

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

DIEGO DE ASSIS GIACOMOLLI

**COLANDO NA AULA DE QUÍMICA: UMA OFICINA TEMÁTICA SOBRE
COLA ARTESANAL PRODUZIDA COM MATERIAL RECICLÁVEL**

Porto Alegre

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

DIEGO DE ASSIS GIACOMOLLI

**COLANDO NA AULA DE QUÍMICA: UMA OFICINA TEMÁTICA SOBRE
COLA ARTESANAL PRODUZIDA COM MATERIAL RECICLÁVEL**

Trabalho de conclusão apresentado junto à
atividade de ensino “Trabalho de Conclusão
de Curso – QUI” do Curso de Química,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Licenciado em Química

Prof. Dr. Marcelo Leandro Eichler
Orientador

Porto Alegre

2018

RESUMO

Um material didático para o ensino de Química na escola básica foi preparado e avaliado. O material foi organizado de acordo com os três momentos pedagógicos. Primeiro, uma experiência foi realizada: Uma cola artesanal foi produzida a partir de isopor e acetona. Depois, uma aula expositiva justificou quimicamente o fenômeno observado. Além dos conceitos de fusão, dissolução, solvatação e reciclagem, ênfase foi dada ao conceito de densidade. Por último, os alunos usaram o conhecimento da etapa anterior sobre densidade para explicar por que a fumaça dos incêndios acumula-se em lugares altos. A avaliação do material foi realizada por um pré- e um pós-questionário. O material foi bem recebido. Houve associação entre fenômeno e teoria. Os questionários mostraram uma evolução dos alunos.

ABSTRACT

A High School Chemistry teaching educational material was made and evaluated. The material was arranged according to the three pedagogic moments. First, an experiment was carried out: A craft glue was made from styrofoam and acetone. Later, an expository class chemically justified the observed phenomenon. Emphasis was given to the concept of density, in addition to the concepts of melting, dissolving, solvation and recycling. Last, the students used knowledge from the previous step to explain why smoke from fires builds up in high places. The material was evaluated by a pre- and a post-quiz. The material was well received. Phenomenon was associated to theory. The quizzes showed an evolution by the students.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Experiência, fotografia 1	18
FIGURA 2 – Experiência, fotografia 2	18
FIGURA 3 – Experiência, fotografia 3	19
FIGURA 4 – Experiência, fotografia 4	19
FIGURA 5 – Experiência, fotografia 5	19
FIGURA 6 – Experiência, fotografia 6	19
FIGURA 7 – Experiência, fotografia 7	19
FIGURA 8 – Experiência, fotografia 8	19
FIGURA 9 – Experiência, fotografia 9	20
FIGURA 10 – Experiência, fotografia 10	20
FIGURA 11 – Problema, grupo 1	25
FIGURA 12 – Problema, grupo 2	26
FIGURA 13 – Problema, grupo 3	26
FIGURA 14 – Problema, grupo 4	27
FIGURA 15 – Problema, grupo 5	27
FIGURA 16 – Problema, grupo 6	28
FIGURA 17 – Problema, grupo 7	29
FIGURA 18 – Problema, grupo 8	30
FIGURA 19 – Triângulo do fogo	49
FIGURA 20 – Boate Kiss	49
FIGURA 21 – Isopor e gasolina	50
FIGURA 22 – Balão cheio de ar	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Temas geradores	1
1.2	Experimentação e uso de vídeos	3
1.3	Interação de isopor com acetona	5
1.4	Colas no ensino de Química	7
1.5	Produção de material didático	8
1.6	Oficinas temáticas	10
2	OBJETIVOS	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	Elaboração do material	13
3.1.1	Parte teórica	13
3.1.2	Parte prática	14
3.2	Avaliação do material	15
3.2.1	Parte teórica	15
3.2.2	Parte prática	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1	Experiência	18
4.2	Questionário inicial	20
4.2.1	Pergunta 1A	20
4.2.2	Pergunta 1B	20
4.2.3	Pergunta 1C	20
4.2.4	Pergunta 1D	21
4.2.5	Perguntas 2A e 2B	21
4.2.6	Pergunta 3A	22
4.2.7	Perguntas 3B, 3C e 3D	22
4.3	Questionário final	23
4.3.1	Pergunta 1	23
4.3.2	Pergunta 2	23
4.3.3	Perguntas 3A e 3B	24
4.4	Comparação dos questionários	24
4.4.1	Colas (perguntas 1's)	24

4.4.2	Reciclagem (perguntas 2's)	24
4.4.3	Densidade (perguntas 3's)	24
4.5	Problema proposto	25
4.5.1	Grupos individuais	25
4.5.1.1	Grupo 1	25
4.5.1.2	Grupo 2	25
4.5.1.3	Grupo 3	26
4.5.1.4	Grupo 4	26
4.5.1.5	Grupo 5	27
4.5.1.6	Grupo 6	28
4.5.1.7	Grupo 7	28
4.5.1.8	Grupo 8	29
4.5.2	Todos os grupos	30
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32
6	APÊNDICE 1 – MODELO DE QUESTIONÁRIO INICIAL DE AVALIAÇÃO	41
7	APÊNDICE 2 – MODELO DE ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA	44
8	APÊNDICE 3 – MODELO DE AULA TEÓRICA	45
9	APÊNDICE 4 – MODELO DE PROBLEMA PROPOSTO	49
9.1	Texto	49
9.2	Problema	50
10	APÊNDICE 5 – MODELO DE QUESTIONÁRIO FINAL DE AVALIAÇÃO	51

1. INTRODUÇÃO

1.1. TEMAS GERADORES

Para o ensino tradicional, aprender Química é aprender conceitos químicos. Estes conceitos, apresentados fora de contexto, não fazem sentido para os alunos e a Química degenera em memorização de fatos isolados sem nenhuma relação com a realidade. É necessário trazer os conceitos químicos em um contexto (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Temas que despertem o interesse dos alunos podem ser usados para dar contexto aos conceitos de Química em sala de aula (SANTOS, 2015). Diversas temáticas podem ser trabalhadas. Alguns exemplos são apresentados a seguir: álcool gel (BELMONTE, 2018), alimentos (PAZINATO, 2012), artesanato (SILVA, 2017), cachaça (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2012), café (SIQUEIRA, 2018), cinzas de madeira (VENQUIARUTO; DEL PINO; et al., 2010), depressão e antidepressivos (LIMA; FREITAS; et al., 2010), educação alimentar (ALBUQUERQUE; SANTOS; et al., 2012), fermentação (FARIA, 2015), leite (AMARAL; CAETANO, 2010), lixo e reciclagem (SANTOS; DIAS; et al., 2011), meio ambiente (RESSETTI, 2007), petróleo (SANTA MARIA; AMORIM; et al., 2002), queijo (FARIA; GOMIDES; RIBEIRO, 2012), saberes populares (MATTOS, 2015; MATTOS, 2016) e tabaco (BACKES; PROCHNOW, 2017).

Devido à relevância do tema educação alimentar no cotidiano, os autores Albuquerque, Santos, et al. (2012) avaliaram os hábitos alimentares dos alunos com um pré- e um pós-questionário. No pré-questionário, foi constatada uma alimentação rica em massas, refrigerantes e frituras. Metade dos alunos tem um familiar com alguma alergia a algum aditivo químico ou alimento. No pós-questionário, metade dos alunos haviam reduzido o consumo de refrigerantes, chocolates e macarrões instantâneos, e aumentado o consumo de frutas. Os planos de aula envolveram o estudo das ligações químicas nos aditivos, estudo de rótulos de alimentos sob o ponto de vista da termoquímica, e identificação de funções orgânicas.

Para articular práticas educativas ambientais ao ensino de Química, os autores Santos, Dias, Lima, et al. (2011) trabalharam a temática lixo e reciclagem. Eles implantaram coleta seletiva na escola onde o trabalho foi realizado, além de aplicarem diversas oficinas de reciclagem: reciclagem de papel, uso de óleo de fritura para fabricação de sabão e uso de garrafas de PET para artesanato. Foram trabalhados os conceitos de reações químicas, cinética

química e radioatividade. O lixo recolhido pela coleta seletiva da escola foi doado para catadores da comunidade local. Os autores consideram que este trabalho e atos isolados não são suficientes para enfrentar o grande problema ambiental causado pelo lixo e acreditam na necessidade de programas permanentes de conscientização e ações coletivas.

Interagindo com questões sociais e ambientais, Silva (2017) trabalhou o tema artesanato. A escola onde o trabalho foi realizado fica no interior do estado de Alagoas, em uma região que herdou conhecimento para a confecção de objetos de fibra vegetal de diversos povos: quilombolas, indígenas e portugueses. Este artesanato é importante para a comunidade local não apenas culturalmente, mas também economicamente, devido à sazonalidade da indústria de cana-de-açúcar que emprega a cada seis meses. Após a realização de entrevistas e aplicação de questionários o autor usou o método de estudo de caso para discutir a dificuldade de encontrar folhas de taboa, usadas no artesanato local. O fechamento foi dado por um mapa conceitual.

A escassez da planta foi relacionada a questões sociais, econômicas, ambientais e éticas. Além da seca do Nordeste, existem as queimadas, promovidas pela indústria de açúcar e álcool. Elas causam poluição, destruição de flora e fauna locais, além de desgaste e erosão do solo da mata ao redor das plantações. Diversas outras ramificações relacionadas à escassez da taboa, muitas provenientes da indústria de açúcar e álcool, afetam a vida da comunidade (SILVA, 2017).

O uso de temas geradores cria um bom relacionamento com os alunos, que podem debater a escolha do tema. Os alunos decoram menos, passam a ser mais ativos em aula, apresentam bons resultados em avaliações e conseguem associar a Química ao cotidiano. Os conhecimentos são construídos em conjunto pelo professor e pelos alunos, os debates quebram as resistências dos alunos e as aulas são descontraídas. A participação e o interesse nas aulas é grande (SANTOS, 2015).

Com temas geradores, os alunos conseguem aprender com mais facilidade o que é ensinado, associando a Química ao cotidiano. Eles reconhecem a Química como fazendo parte da maioria das coisas. Em aula consideram que participam, pensam e raciocinam. A maior parte dos alunos acha que aprender Química é fácil (em uma escala fácil-razoável-difícil) e que estudar Química é de muita importância (SANTOS, 2015).

Sem temas geradores, os alunos acabam tendo que decorar muitos conceitos e muitas fórmulas. Eles consideram que não têm paciência para a aula de Química, que tem muita resolução de exercícios. Acreditam que nada disto será utilizado no trabalho ou na vida e acham complicado entender o cotidiano a partir da Química. As aulas são consideradas todas

iguais, basta decorar e passar. A maior parte dos alunos acha que aprender Química é razoável (em uma escala fácil-razoável-difícil) e que estudar Química é de pouca ou nenhuma importância (SANTOS, 2015).

1.2. EXPERIMENTAÇÃO E USO DE VÍDEOS

O conhecimento químico pode ser dividido nos aspectos teórico, fenomenológico e representacional (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000). No ensino tradicional, é dada muita ênfase ao aspecto representacional em detrimento do aspecto fenomenológico. O aluno trabalha muito com símbolos e pouco com a realidade física. É recomendado (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000) utilizar atividades experimentais para realizar um diálogo entre as teorias e os fenômenos.

Devido à falta de recursos, é importante possibilitar a realização de experiências com materiais de baixo custo. Guimarães, Oliveira e Abreu (2000), por exemplo, produzem um equipamento de destilação por arraste à vapor (hidrodestilação) usando o bulbo de uma lâmpada incandescente, um tubo de PVC e um condensador improvisado. O condensador é montado com dois copos de acrílico, duas metades de tubos de caneta esferográfica e uma mangueira. Com este equipamento, é possível a produção de óleos essenciais pelos alunos e a discussão da importância das essências no cotidiano. Os autores sugerem o uso de vegetais caros ou pouco comuns: manjerição, capim-limão e laranja da terra. Seria melhor usar materiais mais disponíveis, também ricos em óleo essencial, como casca de banana e casca de laranja.

Diversas vidrarias podem ser substituídas por materiais de baixo custo (LORENZO; SANTOS; et al., 2010a). Um pipetador pode ser construído com uma seringa e um tubo de silicone. Um recipiente para armazenar água destilada pode ser construído com um garrafão de água mineral e uma torneira. Um funil de separação pode ser construído com uma garrafa plástica, um tubo de caneta esferográfica, um prendedor de roupa e um tubo de PVC. Um tripé pode ser construído cortando uma lata de leite em pó com um abridor de latas. Um fogareiro pode ser construído com uma lata de atum e duas tiras de granito. Uma lamparina pode ser construída com o bulbo de uma lâmpada incandescente e um barbante. Uma trompa de água pode ser construída com uma garrafa plástica e uma mangueira. Todas as instruções necessárias são apresentadas pelos autores.

