



PROFQUI

PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL

Série – Sequência Didática

nº001

Caroline Batistin da Cruz Almeida

Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia

Denise Rocco de Sena

**A QUÍMICA DOS INALANTES E A QUÍMICA DA VIDA: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE PERCEPÇÕES SOBRE DROGAS
INALANTES.**

ISBN: 978-85-8263-458-5


INSTITUTO
FEDERAL
Espírito Santo
Campus
Vila Velha


Edifes
ACADÊMICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
Mestrado Profissional em Química

Caroline Batistin da Cruz Almeida

Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia

Denise Rocco de Sena

**A QUÍMICA DOS INALANTES E A QUÍMICA DA VIDA: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE PERCEPÇÕES SOBRE DROGAS
INALANTES.**

Série – Sequência Didática - N^º 01

Grupo de pesquisa Tecnologias e Educação em Química e Biologia



Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo

Vila Velha
2019

Copyright @ 2019 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.
Material bibliográfico eletrônico.



Catalogação na publicação.
Valéria Rodrigues de Oliveira – CRB6-477

A447q Almeida, Caroline Batistin da Cruz, Garcia; Ana Raquel Santos de Medeiros; Sena, Denise Rocco de

A química dos inalantes e a química da vida: uma sequência didática com abordagem CTSa para o desenvolvimento de percepções sobre drogas inalantes. / Caroline Batistin da Cruz Almeida, Ana Raquel Santos de Medeiros, Denise Rocco de Sena. Vila Velha: Ifes, 2019.

88 f. : il.

Inclui bibliografia.

Série Sequência Didática, n. 1.

Orientadoras: Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia, Denise Rocco de Sena.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2019.

1. Solventes – Manuais, guias. 2. Drogas. 3. Aprendizagem. 4. Química – Estudo e ensino. I Garcia, Ana Raquel Medeiros de. II. Denise Rocco de Sena. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Grupo de Pesquisa Tecnologias e Educação em Química e Biologia. V. Título.

CDD 660.29482

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória - Espírito Santo CEP 29056-255 - Tel.+55 (27)3227-5564

E-mail:editoraifes@ifes.edu.br

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Campus Vila Velha

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo - CEP: 29106-010

Comissão Científica

Manuella Villar Amado

Paulo Rogério Garcez de Moura

Nazaré Souza Bissoli

Coordenação Editorial

Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Avenida Rio Branco, nº 50 - Santa Lúcia

29056-264 - Vitória - ES

www.edifes.ifes.edu.br

editora@ifes.edu.br

Revisão do Texto

As autoras

Capa e Editoração Eletrônica

Assessoria de Comunicação Social do IFES

Produção e Divulgação

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

MINICURRÍCULO DAS AUTORAS

CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA



Licenciada em Química pelo Centro Universitário São Camilo – Espírito Santo (2012) e mestra em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2019). Professora de Química efetiva na Rede Estadual do Espírito Santo e professora da rede particular. Possui experiência na área de Ensino de Química principalmente nos seguintes temas: metodologias ativas, abordagem CTSA, bioquímica de drogas inalantes.

ANA RAQUEL SANTOS DE MEDEIROS GARCIA



Farmacêutica e Bioquímica pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004) e Mestre (2007) e Doutora (2010) em Ciências Fisiológicas pela UFES. Atualmente é professora do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Investiga abordagens moleculares necessários para entender os mecanismos da vida. Possui experiência na área de biociência molecular principalmente nos seguintes temas: reatividade vascular, hipertensão e regulação humoral

DENISE ROCCO DE SENA



Bacharel em Química (1986), mestre (1991) e doutora (2002) em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP. Foi coordenadora de Curso Técnico em Química entre os anos de 2006 a 2009, Diretora de Ensino entre os anos de 2011 e 2014 e Diretora Geral entre os anos 2014 e 2017 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - campus Vila Velha (Ifes). Atualmente atua como Diretora Técnico-Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
INTRODUÇÃO.....	8
A QUÍMICA DOS SOLVENTES ORGÂNICOS.....	10
Interações intermoleculares e propriedades físicas dos solventes orgânicos.....	13
Solventes orgânicos são drogas?	23
Ação dos solventes orgânicos inalantes no organismo humano.....	24
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....	31
ABORDAGEM SEGUNDO O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA).....	35
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES.....	41
APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES.....	54
AULA 0 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.....	54
AULA 1 - POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE.....	55
AULA 2 - ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA.....	56
AULA 3 - SOLVENTES ORGÂNICOS.....	58
AULA 4 - SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?.....	59
AULA 5 - VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?.....	60
AULA 6 - O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO.....	61
AULA 7 - EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.....	62
AULA 8 - VAMOS REVISAR?.....	63
AULA 9 - REGISTRANDO O CONHECIMENTO.....	64
AULA 10 - PROJETO DE CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA.....	64
RESULTADOS.....	67
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE A. MODELO DE QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL A SER APLICADO AOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	78
APÊNDICE B. ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL REALIZADA NA AULA 1 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	79
APÊNDICE C. ROTEIRO DE AULA EXPERIMENTAL REALIZADA NA AULA 2 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	84

APÊNDICE D. ROTEIRO DE ESTUDO DIRIGIDO ENTREGUE NA AULA 3.86
APÊNDICE E - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL 3 REALIZADA NA AULA 7.87

APRESENTAÇÃO

Este guia didático oferece uma possibilidade aos professores de Química para abordagem da temática de drogas em sala de aula utilizando como tema central os solventes orgânicos inalantes. Considerando que a sequência didática constitui-se de uma metodologia muito utilizada por professores em todos os níveis de ensino, elaborou-se uma sequência com abordagem em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) a fim de contribuir para o desenvolvimento da percepção dos estudantes acerca do uso de drogas inalantes.

Falar sobre drogas, em regiões de periferia ou não, é sempre um desafio. Esta pesquisa contribui para esse tipo de abordagem ao colocar como protagonista da temática um tipo de droga que é subestimado pelos jovens, pela sociedade e até mesmo pelo meio científico. Este protagonismo das drogas inalantes possibilita discussões que fogem ao moralismo, à questões políticas, às polêmicas que envolvem outras drogas, permitindo que reflexões sobre o que realmente importa, que é a vida/saúde do usuário, tomem o centro das atenções. Além disso, a abordagem em torno dos solventes orgânicos permite ao professor aplicar aulas experimentais que, no caso de outras drogas, não seria possível devido à sua ilicitude.

O Guia pode ser considerado uma opção para ensino de Química Orgânica, especificamente dos tópicos de polaridade molecular, interações intermoleculares, propriedades físicas dos compostos orgânicos e introdução à Bioquímica (carboidratos, lipídios, proteínas e hormônios). A metodologia proposta se apresenta como uma opção na área de Ensino de Química, tão carente em recursos didáticos para auxiliar o trabalho docente.

O material apresenta-se em forma de um livreto com capa, ficha catalográfica, texto de abertura, a proposta de trabalho e referências e seguiu as orientações de Guimarães e Giordan (2011) para elaboração de sequências didáticas, mas também contou com modificações como avaliação por meio de mapas conceituais.

Cabe ressaltar que esse produto educacional pode contribuir para fortalecimento da Área de Ciências, reflexão sobre o Ensino de Química com enfoque CTSa e na prevenção ao uso de drogas inalantes. Além disso, coloca o Instituto Federal do Espírito Santo como referência na produção de materiais educacionais que aproximam da realidade a qualidade em educação, necessária no país. Por fim, é função social da escola a busca por uma sociedade cada vez mais democrática, formada por sujeitos reflexivos, produtores de conhecimento e, assim, capazes de transformarem a si próprio e a sociedade em que estão inseridos.

Boa leitura e ótimo trabalho!

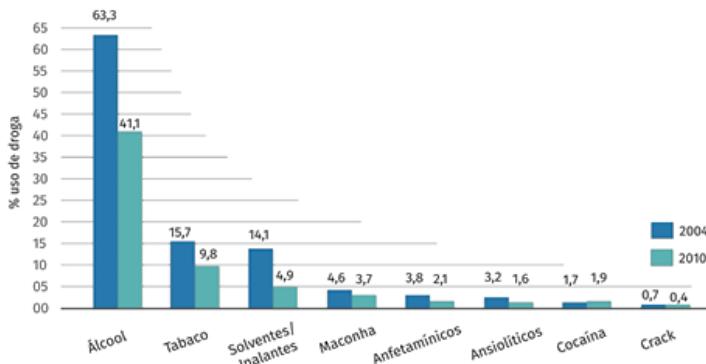
As autoras.

INTRODUÇÃO

A adolescência é um período do desenvolvimento no qual tendem a ocorrer os primeiros episódios de uso de bebidas alcoólicas ou outras drogas, o que torna esse período alvo da maioria dos estudos e programas de prevenção (NIDA, 2003; SLOBODA, 2005).

No Brasil, o último levantamento sobre drogas (realizado em 2010) indicou que as substâncias alcoólicas e o tabaco (cigarro) têm sido as drogas mais consumidas pelos estudantes de escolas públicas. Após essas substâncias, os solventes inalantes são as drogas psicotrópicas mais usadas conforme apresenta a figura 1 (CARLINI et al., 2010). O Brasil é o país com maior índice de abuso dessas substâncias na América do Sul e possui um dos maiores do mundo (CARLINI et al., 2010).

Figura 1. Comparação do uso de drogas psicotrópicas entre estudantes de Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas entre os anos de 2004 e 2010.



Fonte: CARLINI et al., 2010.

O abuso de solventes inalantes inicia-se na adolescência e está relacionado à facilidade em encontrá-los nos produtos químicos domésticos, como colas, solventes de tintas e propelentes (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016). Inalantes são “quaisquer substâncias, gasosas, líquidas, aerossóis ou até sólidas, administradas como gases ou vapores, gerando um efeito intoxicante” (BALSTER et al., 2009, p. 878).

Estas substâncias são rapidamente absorvidas pelo pulmão por serem voláteis e lipofílicas. Possuem toxicidade em diversos órgãos e sistemas e geram dependência e crise de abstinência (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Considerando que o uso de drogas não é apenas uma questão de segurança pública ou da área da saúde, mas também da educação, a escola deve contribuir sobremaneira com seus atores e com a

comunidade onde ela está inserida, no que concerne a construção de saberes que possam garantir a compreensão dos prejuízos causados pelo consumo de drogas na saúde dos cidadãos e da sociedade (MOREIRA, TRAJANO, 2016).

Para alcançar esta compreensão é necessário ajustar os currículos de ciências para que a formação científica possa ser aplicada em contextos reais e atuais da vida pessoal e social dos alunos contribuindo, desta forma, para a sua efetiva alfabetização científica (FERNANDES, 2016; MAFRA, FERNANDES, MANZKE E PIRES, 2016).

A sequência didática apresentada neste guia foi elaborada segundo os princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica de Moreira (2011) e segundo os pressupostos da abordagem CTSA de Fernandes, Pires e Villamañan (2013).

A QUÍMICA DOS SOLVENTES ORGÂNICOS

Um solvente pode ser definido, de forma geral, como qualquer líquido que sirva como transportador para outra substância, como um meio para conduzir uma reação química, ou como um meio de extração ou separação de outras substâncias. O solvente mais comum é a água, sendo os próximos em importância pertencentes ao grupo de líquidos orgânicos e suas misturas (LIDE, 2000).

Atualmente, os solventes orgânicos são substâncias onipresentes na indústria moderna e da vida cotidiana. Servem como portadores para tintas, reagentes, medicamentos, agentes de limpeza e uma série de outros ingredientes ativos além de serem utilizados para separações de todos os tipos. Em termos de volume de produção ou valor econômico, os solventes orgânicos formam uma das principais categorias de produtos da indústria química (LIDE, 2000).

Desde a metade do século XIX, com o advento da indústria química e petroquímica, os solventes orgânicos vêm sendo empregados nos mais diversos setores da sociedade, em especial em aplicações relacionadas à sua solubilidade, como:

- a) Lavagem a seco.

Lavar a seco significa lavar por meio de fluido ou solvente não aquoso. O processo recebe o nome “seco” por não utilizar água, porém o que está sendo lavado é molhado, usando um solvente orgânico que poderá ser evaporado ao final do processo. Também há lavagem a seco de carros, de estofados em geral, de embalagens reutilizáveis ou não e, até mesmo, de cabelos, na forma de spray ou em pó, sem água em sua formulação, para se absorver o excesso de oleosidade destes (BORGES e MACHADO, 2013).

As máquinas desenvolvidas para lavagem a seco (figura 2) são adaptadas ao tipo de solvente utilizado. Historicamente, segundo Borges e Machado (2013) vêm sendo utilizados nesse tipo de lavagem:

- 1850: canfeno, proveniente de óleos essenciais;
- 1870: benzeno, gasolina, derivados do petróleo;
- 1925: solvente Stoddard (mistura de alcanos e hidrocarbonetos aromáticos), derivados do petróleo;
- 1930: hidrocarbonetos clorados (tetracloreto de carbono, tricloroetileno), sintéticos;
- 1952 até dias atuais: tetracloroeteno (percloroetileno - PERC), sintético.

Figura 1 Máquina moderna de lavagem a seco. Fabricada na Alemanha pela Bowe®/Permac, seu processo de limpeza utiliza o percloroetileno como solvente.



Fonte: Borges e Machado, 2013.

b) Solventes, diluentes e removedores de tintas.

As tintas são constituídas basicamente por resina, solvente, pigmento e aditivo. Os pigmentos ficam em suspensão na resina (tinta líquida) e são aglomerados após sua secagem, formando uma camada uniforme sobre o substrato. Os solventes são compostos líquidos totalmente voláteis, de baixo ponto de ebulição, com a função de solubilizar a resina, conferindo viscosidade à tinta. Após aplicação, ocorre a evaporação do solvente, endurecimento (por oxidação ou polimerização) da resina e aglutinação dos pigmentos e aditivos (REIS, 2018).

Já os diluentes são componentes que não solubilizam a resina, mas contribuem para aumentar a viscosidade da tinta e removedores (thinners) são as misturas de solventes utilizadas para diluir tintas e realizar limpeza de peças, máquinas e equipamentos para pintura (REIS, 2018).

Segundo Calderan (2007), os principais solventes orgânicos utilizados em tintas e removedores são:

- Hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos e cicloparafinas (Ex: benzeno, n-hexano, ciclo-hexano);
- Oxigenados (etanol, propanona, acetato de etila, furano);
- Haletos orgânicos (dclorometano).

c) Anestésicos

Os solventes orgânicos também representam um marco na história da medicina por terem sido utilizados como anestésicos gerais em intervenções cirúrgicas (REZENDE, 2009). A primeira cirurgia com anestesia geral (figura 3) foi realizada em 1846, onde o paciente foi anestesiado por meio da inalação de vapores de éter etílico. Nos anos seguintes, outros solventes foram empregados com os mesmos fins: clorofórmio, em 1847; ciclopropano, em 1930 e halotano, em 1956.

Figura 2. Quadro do pintor Robert Hinckley, de 1882, reproduzindo cena da operação com anestesia geral pelo éter, para retirada de tumor no pescoço, realizada em 16 de outubro de 1846.



Fonte: REZENDE, 2009.

Embora as aplicações resultantes do avanço do conhecimento e da indústria química sejam essenciais para a sociedade moderna, também geram impactos negativos (ALMEIDA e PINTO, 2011). A utilização de solventes orgânicos na indústria gerou como problema a auto exposição a altas concentrações gerando padrões de compulsão, reconhecida em vários países desde o início dos anos 60. Nos Estados Unidos, o abuso de solventes teve início na nessa época, e na Inglaterra no ano de 1970 foi registrada uma morte relacionada ao abuso dessas substâncias, tomando proporções alarmantes em 1988, com 134 mortes no ano (FORSTER, TANNHAUSER e TANNHAUSER, 1994).

No Brasil, os primeiros registros do uso de solventes inalantes datam do início do século XX. O "lança-perfume" apareceu no carnaval em 1904, no Rio de Janeiro, sendo rapidamente incorporada aos festegos carnavalescos de todo o Brasil, principalmente nas batalhas de confete, corsos e, mais tarde, nos bailes. O produto tornou-se símbolo do Carnaval. Somente em 1961, por um decreto do então Presidente Jânio Quadros, o lança-perfume foi proibido no Brasil, após alguns casos de morte de usuários por embriaguez em acidentes fatais (JAPIASSU, 1978).

Mesmo com a proibição do lança perfume, o uso de inalantes continuou. O primeiro Levantamento Nacional sobre o Consumo de Drogas Psicotrópicas entre Estudantes de Primeiro e Segundo Graus da Rede Pública, realizado em 1987 pelo Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (CEBRID), mostrou que entre "meninos de rua" o grupo dos solventes era o de maior consumo, após o álcool e o tabaco.

Outros levantamentos sobre drogas foram realizados no Brasil pelo CEBRID posteriormente em 1989, 1993, 1997, 2004 e 2010. Em todos os levantamentos realizados, os solventes inalantes se apresentam

como as drogas mais consumidas (no ano) por estudantes de escola públicas, ficando atrás apenas do álcool e tabaco (CARLINI, 2010).

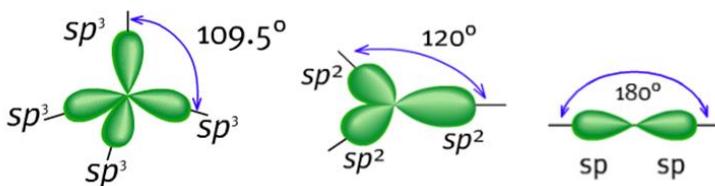
Neste trabalho utilizamos os principais solventes orgânicos presentes em colas, tintas, removedores e também os citados na bibliografia para a composição química de drogas como loló e lança perfume, como exemplos para o ensino das propriedades físicas dos compostos orgânicos. Discutiremos estas propriedades e a interação desses compostos com o organismo humano nas próximas seções.

Interações intermoleculares e propriedades físicas dos solventes orgânicos

Polaridade e geometria molecular

Os compostos orgânicos possuem estruturas tridimensionais dependentes da hibridização de seus átomos de carbono. O modelo de hibridização dos orbitais atômicos é abordagem matemática que envolve a combinação das funções de onda individuais dos orbitais s e p para obter funções de onda para novos orbitais (híbridos), gerando para o átomo de carbono três hibridizações possíveis: sp^3 (geometria tetraédrica), sp^2 (geometria trigonal planar) e sp (geometria linear) conforme ilustra a figura 4 (SOLOMONS e FRYHLE, 2013).

Figura 3. Geometria dos orbitais híbridos sp^3 , sp^2 e sp para o átomo de carbono. As figuras não apresentam os orbitais p não hibridizados.



Fonte: Adaptado de Peschel, 2011.

