura 4 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E₃, utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.

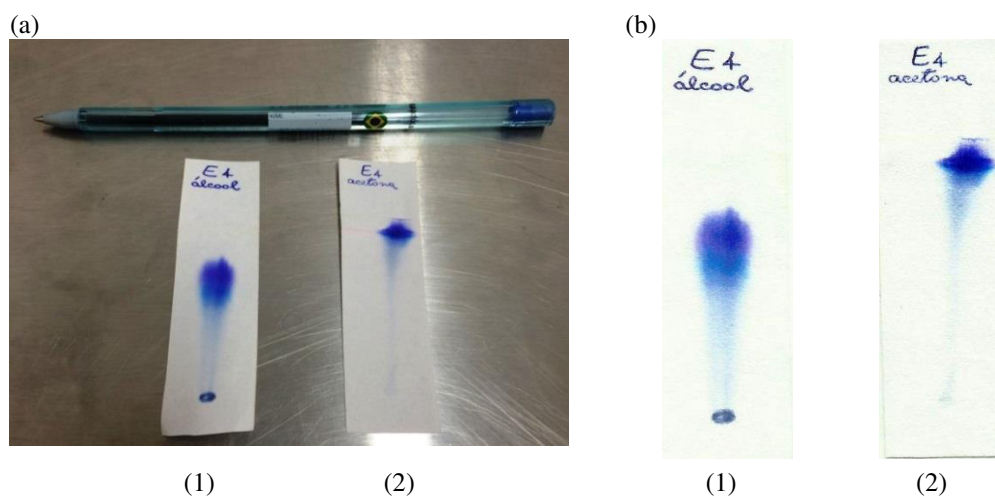


Fonte: Autora, 2016.

Para a caneta E₄ (FIGURA 5) não ocorreu uma pronunciada separação dos pigmentos. Isso pode ser devido à ineficiência da fase móvel em relação aos pigmentos. Vale ressaltar que, dentre todas as amostras analisadas, a acetona promoveu maior eluição não seletiva para essa tinta (FIGURA 5b2), pois praticamente toda a mostra acompanhou a fase móvel.

Esses resultados são correspondentes à caneta de Natália (analista de recursos humanos).

Figura 5 - Resultado da análise cromatográfica em papel da caneta E₄, utilizando álcool (a1) e acetona (a2) como fase móvel e a caneta analisada correspondente. Em (b) os respectivos resultados ampliados.

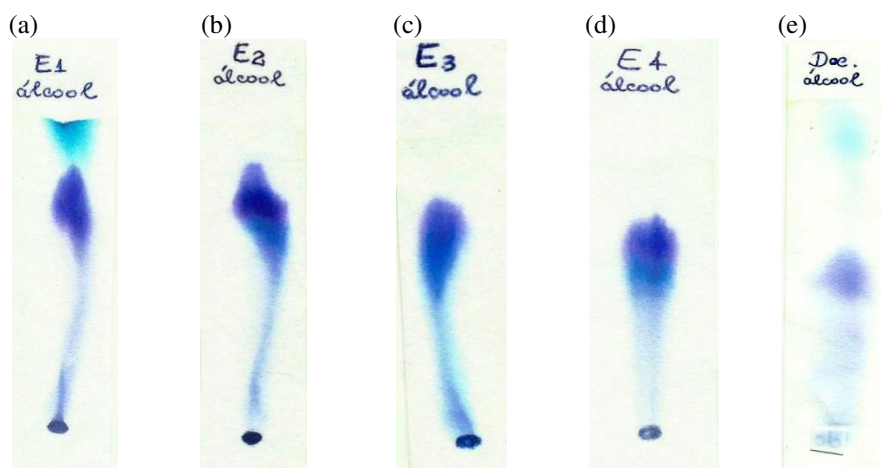


Fonte: Autora, 2016.

De maneira geral, as análises cromatográficas utilizando etanol como fase móvel promoveram melhores resultados de separação. Dessa forma, esse solvente foi empregado na análise da tinta da caneta do documento.

Comparando-se os resultados das tintas das canetas com a tinta no documento podemos concluir que a caneta utilizada na fraude do documento foi a caneta E₁ que pertence ao Pedro (secretário do presidente) (FIGURA 6).

Figura 6 - Comparação dos resultados das tintas das canetas E₁ (a), E₂ (b), E₃ (c), E₄ (d) e com a tinta do documento (e).