Também é possível usar materiais de baixo custo para produzir aparelhos como balança, equipamento para destilação, equipamento para titulação e estante para secar vidrarias

(LORENZO; SANTOS; et al., 2010b). Todos os materiais e instruções necessários são apresentados pelos autores.

Os princípios da interação da radiação com a matéria, muito importantes na Química, não costumam ser vistos em nível experimental no Ensino Médio. Porém um fotômetro caseiro, com custo inferior a R\$ 80, foi proposto por Oliveira e Leite (2016)! Foi utilizado um tubo de ensaio, alguns canos de PVC e diversos componentes eletrônicos. Foi possível determinar a concentração de soluções de permanganato de potássio com este equipamento. O reagente foi adquirido em forma de comprimidos, em uma farmácia.

Diversas substâncias presentes no cotidiano podem ser utilizadas para realizar experiências químicas. Ferreira, Hartwig e Rocha-Filho (1997) preparam uma solução indicadora de fenolftaleína com comprimidos de Lacto-Purga e álcool. Usando esta solução, podem ser estudados diversos equilíbrios ácido-base: amônia (Ajax) e amônio (bicarbonato de amônio, de uso culinário), bicarbonato (bicarbonato de sódio, de uso culinário) e ácido carbônico (produzido na reação), e ácido acético (vinagre, de uso culinário) e acetato (produzido na reação). Estas experiências podem combater concepções incorretas dos alunos sobre o equilíbrio químico, como a ideia que reagentes e produtos ficam em recipientes separados!

A mesma solução indicadora é usada por Silva e Stradiotto (1999) para estudar o equilíbrio ácido-base da água de cal. Basta preparar uma solução de hidróxido de cálcio usando cal virgem e soprar: Ocorre precipitação de carbonato de cálcio e, depois, sua dissolução por formação de bicarbonato de cálcio solúvel. O aumento de temperatura ou a adição de mais água de cal desloca o equilíbrio e reprecipita o carbonato de cálcio.

As questões ambientais muitas vezes são deixadas em segundo plano no Ensino Médio, em parte pela falta de material para desenvolver atividades nesta temática. Experimentos simples, de baixo custo, podem desenvolver a consciência ambiental dos alunos. Palácio, Cunha, et al. (2013) utilizam a brotação de cebolas em solução aquosa de sulfato de cobre para demonstrar a toxicidade dos metais pesados no ambiente. Quanto maior é a concentração de cobre, pior é o desenvolvimento das raízes da cebola.

Em uma época de descrença na vacinação (STEIN, 2017), no aquecimento global (PAPPAS, 2016) e na formação do petróleo como combustível fóssil não-renovável (HULER, 2013), e de volta do geocentrismo (HORGAN, 2016), do criacionismo (MOORE, 2000) e das teorias raciais (EVANS, 2018), é necessário que os alunos vejam com seus próprios olhos e realizem com suas próprias mãos experiências convincentes para ver que a ciência “realmente funciona.”

Guimarães e Dorn (2015) simulam experimentalmente o efeito estufa, com materiais de baixo custo. Garrafas plásticas, mangueira, termômetros, bicarbonato de sódio, vinagre e um cronômetro são os materiais utilizados. Ao expor ao sol duas garrafas com ar atmosférico, uma saturada de gás carbônico e outra não, é observado um maior aumento de temperatura na garrafa saturada de gás carbônico – evidenciando o efeito estufa.

Até mesmo a Química em nível submicroscópico pode ser estudada com experimentos simples e de baixo custo. O modelo atômico de Dalton é introduzido, muitas vezes, a partir de seus postulados e de “raciocínios” no estilo Demócrito e Leucipo, sem nenhuma relação com as leis ponderais das reações químicas. Deixa-se de fazer correlações entre o macroscópico e o submicroscópico.

Campos e Silva (2004), a partir da queima de uma palha de aço em um béquer, com o auxílio de um secador de cabelos, são capazes de demonstrar a proporção constante, em massa, da combinação de ferro e oxigênio. A massa de oxigênio é obtida por diferença, supondo a conservação das massas. Em uma etapa seguinte, uma experiência é proposta onde cliques de papel, de diferentes tamanhos, são encaixados em diferentes proporções e pesados. O resultado é bastante sugestivo da existência de átomos. Ele explica muito bem, por analogia, a combinação de átomos de ferro e de oxigênio em uma determinada proporção.

Nem sempre é possível realizar experiências na escola, por diversos motivos: reações perigosas, falta de tempo e falta de recursos (MORAN, 1995). Nestes casos, Moran (1995) recomenda o uso de vídeos para simular a experiência.

Os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr muitas vezes são introduzidos para alunos que possuem pouca noção dos fundamentos de eletromagnetismo, radioatividade e ótica. Silva, Machado e Silveira (2012) usam diversos vídeos e simulações interativas no computador para ensinar os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Fenômenos eletrostáticos, raios catódicos, experimento de Becquerel, características das partículas alfa e beta, espalhamento de Rutherford, espectro eletromagnético e transições eletrônicas são visitados.

1.3. INTERAÇÃO DE ISOPOR COM ACETONA

Um experimento muito utilizado em nível demonstrativo é a interação do isopor com acetona ou gasolina (AMAZING WORLD, 2017). A solvatação perturba a estrutura do isopor (espuma de poliestireno) e libera o ar aprisionado em sua estrutura (BENEDICTO, 2017). O

resultado é o poliestireno moldável, um material similar a um chiclete. As fases são separadas por densidade (ar em cima, solvente no meio, poliestireno moldável em baixo).

Uma proposta investigativa sobre este experimento foi publicada por Benedicto (2017). Na primeira etapa, um problema foi proposto aos alunos, em forma de texto: uma história de uma pessoa que estava pintando uma peça de isopor para fazer uma maquete. Uma tinta amarela a base de acetona foi usada, o que destruiu o isopor. O que aconteceu? Como pintar o isopor sem danificá-lo?

Em uma segunda etapa, os alunos formularam diversas hipóteses para explicar o que aconteceu. A seguir, os alunos realizaram diversas experiências para testar as hipóteses e propuseram explicações para o fenômeno. Por último, o professor fez um fechamento explicando o que de fato ocorreu, esclarecendo incorreções no raciocínio dos alunos e mostrando a necessidade de usar uma tinta a base de água.

O poliestireno moldável tem propriedades adesivas (SAHARA TECH, 2016): ele pode ser usado para colar plásticos e cerâmicas (CURIAC; PETRE; et al., 2017). Erroneamente, o processo foi descrito como dissolução (CURIAC; PETRE; et al., 2017). O material que sobra pode ser despejado em moldes para fins decorativos (CURIAC; PETRE; et al., 2017) ou para acender fogueiras (testado pelo autor). Esta cola é forte e seca rapidamente. Ela não é sujeita a ação da umidade, de insetos ou de bactérias, ao contrário de muitas colas caseiras.

A cola de isopor tem a vantagem de ser feita a partir de um material reciclável. O isopor é um poluente nocivo, capaz de flutuar na água e matar pássaros e fauna aquática. Trata-se do principal lixo presente no oceano. Sua decomposição na natureza leva cerca de 900 anos, devido a sua resistência à fotólise. Muitas empresas de reciclagem não trabalham com poliestireno (CURIAC; PETRE; et al., 2017).

O interesse do autor pelo tema foi despertado em um estágio docente, no primeiro semestre de 2017. Ao procurar gasolina para realizar uma experiência de determinação do teor de álcool, o autor foi informado que isopor e gasolina são utilizados para produzir uma cola para telhas.

Em outro estágio docente, no primeiro semestre de 2018, o autor participou do evento UFRGS: Portas Abertas. Neste evento, um colega do autor demonstrou a experiência da interação de acetona e isopor. Assim, começou a pesquisa sobre o assunto e surgiu a ideia de produzir um trabalho de conclusão.

1.4.COLAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Já em 70 000 A. C., homens primitivos na África do Sul usavam uma mistura adesiva de látex de uma árvore e ocre (uma argila) para proteger as pinturas que faziam em paredes de cavernas. Em 2 000 A. C., os egípcios antigos usavam adesivos líquidos, preparados a partir de animais (ossos, pele, sangue, cérebro e tecido conjuntivo; ricos em proteínas como o colágeno) em seus artefatos de madeira (NTI DATA PRODUCTS, 2015).

Somente em 1700, na Holanda, foi aberta a primeira indústria produtora de adesivos líquidos comerciais. Estes adesivos eram produzidos a partir de cavalos velhos – similar ao produto egípcio descrito acima. Tais adesivos foram usados por mais 200 anos, aproximadamente (NTI DATA PRODUCTS, 2015).

As colas modernas entram em cena comercialmente em 1932, com a produção da cola branca "Elmer's," cujo ingrediente ativo era a caseína do leite de vacas. Os produtos feitos a partir de corpos de animais começaram a desaparecer do mercado. Em 1947 entrou no mercado a cola-tudo "Casco" cujo ingrediente ativo era o PVA (acetato de polivinila). O PVA é um polímero sintético termoplástico com aparência de borracha. Este tipo de cola é o adesivo líquido mais popular atualmente. O PVA é eficiente, barato e não prejudica o meio ambiente (NTI DATA PRODUCTS, 2015).

Depois foi desenvolvido o adesivo de cianoacrilato. Uma tentativa fracassada de produzir um plástico transparente para ser usado como lentes de miras de armas na segunda guerra mundial, o cianoacrilato foi vendido pela primeira vez como adesivo com o nome "Eastman 910" em 1958. Na guerra do Vietnã surgiram usos médicos para a cola de cianoacrilato. Em forma de spray, a cola foi usada para estancar sangramentos até o soldado receber atendimento médico adequado (LEMELSON-MIT, 2018).

Existem tentativas de desenvolver adesivos físicos microscópicos que não dependam de substâncias químicas com propriedades adesivas. Eles funcionam como as patas de uma lagartixa e usam adesão a nível molecular (GEIM; DUBONOS; et al., 2003).

Colas já foram preparadas a partir de: proteínas, presentes no leite e no sangue; colágeno, presente no couro de animais e em peixes; amido, presente em farinhas de cereais e raízes; goma arábica, presente em algumas árvores; óleo-resinas, presentes em algumas árvores; sais de cálcio calcinados, provenientes de minerais; açúcar, presente no mel e no suco de cana (HELM-CLARK, 2007); além de diversos materiais sintéticos.

A maior parte do uso das colas é industrial, incluindo: indústria da madeira (DUNKY, 2018), indústria farmacêutica (SINGH; PARAMJOT, 2018), indústria dos calçados

(ORGILÉS-CALPENA; ARÁN-AÍÍS; et al., 2018), indústria automotiva (DILGER; FRAUENHOFER, 2018) e odontologia (ÖZDEMIR, 2018). Além do largo uso das colas nos ambientes doméstico e escolar, cabe mencionar que muitos dos equipamentos de baixo custo citados na seção 1.2 utilizam colas na montagem do material.

Para o ensino de Química existem diversas colas caseiras que podem ser utilizadas, por exemplo: goma, preparada a partir do amido, um material renovável (LEAL; MOITA NETO, 2013); caseinato de sódio, preparado a partir do leite, um material renovável (MCDUFFIE, 1977; SÃO PAULO, 2014); e poliestireno moldável, preparado a partir de espuma de poliestireno (isopor), um material reciclável (AMAZING WORLD, 2017; BENEDICTO, 2017; CURIAC, PETRE, et al., 2017; SAHARA TECH, 2016).

As colas onde o solvente é água, como a goma e o caseinato, demoram muito para secar, impossibilitando os alunos de observarem o resultado no período de aula; a goma precisa ser cozinhada, o que pode não ser possível em alguns espaços escolares; e a preparação do caseinato envolve a coagulação de uma proteína e várias etapas, um processo que pode não ser de fácil execução. Tais problemas não são encontrados com a cola de isopor. Por isto, optou-se por elaborar e avaliar um material didático usando a cola de isopor.

Diversos conceitos químicos podem ser trabalhados com estas colas. Com a goma podem ser trabalhados: carboidratos, glicose, conformação cadeia e biopolímeros. Com o caseinato podem ser trabalhados: acidez, basicidade, concentração, pH, equilíbrio ácido-base, precipitação, dissolução, função fenol, íon fenolato, aminas, ácidos carboxílicos, aminoácidos e proteínas. Com a cola de isopor podem ser trabalhados: função alceno, reações de adição à ligação dupla, radicais, polimerização, polímeros sintéticos, biodegradabilidade, reciclagem, função cetona, hidrocarbonetos, alcanos, gasolina, polaridade, teor de álcool na gasolina, fusão, dissolução, solvatação e densidade.

