

## APENDICE A – TEXTO DE APOIO



### **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

Aprendizagem Cooperativa na Prática: uma proposta para o  
ensino de Química  
Texto de Apoio

Ânderson Jéssus da Silva

## **Apresentando uma proposta de ensino-aprendizagem de Química**

Ao pensar sobre o dever que tenho, como professor, de respeitar a dignidade do educando, sua autonomia, sua identidade em processo, devo pensar também, como já salientei, em como ter uma prática educativa em que aquele respeito, que sei dever ter ao educando, se realize em lugar de ser negado. Isso exige de mim uma reflexão crítica permanente sobre minha prática através da qual vou fazendo a avaliação do meu próprio fazer com os educandos.

Paulo Freire

Este texto de apoio é destinado aos educadores que trabalham com a Química no Ensino Médio. Ele corresponde a uma proposição desenvolvida como trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, realizado pelo Professor Ânderson Jésus da Silva, sob orientação do Professor Ricardo Gauche, no âmbito do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/PPGEC, dos Institutos de Física e de Química da Universidade de Brasília/UnB.

O material produzido é fruto de um longo trabalho realizado em um Centro de Ensino Médio do Distrito Federal e tem como proposta mostrar a educadores a metodologia de trabalho da Aprendizagem Cooperativa (AC), como eixo norteador de um planejamento pedagógico visando a: proporcionar condições de melhor

aprendizagem de conteúdos químicos; contribuir na formação para o exercício da cidadania; estimular atitudes cooperativas nos contextos escolar e social.

Pela experiência vivida com a AC, foi possível observar uma melhora nas relações entre os estudantes e a comunidade escolar, no rendimento acadêmico, na “aceitação” dos conteúdos da Química e nos índices de aprovação na disciplina.

O texto foi construído para auxiliar os educadores que acreditam nos trabalhos em grupo, mas que ainda não encontram uma referência para desenvolver esse tipo de abordagem em seus planejamentos.

Neste material, apresentamos propostas de como estruturar um trabalho de acordo com os pressupostos da AC, assim como um exemplo de Plano de Unidade (PU), que foi aplicado no Centro de Ensino Médio citado e, ainda, sugestões de outras abordagens possíveis da AC no ensino de Química. Faremos também uma breve revisão teórica sobre AC e teceremos alguns comentários relativos às angústias vividas pelos profissionais de ensino de Ciências, causadas pela dicotomia existente entre o curso de formação e a vivência na escola.

Cabe ainda registrar nesta apresentação que, embora em muitos casos usemos a terminologia “deverão...”, ou “deve-se...”, em nenhum momento estamos apresentando uma “receita”, mas buscando partilhar uma experiência que vivenciamos no ensino de Química em uma escola pública do Distrito Federal, com a utilização dos pressupostos da AC. Esperamos que as nossas sugestões possam auxiliar professores interessados em desenvolver trabalhos nessa perspectiva, os quais poderão fazer as adaptações ou modificações pertinentes e em acordo com as suas realidades.

## **O professor: de sua formação à sua prática; da angústia inicial à busca de novas alternativas**

Logo que nos deparamos com a realidade da sala de aula, constatamos que a graduação não nos havia fornecido as ferramentas necessárias para lidar com o dinâmico processo ensino-aprendizagem e que havia um hiato entre as teorias apreendidas e a prática docente, gerando uma inevitável angústia.

Elias Batista dos Santos

A realidade tratada na citação acima não está longe da grande maioria dos educadores que assumem uma sala de aula. Também foi o nosso caso e, para superar essas angústias, buscamos na pesquisa em Ensino de Ciências aportes teóricos que nos auxiliassem em nossa prática pedagógica.

Hoje, o profissional da educação, para enfrentar as dificuldades da sala de aula, deve fazer uma leitura do processo ensino-aprendizagem na ótica de diferentes teorias, com as quais tentará compreender o complexo processo que se desenrola no encontro entre professor(a) e aluno(a).

Existe uma dicotomia<sup>1</sup> entre a didática teórica, ou seja, aquilo que fomos “treinados” a fazer nos cursos de formação e a didática prática, do dia-a-dia docente.