O carbono apresenta uma propriedade excepcional de ligar-se a outros átomos de carbono, através de ligações fortes (covalentes simples, dupla ou tripla), formando cadeias ou anéis de átomos de carbono, originando uma grande variedade de compostos. O carbono forma também ligações fortes com outros elementos químicos, especialmente com H, O, N e halogênios, estes três últimos fortemente eletronegativos causando a polarização da ligação. Assim, as moléculas orgânicas apresentam tanto ligações covalentes apolares como ligações covalentes polares, que resultam do compartilhamento desigual de elétrons, devido à diferença de eletronegatividade entre os átomos ligantes (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

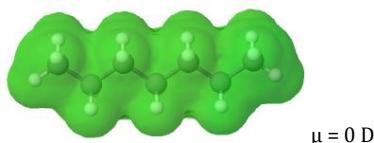
O sentido da deslocalização dos elétrons compartilhados em uma ligação química covalente é comumente representado pelo vetor momento dipolar, representado por uma seta partindo do átomo menos eletronegativo para o mais eletronegativo da ligação. O sinal δ^- é utilizado para representar a carga parcial do átomo ligante e indica maior densidade eletrônica em seu entorno se comparado ao outro átomo da ligação, onde a carga parcial δ^+ indica a região com menor densidade eletrônica. Dependendo da soma vetorial dos momentos de dipolo das ligações individuais, uma determinada molécula poderá ser polar ou apolar. Para determinadas geometrias, o momento de dipolo resultante (μ) será nulo e a molécula será apolar (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

O momento de dipolo é calculado pelo produto do módulo da carga elétrica parcial (δ) pela distância entre os dois extremos de um dipolo. É medido na unidade debye (D), que equivale a $3,33 \cdot 10^{-30}$ coulomb.metro (FELTRE, 2004).

$$\mu = \delta \cdot d$$

As ligações entre carbono ($EN^1 = 2,55$) e hidrogênio ($EN = 2,20$) são relativamente apolares, uma vez que carbono e hidrogênio apresentam valores muito próximos para eletronegatividade, conferindo aos hidrocarbonetos baixa polaridade sendo caracterizados como apolares (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). Um exemplo de solvente apolar é o hexano, cujo mapa de potencial eletrostático é apresentado na figura 5, indicando pela cor verde a homogênea distribuição dos elétrons na molécula (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Figura 4. Mapa de potencial eletrostático para o hexano.



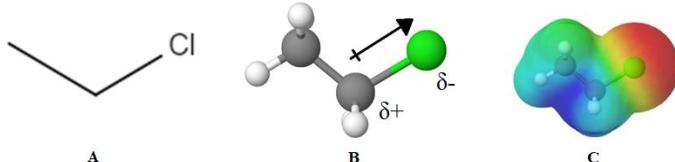
Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Nos haletos orgânicos, como o solvente cloreto de etila (nome sistemático, cloroetano), a ligação entre carbono ($EN = 2,55$) e cloro ($EN = 3,16$) é polar e a molécula é assimétrica, resultando em uma molécula polar, com momento dipolo igual a 2,05 D (LIDE, 2000). As figuras 6-A e B representam a polaridade do cloreto de etila apresentando sua fórmula em bastão e a representação do vetor momento dipolar da ligação C-Cl. Em C é apresentado o mapa de potencial eletrostático representando com cores quentes

¹ EN = Eletronegatividade de Pauling.

(próximas ao vermelho) regiões com alta densidade eletrônica e com cores frias (próximas ao azul) regiões de baixa densidade eletrônica.

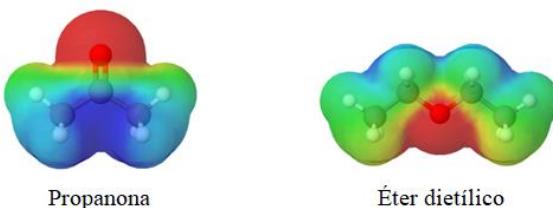
Figura 5. Representação da polaridade molecular do cloroetano. A. Fórmula em bastão do cloroetano. B. Representação do vetor momento dipolar da ligação entre carbono e cloro no cloroetano. C. Mapa de potencial eletrostático para o cloroetano, representando a parte da molécula com alta densidade eletrônica ($\delta-$) em vermelho.



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Outro tipo de ligação presente em algumas das funções mais importantes da química orgânica é a ligação entre carbono (EN = 2,55) e oxigênio (EN = 3,44) onde o átomo de carbono exibe uma carga parcial positiva ($\delta+$) e o átomo de oxigênio uma carga parcial negativa ($\delta-$) (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). A deslocalização dos elétrons em direção ao oxigênio confere a essas moléculas diferentes graus de polaridade, como demonstram as estruturas da propanona (acetona) e éter dietílico na figura 7.

Figura 6. Estrutura das moléculas de propanona e éter dietílico em mapa de potencial eletrostático. As regiões em vermelho indicam alta densidade eletrônica sobre o oxigênio ($\delta-$).



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Para a propanona, $\mu = 2,88$ D e para o éter dietílico, $\mu = 1,15$ D. A propanona apresenta maior valor para o momento dipolo devido à maior polaridade da carbonila (ligação C = O) comparada à ligação C – O – C do éter, além do menor comprimento da ligação dupla em relação à simples, fatores esses que interferem nos valores de μ .

Interações intermoleculares e propriedades físicas

As interações intermoleculares são o tipo de atração existente entre moléculas, sem a ocorrência de quebra ou formação de ligações químicas. Estas interações surgem devido às forças intermoleculares chamadas coletivamente de *forças de van der Waals*, essencialmente de natureza elétrica, e fazem com que uma molécula influencie o comportamento da outra (ROCHA, 2001, SOLOMONS E FRYHLE, 2013). A tabela 1 apresenta os principais tipos de interações intermoleculares, as espécies que interagem e a energia média envolvida.

Tabela 1. Principais interações intermoleculares, espécies que interagem em cada tipo de interação e energia envolvida.

Tipo de interação	Especies que interagem	Energia típica (kJ.mol⁻¹)
Íon – dipolo	Íons e moléculas polares	15
Dipolo – dipolo	Moléculas polares	0,3 a 2
Ligaçao de hidrogênio	Moléculas que contenham F, O ou N.	20
Dipolo – dipolo induzido	Moléculas polares com moléculas apolares	2
Dipolo induzido – dipolo induzido (Forças de London)	Todos os tipos de moléculas	2

Fonte: Adaptado de Atkins e Jones, 2006.

Quanto maior a polaridade molecular (μ) mais intensas serão as forças atrativas em uma interação intermolecular e consequentemente maior será a energia desta interação (ATKINS e JONES, 2006). Para análise dos compostos orgânicos, focalizaremos nas interações abaixo, que possuem a seguinte ordem crescente de energia: Forças de London < Dipolo-Dipolo < Ligações de hidrogênio.

Estas relações estão totalmente associadas às propriedades físicas (temperatura de fusão e ebulição, densidade, solubilidade, volatilidade) e ao estado físico (sólido, líquido, gasoso) dos compostos orgânicos, dependentes não só das interações intermoleculares como também da massa molar do composto (FELTRE, 2004).

Discutiremos as relações acima estabelecidas a partir da análise dos principais solventes orgânicos encontrados em produtos comercializados e drogas inalantes (loló e lança perfume), apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Principais solventes orgânicos presentes em diversos produtos passíveis de inalação.

Produto	Solventes orgânicos
Aerossóis e propelentes	Hidrocarbonetos halogenados, propano, isobutano.
Produtos de limpeza	Hidrocarbonetos alifáticos e halogenados.
Fluido de isqueiro	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos.
Removedor de esmalte	propanona, acetatos alifáticos, benzeno, álcool etílico.
Corretivos líquidos	Tricloroetano, tricloroetileno.
Canetas marcadoras	Tolueno, xileno.
Tintas, tiner e fixadores	Tolueno, benzeno, etanol, acetatos alifáticos, diclorometano.

Anestésicos	Éter etílico, halotano, clorofórmio, , tricloroetileno.
Solventes diversos	Metiletilcetona, tetracloreto de carbono, clorofórmio, éter etílico, n-hexano, metilisobutilcetona.
Colas e adesivos	Tolueno, acetona, benzeno, acetatos alifáticos, n-hexano, ciclohexano, halocarbonetos, xileno, álcool butílico, metiletilcetona, metiletilisobutilcetona, clorofórmio, etanol, triortocresilfosfato, hidrocarbonetos.
Loló	etanol, clorofórmio, éter etílico, diclorometano, propanona.
Lança perfume	Éter etílico, clorofórmio e cloreto de etila.

Fonte: Adaptado de Souza, Panizza e Magalhães, 2016 e Neto e Santos, 2014.

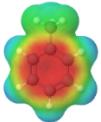
De modo geral, os grupos de compostos mais utilizados como solventes nos produtos citados são os hidrocarbonetos (alifáticos, aromáticos e halogenados), éteres e cetonas.

Os hidrocarbonetos são constituídos unicamente por ligações C-H (fracamente polares) cujos momentos de dipolo resultantes são iguais a zero (apolares) para hidrocarbonetos contendo apenas ligações simples (saturados) ou próximos de zero para hidrocarbonetos insaturados, cujas moléculas possuem ligações duplas ou triplas, como alcenos ($C=C$) e alcinos ($C\equiv C$), formando compostos apolares ou levemente polares. Isto ocorre devido à alta densidade eletrônica em torno das ligações múltiplas gerando uma pequena polaridade (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

O tipo de força existente entre as moléculas de hidrocarbonetos são as forças de dispersão ou forças de London, que ocorrem entre moléculas apolares. A distribuição média de carga em uma molécula apolar em um determinado espaço de tempo é uniforme, entretanto em um dado instante, uma vez que os elétrons se movem, podem estar ligeiramente concentrados em uma parte da molécula resultando num dipolo temporário. Esse dipolo pode induzir dipolos opostos (atrativos) nas moléculas vizinhas. Esses dipolos mudam constantemente, mas o resultado líquido de sua existência é a produção de forças atrativas entre moléculas apolares (SOLOMONS E FRYHLE, 2013). Quanto maior o número de elétrons na molécula, maior a energia das ligações.

Na tabela 3 estão apresentadas as propriedades físicas para os solventes tolueno (sete carbonos) e hexano (seis carbonos), pertencentes ao grupo dos hidrocarbonetos e com massas molares (MM) próximas.

Tabela 3. Estrutura e propriedades físicas² para os hidrocarbonetos tolueno e hexano.

Hidrocarboneto	Propriedades físicas					
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	Sol ³
Tolueno Nome sistemático: metilbenzeno						
 	110,6	0,87	3,79	92,14	0,38	Insolúvel em água
Hexano Nome sistemático: Hexano						
 	68,7	0,65	20,2	86,18	0	Insolúvel em água

Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

É possível observar que a aromaticidade do tolueno torna a molécula levemente polar ($\mu = 0,38$) devido à alta densidade eletrônica em torno do anel aromático, enquanto o hexano apresenta momento dipolo igual a zero, conferindo a característica apolar à molécula. Como as forças intermoleculares são mais fracas para o hexano devido à sua característica apolar, sua pressão de vapor (Pv) é maior, ou seja, forma vapores em maior quantidade à uma mesma temperatura. Isto influencia na temperatura de ebulição (Te) destes líquidos, uma vez que esta é a temperatura em que a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão atmosférica acima dele. Como para o hexano é mais fácil formar vapores, sua Te é menor comparada ao tolueno. A densidade também pode ser explicada pela polaridade e tipo de interação existente nos hidrocarbonetos analisados. Como o tolueno apresenta maior polaridade e forças de London mais intensas comparado ao hexano, suas moléculas podem estar mais próximas ocupando menor volume, além de terem massa um pouco maior, conferindo maior densidade a esse composto (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

Quanto à solubilidade em água (substância polar cujas interações são fortes do tipo ligações de hidrogênio) ambos são insolúveis. O processo de solubilização de uma substância resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (sólido) e a substância que a dissolve (solvente), e pode ser definida como a quantidade de sólido que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio. A solubilidade depende, portanto, das forças de atração intermoleculares. É um processo que requer energia para vencer as atrações existentes entre as moléculas do sólido e as próprias moléculas do solvente. Ou seja, as forças de atração entre sólido e solvente devem ser intensas o suficiente

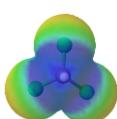
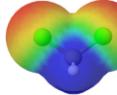
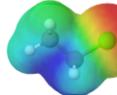
² Dados retirados do livro *Handbooks of Solvents Organics*, LIDE (2000).

³ Solubilidade.

para compensar o rompimento das forças de atração entre as moléculas do soluto e entre as moléculas do solvente (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). Como as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água são fortes comparadas às forças de London, não é espontânea a quebra destas ligações para estabelecimento de interações mais fracas (dipolo – dipolo instantâneo) com o tolueno ou hexano, por isso são substâncias insolúveis em água.

Outros solventes comuns são os hidrocarbonetos clorados. A tabela 4 apresenta como exemplos desse grupo o clorofórmio e os cloreto de metila e etila.

Tabela 4. Estrutura e propriedades físicas para os hidrocarbonetos clorados clorofórmio, cloreto de metila e cloreto de etila.

Hidrocarbonetos clorados	Propriedades físicas					
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	Sol.
Clorofórmio Nome sistemático: triclorometano	61,1	1,48	26,2	119,38	1,04	Levemente solúvel em água
						
Cloreto de metila Nome sistemático: diclorometano	40	1,33	58,2	84,93	1,60	Levemente solúvel em água
						
Cloreto de etila Nome sistemático: cloroetano	12,3	0,89	160	64,61	2,05	Levemente solúvel em água
						

Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

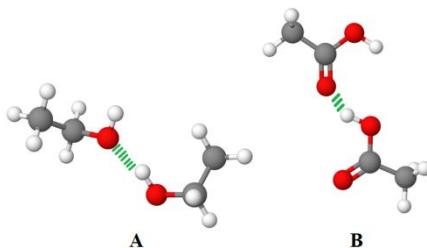
A comparação entre esses compostos é inadequada devido às suas massas molares serem consideravelmente diferentes, no entanto, é possível realizar algumas generalizações. Os hidrocarbonetos clorados possuem polaridade maior que os hidrocarbonetos devido à presença do cloro, elemento com alta eletronegatividade (EN = 3,16). Quanto à polaridade verifica-se que quanto menor o número de átomos de cloro ligados a um carbono maior será o momento dipolo resultante, pois o aumento na quantidade desse elemento nos exemplos citados contribui no espalhamento da densidade eletrônica e

consequente redução da polarização. O clorofórmio, por exemplo, possui três átomos de cloro e um átomo de hidrogênio. Sobre este último há baixa densidade eletrônica, representada em azul no mapa de potencial eletrostático desta molécula. Caso este hidrogênio fosse substituído por outro átomo de cloro formando o tetraclorometano (CCl_4), o momento dipolo passaria de 1,04 para zero (apolar) (LIDE, 2000).

Por se tratar de moléculas polares, a interação intermolecular existente entre esses compostos é do tipo dipolo-dipolo. Consequentemente, possuem altos pontos de ebulição se comparados aos hidrocarbonetos com mesmo número de carbonos, por exemplo, o metano (CH_4) é um gás enquanto o clorofórmio (CCl_3) é líquido à temperatura 25°C (LIDE, 2000). Entre os cloratos exemplificados na tabela 4, verifica-se a importância da massa molar na temperatura de ebulição, pois moléculas mais pesadas necessitam de energia térmica mais alta para adquirirem velocidade suficiente para escapar da fase líquida (SOLOMONS E FRYHLE, 2013). O clorofórmio comparado ao cloreto de etila, ambos com um carbono, possui maior ponto de ebulição consequentemente menor pressão de vapor. O cloreto de etila é o mais volátil dentre os clorados analisados devido à maior pressão de vapor, consequentemente, possui o menor ponto de ebulição.

Os solventes oxigenados do grupo dos álcoois e ácidos carboxílicos possuem como forças intermoleculares as ligações de hidrogênio devido à presença do grupo hidroxila (-OH), que possibilita o compartilhamento do átomo de hidrogênio entre os oxigênios das moléculas que interagem, conforme representa a figura 8, nas interações entre etanol (A) e ácido etanoico (B). Como a água é um solvente que também possui esse mesmo tipo de interação, tais funções oxigenadas são solúveis em meio aquoso. Porém, com o aumento da cadeia carbônica, há formação de interações do tipo forças de London, diminuindo a solubilidade (ATKINS e JONES, 2006).

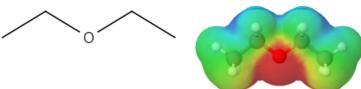
Figura 7. Representação das ligações de hidrogênio (traços em cor verde) nas moléculas de etanol (A) e ácido etanoico (B).



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Os solventes do grupo dos éteres, aldeídos e cetonas não possuem hidrogênio ligado diretamente ao oxigênio, impossibilitando a formação de interações do tipo ligações de hidrogênio. A tabela 5 apresenta algumas propriedades físicas para os principais solventes desses grupos, o éter dietílico e a acetona.

Tabela 5. Estrutura e propriedades físicas para o éter dietílico e a acetona.

Éteres e cetonas	Propriedades físicas					
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	Sol.
Éter dietílico Nome sistemático: Etóxietano						
	34,5	0,71	71,7	74,12	1,15	Levem ente solúvel em água
Acetona Nome sistemático: propanona						
	56	0,79	30,8	58,08	2,88	Miscível em água

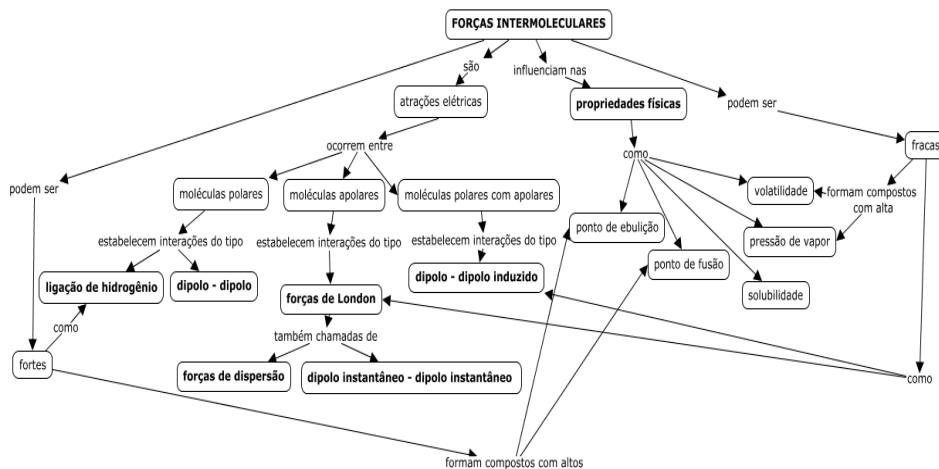
Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

No caso destas funções oxigenadas, ligações de hidrogênio são formadas quando adicionados à água. Devido à formação das ligações de hidrogênio durante o processo de dissolução, as solubilidades dessas classes de compostos são comparáveis às solubilidades dos álcoois: compostos com massas moleculares baixas podem ser completamente miscíveis em água, sendo bastante solúveis aqueles com até quatro átomos de carbono (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Quanto à volatilidade, os dois solventes, éter dietílico e acetona, apresentam altos valores de pressão de vapor, consequentemente baixos pontos de ebulição, devido às fracas forças dipolo-dipolo existentes nesses compostos quando puros.

Em resumo, para os solventes orgânicos analisados, considerando suas baixas massas molares em relação ao grupo orgânico ao qual pertencem, podem-se estabelecer as seguintes relações, apresentadas na figura 9.

Figura 8. Mapa conceitual sobre as principais relações estabelecidas entre as forças intermoleculares e as propriedades físicas para os solventes orgânicos.



Fonte: A autora, 2019. Mapa conceitual elaborado por meio da ferramenta Cmaptools, disponível em: <https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>. Acesso em: 01/08/2019.

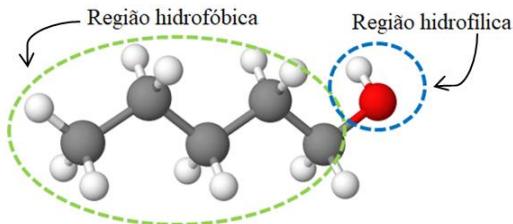
Solubilidade

Uma regra geral para a solubilidade é que “semelhante dissolve semelhante” em termos de polaridades comparáveis (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

A maioria das substâncias orgânicas (que são apolares) não é solúvel em água (polar), mas são em geral solúveis em solventes orgânicos, como os hidrocarbonetos e éteres, que são apolares (ou pouco polares) (FELTRE, 2004).