1.5. PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

Um professor formado para reproduzir técnicas de ensino não terá preparo para exercer autonomia e decidir, em cada situação de ensino, a melhor estratégia e meio a serem utilizados (FONSECA; BORGES, 1999).

Além disto, não basta investir somente na formação teórica do professor, pois não há garantia que ele terá sucesso nas situações práticas que encontrará pela frente. É necessário que o professor em formação tenha a vivência de transpor orientações teóricas de ensino para práticas de ensino (FONSECA; BORGES, 1999).

Os livros didáticos de ciências seguem uma estrutura rígida e linear. Ironicamente, os livros que deveriam facilitar o aprendizado podem dificultá-lo. Estes livros costumam apresentar conceitos descontextualizados e supõem que todos os alunos aprendem da mesma maneira, independente do seu meio social. O aluno acaba não interagindo com estes materiais de leitura sistemática e analítica, sem relação com o seu cotidiano (FONSECA; BORGES, 1999).

A formação do professor deve ser continuada, um processo contínuo que o acompanha durante toda a sua carreira, para mantê-lo atualizado. Por isto Fonseca e Borges (1999) desenvolveram um programa de inovação curricular e capacitação de professores, que incluiu a análise e produção de material didático por parte dos professores.

A produção de material didático pode desenvolver as competências científicas e didáticas dos professores. Eles são "obrigados" a rever conceitos, fazer pequenas pesquisas e esclarecer questões (FONSECA; BORGES, 1999).

Os professores pesquisados por Fonseca e Borges (1999) produziram material didático, mas com dificuldade. Muitas vezes, eles somente fizeram composição de textos de dois ou mais livros, sem adaptação alguma. Antes da pesquisa, estes professores eram quase sempre limitados ao uso de um único livro didático. Quando produziam seu próprio material didático, antes da pesquisa, tinham por objetivo complementar o livro. Muitas vezes, o material produzido antes da pesquisa consistia simplesmente de listas de exercícios ou cópias de páginas de revistas ou outros livros.

A formação de muitos professores ocorre com pouca articulação entre as disciplinas científicas e pedagógicas. Como os professores não podem ensinar as disciplinas científicas da maneira como as aprenderam, a transposição deste conhecimento científico para conhecimento escolar fica somente sob a responsabilidade do estágio supervisionado. (EICHLER; DEL PINO, 2010)

Esta formação deficiente gera, no professor, uma dependência do livro didático. Tal dependência é perigosa, pois existe uma luta política por trás do livro. O professor não pode aceitar o livro didático de forma irrefletida. Além disto, por terem um caráter universal, estes livros não levam em conta a realidade de cada escola. (EICHLER; DEL PINO, 2010)

Para sanar esta dependência do livro didático, são produzidos materiais didáticos alternativos. Por falta de recursos muitas vezes os autores não são professores de escola básica, mas professores universitários. Por isto, a produção de material didático é recomendada como parte da formação de professores. A produção dos materiais alternativos pode envolver a parceria de estudantes de licenciatura, professores de escola básica, pós-

graduandos e professores universitários, em um contexto de qualificação de professores de escola básica em serviço (EICHLER; DEL PINO, 2010).

Um exemplo de tal material alternativo é a tabela periódica inclusiva (MASSON; CHARI; et al., 2016). Trata-se de uma tabela periódica de madeira, contendo escrita em braile, acessível a deficientes visuais. A mesma tabela é usada por alunos sem deficiência visual. Existem muitas dificuldades no ensino de deficientes visuais. Além da falta de preparo dos professores, espaço físico inadequado na escola, muitas vezes falta material didático adequado. Este material alternativo supre, em parte, esta dificuldade.

1.6. OFICINAS TEMÁTICAS

Existe uma demanda social para que todos os cidadãos tenham conhecimentos de ciência e tecnologia. Sem este conhecimento, não é possível o cidadão participar de forma racional de decisões de cunho científico e tecnológico que possam vir a impactar a sua vida ou o meio ambiente. Por isto, este conhecimento deve ter um significado humano e social (MARCONDES, 2008).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio:

O currículo, enquanto instrumentação da cidadania democrática, deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no tríplice universo das relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva (MAIA, 2018, p. 16).

Uma estratégia de aprendizagem que satisfaz os critérios acima é o uso de oficinas temáticas. Elas são instrumentos educacionais que permitem relacionar ciência, tecnologia e sociedade. Com elas é possível formar cidadãos críticos, integrando diferentes áreas do conhecimento e refletindo sobre problemas relacionados ao tema tratado. São propostas atividades experimentais que abordam vários aspectos do conhecimento, relacionando a química com questões sociais, ambientais e econômicas (LIMA; SOUSA; SILVA, 2012).

Na oficina, existe um problema a ser resolvido através de conhecimentos teóricos e práticos. A solução requer trabalho em equipe, reflexão, discussão e participação ativa do aluno. Os temas apresentados envolvem situações-problema que, apesar de terem um foco definido, são sujeitas a diferentes interpretações (MARCONDES, 2008).

A lógica dos temas geradores é seguida na elaboração das oficinas temáticas, com apresentação de conceitos químicos a partir de contextos temáticos. Elas são baseadas em

experimentos que fazem os alunos refletirem sobre conceitos químicos aplicáveis a situações cotidianas (LIMA; SOUSA; SILVA, 2012).

As oficinas temáticas exploram a vivência dos alunos e os fatos do cotidiano, relacionando-os com conceitos da Química e de outras áreas também. O cotidiano é problematizado e revisitado durante as atividades propostas, conforme mais conceitos acadêmicos vão sendo adquiridos (MARCONDES, 2008).

Não se entende o uso das oficinas temáticas como pretexto para ensinar conceitos Químicos. A ideia é compreender a realidade, identificar problemas, avaliar soluções e propor formas de intervenção na sociedade (MARCONDES, 2008).

Os experimentos utilizados devem, de preferência, ser realizados pelos alunos e ter caráter investigativo. Assim, o aluno tem um papel ativo no aprendizado. Além de despertar o interesse dos alunos, os experimentos oportunizam contato com fenômenos que os alunos podem conhecer somente na teoria. É prático evitar experimentos perigosos, longos, de difícil manipulação ou que envolvam reagentes tóxicos ou de difícil descarte (MARCONDES, 2008).

Segundo uma pesquisa de Marcondes (2008), 94% dos alunos mudaram sua percepção sobre a Química após participarem de oficinas temáticas. As opiniões dos alunos foram:

- “Antes achava chato, não entendia muita coisa. Agora parece que desta forma fica mais fácil e interessante.”;
- “Gostei de fazer experiências e de aprender coisas que não sabia antes. Aprendi mais.”;
- “Acho que é mais fácil, interessante, legal e útil aprender na prática. Na teoria é muito chato, cansativo e complicado.”;
- “Percebi que a Química não é tão ruim (não é só misturas, cálculos e fórmulas para decorar). Ela é muito importante e está em nosso dia-a-dia.”;
- “Percebi o lado interessante da Química. Passei a me interessar mais. Não tenho muito acesso ao laboratório da escola.”;
- “Não tinha muito conhecimento do assunto de Química. Percebi que estes assuntos tratados aqui são muito importantes para nossa vida.” (MARCONDES, 2008, p. 74).

2. OBJETIVOS

Este trabalho visa à produção e avaliação de material didático para aulas de Química do segundo ano do Ensino Médio, a partir de temática sobre uma cola caseira preparada a partir de material reciclável. Tal material didático consiste de um conjunto de atividades, como descrito na metodologia. A avaliação deste material consiste de um pré- e um pós-questionários, também descritos na metodologia.

Com este material espera-se que os alunos sejam capazes de apropriar diversas habilidades: uso de equipamento de proteção individual; realização de experiência química; revisão dos conceitos de fusão, dissolução, solvatação, densidade e reciclagem; capacidade de abstração de um conhecimento acadêmico, dentro de um contexto, recebido em aula expositiva para outro contexto, de forma autônoma; e, é claro, o conhecimento prático da preparação da cola de material reciclável.

A avaliação do material é justificada para sugerir a capacidade que ele tem de satisfazer os objetivos acima descritos.

3. METODOLOGIA

Uma pesquisa qualitativa foi realizada. A metodologia de elaboração e a metodologia de avaliação do material didático estão descritas separadamente, a seguir.

3.1. ELABORAÇÃO DO MATERIAL

Foram desenvolvidas atividades envolvendo experimentos investigativos realizados pelos alunos, discussões, aulas expositivas dialogadas e produção textual por parte dos alunos.

3.1.1. Parte teórica

Para elaborar as atividades, a metodologia dos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, 2001) foi utilizada.

No primeiro momento pedagógico, chamado de "problematização inicial," parte-se de uma situação real. Algumas questões são propostas para uma discussão em grupos e, depois, uma discussão com toda a turma. O professor deve questionar, lançar dúvidas e não dar respostas ou explicações. A ideia é evidenciar a limitação do conhecimento que o aluno tem e a necessidade de apropriar mais conhecimento para solucionar o problema.

No segundo momento pedagógico, chamado de "organização do conhecimento," conhecimentos acadêmicos são estudados de forma sistemática. O professor seleciona os conhecimentos e orienta o estudo. A ideia é esclarecer os questionamentos do primeiro momento pedagógico.

No terceiro momento pedagógico, chamado de "aplicação do conhecimento," o aluno usa o conhecimento apropriado para interpretar tanto o problema inicial quanto outras situações que possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. A ideia é capacitar os alunos a usar o conhecimento para explicar diversas situações reais de forma autônoma.

Esta metodologia de Delizoicov (2001) é baseada em diversos autores, como Bachelard e Kuhn. O primeiro argumenta que os conhecimentos prévios dos alunos devem ser trabalhados ao longo do processo de ensino (DELIZOICOV, 2001). O segundo argumenta que quando ocorre apropriação da solução de um problema-exemplo, o aluno passa a ser capaz de solucionar outros problemas similares (DELIZOICOV, 2001).

3.1.2. Parte prática

Para o primeiro momento pedagógico, de execução posterior ao questionário inicial (Apêndice 1), foi preparado um roteiro para a realização de uma experiência (Apêndice 2). A experiência consiste de inserir um pedaço de isopor em acetona, dentro de um copo de vidro. O isopor perde ar, depositando poliestireno moldável debaixo do solvente. A seguir, o material é usado para colar diversos objetos. Os alunos foram questionados sobre o que ocorreu, quimicamente.

Para o segundo momento pedagógico, foi preparada uma aula expositiva em Power Point (Apêndice 3). Foram explicados os fenômenos da dissolução e fusão, usando cloreto de sódio e água como exemplos. A seguir, foi explicada a produção e estrutura do isopor.

Depois, foi explicado o fenômeno da solvatação. Como exemplo, foram usados cloreto de sódio e água e acetona e metano. Foi explicado o que ocorreu no experimento: A solvatação do poliestireno pela acetona perturbou sua estrutura e liberou o ar aprisionado. Esta perturbação foi associada à “moleza” da cola fresca e a fixação da estrutura com a secagem do solvente foi associada à “dureza” da cola seca.

Para explicar a separação das fases (ar em cima, acetona no meio, poliestireno em baixo), foi explicada a propriedade densidade. Foi usada a definição matemática, associada à definição do centímetro cúbico.

A densidade também foi relacionada à estrutura submicroscópica da matéria, usando alumínio e cobre como exemplos. Estes são metais do cotidiano que tem a mesma cela unitária, para facilitar a comparação. O cobre tem átomos maiores e uma cela unitária menor, portanto é mais denso.

Por fim, os alunos foram conscientizados da necessidade de reciclagem do isopor. Um vídeo do processo, feito por uma empresa brasileira, foi mostrado aos alunos.

Para o terceiro momento pedagógico, foi preparado um problema (Apêndice 4). Um texto conta a história da tragédia da boate Kiss, explicando o início do incêndio com o uso do triângulo do fogo. Ênfase foi dada ao fato que as pessoas morreram intoxicadas, não queimadas. Foi salientado que a fumaça dos incêndios acumula-se em lugares altos e foi sugerido que é melhor rastejar do que caminhar em um incêndio, para inalar menos fumaça.

O problema pede para os alunos explicarem, quimicamente, por que a fumaça acumula-se em lugares altos. Eles são lembrados da separação por densidade que ocorre no experimento, da diferença de densidade do poliestireno antes e depois de perder muito volume

(sem perder massa) e são informados da expansão do ar, dentro de um balão, com o aumento da temperatura.