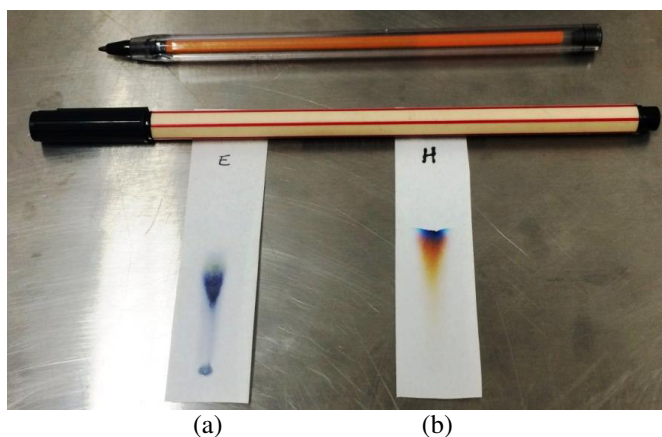
Fonte: Autora, 2016.

Complemento da Prática

A fim de ilustrar outras separações foram testadas canetas com tinta preta, verde, vermelha e roxa, do tipo esferográficas e hidrográficas (FIGURAS 7 a 10).

Para a caneta preta hidrográfica (FIGURA 7b), observou-se a separação de vários pigmentos, evidenciado pelas várias tonalidades de cores. Na esferográfica preta não ocorreu separação pronunciada de componentes (FIGURA 7a).

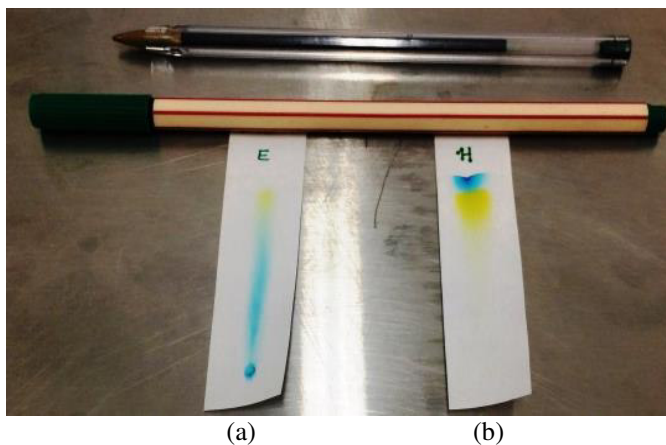
Figura 7 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor preta, utilizando álcool como fase móvel.



Fonte: Autora, 2016.

No caso das canetas verdes (FIGURA 8), as separações ocorreram tanto para a caneta esferográfica quanto para a hidrográfica, sendo mais destacada para a caneta hidrográfica, onde as frações ficaram resolvidas. Para a caneta verde as tonalidades separadas foram azul e amarelo.

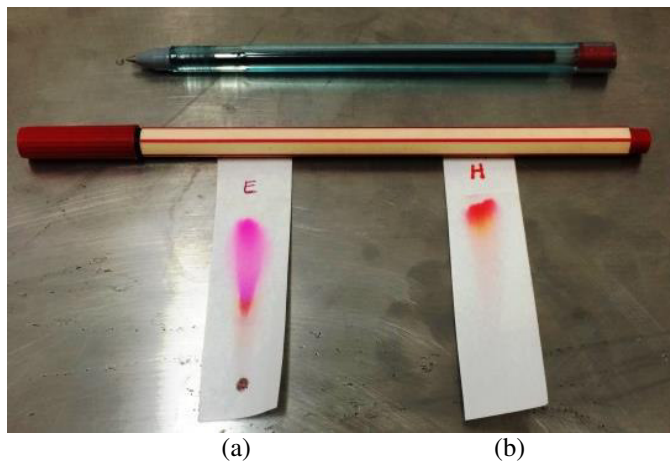
Figura 8 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor verde, utilizando álcool como fase móvel.



Fonte: Autora, 2016.

Para a caneta vermelha esferográfica (FIGURA 9a), observou-se predominância da tonalidade rosa. No caso da caneta vermelha hidrográfica, não ocorreu separação (FIGURA 9b).

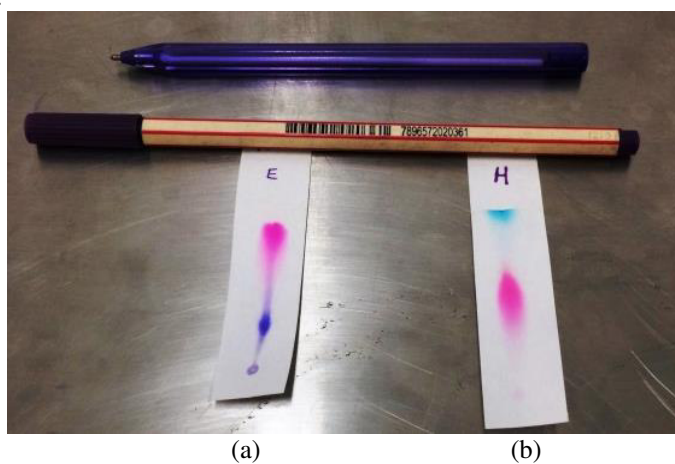
Figura 9 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor vermelha, utilizando álcool como fase móvel.