Alguns termos são utilizados em referência às moléculas ou partes das moléculas em relação à sua afinidade com a água. Regiões polares são chamadas de hidrofílicas (*hidro*, água; *filica*, afinidade) e regiões apolares (*hidro*, água; *fóbico*, temer ou evitar), como ilustra a figura 10 (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

Figura 9. Representação das regiões hidrofóbicas e hidrofílicas da molécula de butanol.



Fonte: A autora, 2019. Estrutura molecular elaborada por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Quando a cadeia carbônica (hidrofóbica) aumenta, ela se torna a parte mais significativa da molécula e a substância química se torna cada vez menos solúvel em água, ou seja, tende a se comportar, cada vez mais, como um hidrocarboneto. Óleos e gorduras são classificados como lipídios e não possuem afinidade com a água por serem compostos apolares ou de baixa polaridade. Associado à essa terminologia, os hidrocarbonetos e solventes orgânicos (apolares ou pouco polares) são também classificados como lipossolúveis, ou substâncias lipofílicas (*lipo*, *gordura*, *fílico*, afinidade). Compostos que apresentam características hidrofílicas (solúvel em meio aquoso) e hidrofóbicas (insolúvel em água, porém solúvel em lipídios e solventes orgânicos) são chamadas de anfipáticas (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

Solventes orgânicos são drogas?

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou por meio da Portaria SVS/MS n.º 344, de 12 de maio de 1998, atualizada pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.º 6, de 18 de fevereiro de 2014, as substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. Nos anexos deste regulamento, listam-se algumas substâncias utilizadas como inalantes:

- Lista D2 - Lista de insumos químicos utilizados como precursores para fabricação e síntese de entorpecentes e/ou psicotrópicos
 1. Acetona
 5. Cloreto de metila
 6. Clorofórmio
 7. Éter dietílico
 8. Metil-etyl-cetona
 11. Tolueno
- Lista F2 - Substâncias psicotrópicas
 4. Cloreto de etila

Esta agência, na mesma portaria, define droga, entorpecente e substância psicotrópica:

Droga - Substância ou matéria-prima que tenha finalidade medicamentosa ou sanitária (BRASIL, 2014).

Entorpecente - Substância que pode determinar dependência física ou psíquica relacionada, como tal, nas listas aprovadas pela Convenção Única sobre Entorpecentes [...] (BRASIL, 2014).

Precursors - Substâncias utilizadas para a obtenção de entorpecentes ou psicotrópicos e constantes das listas aprovadas pela Convenção Contra o Tráfico Ilícito de Entorpecentes e de Substâncias Psicotrópicas [...] (BRASIL, 2014).

Psicotrópico - Substância que pode determinar dependência física ou psíquica e relacionada, como tal, nas listas aprovadas pela Convenção sobre Substâncias Psicotrópicas [...] (BRASIL, 2014).

Das substâncias regulamentadas citadas, todas são solventes orgânicos, sendo apenas o cloreto de etila considerado substância psicotrópica. As demais substâncias regulamentadas embora não sejam, na classificação da ANVISA, entorpecentes, podem ser utilizadas como precursoras para fabricação e síntese de entorpecentes e/ou psicotrópicos.

Desta forma, esses solventes que sofrem controle especial pela ANVISA estão sujeitas a Lei n.º 11.343, de 23 de agosto de 2006 que trata, dentre outros assuntos, das atividades de prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas, da repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas. Esta lei define drogas em seu artigo 66:

denominam-se drogas substâncias entorpecentes, psicotrópicas, precursoras e outras sob controle especial, da Portaria SVS/MS nº 344, de 12 de maio de 1998 (BRASIL, 2006).

A partir desta lei, utilizaremos neste trabalho o termo drogas em referência aos solventes orgânicos utilizados por inalação para fins de alteração do estado de consciência.

Ação dos solventes orgânicos inalantes no organismo humano

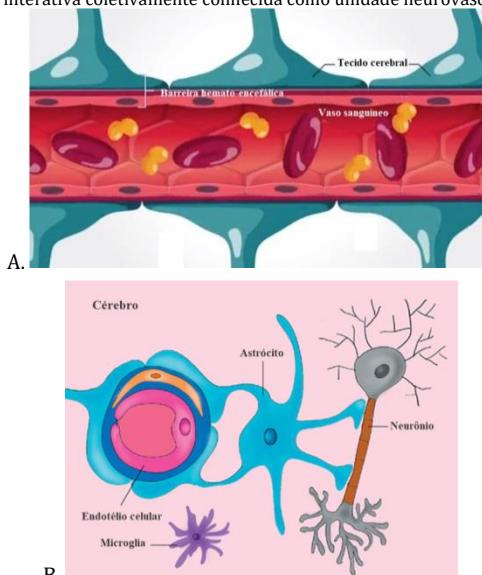
Os inalantes são uma classe especial de drogas de abuso, que inclui compostos lipofílicos voláteis quimicamente e farmacologicamente diversos, sendo, ao contrário dos opiáceos e outras drogas, classificados segundo sua via de administração e não segundo suas propriedades farmacológicas (CRUZ e BALSTER, 2013).

Podem ser classificados quimicamente em nitritos, óxido nitroso e solventes orgânicos voláteis. (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016). Neste trabalho, analisaremos a ação somente destes últimos no organismo humano.

Algumas características químicas dos solventes orgânicos como volatilidade e lipofilicidade, permitem a absorção preferencialmente por via pulmonar. As técnicas usadas para o abuso de inalantes são diversas e incluem cheirá-los diretamente de seu recipiente ou jogá-los em uma superfície aquecida para aumentar a vaporização (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016). Após atingir os pulmões, são rapidamente absorvidos e distribuídos no sangue arterial, chegando ao sistema nervoso central (SNC). A vasculatura do cérebro tem uma camada extra de proteção conhecida como barreira hematoencefálica (BHE) (LIN e SÁ, 2002).

A BHE é composta de células endoteliais cerebrais mantidas juntas por junções oclusivas (apertadas) que formam uma barreira altamente seletiva entre o suprimento de sangue e o fluido extracelular no sistema nervoso central, conforme representa a figura 11. A BHE atua restringindo a passagem de partículas provenientes da corrente sanguínea com tamanho superior a 10-15 Å e permitindo que apenas a água, alguns gases e moléculas lipossolúveis passem por difusão passiva (LIN e SÁ, 2002).

Figura 10. Representação da barreira hematoencefálica (BHE). A. Em cor rosa, células endoteliais firmemente conectadas por junções oclusivas. Em azul, astrócitos, que juntamente com outras células compõem o tecido cerebral. B. As células endoteliais do cérebro, juntamente com os neurônios e outras células especializadas (por exemplo, astrócitos e microglia), formam uma rede interativa coletivamente conhecida como unidade neurovascular.

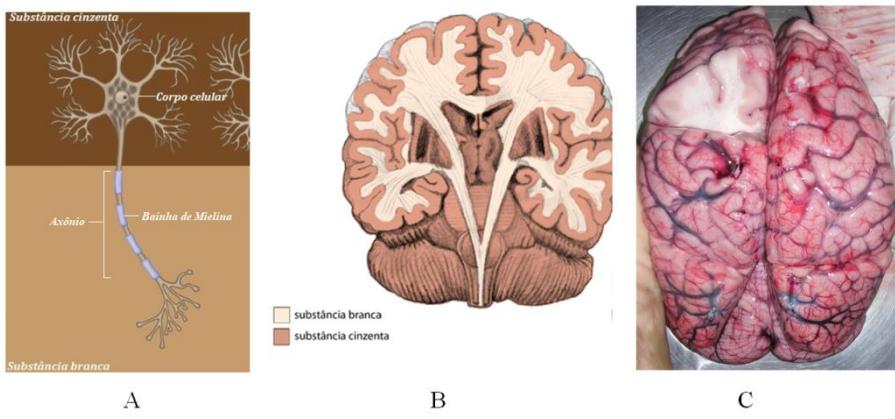


Fonte: Site Science in School. Disponível em: <https://www.scienceinschool.org/content/guardian-brain-blood-brain-barrier>. Acesso em: 01/08/2019.

No entanto, em decorrência da alta lipossolubilidade e pequeno tamanho, os solventes orgânicos atravessam a barreira hematoencefálica com facilidade devido à afinidade com esta membrana lipídica de proteção, agindo no sistema nervoso central (LIN e SÁ, 2002).

No SNC, há uma segregação entre os corpos celulares dos neurônios e os seus prolongamentos, de modo que duas porções distintas sejam reconhecidas macroscopicamente, como representado na figura 12: a substância cinzenta (massa cinzenta), onde se situam os corpos celulares dos neurônios, parte dos seus prolongamentos e as células da glia, e a substância branca (massa branca), que contém somente os prolongamentos dos neurônios (axônios) e as células da glia. A presença da mielina, um material lipídico esbranquiçado que envolve o axônio, é responsável pela coloração branca da massa branca cerebral (LIN e SÁ, 2002).

Figura 11. Representação das zonas do sistema nervoso central designadas por substância branca e substância cinzenta. Todos os órgãos do SNC (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) apresentam substância cinzenta, que é composta pelos corpos celulares dos neurônios e substância branca, que é composta pelos axônios (ou fibras nervosas) dos neurônios (A) e tem essa coloração principalmente pela presença da bainha de mielina. B. A substância cinzenta situa-se mais externamente no encéfalo e a branca mais internamente. C. Corte em um cérebro humano apresentando em sua parte mais clara a massa branca cerebral.

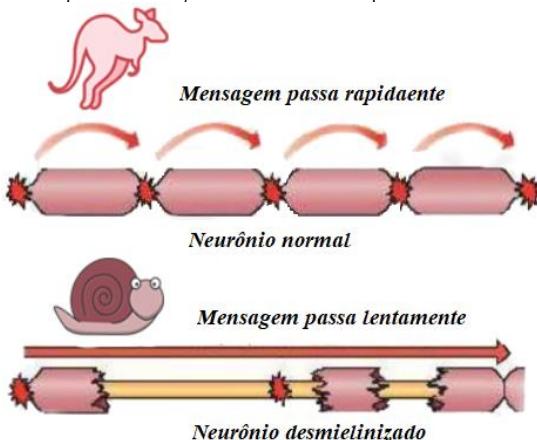


Fonte: Site WBio. Disponível em: <http://wbiao.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Sistema-Nervoso-Wbio.pdf>. Acesso em: 01/08/2019.

Os solventes orgânicos são extremamente neurotóxicos, comprometendo o funcionamento dos neurônios por danificarem suas estruturas lipídicas como a membrana celular, uma bicamada de fosfolipídios delimitadora da célula, que filtra seletivamente as substâncias que tentam entrar ou sair (FERRAZ e FRANCO, 2007). A integridade dessa membrana é essencial para a manutenção de uma concentração ideal de solutos no meio intracelular. Como a capacidade de gerar impulsos nervosos depende da concentração de íons no neurônio, quando se perde a capacidade de se controlar a entrada e saída desses íons, a função neuronal está comprometida. Outra estrutura lipídica afetada pelos solventes orgânicos é a bainha de

mielina, uma capa envoltória espiral com propriedades isolantes, presente em alguns neurônios. Essa estrutura possibilita o alcance de maiores velocidades de condução dos impulsos nervosos através dos neurônios. Substâncias que destroem a bainha de mielina causam lentificação na condução dos impulsos (figura 13) (ROJAS, RITTER e PIZZOL, 2011).

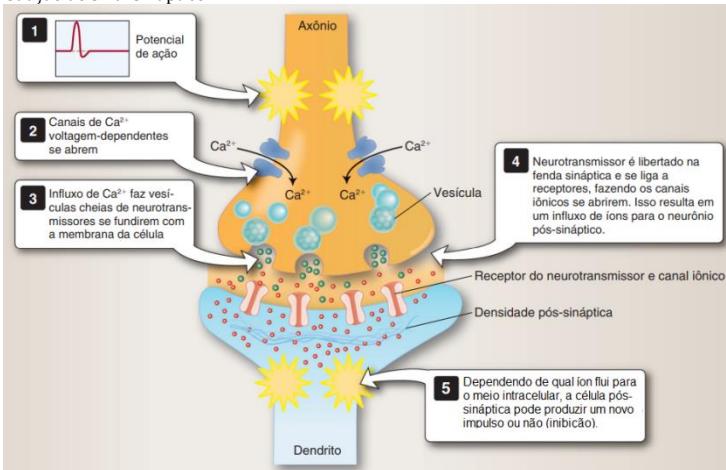
Figura 12. Representação didática para a diminuição da velocidade do impulso nervoso em neurônios desmielinizados.



Fonte: Adaptado do site Bio Render. Disponível em: <https://biorender.com/icon/cell-types/neural-cells/multipolar-neuron-motor-axon-dendrite-degeneration>. Acesso em 01/08/2019.

Um neurônio é rodeado por uma membrana com bicamada fosfolípídica, que mantém concentrações diferenciais de íons entre o espaço intra e extracelular. O movimento de íons através dessa membrana gera um gradiente elétrico para cada íon. A soma de todos esses gradientes é o potencial de membrana, também chamado de potencial de ação. Os neurotransmissores são moléculas liberadas pelos neurônios pré-sinápticos e são o meio de comunicação em uma sinapse química. Eles se ligam a receptores específicos no neurônio pós-sináptico provocando uma resposta específica nesses neurônios, resultando em um sinal excitatório ou inibitório, como representado na figura 14 (KREBS, WEINBERG & AKESSON, 2013).

Figura 13. Transdução do sinal sináptico.



Fonte: Adaptado de Krebs, Weinberg e Akesson, 2013.

De forma resumida, os solventes orgânicos também atuam modificando receptores de neurotransmissores na membrana neuronal. Alguns neurotransmissores e seu efeito pós-sináptico são apresentados na figura 15. Segundo Souza, Panizza e Magalhães (2016) a ação dos inalantes sobre o SNC é majoritariamente inibitória, em consequência da:

- inibição de receptores excitatórios dos neurônios, tais como os receptores de glutamato;
- estimulação de receptores inibitórios, tais como GABA-a e glicinérgicos;
- alteração da ativação dos receptores serotoninérgicos;
- modulação da atividade de neurônios dopaminérgicos.

Figura 14. Alguns neurotransmissores e o efeito pós-sináptico que desencadeiam.

Neurotransmissor	Efeito pós-sináptico	
Acetilcolina (ACh)	Excitatório	
Aminoácidos	Glutamato	Excitatório
	Ácido γ -aminobutírico (GABA)	Inibitório
	Glicina	Inibitório
Aminas biogênicas	Dopamina	Excitatório (via receptores D1) Inibitório (via receptores D2)
	Noradrenalina	Excitatório
	Adrenalina	Excitatório
	Serotonina	Excitatório ou inibitório
	Histamina	Excitatório

Fonte: Adaptado de Krebs, Weinberg e Akesson, 2013.

A modulação da atividade de neurônios dopaminérgicos em diversas regiões do SNC, incluindo o sistema mesolímbico, está correlacionada com a sensação de prazer ou recompensa ao utilizar drogas de abuso. Embora inicialmente a inalação de solventes cause sensação de euforia e desinibição, os efeitos inibitórios resultantes da inalação resultam na depressão do SNC (NASCIMENTO, 2009).

Exposição aguda

O abuso de inalantes geralmente consiste em inalação dos mesmos em concentrações elevadas em um período curto de tempo (10 a 15 minutos). Essas concentrações variam em centenas de ppm (partes por milhão) dependendo do composto. Estima-se que, para o tolueno, esses valores encontrem-se entre 5000 e 15000 ppm. Os sintomas decorrentes desse tipo de exposição assemelham-se clinicamente aos sintomas proporcionados pelo etanol e o grau de comprometimento das funções psicomotoras depende diretamente da extensão da exposição. Os efeitos incluem euforia inicial e desinibição, seguidas de sonolência e, quando em altas concentrações, podem proporcionar sintomas como diplopia, ataxia, desorientação, alucinações, anestesia, coma e, em casos extremos, morte por depressão respiratória. Além disso, a respiração dos mesmos gases repetidamente (gases “ensacados”), pode acarretar em hipóxia e hipercapnia (SOUZA, PANIZZA e MAGALHÃES, 2016).

A exposição aguda a solventes está fortemente correlacionada com a ocorrência de arritmias cardíacas e com morte súbita. Segundo Cruz et al. (2006), a susceptibilidade dos usuários de inalantes a este fenômeno é decorrente do aumento da sensibilização do miocárdio às catecolaminas circulantes. Assim, em um momento de estresse ou esforço físico, no qual há maior liberação de catecolaminas, a ação dessas sobre receptores específicos da musculatura cardíaca acarretaria em graves arritmias.

Particularmente preocupante é a possibilidade de morte súbita. Pode ocorrer na primeira, a segunda ou a centésima vez que um inalante é abusado, durante a inalação ou nas horas subsequentes. Em outros casos, pode ser simplesmente uma questão de overdose inalatória com depressão concomitante do SNC, como ocorre com a overdose de álcool (CRUZ e BALSTER, 2013).

Exposição crônica

O uso abusivo de inalantes, em longo prazo, já foi correlacionado com desenvolvimento de distúrbios em diversos órgãos, tais como coração, pulmão, rins, fígado, medula óssea e cérebro. A ação dessas substâncias sobre o SNC está relacionada com o desenvolvimento de encefalopatia tóxica, que consiste em um conjunto de disfunções cerebrais decorrentes da toxicidade causada pela ação cumulativa dos solventes sobre os neurônios (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Esses danos em consequência da desmielinização dos axônios neuronais provocam sintomas como a diminuição da velocidade de processamento de informações, déficit de memória e aprendizado, diminuição de funções psicomotoras, alterações no humor, irritabilidade e distúrbios de sono. Esses danos ocorrem principalmente na matéria branca cerebral, que apresenta maior conteúdo lipídico do que a matéria cinzenta, o que explica a maior afinidade dos inalantes para este tecido (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

A diminuição da mielina também foi associada com perda da sincronia cerebral e consequente dificuldade na tomada de decisões, o que pode estar correlacionada com desregulações emocionais, tomadas impulsivas de decisão e distúrbios de comportamento (CRUZ et al., 2006).

Alguns estudos, como o realizado por Visser et al. (2011), relatam que há maior incidência de transtornos psiquiátricos em trabalhadores expostos cronicamente aos inalantes, dentre os quais se pode citar a depressão maior e desordens relacionadas à ansiedade, tais como transtorno obsessivo compulsivo, síndrome do pânico, agorafobia, entre outros. Ainda, existem evidências do potencial papel dos solventes no desenvolvimento de doenças neurodegenerativas tais como o mal de Parkinson, Alzheimer e esclerose múltipla (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Segundo Sampaio e Sabadi (2014), o conhecimento científico é importante para a sociedade pois esclarece e apoia a tomada de decisões. Porém, esses autores também refletem que a ciência tem seu próprio discurso e o cientista escreve para seus pares. No entanto, a ciência apenas para cientistas não é mais aceita pela sociedade, portanto, há uma necessidade de transformar o produto da ciência em algo mais acessível. Na busca de transpor o conhecimento apresentado nesta seção à linguagem e contexto dos sujeitos da pesquisa, foram consideradas a organização do conhecimento e os processos de aprendizagem segundo a teoria da aprendizagem significativa pela perspectiva crítica de Moreira (2011).

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel, como uma tentativa de explicar os mecanismos psicológicos de aprendizagem, em oposição à aprendizagem verbal por memorização (NOVAK E GOWIN, 1996). Em sua obra, Ausubel (1963) aponta a necessidade de repensar o tratamento dominante da memorização em sala de aula e estabelecer uma forma de valorizar as pessoas no sentido de encarregar a elas próprias a construção do significado das experiências que vivem (NOVAK E GOWIN, 1996).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento, sendo o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja o material potencialmente significativo se relaciona não com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunções (MOREIRA, 2011, b).