Basta relacionar a maior temperatura da fumaça com aumento de volume e, portanto, diminuição de densidade. Assim, por diferença de densidade, a fumaça “sobe” e o ar “desce.”

3.2. AVALIAÇÃO DO MATERIAL

Para avaliar as atividades, elas foram levadas a uma turma do segundo ano do Ensino Médio regular. Antes e depois de cada atividade, os alunos receberam questionários para avaliar o material didático produzido. A escola escolhida é pública e de periferia. Ela passou por problemas estruturais e ficou sem banheiro para os alunos durante alguns dias devido a danos causados no encanamento por raízes de árvores.

A escola possui materiais doados pelo PIBID após a saída do projeto em 2017: vidrarias, jalecos e óculos de proteção. A acetona foi emprestada por um laboratório da UFRGS.

Apesar da turma escolhida ter um pouco mais de trinta alunos, somente doze alunos realizaram todas as atividades. As aulas ocorrem no período noturno e muitos alunos trabalham durante o dia. Alguns moram em zonas de risco onde podem ocorrer toques de recolher. Existem muitos assaltos na região e alguns alunos de outras turmas desistiram de estudar nesta escola por causa disto.

Sete alunos realizaram a experiência, outros cinco assistiram a experiência em vídeo enviado por WhatsApp. Dez alunos assistiram a aula teórica, dois receberam a apresentação e os vídeos por WhatsApp. Os vídeos foram enviados para todos os alunos, no canal de WhatsApp da turma. O problema proposto foi realizado por dois grupos de três alunos cada, outros seis alunos realizaram a tarefa individualmente.

3.2.1. Parte teórica

Para elaborar os questionários, a metodologia de Fowler Jr (2011), descrita abaixo, foi utilizada.

Em um levantamento, as questões devem ser cuidadosamente formuladas. Elas devem ser confiáveis: Respondentes em condições similares devem produzir respostas similares. Uma questão deve significar a mesma coisa para todos os respondentes. A percepção de quais respostas são aceitáveis para uma questão deve ser a mesma para todos os respondentes.

As questões devem ser completas, de forma a evitar que palavras devam ser adicionadas para a sua compreensão – o que faria que a questão pudesse ser, na prática, diferente para cada respondente.

Pelo mesmo motivo, não devem ser usadas palavras complexas ou ambíguas. É recomendado usar palavras simples, curtas e de entendimento universal. Não é correto supor que os respondentes vão pedir esclarecimentos quando não estiverem certos sobre o significado de uma questão.

Uma questão deve ser desmembrada em duas questões para evitar perguntar duas coisas na mesma questão, pois os respondentes podem responder de forma inconsistente.

As questões podem ser fechadas ou abertas. As questões fechadas têm uma lista de respostas aceitáveis. Com as questões fechadas, existe mais segurança para quem responde e para quem interpreta a resposta.

As questões abertas não têm uma lista de respostas aceitáveis. Se possível, elas devem sugerir o tipo de resposta aceitável. As questões abertas permitem uma descrição mais próxima da visão real do respondente, além de serem práticas quando a lista de alternativas da questão fechada correspondente é muito grande.

3.2.2. Parte prática

Foram preparados dois questionários. Um questionário inicial, para ser administrado antes de todas as atividades (Apêndice 1), e um questionário final, para ser administrado após todas as atividades (Apêndice 5).

Primeiro, um conjunto de questões rotuladas com o número 1 dizia respeito à colas. No questionário inicial, os alunos deviam informar onde usam colas e que tipos de colas usam (incluindo colas caseiras). No questionário final, os alunos deviam explicar como é feita a preparação da cola de isopor. A ideia é saber o quão importantes as colas são para os alunos e, ao final, saber se eles se apropriaram da “receita” da cola artesanal de isopor.

Depois, um conjunto de questões rotuladas com o número 2 dizia respeito à reciclagem. No questionário inicial, os alunos deviam informar se acham que plásticos apodrecem na natureza e se existe um descarte correto para eles. No questionário final, os alunos deviam explicar como é feita a reciclagem do isopor. A ideia é saber quanta noção os alunos têm da necessidade de reciclar e do motivo pelo qual esta reciclagem é feita e, ao final, saber se os alunos são capazes de descrever um processo real de reciclagem.

Por fim, um conjunto de questões rotuladas com o número 3 dizia respeito à densidade. No questionário inicial, os alunos deviam considerar se a flutuação de um pedaço de isopor sobre a água depende do tamanho, formato ou peso do isopor. No questionário final, os alunos deviam comparar volumes (e massas) iguais de isopor e chumbo e informar a diferença nas massas (e volumes) destes. A ideia é saber quanta noção os alunos têm da densidade como uma propriedade que depende somente da natureza do material e, ao final, saber se os alunos se apropriaram da definição matemática de densidade para fazer comparações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro, é descrito o resultado da experiência, conforme o roteiro da experiência (Apêndice 2). A seguir, são apresentados e discutidos os resultados recolhidos com o questionário inicial (Apêndice 1), questionário final (Apêndice 5) e problema proposto (Apêndice 4).

4.1. EXPERIÊNCIA

Os alunos relataram bastante interesse em realizar a experiência. Eles não haviam realizado nenhuma experiência no ano corrente. Apesar de não ter habilidade na preparação e manuseio da cola, e apesar da baixa concentração na atividade, os alunos foram bem sucedidos em colar três objetos quebrados trazidos pelo professor: duas xícaras de porcelana e um espelho de maquiagem.

Um aluno, bastante agitado, descolou a xícara que o grupo dele colou e o espelho que outro grupo colou. Foi necessário colar os objetos novamente. Para colar o espelho outra vez, foi necessário raspar a cola do plástico. Houve remoção do plástico junto com a cola, mostrando a força da cola.

Quanto ao questionamento: uns acharam que o isopor “derreteu,” outros que o isopor “dissolveu,” outros ainda afirmam que “derreter” e “dissolver” são equivalentes. Um aluno apontou que houve liberação de “oxigênio,” sem conseguir explicar a sua origem.

Houve uso excessivo de isopor. A cola que sobrou, após secar, pode ser usada para acender fogueiras (testado pelo autor). As fotografias da experiência estão apresentadas nas Figuras 1-10.

Figura 1. Experiência, fotografia 1.



Figura 2. Experiência, fotografia 2.



Figura 3. Experiência, fotografia 3.



Figura 4. Experiência, fotografia 4.



Figura 5. Experiência, fotografia 5.



Figura 6. Experiência, fotografia 6.



Figura 7. Experiência, fotografia 7.



Figura 8. Experiência, fotografia 8.



Figura 9. Experiência, fotografia 9.



Figura 10. Experiência, fotografia 10.



4.2. QUESTIONÁRIO INICIAL

4.2.1. Pergunta 1A

A pergunta pede: “Você usa colas adesivas com alguma frequência?”. Todos os doze alunos responderam “sim.” Sinal da importância do uso das colas no dia-a-dia. Houve confusão no início pois muitos alunos pensaram naquelas “colas,” muitas vezes não autorizadas, com dicas para fazer provas na escola. Foi esclarecido que são colas adesivas, usadas para colar objetos.

4.2.2. Pergunta 1B

A pergunta pede: “Onde você usa colas?”. Quatro alunos responderam “trabalho,” dez responderam “casa” e oito responderam “escola,” mostrando que o uso principal das colas é em casa, praticamente empatado com o uso escolar.

4.2.3. Pergunta 1C

A pergunta pede “Que tipo de cola você usa?”. Um aluno respondeu “post-it,” um respondeu “de cano,” dois responderam “de pano,” sete responderam “bonder” (identificada seis vezes como bonder e uma vez como superbonder) e dez responderam “branca” (identificada cinco vezes como branca, duas vezes como bastão, uma vez como branca comum, uma vez como escolar e uma vez como de colégio).

Dentre os alunos que explicaram onde as colas são usadas: um explicou que usa cola branca para fazer artesanato em casa, um explicou que usa cola bonder para colar trabalhos da escola, dois explicaram que usam a cola branca para colar trabalhos da escola e três explicaram que usam a cola bonder para colar objetos em casa (dois usaram a palavra “objetos,” um usou a palavra “sapatos”). Um aluno identifica a cola branca (bastão) como “uma cola super potente” que “cola o objeto com tamanha eficiência e qualidade.”

Os resultados acima mostram que a cola branca é a mais usada e a que tem uma diversidade muito maior de nomes comuns. Também muito utilizada é a cola bonder. Dentre as menos utilizadas, o autor do trabalho desconhecia a existência de colas de pano, e também podemos concluir que poucos alunos consertam o próprio encanamento e poucos alunos reconhecem a face do post-it como provida de material adesivo.

Poucos alunos deram explicações de como as colas são usadas. De qualquer forma os resultados acima mostram que o principal uso da cola branca é escolar, para colar trabalhos, enquanto que o principal uso da cola bonder é doméstico, para colar objetos.

4.2.4. Pergunta 1D

A pergunta pede “Como é preparada a cola caseira que você usa?”. Somente um aluno respondeu. Ele só soube explicar que um dos ingredientes é farinha, sinal de que não utiliza a cola faz um bom tempo.

Provavelmente trata-se da cola de amido. Ela é produzida cozinhando um material rico em amido, como farinha, até obter uma goma espessa. A mãe do autor usava esta cola, quando criança, para colar papéis no caderno, pois não haviam colas comerciais disponíveis na localidade dela.

Um aluno informou verbalmente que usa cola de gasolina e isopor, a cola tema deste trabalho, para colar telhas em casa, mas infelizmente ele não pode participar de todas as atividades e não fez parte dos resultados deste trabalho.

4.2.5. Perguntas 2A e 2B

As perguntas pedem: “Os plásticos apodrecem na natureza?” e “Existe um descarte correto para os plásticos?”. Um aluno respondeu “sim” e deixou a segunda parte em branco, mostrando desconhecimento da não-biodegradabilidade dos plásticos e não sabendo dizer se os plásticos devem ser descartados junto com o lixo comum ou não.

Cinco alunos responderam “não” e “sim,” mostrando que eles sabem tanto que existe um descarte correto para os plásticos quanto a razão disto: Os plásticos não são biodegradáveis.

Seis alunos responderam “sim” e “sim,” mostrando que eles sabem que existe um descarte correto para os plásticos, separadamente do lixo comum, mas mostrando também que isto é um conhecimento cotidiano (cestas de lixo reciclável) não relacionado ao conhecimento da escola (biodegradabilidade).

4.2.6. Pergunta 3A

A pergunta pede “Se um pedaço de isopor é colocado em um copo com água, o que acontece?”. Todos os doze alunos responderam “flutua,” mostrando que têm uma noção intuitiva da baixa densidade do isopor e da propriedade dos materiais menos densos ficarem sobre os mais densos.

4.2.7. Perguntas 3B, 3C e 3D

As perguntas pedem “O que acontece na pergunta 3A depende do formato, tamanho ou peso do isopor?”. Oito alunos responderam “não,” “não” e “não;” mostrando que percebem que é uma propriedade do isopor (densidade) independente de forma, tamanho ou peso, que causa a flutuação.

Um aluno respondeu “não,” “não” e “sim,” mostrando que acredita que a massa do isopor influencia na flutuação. Possivelmente, existe uma confusão entre os conceitos de massa e densidade.

Um aluno respondeu “sim,” “não” e “não,” mostrando que acredita que o formato do isopor influencia na flutuação. Não está claro que raciocínio foi feito.

Dois alunos responderam “sim,” “não” e “sim,” mostrando que acreditam que o formato e a massa do isopor influenciam na flutuação. Veja os dois parágrafos acima.

4.3. QUESTIONÁRIO FINAL

4.3.1. Pergunta 1

A pergunta pede: “Como fazer cola caseira com isopor e acetona ou gasolina?”. Onze alunos responderam satisfatoriamente, mas um aluno mencionou “álcool” no lugar de acetona ou gasolina. Somente dois alunos mencionaram pressionar o isopor e somente três alunos mencionaram o uso de um recipiente de vidro.

4.3.2. Pergunta 2

A pergunta pede: “Como é feita a reciclagem do isopor?”. Cinco alunos mencionaram corretamente todas as etapas; exceto a etapa em que os fios são picados para fazer pedacinhos, que ninguém mencionou corretamente. Um destes cinco alunos identificou as etapas do processo como exemplos da utilização do isopor. Outros três destes cinco alunos mencionaram picar os fios para fazer pedacinhos em um contexto totalmente errado (depois do processamento final).