Fonte: Autora, 2016.

Em relação à caneta roxa (FIGURA 10), a separação dos pigmentos ocorre tanto para a caneta esferográfica quanto para a hidrográfica. A separação dos pigmentos da caneta hidrográfica foi bastante eficiente. As tonalidades separadas da caneta roxa foram rosa e azul (FIGURA 10).

Figura 10 - Cromatografia em papel das canetas esferográfica (a) e hidrográficas (b) na cor roxa, utilizando álcool como fase móvel.



Fonte: Autora, 2016.

4.3 Etapa de Avaliação – Resultados esperados

Após a aplicação do questionário, espera-se avaliar a eficiência e o impacto positivo do método.

Por meio do questionário espera-se obter informações eficazes e rápidas sobre o método utilizado, como por exemplo: opinião a respeito, motivação em aprender, noções preexistentes, forma que o aluno utiliza para incorporar significado ao conteúdo. Incorporar significado a uma nova informação é de extrema importância pois, quando não há essa interação significativa, de acordo com Ausubel (1997), durante um certo período de tempo, o aluno é capaz de reproduzir de forma mecânica a informação aprendida, mas sem nenhum significado pessoal para ele, sendo assim um aprendizado útil a curto prazo.

Em um estudo realizado por Rosa e col. (2013), com alunos do 3º ano do ensino médio, foi averiguado que havia dificuldade no aprendizado dos conteúdos da disciplina. E, embora sabiam da importância do estudo de Química, esses alunos não se interessaram ou não gostaram das aulas convencionais. Sendo que, após a aplicação de aulas experimentais com estudos de caso, quase 60% dos alunos passaram a gostar mais de Química.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experimentação é um método comprovadamente eficaz, capaz de despertar até o interesse de alunos que declaradamente não gostam da disciplina de Química, pois é um método muito atrativo que envolve os participantes de forma contagiante.

Assim como a experimentação, a contextualização, o estudo de caso, temas de natureza investigativa como por exemplo, Química Forense são eficientes métodos para promover um ensino eficiente, uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é útil ao indivíduo ao longo de toda a sua vida. Ao contrário da aprendizagem mecânica que tende a dissipar a curto prazo.

Se individualmente a contextualização, a experimentação, o estudo de caso e a Química Forense são eficientes, então a combinação destes irá melhorar exponencialmente a eficiência do aprendizado. A Química Forense é um tema que engloba os mais diversos assuntos nos permitindo uma ampla utilização na fundamentação do ensino.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. Teoría del Aprendizaje Significativo. **Fascículos de Centros de Educação Infantil - CEIF**, p. 1–10, 1997. Disponível em: <http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_sig_nificativo.pdf>. Acesso em: maio 2016.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, p.75, 2000.
- BRITO, J.Q. e SÁ, L.P. Estratégias Promotoras da Argumentação sobre Questões Sócio-Científicas com Alunos do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 507, 2010.
- CASTRO, B. J. DE; COSTA, P. C. F. Contribuições de um Jogo Didático para o Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o Contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 1–13, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273322687002>>. Acesso em: maio 2016.
- CHEMELLO, E. Ciência Forense: Impressões Digitais. **Química Virtual**, p. 1–11, 2006.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. ed. São Paulo, p.37-66, 2011.
- FELTRE, Ricardo. **Química Geral**. São Paulo, 1995.
- FRACALANZA, H; AMARAL, I. A; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no Primeiro Grau**. São Paulo: Atual, 1986.
- GIORDAN, M. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. Novembro, p. 43–49, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: maio 2016.
- GUERRA, T. M. A. P. **Novas Investigações Pedagógicas Porto**, 2012. Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/3350/1/TD_26917.pdf>. Acesso em: maio 2016.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y Diseño de las Prácticas Escolares de Ciencias Experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45–59, 1999.
- MARQUES, A. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista de Química Industrial - 2º Trimestre**, p. 7–12, 2011.
- MENDES, L. B.; **Documentoscopia**, 3a ed., Millennium: Campinas, 2010.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 1, n. 2, p. 38–44, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

NUNES, A. DOS S.; ADORNI, D. DA S. O Ensino de Química nas Escolas da Rede Pública de Ensino Fundamental e Médio do Município de Itapetinga-BA: O Olhar dos Alunos. . p.7, 2010. Vitória da Conquista: **Anais do Encontro Dialógico Transdisciplinar – Enditrans**. Disponível em: <<http://www.uesb.br/recom/anais/artigos/02/O%20ensino%20de%20qu%20C%20m%20na%20escolas%20da%20rede%20p%20B%20Ablica%20de%20ensino%20fundamental%20e%20m%20C%20A%20dio%20do%20munic%20C%20ADpio%20de%20Itapetinga-BA%20-%20O%20olhar%20dos%20alunos.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

OLIVEIRA, M. F. A Análise da Cena de Crime. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 17–19, 2006.

PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M. DE L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista Programa de Educação Corporativa**, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002.

PIAGET, J. Development and Learning. **Readings on the Development of Children**, 1997.

ROMÃO, W.; SCHWAB, N. V; BUENO, I. M. S.; et al. Química Forense: Perspectivas sobre Novos Métodos Analíticos Aplicados à Documentoscopia, Balística e Drogas de Abuso. **Química Nova**, v. 34, n. 10, p. 1717–1728, 2011.

ROSA, M. F. DA; SILVA, P. S. DA; GALVAN, F. DE B. Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 35–43, 2015.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Caso no Ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2009.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e Motivações de Aprendizagem em Química de Alunos do Ensino Médio Investigadas em Ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1–6, 2013. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/viewFile/1517/812>>. Acesso em: maio 2016.

SANTOS, É. DA P.; AQUINO, G. B. DE; GUEDES, J. T. A Contextualização no Ensino de Química no Ensino Médio : Um Estudo de Caso no Colégio Estadual Presidente Costa e Silva GT4- Práticas Investigativas. p.1–11, 2011. **Encontro de Formação de Professores de Sergipe**. Disponível em: <http://www.unit.br/hotsites/2011/enc_formacao_professores/arquivos/artigos/GT_04_PRATICAS_INVESTIGATIVAS/A_CONTEXTUALIZACAO_ENSINO_QUIMICA_ENSINO_MEDIO_ESTUDO_CASO_COLEGIO_%20ESTADUAL_PRESIDENTE_%20COSTA_SILVA.pdf>. Acesso em: maio 2016.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Concepções de Professores sobre Contextualização Social do Ensino de Química e Ciências. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 22, 1999. **Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. Pesquisa no Ensino de Química Função Social. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 125–145, 1996.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M. A Utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como Estratégia Didática na Compreensão de Conceitos Científicos. **Educacion Química**, v. 24, n. 1, p. 49–56, 2013. Elsevier. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)73195-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(13)73195-1)>. Acesso em: maio 2016.

SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Estudos de Casos: Como Redigir, Como Aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 98 p.

SILVA, A. D. L.; VIEIRA, E. DO R.; FERREIRA, W. P. Percepção de Alunos do Ensino Médio sobre a Temática Conservação dos Alimentos no Processo de Ensino-Aprendizagem do Conteúdo Cinética Química. **Educacion Química**, v. 24, n. 1, p. 44–48, 2013.

SILVA, S. G. As Principais Dificuldades na Aprendizagem de Química na Visão dos Alunos do Ensino Médio. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. **Anais do IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN**. p.1612–1616, 2014.

TARDIF, M. Saberes Profissionais dos Professores e Conhecimentos Universitários. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, p. 5–24, 2000.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização do ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, , n. 22, p. 42–47, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de Atividades Investigativas na Disciplina de Ciências em Escola Pública: Uma Experiência Didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 675–684, 2012.

ANEXO A - ROTEIRO DE PRÁTICAS

PRÁTICA 1 - ANÁLISE DE TINTA DE CANETA POR CROMATOGRAFIA EM PAPEL

Assuntos Estudados

- Compostos Orgânicos;
- Interações Intermoleculares;
- Propriedades das Funções Orgânicas.

Problematização/Contextualização

Os diferentes tipos de interação entre as moléculas orgânicas podem ser bastante úteis quando desejamos realizar separações de substâncias. A Química utiliza uma técnica conhecida como Cromatografia, que permite realizar separações de substâncias orgânicas, como pigmentos, esteróis, hidrocarbonetos, etc.

Fundamentação

A Cromatografia em Papel é um método físico-químico de separação, sendo indicada para separar substâncias muito polares. Ela está fundamentada na diferença de difusão dos componentes de uma mistura sobre a superfície de um papel, devido a diferentes interações entre o solvente (a fase móvel) e o papel (a fase estacionária). Fazem parte desse processo, forças de interação como dipolo induzido, ligação de hidrogênio e forças de Van der Waals.

A amostra a ser analisada é colocada próxima à extremidade inferior do papel seco. Quando essa extremidade é mergulhada no solvente, os diferentes constituintes da amostra são arrastados (eluídos) junto com o solvente. O solvente tende a subir por capilaridade (tendência que os líquidos têm de fluir através de materiais porosos). Os componentes menos solúveis, por terem menor interação com a fase estacionária, terão uma movimentação mais rápida ao longo desta fase.