Os subsunções são os conhecimentos específicos, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permitem dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Podem ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem. Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros (MOREIRA, 2011, b).

A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Progressivamente, os subsunções vão ficando mais estáveis e mais diferenciados, mais ricos em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. Quando o aprendiz não dispõe de subsunções adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, pode-se utilizar de organizadores prévios, que são materiais mais abrangentes, inclusivos e gerais que o que se deseja ensinar.

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, a):

1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ter significado lógico. Este significado não se encontra no material, e sim nas pessoas. É o aluno que atribui significados aos

materiais de aprendizagem e estes significados podem ou não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino;

2) o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender, ou seja, deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios. Não se trata de motivação ou gosto pela matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva previa.

A estrutura cognitiva é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2011, b).

Através desses processos o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente, à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando, por isso é dinâmica (MOREIRA, 2011, b).

Uma visão contemporânea dessa teoria é proposta por Moreira (2006), incorporando à aprendizagem significativa uma visão crítica, subversiva e antropológica. Este autor chama de aprendizagem significativa crítica a aprendizagem em que o aluno adquire novos conhecimentos criticamente ou subversivamente sem se subjuglar por sua cultura, e também lida com mudanças sem deixar ser dominado, não fica impotente diante das tecnologias e pelo fluxo das informações (MOREIRA, 2006). Também por meio dessa aprendizagem o aluno trabalhará com a ideia de que o conhecimento é construção humana, que apenas representa o mundo e nunca o capta diretamente (MOREIRA, 2000).

Moreira (2006) apresenta princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica, ou seja, atitudes tomadas pelo professor durante sua práxis de forma a facilitar a aprendizagem significativa crítica em sala de aula. Estes princípios foram utilizados na elaboração e aplicação da SD desenvolvida neste trabalho. São eles:

- 1) *Princípio do conhecimento prévio.* Para que a aprendizagem seja significativa o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante.
- 2) *Princípio da interação social e do questionamento (Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas).* A interação social é indispensável para a concretização de um episódio de ensino. Tal

episódio ocorre quando professor e aluno compartilham significados em relação aos materiais educativos. O professor deve ensinar ao aluno a formular perguntas e questionamentos, em vez de dar as respostas, pois para o autor, esta é “a fonte do conhecimento humano” (2006, p.9).

- 3) *Princípio da não centralidade do livro de texto.* Para uma formação crítica, a variedade de materiais educacionais possibilita novas formas de se alcançar o conhecimento, como artigos científicos, contos, poesias, crônicas relatos, obras de arte e outros. Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos.
- 4) *Princípio do aprendiz como percepto/representador.* A aprendizagem significativa crítica implica percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um percepto do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos.
- 5) *Princípio do conhecimento como linguagem.* Cada linguagem representa uma maneira singular de perceber a realidade. Aprender uma nova linguagem (um novo conhecimento) implica novas possibilidades de percepção.
- 6) *Princípio da consciência semântica.* Este princípio implica várias conscientizações como a consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras; a atribuição pessoal de significados para cada palavra; as palavras não são, elas representam coisas; os significados das palavras mudam com o tempo; multisignificação das palavras. A consciência semântica evita a causalidade simples (certo ou errado, sim ou não) e, ao contrário, propicia escolhas ao invés de decisões dicotômicas, análise da complexidade de causas e graus de certeza ao invés de certo ou errado.
- 7) *Princípio da aprendizagem pelo erro.* O erro é uma oportunidade de aprendizagem. Buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.
- 8) *Princípio da desaprendizagem.* Aprender a desaprender é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante.
- 9) *Princípio da incerteza do conhecimento.* Nossa visão de mundo (percepção) é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão interrelacionados na linguagem humana, portanto nosso conhecimento é construção nossa e, por um lado, pode estar errado, e, por outro, depende de como o construímos.
- 10) *Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.* O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica.

- 11) *Princípio do abandono da narrativa.* Este princípio implica uma participação ativa do aluno a partir de sua maior participação em sala. Deixar o aluno falar implica usar estratégias nas quais os alunos possam discutir e negociar significados entre si, apresentando oralmente o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. O princípio do abandono da narrativa implica a busca de outras maneiras de ensinar, nas quais, metaforicamente, o professor fale menos, narre menos, e o aluno fale mais, participe criticamente de sua aprendizagem.

Moreira (2000) também ressalta que mesmo que todos esses princípios facilitem a aprendizagem, outros fatores são relevantes nesse processo de torná-la significativa, como o currículo, o contexto e uma avaliação que seja coerente com uma prática que vise à aprendizagem significativa crítica. Embora proposto por Ausubel em uma visão exclusivamente cognitivista, pode-se perceber que essa teoria é compatível com novas visões filosóficas e concepções teóricas. Farias et al. (2017) e Krauser (2014) mostram como as teorias da aprendizagem significativa clássica e a crítica podem justificar na práxis a elaboração de uma prática com abordagem de ensino CTS – CTSA, dada a deformação no ensino de ciências tradicional, em que se procura transmitir conhecimentos com uma visão descontextualizada e socialmente neutra (Farias et al. 2017).

ABORDAGEM SEGUNDO O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

A intenção de superar a forma tradicional de ensinar ciências, que privilegia sua visão clássica, que garante a científicidade por meio da aplicação do método científico, como um processo linear e rígido da racionalidade autônoma do progresso do ser humano, provocou o pensar sobre este ensino, inicialmente na Europa, na década de 1970 e posteriormente com maior força nos Estados Unidos (SCHNORR E RODRIGUES, 2014). Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, muitas transformações aconteceram com a sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômicos, políticos e sociais. Essas mudanças trouxeram a necessidade de aproximar as pessoas a uma maior compreensão da ciência (VAZ, FAGUNDES e PINHEIRO, 2009).

Dentro desse contexto, surge o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com objetivo de oferecer educação científica para o público em geral, pois a supervalorização da ciência e a crença na sua neutralidade repercutiram no ensino de ciências de forma a promover desigualdades sociais (SANTOS e MORTIMER, 2002)

A educação científica apresenta propósitos que vêm mudando conforme o contexto sócio histórico. Muitos desses propósitos são coincidentes com o movimento CTS, o qual surgiu no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental e de reflexão sobre o papel da ciência na sociedade (SANTOS, 2011).

Ao longo dos anos, muitos trabalhos adotaram esta denominação e diferentes concepções foram desenvolvidas, de forma que se pode atribuir diferentes significados para o movimento. A preocupação ambiental proveniente da relação sócio histórica da CT originou o uso do termo CTS, como vem sendo utilizado em diversos trabalhos (SANTOS, 2011).

A abordagem CTS assume a prioridade da aprendizagem de temas relevantes, não só para o aluno, mas também para a sociedade, bem como a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, tornando a ciência, não só mais motivante, mas também mais útil, e o ensino mais contextualizado e atual. Assume, ainda, a valorização das interações CTS e os aspectos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, encarando-a de forma menos dogmática e menos neutra do que tradicionalmente se faz (FERNANDES e PIRES, 2019).

Esta abordagem, no contexto educativo, tem sido um dos principais campos de investigação e ação social desse movimento, que vê, na renovação da estrutura curricular dos conteúdos, uma forma de vincular

ciência e tecnologia ao contexto social (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007). Por esse ângulo, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio recomendam uma

[...] abordagem dos conhecimentos científicos sob essa perspectiva, enfatizando que, ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural. (BRASIL, 2006, p. 119 apud BUFFOLI e RODRIGUES, 2015).

No estado do Espírito Santo a Diretriz Curricular Estadual (2009) apenas sugere esse enfoque nas atividades de ciências da natureza, ficando a responsabilidade da educação científica com enfoque CTSA para a escolha filosófica do educador em suas práticas (KRAUSER, 2014).

Dada a necessidade de ajuste do currículo da área de ciências para que a formação científica possa ser aplicada em contextos reais e atuais da vida pessoal e social dos alunos, Fernandes, Pires e Villamánan (2013) após a leitura e apreciação de documentos internacionais como questionário *Views on Science-Technology-Society* – VOSTS – (Aikenhead, Ryan e Fleming, 1989) e *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* – COCTS – (Manassero et al, 2001, 2003), ambos validados por especialistas na área da Educação em Ciências, elaboraram um instrumento de análise das orientações curriculares de Portugal o qual também vem sendo utilizado para práticas pedagógicas com enfoque CTSA.

Este instrumento, apresentado no quadro 1, possui três dimensões de análise (Finalidades, Conhecimentos e Procedimentos) que representam as preocupações centrais da Educação em Ciências. Cada uma delas é composta por diferentes Parâmetros (representam o modo de operacionalização das ideias-chave de cada Dimensão) que, por sua vez, integram um número variável de Indicadores (traduzem a concretização das inter-relações CTSA).

Quadro 1. Dimensões para análise dos indicadores da educação CTSA nos currículos de Ciências.

Dimensão	Parâmetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de Capacidades/Procedimentos	a. Propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores	a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.

	F.P3 - Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente	<ul style="list-style-type: none"> a. Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente. b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.
Conhecimentos (C)	C.P1 – Pertinência da abordagem de temas	<ul style="list-style-type: none"> a. Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia. b. Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.
	C.P2 - Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> a. Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais...). b. Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.
	C.P3 - Influencia reciproca entre os avanços científico tecnológicos e as mudanças socioambientais	<ul style="list-style-type: none"> a. Evidencia as relações reciprocas entre a ciência e a tecnologia. b. Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos. c. Enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos.
	C.P4 – Diversidade de conteúdos científicos/temas	<ul style="list-style-type: none"> a. Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.
	C.P5 - Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico	<ul style="list-style-type: none"> a. Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos. b. Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática. c. Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.
Procedimentos (P)	PP1 – Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino	<ul style="list-style-type: none"> a. Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula. b. Propõe a realização de atividades práticas (experimentais, laboratoriais, saídas de campo, outras) para se explorar as relações CTSA. c. Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.

Fonte: Fernandes, Pires e Villamán, 2013.

As dimensões propostas para análise pelas autoras propõem questões como:

- por que ensinar ciência? (finalidades do ensino das ciências, que visam o desenvolvimento de capacidades, atitudes e educação para a cidadania);
- que ciência ensinar? (conhecimentos de ciências nos quais é fundamental a presença das interações CTSA, de temas polémicos e controversos acerca da ciência e da tecnologia, bem como da sociologia externa e interna da ciência e da natureza do conhecimento científico);
- como ensinar ciência? (procedimentos metodológicos, estratégias e atividades de ensino, utilizados para concretizar as aprendizagens dos alunos, por exemplo, atividades de argumentação, debates, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA).

Esta abordagem norteou a elaboração e aplicação da sequência didática aqui apresentada, sobre “solventes orgânicos inalantes”, visando desenvolver percepções sobre drogas inalantes mediante uma abordagem CTSA do tema.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A estruturação do planejamento por meio da sequência didática permite uma maior organização dos objetivos, ações e conteúdos, além de favorecer o tratamento de um tema específico a partir de um conjunto de aulas que se inter-relacionam e se complementam. No quadro 1 exibimos um resumo da sequência didática sobre o tema “solventes orgânicos inalantes”.

Quadro 2. Resumo da estrutura e atividades da sequência didática sobre solventes orgânicos inalantes, intitulada “A Química dos inalantes e a Química da vida”.

Sequência Didática		
Título	A Química dos inalantes e a Química da vida	
Tema gerador	Solventes orgânicos inalantes	
Subtemas	<p>História da indústria química, das tintas e anestésicos.</p> <p>História da drogadição.</p> <p>Epidemiologia do uso de inalantes.</p> <p>Fisiologia da inalação de solventes.</p> <p>Política sobre drogas no Brasil.</p> <p>Fatores que influenciam na prevenção ao uso de drogas.</p> <p>Impactos ambientais do descarte inadequado de recipientes de produtos que contém solventes orgânicos.</p> <p>Efeitos nocivos dos inalantes ao corpo humano.</p>	
Objetivo geral	Desenvolver a percepção sobre drogas inalantes a partir da abordagem CTSA do tema.	
Planejamento		
Aula	Objetivos específicos	Atividades principais
0	Avaliar o conhecimento prévio sobre solventes orgânicos inalantes.	<ol style="list-style-type: none">1. Construção de mapa conceitual.2. Resolução de questionário.
1	Promover a construção dos conceitos de polaridade molecular, interações intermoleculares e solubilidade.	<ol style="list-style-type: none">1. Experimento sobre solubilidade.2. Experimento sobre cromatografia.
2	Promover a construção dos conceitos de volatilidade e compreensão das propriedades físicas dos compostos orgânicos.	<ol style="list-style-type: none">1. Experimento sobre olfato.2. Análise gráfica.
3	Verificar a presença de solventes orgânicos em produtos comerciais.	<ol style="list-style-type: none">1. Discussão sobre aplicação e história dos solventes.2. Análise de rótulos.3. Análise de fórmulas estruturais dos solventes encontrados nos rótulos.
4	Discutir aspectos científicos, tecnológicos, sociais, de saúde, ambientais, farmacológicos, dentre outros, relacionados ao tema.	<ol style="list-style-type: none">1. Debate2. Pesquisa em campo

5	Problematizar a inalação de solventes por meio de contextualização.	1. Análise gráfica 2. Vídeos
6	Apresentar o percurso no corpo humano por onde passam os solventes orgânicos e os órgãos que são afetados após a inalação.	1. Construção de modelo anatômico utilizando a ferramenta Zygote Body.
7	Discutir os efeitos nocivos à saúde causados pela inalação de solventes	1. Experimento sobre modificação da permeabilidade de membranas celulares. 2. Dinâmica de condução de impulso nervoso pelos neurônios.
8	Revisar os conhecimentos abordados	1. Jogo didático.
9	Avaliar a aprendizagem	1. Construção de mapa conceitual 2. Resolução de questionário
10	Planejar o projeto de intervenção	1. Planejamento coletivo

Cada aula e respectivas atividades da sequência didática serão apresentadas a seguir.

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 0 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Atividade 1: Registrando o conhecimento prévio por meio de mapas conceituais

Tempo: 25 minutos

Abordagem Comunicativa: Não interativa

Propósito: Promover o registro do conhecimento prévio dos estudantes acerca do tema “solventes orgânicos inalantes”.

Descrição: Solicitar que os estudantes construam e entreguem, individualmente, um mapa conceitual cujo conceito raiz seja sobre solventes orgânicos inalantes, registrando o máximo de conceitos que conhecem sobre o tema em seus aspectos químicos (composição, propriedades e métodos de fabricação/produção), biológicos (ação no organismo e efeitos adversos; metabolismo), sociais (caracterização dos usuários, classe social dos usuários, problemas sociais gerados pela venda e abuso de inalantes), econômicos (produtos comercializados que possuem solventes em sua composição; formas de fabricação), históricos (histórico de fabricação em larga escala; histórico da inalação de solventes orgânicos), ambientais (matéria prima; descarte e prejuízos ao meio ambiente) e sobre a saúde (efeitos sobre o corpo humano).

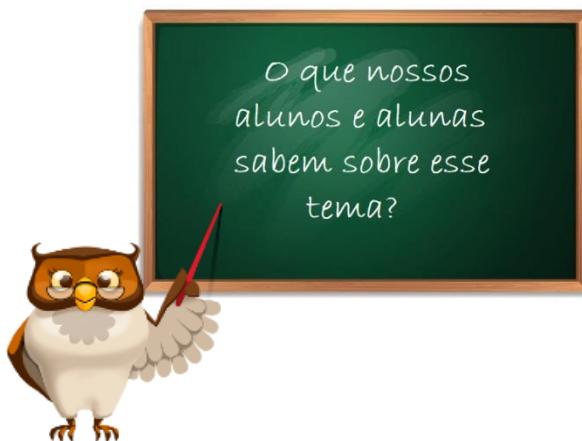
Atividade 2: Registrando o conhecimento prévio por meio de questionários

Tempo: 25 minutos

Abordagem Comunicativa: Não interativa.

Propósito: Promover o registro do conhecimento prévio dos estudantes acerca do tema “solventes orgânicos inalantes”.

Descrição: Solicitar aos alunos que respondam ao questionário proposto (apêndice A) sobre o tema “solventes orgânicos inalantes”.



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 1 – POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos de aprendizagem

- Analisar a polaridade do permanganato de potássio ($KMnO_4$) e do iodo (I_2) por meio de sua solubilidade nos solventes água e gasolina.
- Relacionar a polaridade molecular das substâncias analisadas à sua estrutura e composição química.

Conteúdos

1. Polaridade molecular;
2. Regra de solubilidade;
3. Compostos hidrofílicos e hidrofóbicos;
4. Compostos lipofílicos e lipofóbicos.

Atividade 1: Quem é polar, quem é apolar?

Tempo: 25 min

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Analisar a solubilidade do $KMnO_4$ e I_2 nos solventes água e gasolina.

Materiais: Roteiro de aula experimental 1 (apêndice B);

Descrição: O professor deve preparar os materiais para realização da atividade, possibilitando aos estudantes a condução da atividade experimental e verificação prática da regra de solubilidade. Em seguida, os alunos devem responder às perguntas orientadoras contidas no roteiro da aula experimental.

Atividade 2: Análise de pigmentos de caneta hidrocor

Tempo: 25 min

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Relacionar a solubilidade das substâncias que são pigmentos para canetas hidrocor à sua polaridade por meio da prática de cromatografia em papel.

Materiais: Roteiro de aula experimental 1;

Descrição: Antes de iniciar a prática, o professor deve fazer uma breve apresentação da técnica de cromatografia aos alunos. Após a execução, os alunos devem responder às perguntas orientadoras contidas no roteiro da aula experimental.

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 2 – ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos de aprendizagem

- Analisar gráficos sobre pressão de vapor e temperatura de fusão e ebulação de solventes utilizados como drogas inalantes;
- Relacionar a pressão de vapor e a temperatura de ebulação dos solventes apresentados nos gráficos à sua estrutura e composição química.
- Relacionar o conceito de pressão de vapor ao conceito de volatilidade.

Conteúdos

1. Pressão de vapor de compostos orgânicos;
2. Temperatura de fusão e ebulação de compostos orgânicos;
3. Volatilidade.

Atividade 1: A Química dos cheiros

Tempo: 15 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Identificar substâncias diversas pelo olfato.

Materiais de apoio: Reagentes e roteiro de aula experimental 2, impresso (apêndice C).

Descrição: Preparar com antecedência tubos de ensaio contendo as substâncias listadas na tabela contida no roteiro desta aula experimental. Apresentar aos estudantes as técnicas de inalação para que não aspirem diretamente sobre os tubos de ensaio, e sim o balancem para que vapores sejam liberados. Após a identificação das substâncias, solicitar aos alunos que respondam às perguntas orientadoras contidas no roteiro de aula.

Atividade 2: Analisando gráficos de solventes orgânicos comuns

Tempo: 35 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Entender o comportamento físico-químico das substâncias usadas como drogas inalantes por meio da compreensão do conceito de volatilidade.

Materiais de apoio: Roteiro de aula experimental 2.

Descrição: No primeiro momento da aula, o professor deve levantar as questões orientadoras, sem respondê-las:

- Porque algumas substâncias tem cheiro e outras não?
- Todo líquido evapora? Se sim, todos liberam a mesma quantidade de vapor?
- Do que depende a “facilidade” de um líquido em evaporar?

A partir desta discussão que deve culminar na associação da pressão de vapor dos líquidos ao tipo de interação intermolecular que possuem, discutir o gráfico do roteiro da aula que relaciona a pressão de vapor de solventes orgânicos à sua temperatura de ebulição. Solicitar que os alunos respondam às questões propostas no roteiro desta aula e em seguida promover uma discussão a respeito da interpretação gráfica com os alunos.