Três alunos mencionaram a etapa de moer o isopor para fazer pó, sem a etapa anterior de espremer para tirar o ar. Um acredita que cada etapa do processo produz um produto final (pó e fios são produtos finais!). Outro acredita que os fios são produtos finais, mas não o pó. Outro não criou tais confusões.

Apesar de tratar-se de um processo complexo, com muitas etapas, metade dos alunos não tiveram problemas em citar todas as etapas; com exceção da etapa de produção de pedacinhos de fios. Uma explicação mais clara do professor junto ao vídeo é necessária para a compreensão desta etapa. Mais vídeos e vídeos mais didáticos também podem ajudar.

Houve respostas sem sentido. Um aluno respondeu: “Foi criado um tipo de instituição que recicla estes materiais e transforma em recursos naturais, como madeiras por exemplo para assim reutilizar o 'objeto' e não poluir a natureza.” Outro aluno respondeu: “A reciclagem é feita por alguma empresa que transforma e matéria prima e novos produtos.” Outro aluno respondeu somente: “Transformar em obra-prima.”

4.3.3. Perguntas 3A e 3B

As perguntas pedem: “O que é maior: um grama de isopor ou um grama de chumbo?” e “O que é mais pesado: um centímetro cúbico de isopor ou um centímetro cúbico de chumbo?”.

Sete alunos responderam “isopor” e “chumbo,” mostrando que entendem a relação matemática da densidade com a massa e o volume: Com massas iguais, menor densidade corresponde a maior volume; com volumes iguais, maior densidade corresponde a maior massa. Esta relação não foi compreendida por: dois alunos que responderam “chumbo” e “chumbo,” não está claro que raciocínio foi feito; dois alunos que responderam “mesmo tamanho” e “chumbo,” talvez fruto de confusão entre massa e volume; e um aluno que respondeu “isopor” e “mesmo peso,” talvez falta de noção da definição de centímetro cúbico.

4.4. COMPARAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

4.4.1. Colas (perguntas 1's)

Apesar da grande importância das colas para os alunos, somente um tinha uma vaga lembrança de uma cola caseira. Após a realização das atividades, todos eles (apesar de um aluno confundir acetona ou gasolina com álcool) sabem preparar uma cola caseira barata e eficaz a partir de um material reciclável.

4.4.2. Reciclagem (perguntas 2's)

Apesar de quase todos os alunos saberem, pelo seu cotidiano, que existe um descarte correto para os plásticos, o conhecimento da maioria deles não ia além disto. Após a realização das atividades, metade deles é capaz de descrever um processo complexo de reciclagem de isopor em nível industrial.

4.4.3. Densidade (perguntas 3's)

Quase todos os alunos tinham uma boa noção de que o isopor flutua na água e isto independe de formato, massa e volume. Porém, a densidade como grandeza definida matematicamente por quociente de massa e volume causa confusão até em estudantes do

ensino superior (ROSSI; MASSAROTTO; et al., 2008). Após a realização das atividades, a maioria dos alunos foi capaz de fazer comparações entre materiais de diferentes densidades a partir da definição matemática da densidade.

4.5. PROBLEMA PROPOSTO

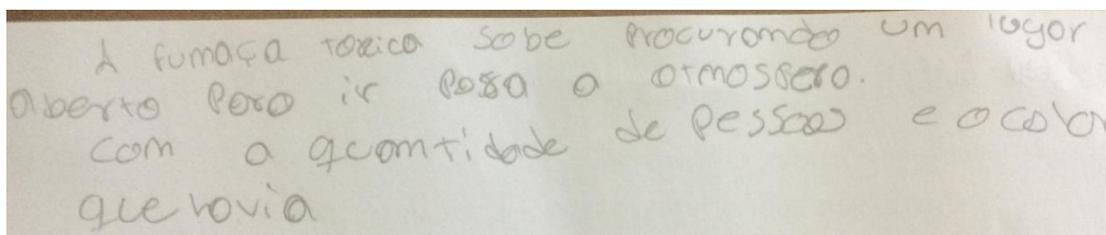
Quanto ao problema proposto, cada explicação será analisada individualmente. Os grupos serão numerados de 1 a 7 para discussão. Após, as explicações serão analisadas em conjunto.

4.5.1. Grupos individuais

4.5.1.1. Grupo 1

“A fumaça tóxica sobe procurando um lugar aberto para ir para a atmosfera. Com a quantidade de pessoas e o calor que havia” (Transcrição do original, mostrado na Figura 11.)

Figura 11. Problema, grupo 1.

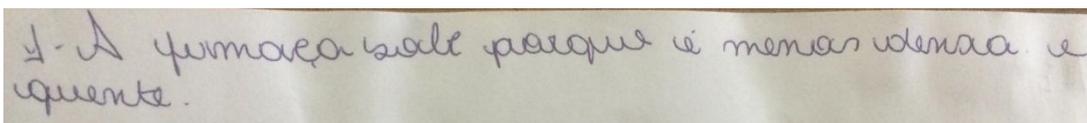


Não houve nenhuma tentativa de explicação científica do porque a fumaça sobe, apenas descreveram o fato da subida da fumaça e da sua toxicidade.

4.5.1.2. Grupo 2

“A fumaça sobe porque é menos densa e quente.” (Transcrição do original, mostrado na Figura 12.)

Figura 12. Problema, grupo 2.



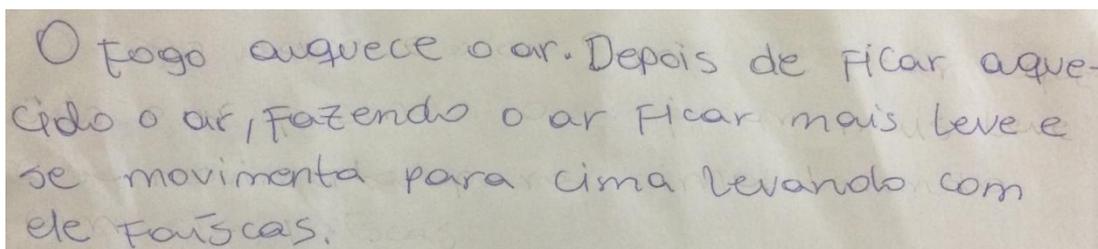
↓ - A fumaça sobe porque é menos densa e quente.

Uma explicação correta e concisa, mas que não deixou clara a relação de causa e efeito entre a temperatura da fumaça e a sua densidade.

4.5.1.3. Grupo 3

“O fogo aquece o ar. Depois de ficar aquecido o ar, fazendo o ar ficar mais leve e se movimenta para cima levando com ele faíscas.” (Transcrição do original, mostrado na Figura 13.)

Figura 13. Problema, grupo 3.



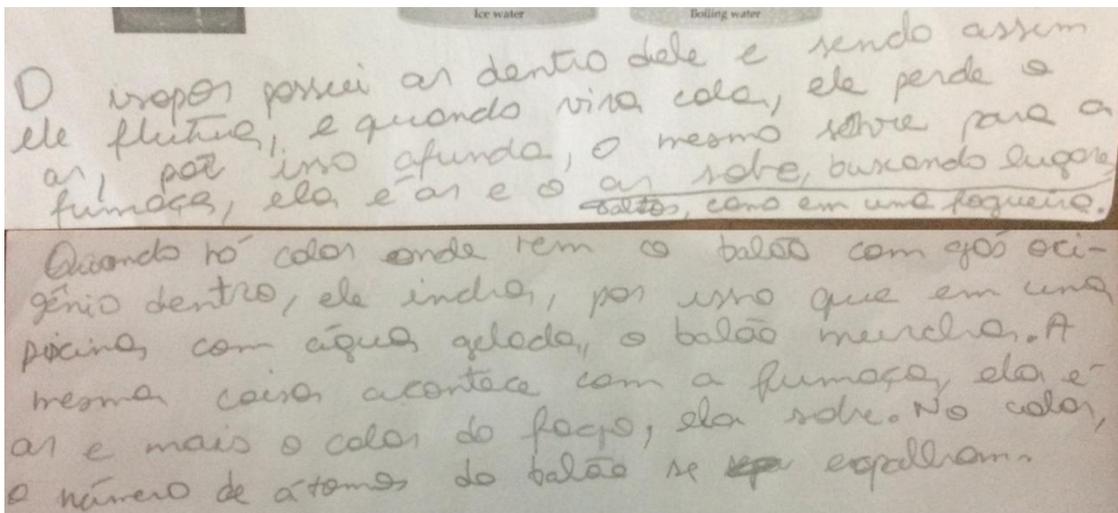
O fogo aquece o ar. Depois de ficar aquecido o ar, fazendo o ar ficar mais leve e se movimenta para cima levando com ele faíscas.

Uma explicação concisa, que relaciona o aumento de temperatura da fumaça com a diminuição da sua densidade. Porém ao invés de “menor densidade” o grupo menciona “mais leve,” confundindo menor massa com menor densidade. Além disto, houve confusão que identificou a fumaça como ar.

4.5.1.4. Grupo 4

“O isopor possui ar dentro dele e sendo assim ele flutua, e quando vira cola, ele perde o ar, por isto afunda, o mesmo serve para a fumaça, ela é ar e o ar sobe, buscando lugares altos, como em uma fogueira. Quando há calor onde tem o balão com gás oxigênio dentro, ele incha, por isto que em uma piscina com água gelada, o balão murcha. A mesma coisa acontece com a fumaça, ela é ar e mais o calor do fogo, ela sobe. No calor, o número de átomos do balão se espalham.” (Transcrição do original, mostrado na Figura 14.)

Figura 14. Problema, grupo 4.

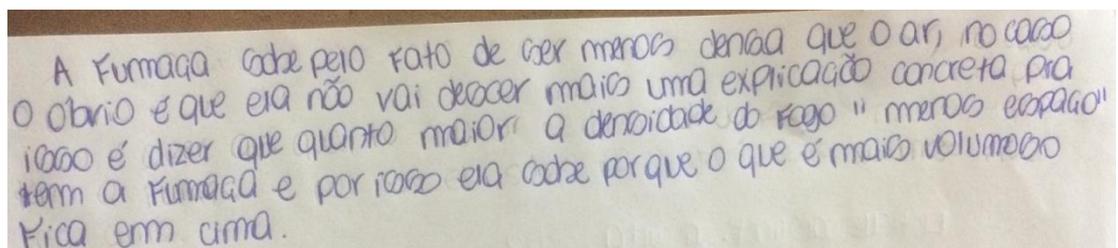


Uma explicação que parte do ar como material de baixa densidade, que sobe. Depois é usado um argumento submicroscópico que relaciona o aumento da distância entre os átomos do gás, devido ao calor, com o aumento do volume do gás. Faltou apenas o passo de relacionar o maior volume de gás com uma menor densidade.

4.5.1.5. Grupo 5

“A fumaça sobe pelo fato de ser menos densa que o ar, no caso o óbvio é que ela não vai descer mais uma explicação concreta pra isto é dizer que quanto maior a densidade do fogo ‘menos espaço’ tem a fumaça e por isto ela sobe porque o que é mais volumoso fica em cima.” (Transcrição do original, mostrado na Figura 15.)

Figura 15. Problema, grupo 5.

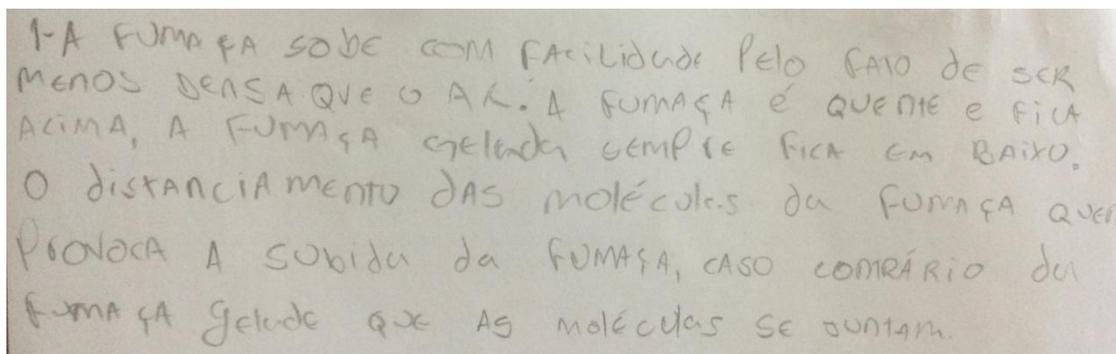


Uma explicação confusa que começa com uma observação correta do fenômeno da subida da fumaça e relaciona isto corretamente com a sua densidade, que é menor que o ar. Depois o grupo se perde com muita confusão.