---

<sup>1</sup> (MARTINS, 1983).

Essa dissonância faz com que, chegando à realidade da sala de aula, se depare com um terreno fértil, mas desconhecido.

Foi no intuito de encontrar uma forma de lidarmos com esse terreno que buscamos experiências de outros contextos quanto a abordagens que pudessem nos orientar no processo ensino-aprendizagem. Encontramos na seção “O Aluno em Foco”, da revista Química Nova na Escola (QNEsc)<sup>2</sup>, resultados de pesquisas sobre idéias informais dos estudantes e sugestões de trabalhos para se utilizarem os conhecimentos prévios dos estudantes no ensino-aprendizagem de conceitos científicos. Na mesma revista, encontramos, na seção “Pesquisa no ensino de química”, relatos de investigações relacionadas a problemas no ensino de Química, explicitando os fundamentos teóricos e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa e analisando seus resultados.

No artigo intitulado “Dez anos de Química Nova na Escola: A Consolidação de um Projeto da Divisão de Ensino da SBQ” (MORTIMER, 2004), é apresentado um quadro com informações quanto às seções e quanto ao respectivo número de artigos nelas publicados.

Buscamos, na seção “O Aluno em Foco”, relatos envolvendo trabalho em grupo. Embora a maioria dos trabalhos relatados envolvesse grupos “tradicionais”<sup>3</sup> e não houvesse menções ao referencial teórico da AC, foi possível identificar, em alguns desses artigos, pressupostos teórico-metodológicos e procedimentos próprios da AC. Observamos que o enfoque principal estava relacionado às concepções alternativas dos estudantes, apresentando diferentes maneiras de explorá-las com vistas a favorecer o processo ensino-aprendizagem.

<sup>2</sup> Acessível em <http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/qnesc-01.html>.

<sup>3</sup> Para Niquini, são classificados como grupos tradicionais aqueles que não têm os elementos essenciais do grupo de AC.

Tínhamos uma considerável preocupação em esclarecer a relação entre a visão construtivista da aprendizagem e suas implicações pedagógicas, as críticas existentes à essa abordagem construtivista, principalmente quando tais práticas pedagógicas são fundamentadas numa visão empirista da natureza da ciência. Dessa forma, direcionamos nossas atenções para alguns exemplos de abordagens feitas por professores de ciências que levaram em conta: a natureza do conhecimento científico, as idéias científicas informais e conhecimentos de senso comum, a aprendizagem das ciências como atividade individual e como construção social do conhecimento.

A aprendizagem em sala de aula [...] é vista como algo que requer atividades práticas bem elaboradas que desafiem as concepções prévias do aprendiz, encorajando-o a reorganizar suas teorias pessoais. (DRIVER et alii, p. 31).

Nessa perspectiva, as atividades práticas apoiadas em discussões em grupos cooperativos são essenciais na abordagem pedagógica, por fornecerem estímulos e perspectivas diferentes sobre as quais os indivíduos possam refletir.

Para muitos autores construtivistas, o processo ensino-aprendizagem precisa além de experiências físicas, precisa, também, do contato com modelos da Ciência convencional. Daí a importância do professor, como interventor que fornece ferramentas experimentais e convenções culturais da comunidade científica.

O desafio do educador está em relacionar os conflitos entre conhecimento científico e conhecimento prévio dos alunos. Os indivíduos experimentam e vivem fenômenos naturais em contextos e momentos diferentes, de acordo com a própria realidade. Nesse processo, vai se consolidando uma “visão compartilhada que constitui o ‘senso comum’, uma forma socialmente construída de descrever e explicar o mundo” (DRIVER et alii, 1999, p. 35).

A nosso ver, o importante não é destruir as construções que irão se configurar como concepções alternativas ou “senso comum”, mas, sim, será apresentado o conhecimento científico com ênfase em seu potencial de generalização e em seu escopo, dando assim, para os estudantes, uma alternativa de leitura dos fenômenos naturais mais abrangente e ligada às “teorias”, às vezes aparentemente tão distantes do mundo real de nossos estudantes.