É esperado que até aqui
nossos alunos já saibam
associar a polaridade
dos compostos orgânicos
à sua solubilidade!



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 3 – SOLVENTES ORGÂNICOS

Atividade 1: O que você entende por solventes?

Tempo: 15 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Discutir sobre diferentes aspectos relacionados à temática dos solventes orgânicos.

Materiais de apoio: Apresentação de slides.

Descrição: Pesquisar junto aos alunos o que eles entendem por solventes, aplicando as seguintes questões orientadoras:

- o que você entende por solventes?
- pra quê servem?
- onde são encontrados na natureza?
- quais os principais solventes?
- são importantes para a vida moderna?
- são benéficos ou maléficos para a saúde?
- são benéficos ou maléficos para a sociedade e ambiente?
- desde quando são usados?

Nesta etapa é importante não dar as respostas, somente provocar a reflexão.

Atividade 2: Onde os solventes são encontrados e como são utilizados?

Tempo: 15 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Reconhecer por meio da leitura da composição química nos rótulos de produtos químicos domésticos a presença de solventes orgânicos.

Materiais de apoio: Produtos químicos de uso doméstico como repelentes de insetos, produtos de limpeza geral, solventes para tintas (tinner, aguá raz), desodorantes, perfume, etc.

Descrição: Agrupar os estudantes em grupos de 6 integrantes para análise dos rótulos dos produtos químicos de uso doméstico para que identifiquem a composição dos mesmos e a presença (ou não) do que pensam ser os solventes orgânicos contidos no produto. Devem registrar o nome destas substâncias para posterior discussão.

Atividade 3: Conhecendo a estrutura e composição química de alguns solventes orgânicos

Tempo: 20 minutos

Abordagem Comunicativa: Não interativa

Propósito: Analisar a composição química e a fórmula estrutural dos solventes orgânicos presentes nos rótulos analisados.

Materiais de apoio: Notebook e projetor.

Descrição: Apresentar as fórmulas estruturais dos solventes orgânicos reconhecidos pelos alunos nos rótulos analisados. Questioná-los quanto à polaridade molecular de tais substâncias e o tipo de interação intermolecular existente nelas. A partir de tais levantamentos, reanalisar o gráfico discutido na aula anterior relacionando a pressão de vapor à força da interação intermolecular dos solventes orgânicos.

Atividade 4: Pesquisa: Histórico e definições sobre solventes

Tempo: 5 minutos

Abordagem Comunicativa: Não interativa / de autoridade.

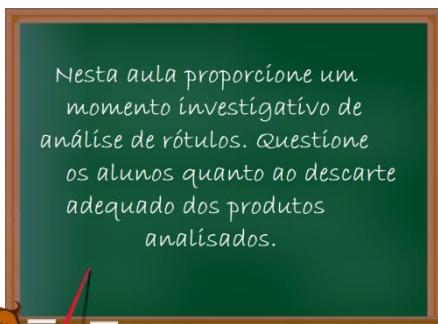
Propósito: Nivelar e aprofundar o conhecimento dos estudantes por meio de pesquisa sobre a definição conceitual de solventes orgânicos, seu histórico e importância na sociedade e presença nos produtos do cotidiano.

Materiais de apoio: Textos disponibilizados aos alunos em sala de aula virtual e roteiro de estudo dirigido (apêndice D).

Descrição: Separar a turma em grupos de 5 integrantes e solicitar que cada grupo leia um dos textos postados na sala de aula virtual da turma e prepare uma breve apresentação do material para a turma, a ser apresentado na aula seguinte.

Textos:

- 1) Aspectos sociais e históricos da produção de solventes;
- 2) Classificação dos inhalantes;
- 3) Aspectos sociais do abuso de inhalantes;
- 4) Epidemiologia dos inhalantes;
- 5) Farmacologia dos inhalantes;



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 4 – SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos específicos

- Analisar criticamente o uso de solventes orgânicos pela sociedade em suas diversas formas, respondendo às questões orientadoras da aula anterior referentes a diversos aspectos (sociais, históricos, culturais, econômicos, saúde).

Conteúdos

- Conceitos sociocientíficos.

Atividade 1: Respondendo às questões orientadoras

Tempo: 35 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Promover discussão a respeito dos diferentes aspectos abordados sobre solventes orgânicos nos texto.

Materiais de apoio: Projetor, notebook e quadro branco.

Descrição: O professor deve organizar a sala de forma que os alunos estejam de frente uns para os outros proporcionando um ambiente de discussão. Refazer as perguntas orientadoras deixando com que os próprios alunos respondam baseado nos textos lidos e em suas vivências. Questionar os estudantes sobre a necessidade de se falar/estudar o tema de drogas inalantes e solicitar que realizem um levantamento na escola em que estudam para averiguarem se o uso de inalantes é uma atitude comum no meio onde estão. Para realização desta proposta, deve ser entregue ao grupo que fará a coleta de dados o questionário a ser utilizado na investigação.

Atividade 2: Levantamento de informações sobre uso de inalantes

Tempo: 15 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Orientar os alunos no levantamento de informações sobre uso de inalantes pelos demais alunos da escola.

Materiais de apoio: Projetor, notebook e quadro branco.

Descrição: O professor deve orientar os alunos para que construam um questionário utilizando ferramentas como o Google Formulários para identificação do número de alunos que utilizaram drogas inalantes em sua escola. Esse questionário deverá ser respondido pelos demais estudantes da escola utilizando por exemplo o laboratório de informática ou disponibilizando o formulário em rede social. Não deve ser cobrado o nome dos alunos que responderam à pesquisa, sendo, portanto anônima e voluntária. O objetivo é colocar os alunos em uma posição investigativa, ativa e protagonista da condução da pesquisa.

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 5 – VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos específicos

- Discutir os resultados da pesquisa dos estudantes solicitadas na aula anterior.
- Analisar o vídeo produzido pelo Fantástico (programa da TV Globo) sobre o abuso de inalantes por jovens em São Paulo.

Conteúdos

- Estatística do levantamento realizado pelos estudantes;
- Solventes orgânicos inalantes:
 - Definição;
 - Efeitos nocivos à saúde;
 - Epidemiologia;

Atividade 1: Discussão dos resultados

Tempo: 20 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Analisar os resultados do levantamento realizado pelos estudantes com os demais da escola em que estudam.

Materiais de apoio: Apresentação de slides.

Descrição: Proporcionar um momento de apresentação pelos estudantes dos resultados do levantamento que realizaram a respeito do conhecimento acerca de inalantes e seu uso. Analisar a necessidade de se conhecer a composição química dos inalantes e a forma como agem no corpo humano.

Atividade 2: Vídeo

Tempo: 30 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Apresentar o vídeo produzido pelo programa “Fantástico” sobre uso de inalantes e discutir sobre seu conteúdo.

Materiais de apoio: Vídeo, projetor e computador. Vídeo disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2015/06/uso-de-lanca-perfume-poe-em-risco-vida-de-jovens-pelo-brasil.html> Acesso em: 16/06/2018

Descrição: Apresentar por meio de vídeo a situação do estado de São Paulo referente ao abuso de inalantes por adolescentes em bailes de rua. Em seguida, questioná-los sobre a realidade apresentada, se esta condiz com a que eles vivem. Discutir com os alunos a importância do conhecimento científico na escolha de usar ou não drogas. Fazer as seguintes perguntas orientadoras da discussão:

- As pessoas usam drogas com qual objetivo, em sua opinião?
- Qual caminho drogas ou medicamentos fazem no corpo humano até causarem efeitos?
- Quais órgãos são afetados pelos solventes orgânicos quando inalados?

Tais perguntas devem ser respondidas pelos alunos por meio de pesquisa a ser realizada extraclasse.

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 6 – O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos específicos

- Analisar a ação de inalantes no organismo humano;
- Relacionar a lipofilicidade de alguns inalantes com sua ação sobre o sistema nervoso central;
- Reconhecer os órgãos afetados pelos inalantes.

Conteúdos

- Anatomia humana;
- Drogas inalantes;
- Polaridade e solubilidade;

Atividade: O caminho das drogas inalantes no corpo humano

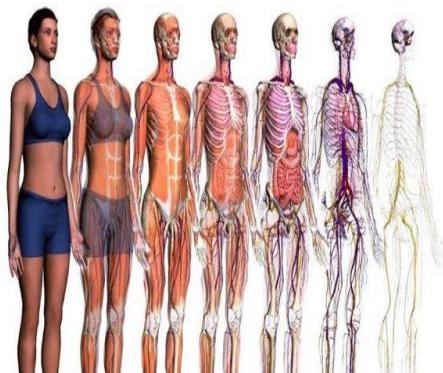
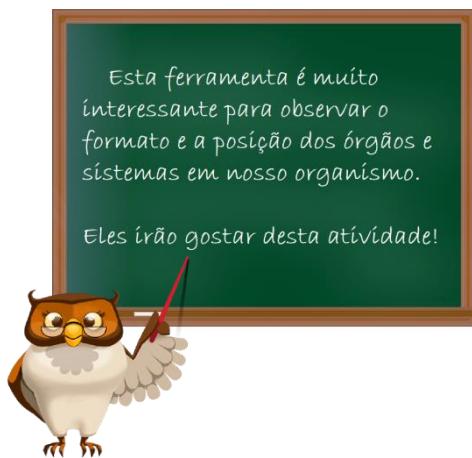
Tempo: 55 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Compreender o percurso no corpo humano por onde passam os solventes orgânicos e os órgãos que são afetados após a inalação.

Materiais de apoio: Apresentação de slides, computadores e internet.

Descrição: A partir das respostas dos alunos sobre os órgãos afetados pelos solventes orgânicos quando inalados, orientar que os mesmos se dividam em trios e acessem o link do site Zygote Body (www.zygotebody.com) a fim de construir um modelo anatômico contendo apenas os órgãos afetados pelos solventes orgânicos quando inalados, devidamente identificados. Caso o tempo não seja suficiente para esta atividade, solicitar que terminem a atividade em casa.



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 7 – EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR

Tempo estimado: 110 minutos

Objetivos específicos

- Analisar a modificação da permeabilidade de membranas celulares em diferentes solventes;
- Conhecer os efeitos agudos e crônicos do abuso de inalantes;
- Identificar os hormônios associados a esses efeitos.

Conteúdos

- Anatomia humana;
- Membranas celulares: composição, estrutura e função;
- Lipofilicidade;
- Polaridade molecular;
- Hormônios e neurotransmissores;

Atividade 1: Modificando a permeabilidade das membranas celulares

Tempo: 30 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Compreender a função das membranas celulares e as consequências de sua modificação.

Materiais de apoio: Roteiro da experimental 3 (apêndice E);

Descrição: Apresentar uma imagem de estrutura celular para relembrar os alunos de suas partes e em seguida discutir o papel das membranas celulares e sua composição química. Realizar experimento utilizando a beterraba em diferentes solventes e discutir a modificação de sua permeabilidade.

Atividade 2: Do nível macroscópico ao nível celular: efeitos agudos e crônicos do uso de inalantes.

Tempo: 50 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Analisar bioquimicamente os efeitos nocivos causados pela inalação de solventes orgânicos.

Materiais de apoio: Apresentação de slides e roteiro de aula com esquemas e figuras.

Descrição: Discutir com os alunos a diferença entre efeitos agudos e crônicos. Em seguida, discutir a afinidade dos solventes com as membranas das células do sistema nervoso (neurônios) e associar o contato dos solventes com as mesmas provoca modificação na atividade neuronal, tornando as sinapses mais lentas (ilustrar com vídeo sobre desmielinização).

Fazer uma dinâmica para simular a condução do impulso elétrico pelos neurônios mielinizados e desmielinizados. Faça um telefone sem fio utilizando duas fileiras de alunos, uma com 10 alunos e outra com 4, e compare a velocidade na condução da informação.

Que tal convidar o professor ou a professora de Biologia da sua escola para dar essa aula em conjunto com você?



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 8 – VAMOS REVISAR?

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos específicos

- Revisar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores.
- Promover a integração da turma por meio de jogos interativos.

Conteúdos

- Fisiologia humana;
- Drogas inalantes;
- Propriedades físicas dos compostos orgânicos;
- Funções orgânicas;
- Toxicologia do tolueno e cloreto de etila;
- Membranas celulares;
- Mecanismos de transporte da membrana plasmática;
- Hormônios e neurotransmissores;

Atividade: Jogo

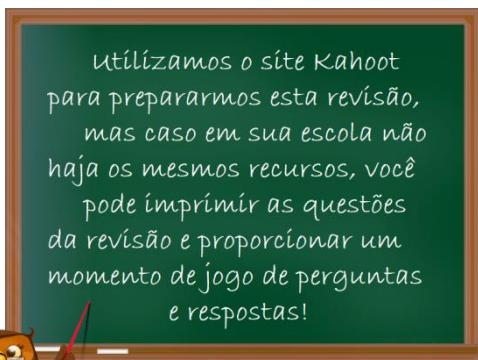
Tempo: 50 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito: Revisar os conceitos abordados nas aulas anteriores.

Materiais de apoio: Projetor e celulares (com acesso à internet).

Descrição: Separar a turma em grupos que competirão entre si em um jogo de perguntas e respostas criado pela professora no site Kahoot com base nos conceitos abordados nas aulas anteriores. Vence o grupo que acertar o maior numero de questões. Todas devem ser discutidas e os erros corrigidos.



SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 9 – REGISTRANDO O CONHECIMENTO

Tempo estimado: 55 minutos

Objetivos específicos

- Construir mapa conceitual sobre o tema solventes inalantes.
- Discutir meios de conscientização sobre os prejuízos à saúde provocados pelo abuso de inalantes.

Abordagem Comunicativa: Não interativa.

Propósito: Construir mapa conceitual sobre solventes inalantes e responder ao questionário.

Materiais de apoio: Questionário e folha em branco para o mapa conceitual.

Descrição: Relembrar aos estudantes como devem ser construídos os mapas conceituais. Solicitar aos alunos que construam e entreguem um mapa conceitual com o conceito raiz “solventes orgânicos inalantes”, registrando o máximo de conceitos que conhecerem sobre o tema em seus aspectos químicos (composição, propriedades e métodos de fabricação/produção), biológicos (ação no organismo e efeitos adversos; metabolismo), sociais (caracterização dos usuários, classe social dos usuários, problemas sociais gerados pela venda e abuso de inalantes), econômicos (produtos comercializados que possuem solventes em sua composição; formas de fabricação), históricos (histórico de fabricação em larga escala; histórico da inalação de solventes orgânicos), ambientais (matéria prima; descarte e prejuízos ao meio ambiente) e sobre a saúde (efeitos sobre o corpo humano).

Após elaborarem o mapa conceitual, responder ao questionário final, o mesmo respondido ao inicio da sequência didática.

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

AULA 10 – PROJETO DE CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA

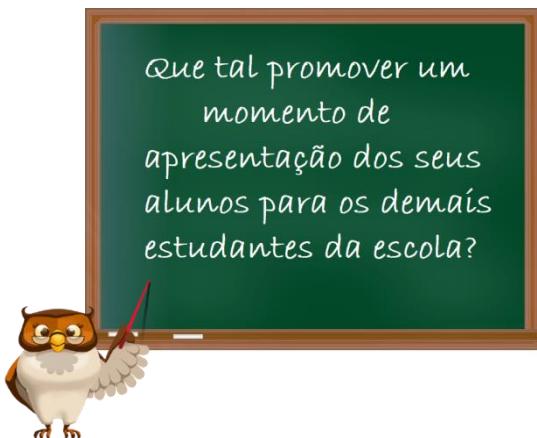
Tempo estimado: 55 minutos

Abordagem Comunicativa: Interativa / dialógica.

Propósito/Descrição: Confeccionar meio material de divulgação.

Materiais de apoio: Dependerão da ação proposta pelos alunos.

Descrição: Promover um momento para discussão sobre a necessidade dos alunos passarem a diante as principais informações que aprenderam sobre drogas inalantes para os demais alunos da escola. Este projeto pode culminar em apresentações teatrais, murais, maquetes, folders, entre outros.



APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

A sequência didática apresentada neste guia faz parte do projeto de mestrado da autora, apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, polo IFES – Vila Velha. A experiência desta aplicação será apresentada nesta seção.

AULA 0 – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Para esta atividade foi utilizada uma aula de 55 minutos realizada na sala de aula tradicional da série onde a pesquisa foi aplicada (figura 16).

Figura 15. Aula diagnóstico.



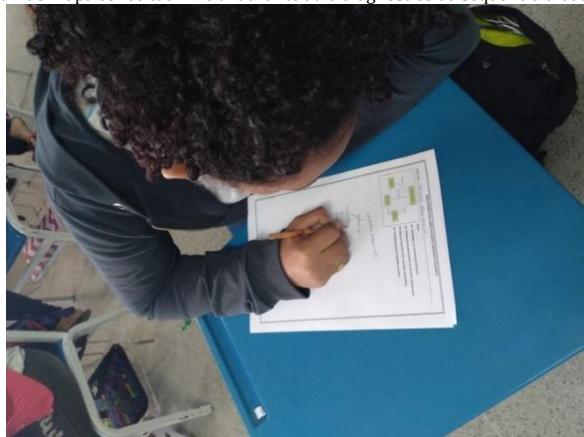
Fonte: A autora, 2019.

Inicialmente, os alunos foram convidados a responder ao questionário inicial. Em seguida, aos que terminavam, foi entregue uma folha contendo orientações para construção de um mapa conceitual sobre o tema “solventes orgânicos inalantes” (figura 17). O tempo foi suficiente para a realização da atividade, pois, os alunos não possuíam conhecimento extenso sobre o tema ficando grande parte dos mapas conceituais ou em branco ou pouco elaborados.

A construção de mapas conceituais objetivou o reconhecimento de proposições significativas aos alunos relacionadas à temática. Os alunos já haviam construído outros mapas conceituais ao longo do ano, estando por dentro da técnica e sendo orientados pela professora pesquisadora. A relação direta com o tema drogas ficou evidente a partir da entrega do Qi, onde questões acerca de saúde, tolerância, abstinência e dependência química foram propostas. No entanto, não haviam até o momento ouvido falar

nas aulas de Química sobre “solventes orgânicos”, cabendo as relações serem estabelecidas a partir do significado de “inalantes”.

Figura 16. Aluna construindo mapa conceitual inicial durante aula diagnóstico da sequência didática.



Fonte: A autora, 2019.

AULA 1 - POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE

Esta aula de 55 minutos foi realizada no laboratório de Química e teve o objetivo de construção do conceito de solvente orgânico e inorgânico. Foram realizadas duas atividades experimentais (figura 18) em grupos de 6 alunos, às quais realizaram os procedimentos sozinhos, utilizando o roteiro de aula.

A primeira atividade objetivou proporcionar a verificação da solubilidade das substâncias permanganato de potássio, iodo molecular, gasolina, etanol combustível e água entre si, trabalhando conceitos de miscibilidade, anfifilicidade, hidrofobicidade, hidrofilicidade, lipofilicidade e lipofobicidade.

Em seguida, os alunos realizaram uma cromatografia em papel utilizando como amostra a tinta de canetas hidrocolores e éter como solvente. A cuba cromatográfica foi montada pela professora e ficou a cargo dos alunos observarem o comportamento da tinta ao longo do processo de cromatografia. Esta atividade objetivou relacionar o tipo de interação intermolecular entre o pigmento da amostra com o papel e o solvente, estabelecendo assim relações entre composição química e solubilidade. Como a cuba foi montada com materiais e reagentes disponíveis no laboratório de Química da escola, foi utilizada uma luva plástica para tampar o bêquer e impedir a liberação de vapores de éter. Isto possibilitou aos alunos a visualização da rápida formação de vapores de éter logo após o fechamento da cuba devido ao aumento do volume da luva, introduzindo o conceito de pressão de vapor que seria trabalhado na aula seguinte.