4.5.1.6. Grupo 6

“A fumaça sobe com facilidade pelo fato de ser menos densa que o ar. A fumaça é quente e fica acima, a fumaça gelada sempre fica em baixo. O distanciamento das moléculas da fumaça quente provoca a subida da fumaça, caso contrário da fumaça gelada que as moléculas se juntam.” (Transcrição do original, mostrado na Figura 16.)

Figura 16. Problema, grupo 6.

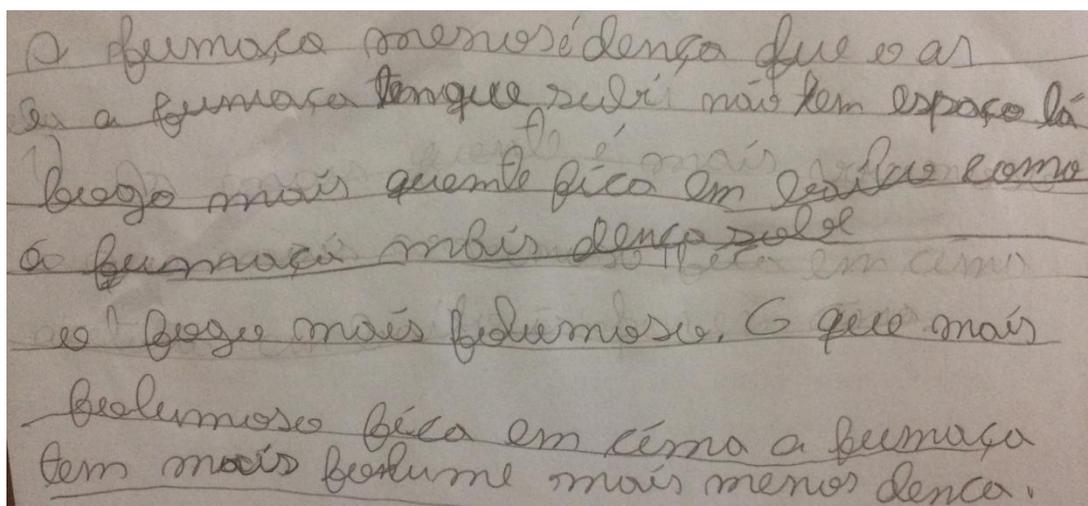


Uma explicação correta que relaciona a subida da fumaça com a sua menor densidade em relação ao ar, devido às suas diferenças de temperatura, pois o calor causa aumento da distância entre os átomos do gás e portanto aumento do volume do gás.

4.5.1.7. Grupo 7

“**A fumaça menos é dença que o ar e a fumaça tenque subi**, não tem espaço lá, fogo mais quente fica em baixo como a fumaça mais dença sobe o fogo mais folumoso. O que mais folumoso fica em cima a fumaça tem mais folume mais menos denca.” [sic] (Transcrição do original, mostrado na Figura 17.)

Figura 17. Problema, grupo 7.



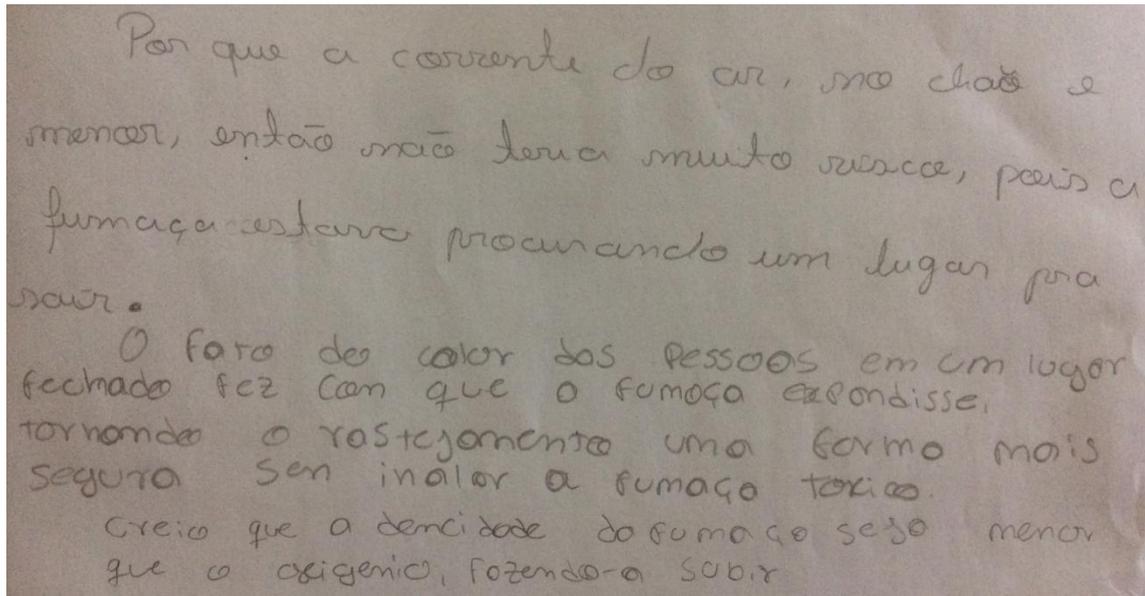
Uma explicação confusa que começa com uma observação correta do fenômeno da subida da fumaça e relaciona isto corretamente com a sua densidade, que é menor que o ar. Depois o grupo se perde com muita confusão.

A escola onde o trabalho foi realizado recebe alunos de uma EJA de ensino fundamental. Estes alunos ingressam ao primeiro ano do Ensino Médio regular na metade do ano letivo, dividindo a turma com alunos que cursaram o ensino fundamental regular e ingressaram no início do ano letivo. Reflexos de escolaridade deficiente, como se vê na resposta acima, são observados ao longo de todo o Ensino Médio.

4.5.1.8. Grupo 8

“Por que a corrente de ar, no chão é menor, então não teria muito risco, pois a fumaça estava procurando um lugar pra sair. O fato do calor das pessoas em um lugar fechado fez com que a fumaça expandisse, tornando o rastejamento uma forma mais segura sem inalar a fumaça toxica. **Creio que a densidade da fumaça seja menor que o oxigênio, fazendo-a subir.**” (Transcrição do original, mostrado na Figura 18.)

Figura 18. Problema, grupo 8.



Uma explicação com muita confusão no início, mas que termina com uma observação correta do fenômeno da subida da fumaça e relaciona isto corretamente com a sua densidade; que é menor que o ar.

4.5.2. Todos os grupos

Um grupo só relatou o fenômeno da subida; dois grupos apenas relacionaram a subida com a densidade; quatro grupos relacionaram a subida com a densidade e a densidade com a temperatura, porém com pequenas falhas de raciocínio; e um grupo explicou de forma totalmente satisfatória.

Apesar da grande dificuldade de expressão dos alunos, e do fato de eles estarem acostumados durante toda a vida escolar a não exercerem sua autonomia, e apesar do fato que o terceiro momento pedagógico exige uma abstração do aluno para levar o conhecimento acadêmico de uma situação para outra (capacidade esta pouco exercitada no ensino tradicional) quase todas as respostas foram satisfatórias.

5. CONCLUSÃO

Com o uso de experiência e vídeo no primeiro momento pedagógico, foi possível relacionar fenômenos e teoria química no segundo momento pedagógico. O fechamento com o problema proposto, no terceiro momento pedagógico, dentro das limitações dos alunos, permitiu uma apropriação verdadeira dos conceitos químicos estudados – não houve somente uma repetição de fatos memorizados.

A execução do material tomou 240 horas-relógio, evitando que o assunto se tornasse chato para os alunos – o que ocorreu, por exemplo, em um trabalho de 350 horas-relógio (RESENDE; CASTRO; PINHEIRO, 2010).

Além de desenvolver a consciência ambiental dos alunos sobre a reciclagem do isopor, também houve valor prático: Após a realização das atividades, os alunos são capazes de preparar uma cola caseira forte, a partir de um material reciclável.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. V.; SANTOS, S. A.; CERQUEIRA, N. T. V.; SILVA, J. A. Educação alimentar: Uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/02-QS-33-11.pdf>. Acesso em 26 nov. 2018.

AMARAL, N.; CAETANO, I. K. O leite como tema gerador de aprendizagem em Química. In: OGLIARI, C. R. N.; ILKIU, L. G.; RODAKIEWSKI, P. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2010**. Curitiba: SEED/PR, 2014. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_unicentro_qui_artigo_nilce_do_amaral.pdf>. Acesso em 26 nov. 2018.

AMAZING WORLD. **Styrofoam vs. gasoline reaction at normal room temperature and pressure**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RI3WJX2cnts>>. Publicado em 4 jul. 2017. Acesso em 22 nov. 2018.

BACKES, N. F.; PROCHNOW, T. R. O tabaco utilizado como tema gerador no ensino de Química em região economicamente dependente desta cultura. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 5, p. 817-831, 2017. Disponível em:

<<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3566/2676>>.

Acesso em 26 nov. 2018.

BELMONTE, G. K. **Oficina de produção de álcool gel em diferentes espaços escolares**. Trabalho de Conclusão (Licenciatura em Química) – UFRGS, Porto Alegre, 2018.

Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/181122/001073654.pdf>>.

Acesso em: 26 nov. 2018.

BENEDICTO, E. C. P. O caso do esmalte e do isopor: Contribuições às atividades investigativas no ensino de Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 243-251, 2017. Disponível em:

<http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID415/v12_n6_a2017.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. De massas e massas atômicas. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 8-10, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/qnesc19/a03.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

CURIAC, A. S.; PETRE, A.; STOICA, A. G.; SANDU, S. A. Preparation of adhesives from the expandable polystyrene waste. **Journal of Young Scientist**, v. 5, p. 21-26, 2017. Disponível em: <http://journalofyoungscientist.usamv.ro/pdf/vol_V_2017/Art3.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001, p. 125-150.

DILGER, K.; FRAUENHOFER, M. Adhesives in the automotive industry. In: PIZZI, A.; MITTAL, K. L. (Ed.). **Handbook of Adhesive Technology**. New York: CRC Press, 2018. Ch. 24, p. 619-634.

DUNKY, M. Adhesives in the wood industry. In: PIZZI, A.; MITTAL, K. L. (Ed.). **Handbook of Adhesive Technology**. New York: CRC Press, 2018. Ch. 20, p. 511-574.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 633-656, 2010. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART8_Vol9_N3.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

EVANS, G. The unwelcome revival of ‘race science’. **The Guardian**, 2 mar. 2018. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/news/2018/mar/02/the-unwelcome-revival-of-race-science>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

FARIA, L. F. **Saberes populares locais e reação de fermentação: Uma proposta para o ensino de Química**. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências) – UNIPAMPA, Bagé, 2015. Disponível em: <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/mpec/files/2015/03/Dissertacao-LaisFrantzDeFaria.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

FARIA, M. A. M.; GOMIDES, J. N.; RIBEIRO, K. D. F. O Queijo como temática para o ensino de Química: Proposta de material didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador, BA. **Anais...** Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7898/5612>>. Acesso em 26 nov. 2018.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. H.; ROCHA-FILHO, R. C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 28-31, 1997. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/exper1.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2018.

FONSECA, M. S.; BORGES, A. T. A produção de material didático e o desenvolvimento profissional de professores de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos, SP. **Atas...** Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G34.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

FOWLER JR, F. J. Formulando questões para que sejam boas medidas. In: _____. **Pesquisa de levantamento**. São Paulo: Penso, 2011. Cap. 6, p. 108-139.

GEIM, A. K.; DUBONOS, S. V.; GRIGORIEVA, I. V.; NOVOSELOV, K. S.; ZHUKOV, A. A.; SHAPOVAL, S. Y. Microfabricated adhesive mimicking gecko foot-hair. **Nature**, v. 2, p. 461-463, 2003. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nmat917>>. Acesso em 29 nov. 2018.

GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. Efeito estufa usando material alternativo. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 153-157, 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_2/12-EEQ-167-12.pdf>. Acesso em 28 nov. 2018.

GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. Extraíndo óleos essenciais de plantas. **Química Nova na Escola**, v. 11, p. 45-46, 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2018.

HELM-CLARK, C. M. Medieval glues up to 1600 CE. **Notas de aula**, 18 feb. 2007. Disponível em: <<http://www.rocks4brains.com/glue.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2018.