Materiais

- Papel de filtro (café) ou papel cromatográfico;
- Etanol (46% m/m ou 46° INPM) comercial para uso doméstico;
- Acetona;
- Bécheres de 100mL ou copos descartáveis transparentes de 180mL;
- Canetas esferográficas;
- Canetas hidrográficas;
- Documento a ser analisado.

Procedimento

- Cortar tiras de papel de filtro com dimensões de aproximadamente 2 x 10 cm;
- Em cada tira, deve-se marcar com a caneta a ser analisada, 1 ponto (de forma ovaladas completamente preenchidas com a tinta de caneta), a uma distância de aproximadamente 1 cm de uma das extremidades;
- Para analisar o documento em questão, recortar um quadrado (dimensões 5x5 mm aproximadamente) de parte da assinatura presente no documento. Depois fixar esse pedaço recortado em uma tira de papel de filtro, a uma distância de aproximadamente 1 cm de uma das extremidades, com o auxílio do dedo levemente umedecido de água;
- Em copos descartáveis, colocar aproximadamente 30 mL de álcool etílico, ou uma quantidade suficiente para que o solvente ou fase móvel (álcool ou acetona) não fique em contato direto com a tinta;
- Mergulhar as tiras de papel com a parte que contém as marcações de caneta para baixo, tomando o cuidado para que o nível do líquido fique abaixo da marcação;
- Deixar que o líquido suba até que atinja $\frac{3}{4}$ da altura total do papel (aproximadamente 25 min);
- Retirar o papel de dentro do copo e deixar secar a temperatura ambiente;
- Repetir a operação, desta vez usando a acetona (propanona) ao invés do álcool etílico, a fim de obter a separação dos pigmentos da tinta das canetas;
- Anotar observações durante o experimento;
- Ao término do experimento responder as questões sugeridas, a seguir.

Questões sugeridas:

1. O que ocorre com as tintas das canetas com o decorrer do tempo?
2. Quantos componentes de cores apresentaram cada amostra ao final do experimento?
3. Quais as cores desses componentes observadas na separação de cada amostra de tinta?
4. Por que cada componente da amostra de tinta percorre uma distância diferente?
5. Qual a diferença observada entre os resultados obtidos utilizando os solventes álcool e acetona? Por que isso ocorre?

PRÁTICA 2 - ANÁLISE DE DIGITAIS UTILIZANDO A TÉCNICA DO NITRATO DE PRATA**Assuntos Estudados**

- Solubilidade;
- Sais.

Problematização/Contextualização

O estudo de solubilidade dos compostos orgânicos é explorado em várias áreas do conhecimento. O sulfato de bário é utilizado na medicina como contraste em exames de raios-X, por não se dissolver e ser rapidamente eliminado pelo organismo. Em Química Forense é utilizado o nitrato de prata, um sal solúvel em água, para “revelar” impressões digitais, após reagir e formar o cloreto de prata, que é um sal insolúvel.

Fundamentação

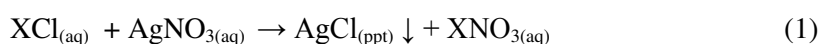
Essa técnica fundamenta-se na reação do nitrato de prata (AgNO_3) com cloretos que estão presentes em secreções da pele, resultando na revelação da digital na cor cinza quando exposto à luz. Cloretos são solúveis em água com exceção dos cloretos de prata, chumbo e mercúrio. Neste caso, é exatamente essa insolubilidade do cloreto de prata (AgCl) que proporciona a visualização da impressão digital. Essa técnica é ineficaz em materiais que foram expostos à água e é indicada para superfícies porosas.

Materiais

- Solução de nitrato de prata (AgNO_3) 5% (consultar preparo no APÊNDICE E);
- Borrifador;
- Documento ou superfície a serem analisados.

Procedimento

Borrifar a solução de AgNO_3 5% sobre o documento ou superfície que se deseja analisar. O sal cloreto do suor e o nitrato de prata reagem formando um composto com o formato de impressão digital. A reação encontra-se representada na EQUAÇÃO 1. O $\text{XCl}_{(\text{aq})}$ simboliza qualquer sal de cloro presente em nosso corpo, como o cloreto de sódio dissolvido [$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$].



Deixar o documento investigado secar em local escuro.

Após a secagem, exponha o documento à luz solar o tempo necessário para que o íon prata seja reduzido à prata metálica, revelando as impressões digitais contidas.

Imediatamente após a impressão digital ser revelada fotografe, antes que toda a superfície do material escureça.