Figura 17. A) Experimento sobre solubilidade. B) Experimento sobre cromatografia em papel.



Fonte: A autora, 2019.

Ao final da aula, as estruturas das substâncias utilizadas nas práticas foram apresentadas no quadro branco para discussão de sua polaridade e tipo de interação intermolecular com cada solvente. Para casa, os alunos deveriam responder às questões propostas no roteiro de aula, baseado em suas observações e no texto de apoio.

AULA 2 - ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

Esta aula, de 55 minutos, realizada no laboratório de Química, trabalhou a química dos cheiros, tendo o objetivo de construir o conhecimento acerca da volatilidade dos compostos orgânicos de baixo peso molecular e baixa polaridade. Por meio da relação entre a força das interações intermoleculares desses compostos e sua pressão de vapor, é possível inferir sua volatilidade, propriedade determinante para a passividade de inalação de uma substância.

Seguindo o roteiro da aula experimental e divididos em grupos de 6 integrantes, os alunos foram convidados a tentar identificar a composição química de nove substâncias não identificadas contidas em

tubos de ensaio tampados. Deveriam após o reconhecimento (figura 19), responder às perguntas orientadoras do roteiro. As substâncias utilizadas foram:

1. Hipoclorito de sódio (água sanitária).
2. Cinamaldeído (canela).
3. Mentona (hortelã).
4. Acetona (removedor de esmalte).
5. Acetato de Isopentila (amolecedor de esmalte).
6. Salicilato de metila (gelol).
7. Etanol (álcool comercial).
8. Ácido acético (vinagre).
9. Cafeína (extrato alcoólico).

Figura 18. Prática experimental sobre a química dos cheiros.



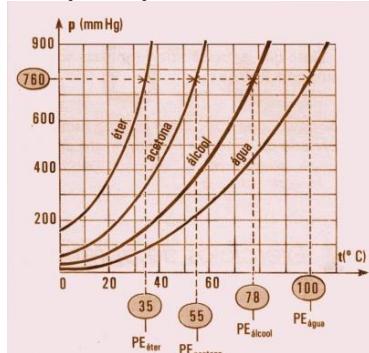
Fonte: A autora, 2019.

A segunda parte da aula, também contida no roteiro de aula, objetivou o entendimento do comportamento físico-químico das substâncias usadas como drogas inalantes por meio da compreensão do conceito de volatilidade. No primeiro momento, questões foram colocadas para discussão:

- Por que algumas substâncias possuem “cheiro” e outras não?
- Todo líquido evapora? Se sim, todos liberam a mesma quantidade de vapor?
- Do que depende a “facilidade” de um líquido em evaporar?

Em seguida, os alunos observaram o gráfico da pressão de vapor em função da temperatura para alguns solventes comuns (figura 20) e foram orientados a discutir e responder às questões propostas no roteiro.

Figura 19. Pressão de vapor em função da temperatura para os solventes éter, acetona, álcool e água.



Fonte: Disponível em: <http://quimica-dicas.blogspot.com/2010/07/pressao-de-vapor-de-um-solvente.html>. Acesso em 25/06/2019.

AULA 3 - SOLVENTES ORGÂNICOS

Esta aula foi realizada na sala de aula, em 55 minutos. Iniciou-se com a discussão acerca das questões propostas na aula anterior sobre substâncias odoríferas e também sobre o gráfico apresentado.

Em seguida, novas questões foram colocadas para levantamento de hipóteses acerca de solventes orgânicos, gerando discussões entre os alunos. Tais questões foram:

- O que vocês entendem por solventes?
- Pra quê servem?
- Onde são encontrados na natureza?
- Quais os principais solventes?
- São importantes para a vida moderna?
- São benéficos ou maléficos para a saúde?
- São benéficos ou maléficos para a sociedade e ambiente?
- Desde quando são usados?

Estas questões não foram respondidas pela professora. Em seguida, os alunos foram convidados a manusear produtos químicos domésticos, levados pela professora, e identificar sua composição química, registrando no caderno.

Após o registro, apresentaram-se no quadro branco as fórmulas estruturais dos solventes presentes nos produtos analisados e discutiram-se aspectos de polaridade molecular, interações intermoleculares, volatilidade e solubilidade de tais substâncias.

A fim de proporcionar um debate na aula seguinte acerca de diferentes aspectos aos quais os solventes orgânicos estão relacionados (ambientais, tecnológicos, históricos, saúde, outros) dividiu-se a classe em 6 grupos, solicitando a cada um a leitura do texto correspondente, disponível na sala virtual da turma no Google Classroom.

Os textos disponibilizados foram compilações de artigos científicos e tratavam sobre:

- 1) Aspectos sociais e históricos da produção de solventes;
- 2) Classificação dos inalantes;
- 3) Abuso de inalantes;
- 4) Aspectos sociais do abuso de inalantes;
- 5) Epidemiologia dos inalantes;
- 6) Farmacologia dos inalantes

AULA 4 - SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?

Esta aula teve duração de 110 minutos e foi realizada no espaço da sala de vídeo, devido à disposição das cadeiras serem em formato circular, proporcionando que todos se olhassem de frente. A professora pesquisadora não ficou em lugar de destaque, de forma que os alunos se sentissem os responsáveis pelo debate.

O objetivo da roda de conversa foi promover a discussão a respeito dos diferentes aspectos levantados na aula anterior com as perguntas orientadoras sobre solventes orgânicos a partir da leitura dos textos pré-selecionados.

Questões como dependência química, tolerância, abstinência, política brasileira sobre drogas, tratamento de dependentes químicos, histórico da produção de solventes, fatores de prevenção ao uso de drogas, entre outros foram levantados e respondidos pelos próprios alunos, sempre com a intervenção da professora para respostas equivocadas ou desvios de foco.

Ao término da discussão, foi levantada a necessidade de contribuir na prevenção ao uso de inalantes (e outras drogas) para as primeiras séries da escola, por serem o grupo mais próximo da idade média para o primeiro uso (12 a 13 anos), segundo levantamento do CEBRID (2010). Desta forma, os alunos foram orientados a, primeiramente, realizar um levantamento com estas turmas para reconhecer o grau de conhecimento dos mesmos sobre o tema inalantes. Os alunos propuseram as questões e foram orientados a separaram-se em equipes para produzir o formulário eletrônico (via Google Forms) e aplicá-lo, tarefa a ser cumprida nos dias seguintes e anteriormente à próxima aula de Química.

Nos dias seguintes, com o apoio da equipe pedagógica e dos professores da escola, os alunos realizaram o levantamento de informações da seguinte maneira:

- Dividiram-se em cinco equipes de aproximadamente sete alunos. Cada equipe era responsável por realizar o levantamento durante uma aula, sendo liberados pelo professor da aula em questão.
- Em cada equipe, um aluno ficou responsável por ir até a sala de uma das seis turmas de 1^a série que a escola possui e convidar os alunos para participarem de uma pesquisa sobre drogas, onde deveriam responder a perguntas em um formulário eletrônico no laboratório de informática, de forma totalmente anônima. Dois alunos ficaram responsáveis pela manutenção da ordem nos corredores até o laboratório de informática e os demais ficaram responsáveis por orientar os alunos dentro do laboratório de informática enquanto estivessem respondendo ao formulário.

O resultado da pesquisa dos alunos foi discutido na aula seguinte, cinco dias depois do debate quando foi solicitada.

AULA 5 - VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?

Nesta aula de 55 minutos, realizada no laboratório de Química onde havia a disposição projetor e notebook, os alunos puderam apresentar os resultados do levantamento que realizaram em dados estatísticos, resultado esse automático disponibilizado pelo Google Forms.

Discutiram-se os resultados coletivamente pergunta a pergunta, comparando alguns resultados com o levantamento oficial do CEBRID, de 2010.

Em seguida, os alunos assistiram à reportagem produzida pelo programa “Fantástico”, da Rede Globo de Televisão (figura 21), a respeito da epidemia do abuso de inalantes (lança perfume e loló, no linguajar popular) na cidade de São Paulo-SP em 2016. Esta atividade foi proposta a fim de comparação da realidade das grandes metrópoles com a vivida pelos alunos em sua comunidade. Em seguida, surgiram novas discussões a respeito do tema, como as consequências do não conhecimento acerca da composição química dos inalantes e os efeitos nocivos de seu uso no organismo humano. Para aprofundamento desta questão, os alunos foram orientados a lerem o texto disponibilizado na sala de aula virtual da turma (Google Classroom) sobre o tema, para a aula seguinte.

Figura 20. A) Discussão dos resultados do levantamento realizado pelos alunos. B) Momento de análise da reportagem do "Fantástico" sobre o uso de inalantes na cidade de São Paulo-SP.



Fonte: A autora, 2019.

AULA 6 - O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO

Esta aula, de 55 minutos, aconteceu no laboratório de informática da escola, onde no dia estavam funcionando 8 computadores. Nesta sala também há quadro digital, que foi utilizado para ensinar aos alunos as funcionalidades do site Zygote Body. Este site permite a visualização do corpo humano e seus órgãos e sistemas em 3D, com gráfico semelhante à realidade.

Baseado na leitura do texto, os alunos identificaram os principais órgãos afetados pelo abuso crônico e agudo de inalantes. No laboratório de informática e em grupo, teriam que “construir” um corpo humano contendo apenas estes órgãos (identificados), utilizando o site. No entanto, a falta de internet impossibilitou a atividade, ficando aos alunos a tarefa de fazê-la em casa, entregando o resultado final até a aula seguinte.

Com o tempo disponível da aula, os alunos organizaram-se em grupos para discutir possíveis ações de conscientização sobre o tema para as primeiras séries que analisaram.

AULA 7 - EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.

Esta aula utilizou 110 minutos totais, sendo uma aula vaga e outra cedida pelo professor de Geografia. A aula deste professor foi reposta nos dias seguintes.

A proposta dessa aula foi abordar, de forma expositiva, dialogada e interdisciplinar com Biologia, a ação das drogas inalantes no organismo humano. Para isto teve-se a presença da professora de Biologia da turma, auxílio de projetor com imagens, microscópio e lâminas de tecidos hepáticos e caixa de som.

Inicialmente a professora de Biologia apresentou de forma geral o funcionamento do sistema nervoso e a diferença entre o formato das células nervosas (neurônios) e outras células comuns, como as hepáticas, que os alunos puderam visualizar no microscópio por meio de projeção (figura 22). Para simulação do mecanismo de condução de impulsos elétricos pelos neurônios, realizou-se uma dinâmica do “telefone sem fio”, onde se formaram duas fileiras de alunos, em uma estavam lado a lado e bem próximos uns aos outros, simulando um neurônio mielinizado (onde o impulso elétrico é conduzido com maior velocidade) e em outra onde os alunos estavam espaçados uns dos outros, simulando um neurônio afetado pelo uso de solventes orgânicos inalantes, ou seja, desmielinizado (onde o impulso elétrico é retardado ou não conduzido). Esta dinâmica objetivou simular a diminuição na velocidade de condução de impulsos elétricos em indivíduos usuários de inalantes.

Figura 21. Aula interdisciplinar com a disciplina de Biologia sobre a ação dos inalantes no organismo humano.



Fonte: A autora, 2019.

Em seguida, para representar a modificação do funcionamento das células quando alterada a composição das membranas celulares, apresentou-se os resultados de um experimento preparado previamente com

beterrabas imersas em solventes de diversas polaridades, a fim de discutir a razão para a desmielinização de neurônios por inalação de solventes. A afinidade entre substâncias de mesma polaridade foi experimentada pelos alunos por meio da imersão de poliestireno (isopor) em gasolina (solvente também passível de inalação) (figura 23).

Figura 22. Demonstração da afinidade entre substâncias de mesma polaridade, utilizando poliestireno e gasolina.



Fonte: A autora, 2019.

Por fim, as professoras explicaram a transmissão sináptica e o papel dos neurotransmissores na transmissão dos impulsos elétricos. As sensações advindas da liberação de neurotransmissores também foram discutidas, relacionando-as aos efeitos do abuso de inalantes, tanto crônico quanto agudo.

AULA 8 - VAMOS REVISAR?

Esta aula de 55 minutos foi realizada no laboratório de informática e teve o objetivo de revisar aspectos importantes discutidos ao longo da SD e também proporcionar um momento para sanar eventuais dúvidas que surgiram ao longo do processo.

Para a revisão foi aplicado um jogo de perguntas e respostas construído no site “Kahoot”. Os alunos se dividiram em quatro grupos (pois eram apenas quatro os alunos com celular e internet móvel, uma vez que a internet da escola não estava funcionando) e se cadastraram no site. Então digitaram o código de acesso ao jogo criado para a revisão e iniciou-se a competição. As perguntas foram projetadas no quadro digital e os alunos mais rápidos em responder corretamente (utilizando como “controle” o celular) ficavam nas primeiras posições, possibilitando ao professor reconhecer instantaneamente os que estavam com mais duvidas. Quando as perguntas eram respondidas por todos os alunos, automaticamente aparecia a resposta correta e também a marcada por cada grupo, permitindo a discussão e correção dos erros.

AULA 9 - REGISTRANDO O CONHECIMENTO

Esta aula teve o mesmo formato da aula diagnóstico. Ocorreu na sala de aula regular e teve duração de 60 minutos. Objetivou reconhecer por meio da comparação de resultados finais e iniciais, a ocorrência de aprendizagem significativa sobre os conhecimentos construídos ao longo da SD.

Os alunos receberam o questionário final, idêntico ao inicial, e também uma folha em branco para a construção do mapa conceitual final sobre a temática dos solventes orgânicos inalantes. Foi orientado aos alunos que construíssem o mapa com o maior numero de proposição possível sobre os diversos aspectos discutidos sobre a temática, não somente o que se referia à Química.

AULA 10 - PROJETO DE CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA

Esta aula foi destinada à discussão de uma intervenção a ser aplicada pelos sujeitos da pesquisa aos alunos das primeiras séries da escola, de forma a promover a informação e conscientização sobre o tema. A turma decidiu por realizar diferentes abordagens no dia da feira de ciências da escola, que seria no mês seguinte. Dividiram-se em grupos e, segundo as características de cada um, iniciaram o processo de planejamento das ações.

No dia da Feira de Ciências, havia quatro grupos:

- 2 grupos fizeram apresentações tradicionais de feiras de ciências. Um apresentou maquete e cartaz e ou outro maquete, cartaz e experimentos. Estes grupos (figuras 24 e 25) deram enfoque ao funcionamento do sistema nervoso e a ação da inalação de solventes no SNC.

Figura 23. Grupo de alunos que apresentaram maquetes e cartazes na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

Figura 24. Grupo de alunos que apresentaram maquetes, cartazes e experimentos na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

- Um grupo (figura 26) construiu um mural no corredor da escola e abordou diversos aspectos do uso de inalantes por jovens, formas de uso, produtos domésticos e o tipo de solvente que possuem, além da composição química média de lotes apreendidos no ES de lança perfume e lolô. Este grupo permaneceu ao lado do mural durante o dia da feira de ciências promovendo a conscientização dos estudantes que paravam para assisti-los.

Figura 25. Grupo de alunos que construíram um mural na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

- Um grupo, o maior da sala (figura 27), contendo mais da metade dos alunos da turma participante da pesquisa, elaborou uma peça de teatro que foi exibida durante todo o dia da Feira de Ciências (no turno matutino) no pátio central da escola. Neste dia, todas as turmas expuseram trabalhos em suas salas e os alunos podiam transitar livremente por toda escola, visitando os trabalhos dos colegas. Assim, devido a localização da peça teatral, os alunos que passavam pelos corredores também paravam para assisti-los.

Figura 26. Grupo de alunos que apresentaram uma peça teatral na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

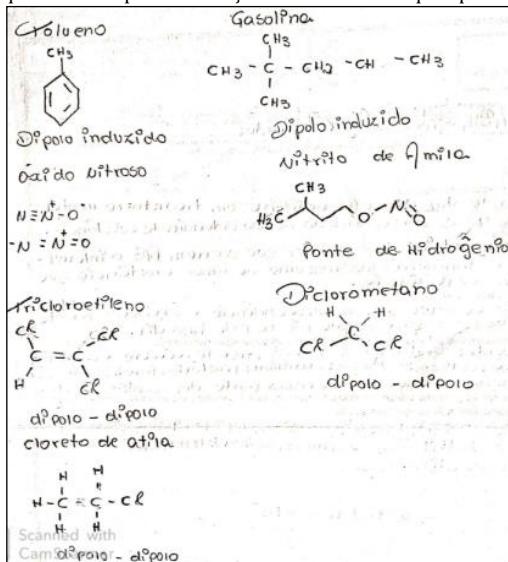
RESULTADOS

Os principais resultados obtidos com a aplicação da sequência foram:

1) Aprendizagem em Química, relativo principalmente ao conhecimento de polaridade molecular, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos por meio de atividades experimentais e pesquisa.

A aprendizagem dos alunos foi avaliada mediante a análise de suas respostas à questões presentes nos roteiros das aulas experimentais e no roteiro de estudo dirigido. Abaixo estão apresentados dois exemplos de respostas utilizadas na avaliação da aprendizagem.

Questão 5 – Roteiro de estudo dirigido: Quais são as principais substâncias utilizadas como inalantes? Apresente sua estrutura química e o tipo de interação intermolecular que apresentam



Questão 3 – Roteiro da atividade experimental 2: Estabeleça uma relação entre o tipo de interação intermolecular de cada substância e suas propriedades físicas: pressão de vapor e temperatura de ebulição.

Aluno 30 comparou água e éter:

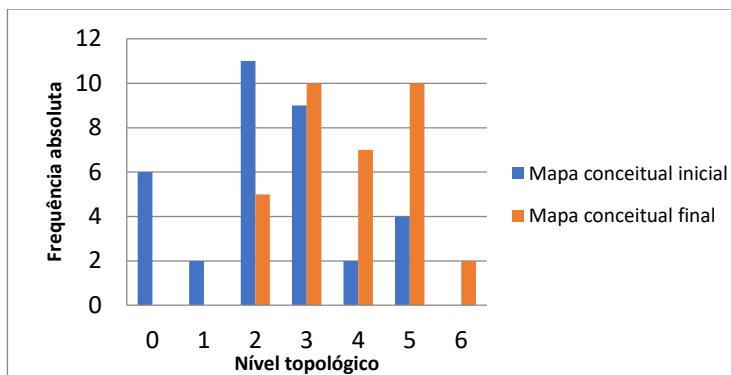
Água: Sua temperatura de ebulição é alta, pois, suas moléculas tem uma interação intermolecular forte (ligações de hidrogênio) e a pressão de vapor é baixa. Éter: É bastante volátil, possui TE baixa e sua pressão de vapor é alta (dipolo-dipolo).

2) Aprendizagem significativa dos conhecimentos sócio científicos envolvidos na abordagem da temática, verificada por meio do:

2.1 Aumento no nível topológico dos mapas conceituais elaborados, segundo a classificação topológica de mapas conceituais proposta por Cañas e Novak (2006).

O nível predominante nos mapas conceituais iniciais (cor azul), correspondia ao nível 2 enquanto que nos mapas finais (cor vermelha) verificou-se a predominância dos níveis 3 e 5, conforme apresenta o gráfico 1.

Gráfico 1. Frequência absoluta da classificação estrutural dos mapas conceituais inicial e final ($n = 34$) em níveis topológicos. Mapa conceitual inicial (cor azul). Mapa conceitual final (cor laranja).