HORGAN, J. The rise of neo-geocentrism. **Scientific American**, 2 nov. 2016. Disponível em: <<https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/the-rise-of-neo-geocentrism/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

HULER, S. Oil might be a renewable resource, and other things you did not know. **Scientific American**, 8 jan. 2013. Disponível em: <<https://blogs.scientificamerican.com/plugged-in/oil-might-be-a-natural-resource-and-other-things-you-did-not-know/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

LEAL, R. C.; MOITA NETO, J. M. Amido: Entre a ciência e a cultura. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 75-78, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/02-QS-17-12.pdf>. Acesso em 31 ago. 2018.

LEMELSON-MIT. **Harry Coover: Super Glue.**

Disponível em: <<https://lemelson.mit.edu/resources/harry-coover>>. Acesso em 29 nov. 2018.

LIMA, D. S.; FREITAS, K. C.; MATOS, R. A. F.; VAZ, W. F. A depressão como tema gerador no ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília, DF. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0205-1.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

LIMA, J. D. F. V.; SOUSA, A. N.; SILVA, T. P. Oficinas temáticas no ensino de Química: Discutindo uma proposta de trabalho para professores no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2012, Bodocongó, PB. **Anais...** Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/faf4bce53b9ff165611c34c10aa65975_90.pdf>. Acesso em 29 nov. 2018.

LORENZO, J. G. F.; SANTOS, M. L. B.; FALCÃO, B. G.; JUNIOR, E. A. S.; VASCONCELLOS, E. S.; BRANDÃO, E. M.; DAVI, J. L.; TAVARES, J. K. G.; CEZAR, K. L.; SILVA, M. J.; BATISTA, M. B.; VILELA, R. F.; MOREIRA, T.S. Construindo equipamentos de laboratório com materiais alternativos – PIBID/IFPB. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió, AL. **Anais...** Disponível em:

<<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/view/863/601>>.

Acesso em 26 nov. 2018.

LORENZO, J. G. F.; SANTOS, M. L. B.; NETO, A. S.; SANTOS, A. O.; SÁ, A. M.; VASCONCELLOS, E. S.; TAVARES, J. K. G.; LIMA, J. F.; WANDERLEY, L. P. M.; MOREIRA, T. S. Construindo aparelhagens de laboratório com materiais alternativos – PIBID/IFPB. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió, AL. **Anais...** Disponível em:

<<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/view/1183/698>>.

Acesso em 26 nov. 2018.

MAIA, E. M. (Coord.). **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Parte I – Bases Legais.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>>.

Acesso em: 28 nov. 2018.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008. Disponível em:

<<http://w3.ufsm.br/laequi/wp-content/uploads/2015/03/Oficinas-Tem%C3%A1ticas.pdf>>.

Acesso em 29 nov. 2018.

MASSON, R.; CHIARI, P. H.; CARDOSO, T. P.; MASCARENHAS, Y. P. Tabela periódica inclusiva. **Journal of Research in Special Education Needs**, v. 16, n. s1, p. 999-1003, 2016.

Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-3802.12354>>. Acesso em 28 nov. 2018.

MATTOS, G. G. **Ensino de Química e saberes populares em uma escola do campo.** Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências e Matemática) – UFPel, Pelotas, 2016. Disponível em:

<http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/2893/1/Gileine%20Garcia%20de%20Mattos_Di_ssertacao%20%281%29.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

MATTOS, G. G. **Saberes populares e saberes de Química: Proposta de intervenção didática em uma escola do campo.** Pelotas: UFPel, 2015. Disponível em:

<http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/2893/2/Gileine%20Garcia%20de%20Mattos_Pr oduto%20da%20Dissertacao%20%282%29.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

MCDUFFIE, T. E. Making and testing common household items: An aid to students and budgets. **Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas**, v. 14, n. 6, p. 20-24, 1977. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00368121.1977.9955381>>. Acesso em: 1º ago. 2018.

MOORE, R. The revival of creationism in the United States. **Journal of Biological Education**, v. 35, n. 1, p. 17-21, 2000. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2000.9655730>>. Acesso em 20 nov. 2018.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, v. 2, p. 27-35, 1995. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n2/2131.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

NTI DATA PRODUCTS INC. History of adhesive: From horse glue to Elmer's to nano-tech. **Infográfico**, 3 set. 2015. Disponível em: <<https://www.adhesives.org/images/blog/history-of-adhesive-from-horse-glue-to-elmers-to-nano-tech-2.jpg>>. Acesso em 28 nov. 2018.

OLIVEIRA, P. C. C.; LEITE, M. A. P. Espectrofotometria no Ensino Médio: Construção de um fotômetro de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**, v. 38, p. 181-184, 2016. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/13-EEQ-58-14.pdf>. Acesso em 12 dez. 2018.

ORGILÉS-CALPENA, E.; ARÁN-AÍÍS, F.; TORRÓ-PALAU, A. M.; ORGILÉS-BARCELÓ, C. New adhesive technologies in the footwear industry. In: PIZZI, A.; MITTAL, K. L. (Ed.). **Handbook of Adhesive Technology**. New York: CRC Press, 2018. Ch. 23, p. 603-618.

ÖZDEMİR, E. Adhesives in dentistry. In: PIZZI, A.; MITTAL, K. L. (Ed.). **Handbook of Adhesive Technology**. New York: CRC Press, 2018. Ch. 22, p. 591-602.

PALÁCIO, S. M.; CUNHA, M. B.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; NOGUEIRA, D. A. Toxicidade de metais em soluções aquosas: Um bioensaio para sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 79-83, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf. Acesso em 28 nov. 2018.

PAPPAS, S. Science of disbelief: When did climate change become all about politics? **Live Science**, 6 out. 2016. Disponível em: <https://www.livescience.com/56396-americans-misinformed-on-climate-change.html>. Acesso em: 28 nov. 2018.

PAZINATO, M. S. **Alimentos: Uma temática geradora do conhecimento químico**. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências) – UFSM, Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6660/PAZINATO%2c%20MAURICIO%20EVERO.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2018.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A.; PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de Química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 151-160, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/04-RSA-5409.pdf. Acesso em 21 nov. 2018.

RESSETTI, R. R. O ensino de Química através de temas geradores ambientais. In: SILVA, M. M.; BACH, M. R.; RODAKIEWSKI, P. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2007**. Curitiba: SEED/PR, 2011. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2007_u_epg_qui_artigo_rolan_roney_ressetti.pdf. Acesso em 26 nov. 2018.

ROSSI, A. V.; MASSAROTTO, A. M.; TAKAHASHI, F. B.; ANSELMO, G. R. T.; MARCO, I. L. G.; CURRALERO, I. C. B.; TERRA, J.; ZANINI, S. M. C. Reflexões sobre o

que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 55-60, 2008. Disponível em:

<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/10-AF-5208.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2018.

SAHARA TECH. **How to make glue from gasoline & styrofoam**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2wEhxOcpCmM>>. Publicado em 30 abr. 2016. Acesso em 1º ago. 2018.

SANTA MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. V.; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTOS, Z. A. M.; CASTRO, P. S. C. B. G.; BALTHAZAR, R. G. Petróleo: Um tema para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 19-23, 2002. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a04.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

SANTOS, A. H. **Temas geradores no ensino de Química: Uma análise comparativa entre duas metodologias aplicadas ao ensino de Química em duas escolas da Rede Estadual de Sergipe**. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências e Matemática) – UFS, São Cristóvão, 2015. Disponível em:

<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5219/1/ANTONIO_HAMILTON_SANTOS.pdf>.

Acesso em: 1º ago. 2018.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Tema sociocientífico "cachaça" em aulas práticas de Química na educação profissional: Uma abordagem CTS. **Ensaio**, v. 14, n. 1, p. 227-239, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v14n1/1983-2117-epec-14-01-00227.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

SANTOS, P. T. A.; DIAS, J.; LIMA, V. E.; OLIVEIRA, M. J.; NETO, L. J. A.; CELESTINO, V. Q. Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de Química. **Eclética Química**, v. 36, n. 1, p. 78-92, 2011. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/eq/v36n1/a06v36n1.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2018.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Faça você mesmo: aprenda a fazer cola de leite**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=W3GnNezm6M>>. Publicado em 17 jan. 2014. Acesso em 1º ago. 2018.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o átomo: Atividades envolvendo a utilização de recursos multimídia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador, BA. **Anais...** Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7974/5862>>. Acesso em 26 nov. 2018.

SILVA, J. L.; STRADIOTTO, N. R. Soprando na água de cal. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 51-53, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper2.pdf>>. Acesso em 28 nov. 2018.

SILVA, J. R. **O artesanato como tema gerador para o ensino de Ciências: Uma perspectiva Freireana**. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências e Matemática) – UFS, São Cristóvão, 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5119/1/JAIME_RODRIGUES_SILVA.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

SINGH, I.; PARAMJOT. Bioadhesives in drug delivery. In: PIZZI, A.; MITTAL, K. L. (Ed.). **Handbook of Adhesive Technology**. New York: CRC Press, 2018. Ch. 21, p. 575-590.

SIQUEIRA, K. G. R. **O café como tema gerador para oficina de ensino de Química**. Dissertação de Mestrado (Ensino na Educação Básica) – UFES, São Mateus, 2018. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_11840_Disserta%E7%E3o%20KELLY%20GRACE%20RIZZI%20SIQUEIRA.pdf>. Acesso em: 1º ago. 2018.

STEIN, R. A. The golden age of anti-vaccine conspiracies. **Germes**, v. 7, n. 4, p. 168-170, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5734925/>>. Acesso em 20 nov. 2018.

VENQUIARUTO, L. D.; DEL PINO, J. C.; DALLAGO, R. M.; SPIZA, J. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: Um estudo envolvendo extrato aquoso de cinzas. **Perspectiva**, v. 34, n. 127, p. 91-98, 2010. Disponível em: <http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/127_125.pdf>. Acesso em 26 nov. 2018.

6. APÊNDICE 1 – MODELO DE QUESTIONÁRIO INICIAL DE AVALIAÇÃO

Nome:

Caro aluno: Responda as seguintes questões individualmente, com atenção. Peça ajuda ao professor se tiver qualquer dúvida. As respostas são pessoais, com as suas palavras. Não existe resposta errada neste questionário.

1A. Você usa colas adesivas com alguma frequência? (Marque só uma opção.)

() Sim

() Não

Se você respondeu “sim” à pergunta **1A**, responda às perguntas **1B** e **1C**. Caso contrário, deixe em branco.

1B. Onde você usa colas? (Pode marcar mais de uma opção.)

() No trabalho

() Em casa

() Na escola

1C. Que tipo de cola você usa? (Explique.)

Se você respondeu algum tipo de cola caseira na pergunta **1C**, responda a pergunta **1D**. Caso contrário, deixe em branco.

3C. O que acontece na pergunta **3A** depende do tamanho do isopor? (Marque só uma opção.)

Sim

Não

3D. O que acontece na pergunta **3A** depende do peso do isopor? (Marque só uma opção.)

Sim

Não

7. APÊNDICE 2 – MODELO DE ROTEIRO DA EXPERIÊNCIA

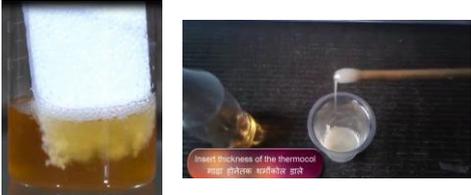
Caro aluno: Forme grupos de cerca de quatro pessoas, vista o equipamento de proteção individual e siga o roteiro abaixo para fazer o experimento.

Não fume nem faça qualquer tipo de fogo, pois o vapor da acetona é inflamável!

Não deixe equipamentos eletrônicos, nem jóias, nem nada de valor perto da acetona, pois ela é um solvente poderoso!

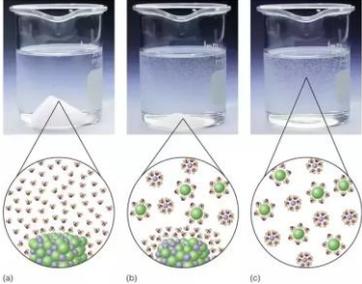
1. Coloque $\frac{1}{2}$ cm de acetona em um béquer de **vidro**.
2. Coloque um pedaço de isopor dentro do béquer. (Observe como o isopor flutua na acetona.)
3. Aperte, **com cuidado**, o isopor contra o fundo do béquer. (Observe a transformação.)
4. Continue a etapa 3 até o isopor virar uma meleca e perder todas as bolhas de gás. (Observe como a meleca afunda na acetona.)
5. Pegue a meleca com uma espátula de madeira e cole o objeto fornecido pelo professor.
6. Espere a acetona secar e observe o resultado.