A digital encontrada pode ser comparada com outras digitais. Para que possamos comparar as digitais encontradas, devemos criar um banco de dados com digitais de alguns indivíduos. Para a criação deste banco de dados, um modelo de Ficha Cadastral pode ser encontrado no APÊNDICE C, utilizado para que os alunos possam fazer comparação com os resultados obtidos e os contidos nos arquivos.

Questões sugeridas:

1. O que são cloretos?
2. Cite exemplos de substâncias químicas que apresentam em sua composição, íons cloretos.
3. Cite exemplos de cloretos solúveis e cloretos insolúveis.

PRÁTICA 3 - ANÁLISE DE DNA

Assuntos Estudados

- Composição Química do DNA;
- Polaridade;
- Solubilidade.

Problematização/Contextualização

Como pode ser realizada a identificação de uma pessoa através de um exame de DNA?

Fundamentação

O DNA está presente no núcleo das células. As membranas que envolvem as células são formadas basicamente por dupla camada lipídica. As células precisam ser rompidas para que liberem o conteúdo da célula. O DNA será isolado permitindo que seja observado a olho nu. As células vegetais possuem a parede celular composta basicamente por polissacarídeos. As células são compostas por substâncias com propriedades químicas diferentes. As etapas do procedimento devem ser definidas minimizando danos durante o processo de isolamento do material genético. O procedimento de extração de DNA das células ocorre nas seguintes etapas: ruptura das células para liberação do material do núcleo, fragmentação de componentes dos cromossomos (DNA e proteínas) e separação do DNA dos demais componentes da célula. A partir de estudos das propriedades químicas das moléculas de DNA, é sabido que este poderia se enroscar em um bastão. O que não ocorre com o RNA.

Materiais

- 100mL de álcool etílico 92,8% (gelado, -10°C);
- 1 Cebola;
- 1 Faca;
- 1 Pilão;
- 2 Copos (tipo americano);
- 10mL de detergente (neutro);

- Sal de cozinha (NaCl);
- 100mL de água filtrada;
- Banho-Maria com água quente a 60°C;
- Gelo (triturado);
- 1 Bacia;
- Bastão fino de madeira ou vidro;
- Papel de filtro (café).

Procedimento

- Colocar o álcool no congelador uma hora antes de executar o procedimento;
- Cortar a cebola em pequenos pedaços e macerar com o pilão. A maceração permite a quebra da parede celular;
- Colocar no copo 10 mL de detergente (aproximadamente 4 colheres de sopa), 2g de sal (aproximadamente 1 colher de chá) e 100mL de água, mexer até dissolver completamente. O detergente permite dissolver a camada lipídica e o conteúdo celular, liberando o DNA e o dispersando em solução. O lauril sulfato de sódio, presente no detergente, desnatura as proteínas separando-as do DNA. A adição de sal proporciona ao DNA um ambiente favorável, pois os íons Na^+ neutralizam a carga negativa do DNA, permitindo que o DNA precipite em solução aquosa;
- Adicionar a cebola macerada ao copo com a solução de detergente e sal. Colocar em banho-maria durante 15 minutos. Retirar do banho-maria e colocar na bacia com gelo, mexendo com bastão por 5 minutos, assim resfriará rapidamente;
- Filtrar a mistura com papel de filtro, recolhendo o filtrado em um copo limpo. Adicionar 100mL de álcool gelado ao filtrado, deixando o álcool escorrer lentamente pelas paredes do copo. Duas fases serão formadas, a inferior será aquosa e a superior alcoólica. Com o auxílio do bastão, misture as fases fazendo movimentos circulares, seguidos de movimentos leves puxando para cima. Ocorrerá a formação de fios esbranquiçados, que são os filamentos de DNA. A visualização a olho nu só é possível porque a quantidade de DNA é muito grande e estão todos agrupados;
- O álcool gelado permite a formação da mistura heterogênea, em ambiente salino, fazendo com que as moléculas de DNA se aglutinem. Devido à temperatura e a concentração do álcool, o DNA não é dissolvido.

Questões sugeridas:

1. Porque maceramos a cebola?
2. O que ocorre quando se adiciona o detergente?
3. Qual a função do sal?
4. Qual a função do álcool?
5. Porque o álcool não dissolve as moléculas de DNA?
6. Baseado em que sabemos que os filamentos obtidos são moléculas de DNA?

PRÁTICA 4 - TEOR DE ÁLCOOL NA GASOLINA**Assuntos Estudados**

- Densidade;
- Polaridade;
- Ponto de Fusão;
- Ponto de Ebulição;
- Mistura.

Problematização\Contextualização

É possível calcular o teor de álcool na gasolina, utilizando conceitos de polaridade e densidade?