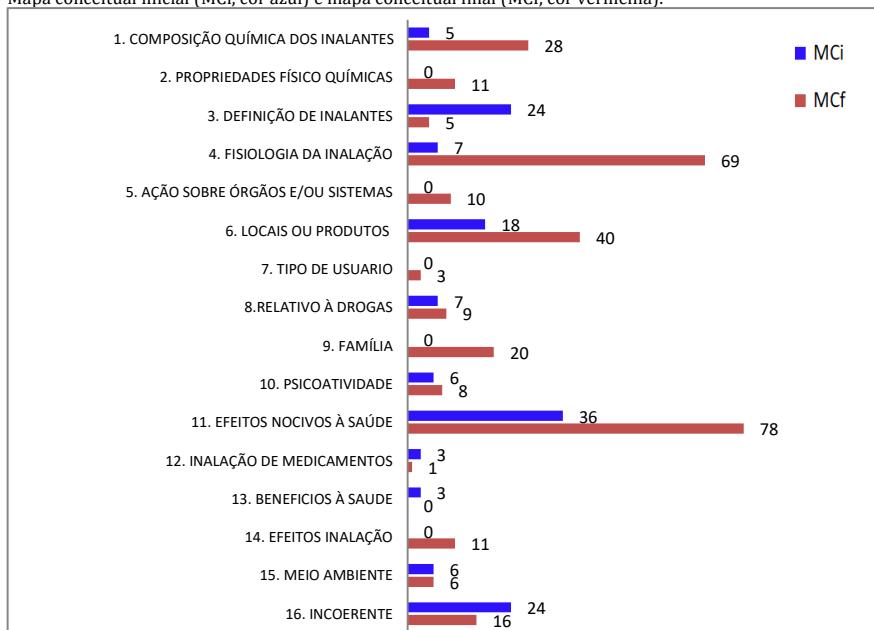
Fonte: A autora, 2019.

Considerando os níveis 0, 1 e 2 como indicativos de estruturas cognitivas pouco elaboradas e os níveis 3, 4, 5 e 6 como indicativos de estruturas mais complexas e consolidadas, é possível verificar que houve diminuição do número de mapas classificados em níveis baixos na taxonomia topológica e aumento no número de mapas em níveis mais altos, indicando o progresso da maioria dos estudantes no estabelecimento de relações em torno do conceito raiz “solventes orgânicos inalantes”.

2.2 Estabelecimento de relações entre o conceito de “solventes orgânicos inalantes” com áreas diferentes da Química como sociedade, ambiente, fisiologia e bioquímica.

As proposições elaboradas nos mapas conceituais foram analisadas semanticamente por meio da análise textual discursiva segundo Moraes e Galiazzi (2008). As categorias emergentes identificadas estão apresentadas no gráfico 2.

Gráfico 2. Análise semântica dos mapas conceituais relacionando o número de proposições à cada categoria emergente. Mapa conceitual inicial (MCI, cor azul) e mapa conceitual final (MCF, cor vermelha).



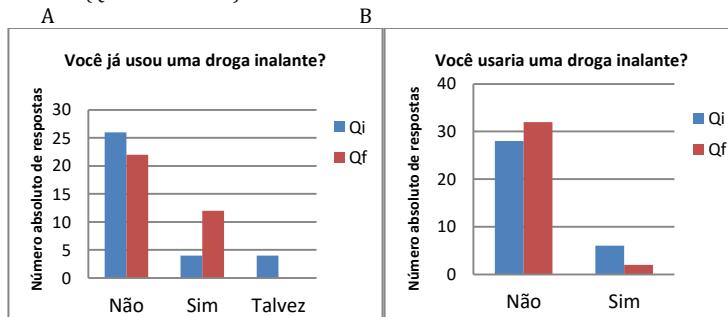
Fonte: A autora, 2019.

As principais categorias identificadas correspondem aos efeitos nocivos da inalação de solventes orgânicos à saúde, à fisiologia da inalação, locais e produtos onde são encontrados e composição química.

3) Desenvolvimento de percepção sobre drogas inhalantes.

Quando os estudantes foram questionados sobre já terem usado drogas inhalantes (gráfico 3), a maioria respondeu que não, antes e depois da aplicação da SD. O número de alunos que admitiram já ter usado alguma droga inhalante aumentou após a aplicação da SD e o número de alunos que afirmaram “talvez” reduziu a zero. Este resultado associado ao anterior, que revelou o desconhecimento dos estudantes antes da aplicação da SD sobre o que eram drogas inhalantes, demonstra que os alunos já haviam utilizado tais drogas, mas desconheciam a classificação destas em drogas inhalantes.

Gráfico 3. A. Número absoluto de respostas ($n = 34$) dos estudantes à questão “Você já usou uma droga inalante?”, B. Número absoluto de respostas dos estudantes à questão “Você usaria uma droga inalante?”. Questionário inicial (Qi = cor azul). Questionário final (Qf – cor vermelha).

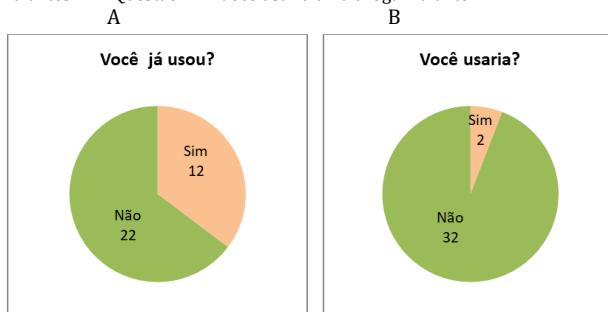


Fonte: A autora, 2019.

O gráfico 3b mostra que a maior parte dos estudantes, tanto antes quanto após a aplicação da sequência didática, possuía uma percepção favorável ao não uso de drogas inalantes. Os resultados obtidos com a análise dos mapas conceituais indicam que, mesmo para esses alunos contrários ao uso de drogas inalantes, houve o desenvolvimento de suas percepções uma vez que os mapas se mostraram mais elaborados e as relações estabelecidas com outras áreas como saúde, sociedade e bioquímica aumentaram após a aplicação da sequência. Isso possibilita que a tomada de decisão sobre drogas inalantes não se baseie somente em fatores como influência familiar, religiosa ou provenientes das próprias experiências do aluno, mas também do conhecimento sócio científico construído a partir da sequência didática, corroborando com Sampaio e Sabadini (2014) sobre a importância do conhecimento científico na tomada de decisões. O gráfico 3b também apresenta a diminuição do número de alunos que afirmaram que usariam drogas inalantes.

O gráfico 4 apresenta essa mudança de percepção comparando as respostas às questões 10 e 11 em números absolutos para o questionário final. Aproximadamente um terço da turma (doze alunos) afirmou no questionário final terem usado drogas inalantes. Quando questionados se voltariam a usar, o número de alunos que não usaria corresponde quase à totalidade, mostrando que dentre os doze que já usou inalantes, dez mudaram sua percepção sobre tais drogas afirmando que não usariam.

Gráfico 4. Números absolutos das respostas (n = 34) às questões 10 (A) e 11 (B) do questionário final. A. Questão 10: “Você já usou drogas inhalantes?”. B. Questão 11: “Você usaria uma droga inhalante?”.



Fonte: A autora, 2019.

O último levantamento sobre drogas realizado no Brasil, em 2010, pelo CEBRID, analisou uma amostra de 50.890 alunos de escolas públicas e particulares nas 27 capitais brasileiras. Quando analisado o percentual de uso de solventes inhalantes na vida, apenas na amostra de estudantes de escolas públicas, verificou-se uma taxa de 8,1%. Comparando esses dados com a turma onde foi desenvolvida a pesquisa, tem-se 35,3% de alunos que já fizeram uso na vida de drogas inhalantes (12/34). Após a aplicação da sequência didática, a porcentagem de alunos que usariam drogas inhalantes reduziu a aproximadamente 5,8%, valor abaixo da média nacional, 8,1%. Esses resultados indicam que a sequência didática contribuiu para o desenvolvimento da percepção sobre drogas inhalantes desses alunos, que associado aos resultados verificados nos mapas conceituais, passaram a considerar tais drogas prejudiciais à sua saúde e a compreender as relações do uso com outros aspectos como sociais, bioquímicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Márcia R.; PINTO, Angelo C. Uma breve história da química brasileira. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 63, n. 1, 2011.
- ANDRADE, R. A. SIMÕES, A. S. M. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Revista Thema**, v.15, n. 1, 2018.
- ANDRADE, R.S.; VIANA, K.S.L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 965 p 2006.
- AUSUBEL, D. P.; **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton. 1963.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Editora Plátano. 1 ºedição, Rio de janeiro, 2003.
- BALSTER, R.L.; CRUZ, S.L.; HOWARD, M.O.; DELL, C.A.; COTTLER, L.B. Classification of abuse inhalant. **Addiction**, v. 104, n. 6, p. 878-882, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 06, Brasília – DF, 18 de fevereiro de 2014. **Regulamento Técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0344_12_05_1998_rep.html>. Acesso em: 04/08/2019.
- BRASIL. Casa civil. Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. **Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas – Sisnac**. Brasília – DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11343.htm> . Acesso em: 03/06/2019.
- BECKLEY, J. T.; WOODWARD, J.J. Volatile Solvents as Drugs of Abuse: Focus on the Cortico-Mesolimbic Circuitry. **Neuropsychopharmacology**, V. 38, P. 2555–2567, 2013.
- BORGES, Luciana Diniz; MACHADO, Patricia Fernandes Lootens. Lavagem a seco. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 11-18, 2013.
- BUFFOLO, Andréia Cristina Cunha; RODRIGUES, Maria Aparecida. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, 2015.
- CABREIRA, Maurício Costa. et al. O educar pela pesquisa e o ensino de ciências: perspectivas de uma aprendizagem significativa. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, pp.391-404, 2019.
- CALDERAN, Ariete Pierina. **Ensino e aprendizagem de Química a partir da temática “Tintas para Tatuagem”**. 2017. 234 p. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2017.
- CAÑAS, Alberto J. NOVAK, Joseph D. Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Procediments of the Second International Conference on Concept Mapping**, San José, Costa Rica, 2006

CARLINI, Elisaldo Luiz de Araújo. et al. **VI Levantamento nacional sobre o consumo de drogas psicotrópicas entre estudantes de ensino fundamental e médio das redes pública e privada de ensino nas 27 capitais brasileiras – 2010.** São Paulo. CEBRID; UNIFESP; SENAD. P.42. 2010.

CAVALCANTE, Cláudia et al. Representações de um grupo de docentes sobre drogas: alguns aspectos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2005.

CHAVES, D. M. et al. A TEMÁTICA DAS DROGAS APLICADA AO ENSINO DA QUÍMICA. **Anais IV Congresso Nacional de Educação**. 2017.

COSTAMAGNA, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, p. 309-318, 2001.

CRUZ, Silvia L. BALSTER, Robert L. Neuropharmacology of Inhalants. In: MILLER, Peter M. **Biological Research on Addiction**. Nova York: Academic Press, v. 2, 2013.

DINWIDDIE, S. H. Abuse of inhalants: a review. **Addiction**, v. 89, n. 8, p. 925-939, 1994.

NGUYEN, J.; O'BRIEN, C.; SCHAPP, S. Adolescent inhalant use prevention, assessment, and treatment: A literature synthesis. **International Journal of Drug Policy**, v. 31, p. 15-24, 2016.

ESPÍRITO SANTO. **Curriculum Básico Escolar Estadual - Ensino Médio**: Área de Ciências da Natureza. Vitória: Secretaria da Educação, v. 02, 2009. ISBN 978-85-98673-06-6.

FADINI, Guilherme Pizzoni. **Desenvolvimento de um projeto de educação alimentar com enfoque CTS/CTSA no contexto do ensino médio público**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória – Espírito Santo, 2017 - 102 p.

FARIAS, Antonio Jose Ornellas; CABRAL, Iramaia Jorge; MOREIRA, Marco Antonio. A aprendizagem significativa na elaboração de uma programação de ensino CTS em uma ação integrada entre escola-centro de ciências. **Psicologia & Saberes**, v. 6, n. 7, 2017.

FELTRE, Ricardo. **Química Orgânica**, vol. 1 e 3, Editora Moderna, 6^a edição, São Paulo, 2004.

FERNANDES, Isabel; PIRES, Delmina; VILLAMAÑÁN, Rosa M. Educacion em ciencias com orientações CTS/CTSA construção de um instrumento de análise das orientações curriculares. **Anais do Congresso Internacional sobre ivestigacion em ladidactica de las ciencias**, p.459, 2013.

FERNANDES, Isabel. M. A. **Perspectiva CTS/CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências da Educação Básica: Estudo Comparativo entre Portugal e Espanha**, Tese de doutorado, Universidade de Valladolid, 2016.

FERNANDES, Isabel M. B.; PIRES, Delmina M. Educação CTS/CTSA em Portugal. Uma análise das Metas Curriculares de Ciências Naturais. **Revista CTS**, v. 14, n. 40, p. 225-243, 2019.

FIGUEIREDO, M. C. et al. A temática “Drogas” no ensino de química. **Anais XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

FORSTER, Letícia M. K; TANNHAUSER, Mario; TANNHAUSER, Semíramis L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p.167-172, 1994.

GONZALEZ, I. M. SILVA, J. L. P. B. Projeto de ensino do tema Drogas no ensino da química orgânica. **Anais XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**, Paraná, 2008.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: **VIII Encontro nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

GUIMARÃES, Yara. A. F.; GIORDAN, Marcelo. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013.

JAPIASSU, Moacir. "Rhodia: um show que não pára nunca: Os 60 anos de uma empresa que sempre deu o que falar". **Revista Isto É**, 25.11.1978, p.84.

JOHNSTON, Lloyd. D.; O'MALLEY, Patrick. M.; BACHMAN, Jerald. G.; SCHULENBERG, John. E. **Monitoring the Future national results on adolescent drug use: Overview of key findings**, NIH Publication. Bethesda, MD: National Institute on Drug Abuse, n. 10-7583. 2012.

JONES, H. E.; BALSTER, R. L.; Inhalant abuse in pregnancy. **Obstetrics and Gynecology Clinics of North America**, v. 25, n. 1, 1998.

KREBS, Claudia; WEINBERG, Joanne; AKESSON, Elizabeth. **Neurociências: ilustrada**. Porto Alegre: ARTMED, 433 p, 2013.

KRAUZER, Kelly de Araújo Ferreira. **Projeto escolar de botânica sob a perspectiva da abordagem CTSA: uma estratégia para promover a aprendizagem significativa crítica no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado Profissional (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória – Espírito Santo, 2014. 114 p.

LIDE, David R. **Handbook of organic solvents**. New Word: CRC Press, 2000.

LIN, Kátia; SÁ, Paulo Norberto Discher. Aspectos farmacocinéticos e farmacodinâmicos dos agentes antibacterianos no sistema nervoso central. **Arquivos Catarinenses de medicina**, vol. 31, nº 1-2, 2002.

LUNA, Ewerton Moraes; DANTAS, Claudio Rejane da Silva. Mapas conceituais no Ensino de Física como instrumento facilitador da aprendizagem significativa de conteúdos. **Caderno de cultura e ciências**, anoVII, v11, URCA, 2012.

MAFRA, P.; FERNANDES, I.; MANZKE, V. e PIRES, D. Metodologias de ensino das ciências: Análise de experiências de ensino aprendizagem de futuros professores. **Atas do VII Congresso Mundial de Estilos de Aprendizagem**, Bragança, Portugal, pp. 3087-3095. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10198/12934>>. Acesso em 02/05/2019.

MARTINS, A. B. MARIA, L. C. S. AGUIAR, M. R. M. P. As Drogas no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, nº 18, 2003.

MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química nova**, v. 36, n. 8, p.1248-1255, 2013.

MASINI, Elcie F. Salzamo. Aprendizagem significativa: condições para que ocorra e lacunas que levam a comprometimento. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v1, p.16-24, 2011.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

_____. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MOREIRA, Alan Leite. TRAJANO, Flávia Maiele Pedrosa. O ensino de química na prevenção ao uso de drogas: uma proposta interdisciplinar no ensino médio. **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011,a.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011,b.

_____. Aprendizagem Significativa Subversiva. **Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa (Peniche), p. 33- 45, 2000.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2^a ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006

MORENO, L.R.; et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciências e Educação**, Bauru, v.13, n.3, 2007.

NASCIMENTO, A. **Uso de solventes por crianças e adolescentes em situação de rua no distrito federal**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, 2009.

NIDA (National Institute on Drug Abuse). **Preventing drug use among children and adolescents – A research-based guide**. Bethesda, MD: NIH Publication. 2003.

NOVAK, Joseph D; GOWIN, Bob . **Aprender a aprender**. Editora Platano, 1 edição, 1996.

OLIVEIRA, B.R.M. el al. Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 326-339, 2015.

OLIVEIRA, Micheli Mezari; FROTA, Paulo Romulo Oliveira. Mapas conceituais como estratégia para ensino de educação ambiental. **Atas de Pesquisa em Educação**PPGE/ME FURB, v7, n1, p228-241, 2012

OPAS-OMS. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2011. 44 p.: il.. Disponível em <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1371-portfolio-opas-oms-2011-1&category_slug=desenvolvimento-integral-da-cooperacao-tecnica-953&Itemid=965>. Acesso em: 01/02/2018.

PESCHEL, Gina. **Carbon-Carbon bonds: Hybridization**. 2011. Disponível em: <https://www.physik.fu-berlin.de/einrichtungen/ag/ag-reich/lehre/Archiv/ss2011/docs/Gina_Peschel-Handout.pdf> Acesso em: 08/08/2019.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REIS, M. T. **O ensino de Química e Arte por meio de uma abordagem interdisciplinar com a temática tintas**. 2018. 210 p. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

REZENDE, J.M. À sombra do plátano: crônicas de história da medicina. In: **Breve história da anestesia geral**. São Paulo: Editora Unifesp., p. 103-109, 2009

RIDENOUR, T.A; BRAY, B. .C; COTTLER, L.B. Reliability of use, abuse, and dependence of four types of inhalants in adolescents and young adults. **Drug and Alcohol Dependence**. v. 91. p. 40-49. 2007.

ROCHA, Willian R. Interações intermoleculares. **Cadernos temáticos de Química Nova na Escola**, n.4, 2001.

ROJAS, Hugo; RITTER, Cristiane; PIZZOL, Felipe Dal. Mecanismos de disfunção da barreira hematoencefálica no paciente criticamente enfermo: ênfase no papel das metaloproteinases de matriz. **Revista Brasileira Terapia Intensiva**, v.23, n.2, p222-227, 2011.

SAMPAIO, Maria Imaculada Cardoso. SABADINI, Aparecida Angélica Zoqui Paulovic. Psicologia baseada em evidências: conhecimento científico na tomada de decisão. **Revista Costarricense de Psicología**, v. 33, n. 2, p. 109-121, 2014.

SANTOS, Crizélia Gislane Bezerra. **Explorando a Aprendizagem Baseada Problemas no Ensino Médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 104 p, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio- Pesquisa em educação em ciências**, Minas Gerais, v.2.(2), p. 1- 23, 2002.

SARAIVA, Francisco Alberto. et al. Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio. **Revista Thema**, v.14, n. 2, p.194-208, 2017.

SCHNORR, S.M.; RODRIGUES, C.G. História e Filosofia do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação e no Ensino de Ciências: Um Estudo Bibiográfico. **X ANPED SUL**, Florianópolis, 2014.

SILVA, Caroline De Jesus; et al. Uso/dependência de drogas: Compreensão dos discentes através da comunicação não-verbal. **Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental online**, v.2, n.3, p.162-162, 2010.

SOARES, J.M.C.; SANTOS, G.A. O Ensino de Química por meio de um projeto educativo intitulado: a identificação de compostos orgânicos nos medicamentos. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, 2018.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig. G. **Química orgânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, p. 615, 2013.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.26, n.3, 2010.