8. APÊNDICE 3 – MODELO DE AULA TEÓRICA

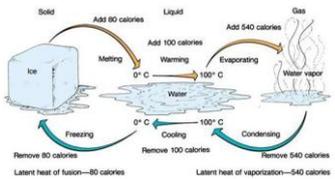
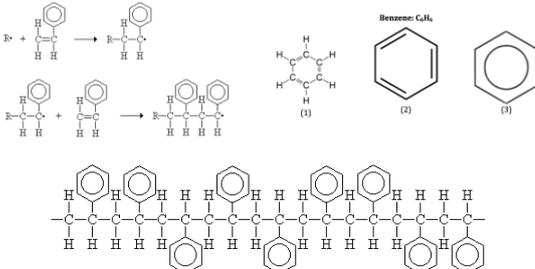
<p>1</p> <h2 style="text-align: center;">Cola de Isopor</h2> <p style="text-align: center;">Solvatação, Densidade e Reciclagem</p>	<p>2</p> <h2 style="text-align: center;">Cola de Isopor</h2>  <ul style="list-style-type: none"> • www.youtube.com/watch?v=RI3WJX2cnts • www.youtube.com/watch?v=o9717PVxRek
--	--

Fontes: tinyurl.com/ycc7jpyf,

tinyurl.com/yanrn27v, acesso em 20/11/2018

<p>3</p> <h2 style="text-align: center;">Cola de Isopor</h2> <ul style="list-style-type: none"> • O que aconteceu? • Dissolução? • Fusão? • Bolhas de oxigênio? 	<p>4</p> <h2 style="text-align: center;">Dissolução</h2> 
---	---

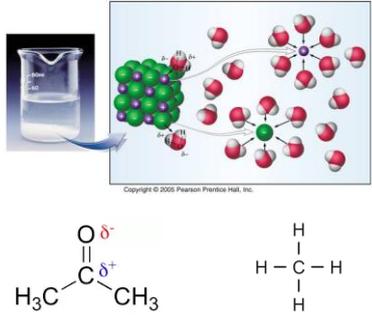
Fonte: tinyurl.com/y8vbodzz, acesso em 20/11/2018

<p>5</p> <h2 style="text-align: center;">Fusão</h2> 	<p>6</p> <h2 style="text-align: center;">Estrutura do Isopor</h2> 
---	--

Fonte: tinyurl.com/y7h4qfh5, acesso em 20/11/2018

Fontes: tinyurl.com/ycsu7fcj,

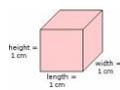
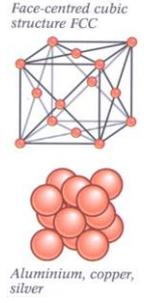
tinyurl.com/ya6vt3ok, acesso em 20/11/2018

<p>7</p> <h3>Estrutura do Isopor</h3> <ul style="list-style-type: none"> • A cadeia fica muito grande (milhões átomos de carbono) • A reação é feita com bastante ar, que fica aprisionado dentro da cadeia • Isso deixa o isopor “leve” (baixa densidade) 	<p>8</p> <h3>Solvatação</h3>  <p>Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.</p>
---	---

Fontes: tinyurl.com/ydcazqft, tinyurl.com/yae3556g,
tinyurl.com/y72b27p5, acesso em 20/11/2018

<p>9</p> <h3>Solvatação</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Semelhante mistura com semelhante • Cloreto de sódio e água têm cargas elétricas <ul style="list-style-type: none"> – “Mistura:” <ul style="list-style-type: none"> • A parte positiva da água “rodeia” (solvata) o cloreto • A parte negativa da água “rodeia” (solvata) o sódio • Cloreto de sódio dividido em partes pequenas: dissolução 	<p>10</p> <h3>Solvatação</h3> <ul style="list-style-type: none"> • A acetona tem uma parte polar e uma parte apolar <ul style="list-style-type: none"> – A acetona “mistura” com substâncias apolares, como o metano <ul style="list-style-type: none"> • A parte apolar da acetona “rodeia” (solvata) o metano • Metano dividido em partes pequenas: dissolução
--	--

<p>11</p> <h3>Solvatação</h3> <ul style="list-style-type: none"> • A acetona solvata os carbonos do isopor, mexendo na estrutura (amolece o isopor) <ul style="list-style-type: none"> – Os carbonos ficam perto dos grupos metila e longe da carbonila da acetona <ul style="list-style-type: none"> • Esse movimento liberta o ar aprisionado (as bolhas observadas) – A solvatação não causa dissolução pois as cadeias são muito grandes 	<p>12</p> <h3>Solvatação</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Ocorre a separação* <ul style="list-style-type: none"> – Ar, em cima – Acetona, no meio – Cola, em baixo • As cadeias voltam a ter rigidez depois que a acetona evapora (endurece o isopor, e cola)
--	--

<p>13</p> <h3 style="text-align: center;">Densidade</h3>  <ul style="list-style-type: none"> • Densidade de um material <ul style="list-style-type: none"> – Peso de 1 cm³ ou 1 mL daquele material • Pode ser calculada <ul style="list-style-type: none"> – $D = M / V$ • Cada material tem a sua densidade <ul style="list-style-type: none"> – Não depende de <ul style="list-style-type: none"> • Peso do objeto • Tamanho do objeto • Formato do objeto 	<p>14</p> <h3 style="text-align: center;">Densidade</h3>  <ul style="list-style-type: none"> • Comprimento das arestas <ul style="list-style-type: none"> – Cobre: 361 pm – Alumínio: 405 pm • Diâmetro dos átomos <ul style="list-style-type: none"> – Cobre: 290 pm – Alumínio: 236 pm • Cobre é mais “empacotado,” portanto mais denso <p style="text-align: right;"><i>Aluminium, copper, silver</i></p>
---	--

Fonte: tinyurl.com/y9dq8awp, acesso em 20/11/2018

Fonte: tinyurl.com/ya4ynwj2, acesso em 20/11/2018

<p>15</p> <h3 style="text-align: center;">Densidade</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Alumínio <ul style="list-style-type: none"> – 1 cm³ pesa 3 g ($D = 3/1 = 3 \text{ g/cm}^3$) – 2 cm³ pesam 6 g ($D = 6/2 = 3 \text{ g/cm}^3$) – ½ cm³ pesa 1+½ g ($D = 1+½/½ = 3 \text{ g/cm}^3$) • Densidade do alumínio <ul style="list-style-type: none"> – 3 g/cm³ – Cada 1 cm³ tem 3 g – Cada 1 g tem 1/3 cm³ 	<p>16</p> <h3 style="text-align: center;">Densidade</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Cobre <ul style="list-style-type: none"> – 1 cm³ pesa 9 g ($D = 9/1 = 9 \text{ g/cm}^3$) – 2 cm³ pesam 18 g ($D = 18/2 = 9 \text{ g/cm}^3$) – ½ cm³ pesa 4+½ g ($D = 4+½/½ = 9 \text{ g/cm}^3$) • Densidade do cobre <ul style="list-style-type: none"> – 9 g/cm³ – Cada 1 cm³ tem 9 g – Cada 1 g tem 1/9 cm³
--	--

<p>17</p> <h3 style="text-align: center;">Densidade</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Propriedade <ul style="list-style-type: none"> – Material de maior densidade afunda mais • Por isso ocorre aquela separação <ul style="list-style-type: none"> – Ar, em cima (menos denso) – Acetona, no meio (densidade intermediária) – Cola, em baixo (mais densa) 	<p>18</p> <h3 style="text-align: center;">Reciclagem</h3> <ul style="list-style-type: none"> • O isopor é um poluente nocivo <ul style="list-style-type: none"> – Flutua na água e mata pássaros e fauna aquática – Principal lixo presente no oceano • Decomposição na natureza leva 900 anos <ul style="list-style-type: none"> – Resistência a fotólise • Muitas empresas de reciclagem não trabalham com isopor
---	---

19

Reciclagem

- Em grandes quantidades, fica muito caro reaproveitar o isopor usando acetona
 - Máquinas expulsam o ar e processam o plástico
 - O isopor é espremido para retirar o ar
 - O isopor sem ar é moído para fazer pó
 - O pó é filtrado para fazer fios
 - Os fios são picados para fazer pedaços
 - Os pedaços são processados para fazer rodapés, molduras, ecobricks, etc.

20

Reciclagem



- www.youtube.com/watch?v=tKlCwf3TMrc

Fonte: tinyurl.com/y7ukloc9, acesso em 20/11/2018

9. APÊNDICE 4 – MODELO DE PROBLEMA PROPOSTO

Caro aluno: Forme grupos de três a quatro pessoas, faça a leitura do texto abaixo e resolva o problema proposto em uma folha de caderno, para entregar, com os nomes dos membros do grupo.

9.1. TEXTO

Em 27 de janeiro de 2013, na cidade de Santa Maria, RS, ocorreu um grave incêndio na Boate Kiss, que deixou 242 mortos e 680 feridos.

O incêndio começou com o uso de um fogo de artifício, que forneceu a energia de ativação necessária para queimar o revestimento acústico do ambiente. O revestimento era feito de poliuretano, um material combustível. O ar, rico em oxigênio, atuou como o comburente, completando o triângulo do fogo, abaixo.

Figura 19. Triângulo do fogo.



Fonte: tinyurl.com/ydgtsu8v, acesso em 20/11/2018

Figura 20. Boate Kiss.



Fonte: tinyurl.com/ycrmt6wr, acesso em 20/11/2018

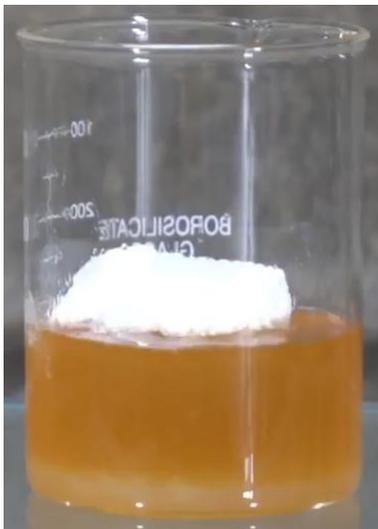
Conforme visto em fotos divulgadas nos meios de comunicação, acima, os corpos estavam em bom estado. As vítimas não morreram queimadas, elas morreram envenenadas com a fumaça tóxica da combustão do poliuretano – rica em monóxido de carbono e cianeto de hidrogênio, substâncias venenosas.

Em situações de incêndio, para evitar sufocamento, é recomendado ficar deitado no chão e sair do ambiente rastejando, não é recomendado ficar em pé e sair do ambiente caminhando. Assim, existe menos inalação de fumaça, pois ela sobe e busca lugares altos.

9.2. PROBLEMA

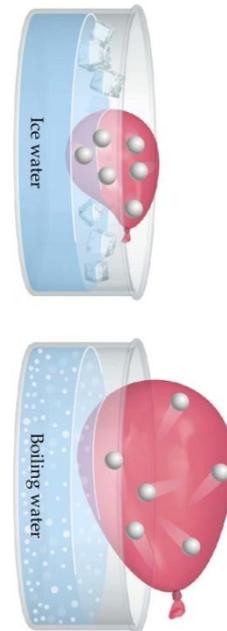
Explique por que a fumaça sobe e busca lugares altos. A explicação deve ser por escrito, com as suas palavras, usando os seguintes fenômenos químicos descritos abaixo: (1) Antes da preparação da cola de isopor, o isopor é bastante volumoso e flutua na acetona ou gasolina; (2) Depois da preparação da cola de isopor, o isopor é pouco volumoso e afunda na acetona ou gasolina; (3) Um balão cheio de ar tem a propriedade de murchar em água fria e expandir em água quente.

Figura 21. Isopor e gasolina.



Fonte: tinyurl.com/ycc7jpyf,
acesso em 20/11/2018

Figura 22. Balão cheio de ar.



Fonte: tinyurl.com/y78xklkf, acesso em 20/11/2018

10. APÊNDICE 5 – MODELO DE QUESTIONÁRIO FINAL DE AVALIAÇÃO

Nome:

Caro aluno: Responda as seguintes questões individualmente, com atenção. Peça ajuda ao professor se tiver qualquer dúvida. As respostas são pessoais, com as suas palavras. Não existe resposta errada neste questionário.

1. Como fazer cola caseira com isopor e acetona ou gasolina? (Explique.)

2. Como é feita a reciclagem do isopor? (Explique.)

3A. O que é maior: um grama de isopor ou um grama de chumbo? (Marque só uma opção.)

- Isopor
 Chumbo
 Eles têm o mesmo tamanho

3B. O que é mais pesado: um centímetro cúbico de isopor ou um centímetro cúbico de chumbo? (Marque só uma opção.)

() Isopor

() Chumbo

() Eles têm o mesmo peso