Fundamentação

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos obtida a partir da destilação de petróleo, sendo assim uma substância composta. A porcentagem de álcool anidro adicionado à gasolina comercializada no Brasil é entre 18% e 24%. E o resultado é uma mistura homogênea. Essa adição é feita porque nessa proporção o etanol funciona como um antidetonante da gasolina, resistindo a maiores compressões porque o poder calorífico do etanol é menor. Outro motivo para a adição do etanol é que a gasolina libera menos monóxido de carbono para o ambiente. A adição de etanol acima do limite proposto traz danos ao veículo, como por exemplo, corrosão de alguns componentes do veículo e entupimento da bomba de gasolina. Vale ressaltar que os danos causados são em referência a automóveis que não são *totalflex*, automóveis somente à gasolina.

Materiais

- Proveta de 25mL;
- 1 rolha para tampar a proveta;
- 10mL de água;
- 10mL de gasolina;
- 1 pipeta de 10mL ou seringa de 10mL.

Procedimento

- Com o auxílio da pipeta, colocar 10mL de água na proveta. Em seguida, adicionar 10mL de gasolina na proveta. Tampar a proveta;
- Agitar a proveta, invertendo para cima e para baixo a mistura água-gasolina. Deixar em repouso por 15 minutos. Para que ocorra a separação das fases. Uma fase será composta por água e álcool e a outra fase composta pela gasolina. A água forma uma fase com o álcool, pois o etanol possui uma parte polar e outra apolar. A parte apolar do álcool é atraída pelas moléculas da gasolina que também são apolares, a força que prevalece nessa atração é a dipolo induzido. A parte polar do álcool caracterizada pela presença do grupo OH é atraída pelas moléculas de água que também são polares, realizando ligações de hidrogênio que são bem mais fortes que a dipolo induzido. Sendo assim, elas prevalecem sobre a dipolo induzido;
- Como a água é mais densa, ela ficará na parte inferior e a gasolina na parte superior. Determinar o volume de cada fase com o auxílio da marcação da bureta. Para sabermos o teor percentual de álcool na gasolina, % álcool, utilizar a expressão abaixo.

$$\% \text{ álcool} = \frac{\text{Volume do álcool na gasolina}}{\text{Volume inicial da gasolina}} \times 100\%$$

Sendo que, o volume inicial da gasolina é 10mL. E o volume do álcool na gasolina é obtido subtraindo o volume inicial da gasolina pelo volume final da gasolina obtido após o experimento.

Questões sugeridas:

1. Porque ocorre a formação de uma mistura com duas fases?
2. Porque a gasolina fica acima da fase aquosa?
3. Porque o volume de gasolina diminui após misturá-la com água?
4. Porque o álcool foi extraído pela água?

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO

Obs: Não é necessário colocar o seu nome.

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: _____

Turno de Estudo: () Manhã () Tarde () Noite

1. Enumere de 1 a 10 de forma decrescente (da mais difícil para a mais fácil) qual disciplina em que você tem mais dificuldade de compreensão.

() Matemática () Física () Química () Biologia () Português

() Ed. Física () Artes () História () Idiomas () Geografia

2. Você considera a disciplina de Química?

() Fácil. () Moderadamente fácil. () Regular.

() Difícil. () Extremamente difícil.

3. Qual a sua maior dificuldade no entendimento da Química?

4. Você consegue relacionar situações do seu cotidiano com a Química ?

() Sim, sempre. () Sim, na maioria das vezes.

() Sim, em pouquíssimas vezes. () Nunca.

5. Qual a forma de abordagem você tem melhor entendimento do conteúdo?

() Exercícios. () Aulas práticas. () Vídeos.

() Aulas teóricas. () Outro(s). Qual(is)? _____

6. A escola possui laboratório para realização de experimentos?

() Não. () Não, mas o professor desenvolve experimentos em sala de aula.

() Sim. () Sim, mas raramente utilizamos.

7. O professor associa o conteúdo abordado a fatos do cotidiano?

() Sim, sempre. () Sim, às vezes. () Sim, raramente. () Não.

8. O professor demonstra entusiasmo ao transmitir a matéria?

() Sim, sempre. () Sim, às vezes. () Sim, raramente. () Não.

9. O professor sempre está disponível a sanar as dúvidas?

() Sim, sempre. () Sim, às vezes. () Sim, raramente. () Não.

10. O professor demonstra segurança na abordagem dos conteúdos?

() Sim, sempre. () Sim, às vezes. () Sim, raramente. () Não.

APÊNDICE B - NORMAS DE SEGURANÇA PARA AULAS PRÁTICAS

Antes de iniciar as aulas práticas, as normas de segurança, listadas abaixo, devem ser rigorosamente seguidas a fim de evitar quaisquer eventualidades indesejadas.