SOUZA, Alexandre Rodrigues; PANIZZA, Helena; MAGALHÃES, Juliana Gallottini. Uso abusivo de inalantes. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 21, n. 1, p. 3-11. 2016

SLOBODA, Zili. **Epidemiology of Drug Abuse**. New York: Springer, 2005.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como uma teoria construtivista. **Aprendizagem significativa Revista**, Porto Alegre,v1, p. 36-57, 2011

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilceia Aparecida. O surgimento da Ciéncia Tecnologia e Sociedade (CTS) na educaçâo: uma revisâo. *Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciéncia e Tecnologia*, 2009.

VISSE, I. et al. Prevalence of psychiatric disorders in patients with chronic solvent induced encephalopathy (CSE). *Neurotoxicology*. v. 32, n.6, p.916-22, 2011

APÊNDICE A. MODELO DE QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL A SER APLICADO AOS SUJEITOS DA PESQUISA.

QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL

DEFINIÇÃO

- 1) O que é um solvente orgânico inalante?
- 2) O que é uma substância psicoativa?

RELAÇÃO CTSA

- 3) Em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes?
- 4) De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais à saúde?
- 5) De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais ao meio ambiente?

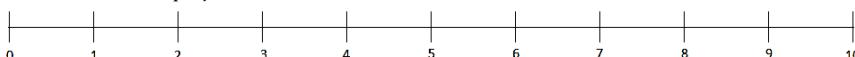
INALANTES

- 6) Você sabe o que são drogas inhalantes?

() Sim. Exemplos: _____

() Não

- 7) Você conhece a composição química de alguma droga inalante?
- 8) Você conhece a relação entre a composição química de uma droga inalante e sua ação no organismo humano?
- 9) Marque em qualquer intervalo da seguinte escala de 0 a 10 o quanto você considera as drogas inhalantes prejudiciais à saúde:



- 10) Você já usou uma droga inalante?

() Sim () Não

- 11) Você usaria uma droga inalante?

() Sim () Não

- 12) Qual a sua opinião sobre o consumo de drogas em geral? Você concorda ou não com o consumo de drogas?

DEPENDÊNCIA QUÍMICA

- 13) O que é dependência química?

TOLERÂNCIA

- 14) Em relação ao uso de drogas, explique o que é a tolerância do corpo humano à determinada substância.

ABSTINÊNCIA

- 15) Explique o que é a abstinência de drogas.

RELEVÂNCIA DO TEMA

- 16) Você acha importante o estudo da temática drogas no Ensino de Química? Por quê?
- 17) Você considera que o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso?

APÊNDICE B. ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL REALIZADA NA AULA 1 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE

Atividade 1 – Quem é polar, quem é apolar?

INTRODUÇÃO

A solubilidade, ou coeficiente de solubilidade, é uma propriedade física da matéria que é sempre determinada de forma prática em laboratório. Ela está relacionada com a capacidade que um material, denominado de soluto, apresenta de ser dissolvido por outro, o **solvente**.

Regra de solubilidade: *"Semelhante dissolve semelhante"*

Ou seja

"polar dissolve polar", "apolar dissolve apolar"

O grau de dissolução de um soluto em um solvente depende de vários fatores. Os mais importantes são: natureza elétrica (polaridade) do solvente e soluto, temperatura e pressão. Além disso, a solubilidade é também uma função da entropia, ou seja, o soluto ao ser dissolvido deve ter maior entropia (desordem) que seu estado agregado.

Para os líquidos, utiliza-se também o termo miscibilidade, que caracteriza a capacidade que uma substância líquida tem de se misturar, formando um sistema homogêneo, ou se dissolver em outro líquido. Quanto à regra de solubilidade, podemos utilizar os seguintes termos para nos referirmos à solubilidade de uma substância:

- Substância hidrofílica: é a molécula que se dissolve em água, possui afinidade à água. Logo, é uma molécula que tem polaridade.
- Substância hidrofóbica ou lipofílica: possui aversão à água, não se dissolve em água. Essas moléculas são apolares. Um exemplo muito comum são os lipídeos (gorduras).
- Substância anfipática: possui uma região polar e outra região apolar, o que confere a ela a capacidade de se interagir tanto com a água quanto com outros compostos apolares.

Embora substâncias apolares se dissolvam melhor em solventes apolares e vice-versa, existem exceções, como ocorre com a gasolina, que é apolar e se dissolve muito bem no etanol, que é polar. Assim, o mais correto é considerar a solubilidade em termos de **intensidade das forças intermoleculares**. A possibilidade de ocorrer a dissolução aumenta quando a **intensidade das forças atrativas entre as**

moléculas de soluto e de solvente é maior ou igual à intensidade das forças de atração entre as moléculas do próprio soluto e entre as moléculas do próprio solvente.

Nesta atividade vamos identificar a polaridade e solubilidade de três solventes: a água, o etanol e a gasolina (octano).

MATERIAIS E REAGENTES

- 11 tubos de ensaio
- 1 proveta de 50 mL
- 1 bastão de vidro
- 1 seringa descartável de 5 mL
- 1 balança de pratos
- 70 mL de etanol
- 70 mL de gasolina
- 70 mL de água
- permanganato de potássio
- iodo sólido ressublimado

PROCEDIMENTO

Parte 1: Em um tubo de ensaio, adicione 10mL de água e 10mL de etanol. Observe e responda:

- 1) Água e etanol são miscíveis? Explique.

Em outro tubo de ensaio, adicione 10mL de água e 10mL de gasolina. Observe e responda:

- 2) Água e gasolina são miscíveis? Explique.

Em um terceiro tubo de ensaio, adicione 10mL de etanol e 10mL de gasolina. Observe e responda:

- 3) Etanol e gasolina são miscíveis? Explique.

- 4) Sabendo que a água é uma substância polar, o que podemos inferir a respeito da polaridade do octano (gasolina) e do etanol?

Parte 2: Utilizaremos agora o permanganato de potássio, $KMnO_4$ e o iodo, I_2 como indicadores de polaridade. Execute os testes 1, 2 e 3 na sequência indicada na Tabela 1, utilizando 3 mL das substâncias líquidas e uma pequena quantidade (uma pontinha de espátula) dos sólidos.

Tabela 1. Sequência de adição de reagentes nos tubos de ensaio para identificação das fases com os indicadores de polaridade.

Teste	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3
1	água	água + I ₂	água + KMnO ₄
2	gasolina	gasolina + I ₂	gasolina + KMnO ₄
3	água + gasolina	água + gasolina + I ₂	água + gasolina + KMnO ₄

5) Baseado no experimento, classifique as substâncias KMnO₄ e o iodo, I₂ quanto à sua polaridade.

6) Classifique as substâncias da tabela 1, utilizadas no experimento, em hidrofóbicas, hidrofílicas, lipofílicas e anfipáticas.

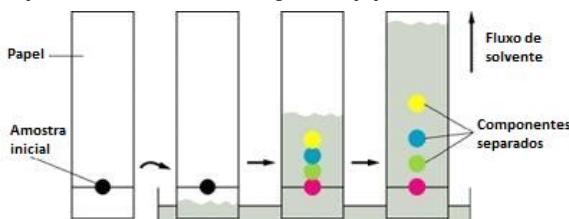
Atividade 2- Análise de pigmentos presentes em tintas hidrocor por cromatografia em papel

INTRODUÇÃO

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Uma pequena quantidade da amostra é colocada em contato com o papel (fase estacionária) e seus componentes são separados pelo “arraste” da fase móvel (solução contendo solvente miscível à amostra) em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura (substância polar devido à presença de grupos hidroxila em sua molécula). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Na cromatografia (figura 1), as substâncias que são mais arrastadas pela fase móvel são as que possuem maior afinidade com o solvente da fase móvel e menor afinidade com a fase estacionária. Neste caso a fase estacionária é composta de água e celulose, polares e capazes de fazer ligações de hidrogênio. A substância mais retida é, portanto, a que possui as mesmas características e interage melhor com a fase estacionária: a mais polar e que apresenta mais hidroxilos.

Figura 1. Representação do processo da análise de cromatografia em papel.



Fonte: Ribeiro e Nunes, 2008.

MATERIAIS E REAGENTES

- Canetas hidrocor de cores variadas;
 - Fita de papel preparada com papel de filtro Whatmann nº 1 (ou qualquer papel de filtro para café), com dimensões de 3,0 por 12 cm;
 - Capilar (ou pipeta pasteur);
 - Béquer 250mL;
 - Placa de Petri;
 - Fita crepe
 - Propanona;
 - Éter etílico.

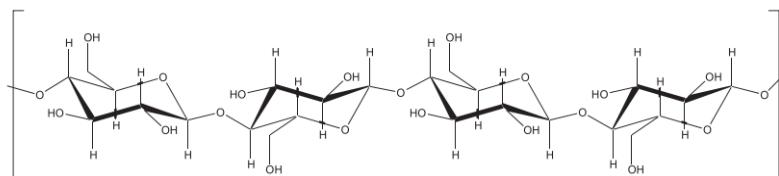
PROCEDIMENTO

- 1) Desenhar círculos com a caneta hidrocor, com cada cor disponível, próximo à base da fita de papel de filtro (cerca de 1 cm acima da borda), cuidando para que o diâmetro de cada círculo não ultrapassasse 0,5 cm.
 - 2) Em seguida, colocar o solvente (acetona ou éter etílico) de forma a atingir aproximadamente 0,5cm da altura do béquer, formando assim a cuba cromatográfica.
 - 3) Nesse béquer, prender o papel de filtro com fita crepe de forma que não encoste as laterais da vidraria (figura 1) e o nível da fase móvel fique abaixo do ponto onde a amostra foi aplicada. Tampar o béquer com a placa de Petri deixando a atmosfera interna do recipiente saturada com vapores da fase móvel para facilitar a “corrida” cromatográfica (desenvolvimento do cromatograma).

QUESTIONÁRIO

- 01) Sabendo que o papel é constituído por celulose (figura 2) e o éter e acetona são solventes de baixa polaridade, explique por quê alguns pigmentos se distanciam mais da marcação inicial do que outros?

Figura 2. Representação de parte da fórmula estrutural da celulose, que é um polímero de β -glicose.



Fonte: Ribeiro e Nunes, 2008.

R: _____.

02) Baseado em seu cromatograma, responda:

Cor da caneta: _____ Cor dos pigmentos que formam a cor da caneta: _____ Cor do pigmento mais polar: _____

03) Quais cores de caneta hidrocor testadas pelo seu grupo são primárias?

R: _____

APÊNDICE C. ROTEIRO DE AULA EXPERIMENTAL REALIZADA NA AULA 2 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR E TEMPERATURA

Atividade 1 - A Química dos cheiros

INTRODUÇÃO

Para sentirmos um cheiro é necessário que as moléculas odoríferas interajam com as células olfativas presentes em nossa cavidade nasal. Para que isso aconteça, tais moléculas devem sair de uma fonte (perfume, comida, desinfetante etc), atravessar o ar e chegar ao nosso nariz. Para que isso seja possível, as substâncias odoríferas têm de apresentar certa volatilidade. É por isso que a maioria dessas moléculas apresenta baixa massa molecular, porque, via de regra, moléculas mais “leves” (baixa massa molar) interagem mais fracamente umas com as outras, volatilizando-se mais facilmente.

MATERIAIS E REAGENTES

- Hipoclorito de sódio
- Cinamaldeído
- Mentona
- Propanona
- Acetato de Isopentila
- Salicilato de metila
- Etanol
- Ácido acético
- Cafeína + Etanol
- Eugenol
- 10 tubos de ensaio

PROCEDIMENTO

- 01) Identifique as substâncias contidas nos tubos de ensaio por meio do olfato.
- 02) Preencha a tabela abaixo relacionando os aromas identificados anteriormente com sua composição química. Em seguida, preencha a coluna classificando as substâncias contidas em cada tubo de ensaio em substâncias puras ou misturas.

Substância odorífera	O aroma é de ...	Tipo de substância
Hipoclorito de sódio		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Cinamaldeído		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Mentona		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Propanona		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Acetato de Isopentila		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Salicilato de metila		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Etanol		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Ácido acético		(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura

Cafeína + Etanol	(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura
Eugenol	(<input type="checkbox"/>) pura (<input type="checkbox"/>) mistura

03) Cite duas características de substâncias voláteis.

R: _____.

Atividade 2: Analisando gráficos de solventes orgânicos comuns

INTRODUÇÃO

Se enchessemos parcialmente diversos recipientes com líquidos como etanol, água, éter, óleo de soja e gasolina e fechássemos, obteríamos a mesma quantidade de vapor para todos?

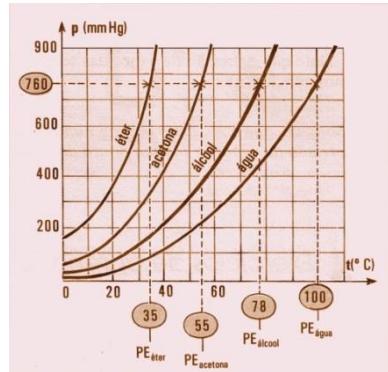
Esta quantidade de vapor exerce uma pressão no recipiente chamada pressão de vapor do líquido. Substâncias líquidas diferentes apresentam pressões de vapor também diferentes.

Isso porque tal propriedade física está completamente associada à intensidade das interações entre suas moléculas. Interações intermoleculares mais intensas, como é o caso das ligações de hidrogênio, provocam maior atração entre as moléculas, tornando o líquido menos volátil, logo, sua pressão de vapor será menor. Por outro lado, quando a interação entre as moléculas é menos intensa, como nas forças de Van der Waals, o líquido é mais volátil, pois ligações fracas são rompidas com maior facilidade. Um exemplo de líquido volátil é o éter comum.

Além disso, quanto maior a intensidade da interação intermolecular, mais energia será necessária para fundir ou ebulir qualquer substância, então podemos relacionar que quanto maior a pressão de vapor, menor a temperatura de fusão e ebulição.

Analise o gráfico ao lado e responda o que se pede.

01) Qual a pressão de vapor aproximada das substâncias apresentadas no gráfico, à 30ºC?



R: _____.

01) Coloque as substâncias apresentadas no gráfico em ordem crescente de volatilidade.

R: _____.

02) Estabeleça uma relação entre o tipo de interação intermolecular de cada substância e suas propriedades físicas: pressão de vapor e temperatura de ebulição.

R: _____.

APÊNDICE D. ROTEIRO DE ESTUDO DIRIGIDO ENTREGUE NA AULA 3.

ESTUDO DIRIGIDO: AÇÃO DOS INALANTES NO ORGANISMO

Pesquise utilizando os artigos disponíveis na sala virtual da turma (Google Sala de Aula) e responda às questões abaixo:

- 01) O que é dependência química?
- 02) O que é abstinência?
- 03) O que é tolerância?
- 04) Explique com suas palavras a forma como os solventes afetam o organismo humano.
- 05) Quais são as principais substâncias utilizadas como inalantes? Apresente sua estrutura química e o tipo de interação intermolecular que apresentam.
- 06) Cite impactos do uso de drogas inalantes sobre as seguintes áreas.
Social:
Saúde:
Meio Ambiente:
- 07) Você percebe alguma relação entre o desenvolvimento tecnológico e o uso de drogas?

Textos de suporte:

- 1) Aspectos sociais e históricos da produção de solventes;
FORSTER, Letícia M. K; TANNHAUSER, Mario; TANNHAUSER, Semíramis L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p.167-172, 1994.
- 2) Classificação dos inalantes;
BALSTER, R.L.; CRUZ, S.L.; HOWARD, M.O.; DELL, C.A.; COTTLER, L.B. Classification of abuse inhalant. **Addiction**, v. 104, n. 6, p. 878-882, 2009.
- 3) Aspectos sociais do abuso de inalantes;
NASCIMENTO, A. **Uso de solventes por crianças e adolescentes em situação de rua no distrito federal**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, 2009.
- 4) Epidemiologia dos inalantes;
CARLINI, Elisaldo Luiz de Araújo. et al. **VI Levantamento nacional sobre o consumo de drogas psicótropicas entre estudantes de ensino fundamental e médio das redes pública e privada de ensino nas 27 capitais brasileiras - 2010**. São Paulo. CEBRID; UNIFESP, SENAD. P.42. 2010.
- 5) Farmacologia dos inalantes;
SOUZA, Alexandre Rodrigues; PANIZZA, Helena; MAGALHÃES, Juliana Gallottini. Uso abusivo de inalantes. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 21, n. 1, p. 3-11. 2016

APÊNDICE E - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL 3 REALIZADA NA AULA 7.

FEFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.

Atividade 1: Modificando a permeabilidade das membranas celulares

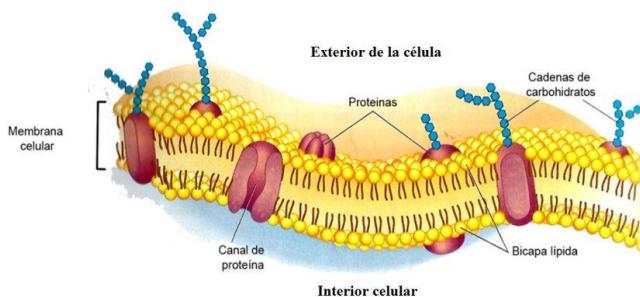
INTRODUÇÃO

A estrutura de uma célula é composta por núcleo, citoplasma e membrana plasmática. A membrana plasmática tem três funções principais: revestimento, proteção e permeabilidade seletiva, sendo esta última sua função mais comum. Ela seleciona quais são as substâncias que vão entrar e sair da célula.

Maior parte da membrana plasmática (figura 1) é feita de lipídios e proteínas, composição chamada de lipoproteica. Ela tem uma bicamada de fosfolipídios, uma voltada para o meio externo e outra para o meio interno. Parte desses fosfolipídios é hidrófila ou hidrofílica, ou seja, tem afinidade por água. Já a parte mais interna da membrana não interage com água, pois não possui afinidade por ela, e é chamada hidrofóbica. Na bicamada encontram-se proteínas que estão inseridas, estas também possuem características estruturais que as permitem interagir com a bicamada lipídica: algumas delas possuem regiões polares e apolares, sendo também anfipáticas.

Inúmeras funções são desempenhadas pelas proteínas de membrana: elas comunicam célula e meio extracelular, servindo como poros e canais, controlam o transporte iônico, servem como transportadoras, realizam atividade enzimática e ainda podem ser antigênicas, elicitando respostas imunes.

Figura 10. Estrutura da membrana celular.



MATERIAIS E REAGENTES:

- Beterraba cortada em cubos;
- Acetona;
- Aguarrás (solvente usado para a diluição de tintas a óleo e vernizes);
- Detergente, que deverá ser diluído em água;
- Álcool;
- Água;
- Cinco tubos de ensaio e suporte;
- Faca ou estilete;
- Canetas ou etiquetas para identificar os tubos.

PROCEDIMENTO

- Nomeie os 5 tubos de ensaio desta forma: 1) Acetona; 2) Aguarrás; 3) Detergente + Água; 4) Álcool e 5) Água.
- Coloque 1 cubo de beterraba em cada tubo de ensaio;
- Observe e em seguida responda ao questionário.

QUESTIONÁRIO

Sabendo que:

Acetona = propanona

Aguarrás = mistura de hidrocarbonetos alifáticos

Detergente = substância anfipática

Álcool = Neste caso, o utilizado foi o etanol

Responda:

01) Qual a polaridade dos solventes utilizados?

R: _____.

02) Qual solvente interagiu de maneira efetiva com as membranas celulares da beterraba?

Justifique sua resposta.

R: _____.

03) Qual a relação entre a polaridade de um solvente e a composição química das membranas celulares?

R: _____.