NORMAS DE SEGURANÇA

- Utilizar jaleco, de preferência de algodão, pois absorve melhor que outros materiais protegendo de respingos de reagentes, evitando contato desse material com a pele. Outra vantagem em relação a outros tecidos é que o tecido de algodão não é altamente inflamável.

- Utilizar luvas apropriadas.

- Utilizar óculos de proteção.

- Utilizar sempre calçado fechado.

- Ler atentamente o rótulo de toda substância, antes de manusear, a fim de tomar conhecimento dos possíveis riscos e dos cuidados necessários.

- Ter cautela no manuseio das substâncias garantindo uma preparação segura e correta das soluções necessárias.

- Nunca provar soluções ou produtos químicos.

- Nunca cheirar diretamente soluções ou produtos químicos.

- Tampar os frascos imediatamente após o uso.

- Nunca deixar um frasco sem rótulo ou com rótulo danificado.

- Caso ocorra derramamento de reagente limpar imediatamente o local.

- Lavar as mãos no início e no fim do procedimento. E sempre que possível durante o procedimento.

- Durante o procedimento não levar as mãos aos olhos e a boca.

- Nunca descartar diretamente na pia ou no lixo comum, o material resultante das práticas. O material deve ser depositado em um local específico informado pelo professor responsável.

- Em caso de alguma dúvida, não dê continuidade ao experimento, esclareça com o professor responsável imediatamente e siga as orientações obtidas.

APÊNDICE C - MODELO DE FICHA CADASTRAL PARA O BANCO DE DADOS

Banco de Dados – Cadastro Nº:		Data:
Nome:		
Data de nascimento:	Impressão Digital:	Foto:
Sexo:		
Altura:	Peso:	
Cor da pele:		
Cor dos olhos:		
Informações Adicionais:		

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Obs: Não é necessário colocar o seu nome.

1. O que você achou da atividade prática?

2. Você gostou do desempenho do professor na atividade prática apresentada?

Sim, bastante. Sim, um pouco. Indiferente. Não.

3. Antes da atividade prática você se sentia motivado em aprender química?

Sim, bastante. Sim, um pouco. Indiferente. Não.

4. Após a atividade prática você se sente motivado em aprender química?

Sim, bastante. Sim, um pouco. Indiferente. Não.

5. Você já tinha noção de algum conceito abordado antes dessas aulas teóricas?

Sim, da maioria. Sim, de uma pequena parte. Não.

6. Qual a forma utilizada por você para aprender o conteúdo?

Raciocínio lógico. Memorização mecânica (“decoreba”).

Outro? Qual? _____

7. As aulas práticas facilitaram a compreensão do conteúdo?

Sim, bastante. Sim, um pouco. Indiferente. Não.

8. Após as aulas e a atividade prática você consegue perceber conexão entre os conceitos aprendidos e o seu dia a dia?

Sim, sempre. Sim, às vezes. Sim, raramente. Não.

9. Você acha que esse método deve ser utilizado mais vezes?

Sim, sempre. Sim, às vezes. Sim, raramente. Não.

10. Que nota você atribui a atividade prática?

0 a 2 2 a 4 4 a 6 6 a 8 8 a 10

APÊNDICE E - CÁLCULOS E INSTRUÇÕES PARA O PREPARO DE SOLUÇÕES

- Solução de Nitrato de Prata (AgNO_3) 5% (m/V)

Informações importantes:

A pureza do sal de AgNO_3 disponível é 99,8% e o volume total da solução a ser preparada é 200mL. Utilizando regra de três simples, temos que:

$$\frac{5g \text{ de } AgNO_3}{x \text{ g de } AgNO_3} = \frac{100 \text{ mL de solução}}{200 \text{ mL de solução}}$$

Portanto, $x = 10g$ de AgNO_3 . Se o sal tivesse a pureza de 100% a massa a ser pesada deveria ser de 10g. No entanto, a solução tem pureza de 99,8%, ou seja, título igual a 0,998 ($T = 0,998$). A massa do sal que deve ser pesada pode ser encontrada de acordo com a equação:

$$T = \frac{m_1}{m}$$

Onde: $m_1 =$ massa de AgNO_3 e $m =$ massa do sal.

$$0,998 = \frac{10g}{m}$$

$$m = \frac{10g}{0,998} = 10,02 \text{ g}$$

Assim, obtivemos massa no valor de 10,02 g de sal para o preparo de 200mL de solução de AgNO_3 5% (m/V).

Então, para o preparo da solução de AgNO_3 5% (m/V). Pesar 10,02 g de nitrato de prata P.A. e transferir para balão volumétrico de 200 mL e completar com água destilada. Homogeneizar. Colocar em frasco apropriado e devidamente etiquetado.