Nos artigos escritos por Mortimer (2004), Echeverría (1996), por exemplo, os autores, ao destacarem a passividade dos alunos, deixam a entender que não houve interação entre os alunos, e, mais ainda, que a abordagem tradicional utilizada pelo professor não despertou nos alunos vontade de se manifestarem durante o processo. Essa característica teria papel condicionante do baixo rendimento na avaliação dos conhecimentos aprendidos.

Em contrapartida, alguns artigos da seção “O aluno em Foco” relatam pesquisas envolvendo trabalhos em grupo. Atividades propostas pelos professores e professoras com pequenos grupos de alunos, em cooperação, que ocorreram em algum momento da pesquisa. Os resultados dessas pesquisas indicam que essa forma de abordagem parece mais satisfatória, quando comparada às abordagens convencionais, tanto para os pesquisadores quanto para os estudantes, ratificando as perspectivas promissoras da AC.

Encontramos, nesses trabalhos, proximidade com as inspirações de um ensino libertador, consciente, que problematize o cotidiano escolar, a sala de aula, e reaproxime professores e professoras dos estudantes, para que, juntos, façam da escola um local de transformação social (FREIRE, 2004 e 2005).

## **Para entender a proposta – o que é Aprendizagem Cooperativa**

Estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor, com o objetivo de adquirir conhecimento sobre um dado objeto. [...] enfatiza a participação ativa e a interação tanto dos alunos como dos professores. O conhecimento é considerado como construtor social, e desta forma o processo educativo acaba sendo beneficiado pela participação social em ambientes que propiciem a interação, a colaboração e a avaliação.

Fernanda C. A. Campos

Encontramos na revista QNEsc relatos de abordagens realizadas por educadores que utilizavam algum tipo de dinâmica em grupo com os estudantes. Porém, pode-se dizer que em todos os casos encontrados o trabalho em grupo era desenvolvido sem nenhuma ligação com a metodologia da AC. Dessa forma, tratavam de grupos tradicionais.

Uma abordagem construtivista de AC é, a nosso ver, uma alternativa viável para abordagem em sala de aula. Na AC, os estudantes atuam como parceiros entre si e com o(a) professor(a) no processo ensino-aprendizagem. É uma abordagem diferenciada da postura convencional de ensino, a qual condiciona os alunos a receptores do conhecimento repassado pelo professor. Acreditamos que no método



da AC os estudantes passam a co-responsáveis pelo seu desenvolvimento cognitivo e emocional.

Visamos com a AC uma melhoria no rendimento escolar, na construção intelectual dos alunos e alunas, nas interações sócio-educativas em sala de aula. A AC, para seus defensores, é um método que busca atingir resultados escolares mais eficazes e atender novas demandas educacionais que surgem na sociedade contemporânea. Trata-se de uma proposta didático-pedagógica que orienta o trabalho de professores preocupados não só com os conteúdos programáticos de sua disciplina, mas também com fenômenos ligados à crise de socialização pela qual passam a família e a escola e com problemas econômicos, científicos, tecnológicos e demográficos do mundo contemporâneo (NIQUINI, 1997, p. 8).

O conceito de cooperação é trabalhado para se diferenciar do trabalho de grupo tradicional, difundido nas práticas escolares convencionais (NIQUINI, 1997). Na AC, há um realce das competências sociais, da auto-estima e da saúde psicológica. Trabalhando juntos para alcançar objetivos comuns em esforços que requerem coordenação, comunicação eficaz, liderança e gerência de conflito, os estudantes se habilitam melhor para a prática da cidadania (JOHNSON & JOHNSON, 1994).

Os principais pesquisadores do método defendem que para se classificar um trabalho como de AC se faz necessária a presença de algumas características específicas e fundamentais, como: “interdependência positiva, interação face a face, avaliação individual e uso de habilidades interpessoais no agir em pequenos grupos” (JOHNSON & JOHNSON, 1994). Esses elementos-chave do método, que tomamos como referência, são importantes para diferenciar o método da AC de algumas técnicas de trabalho em grupo.

Com anseio de incentivar os estudantes a valorizar ações cooperativas fortificando relações solidárias, encontramos na AC argumentos para tratar os problemas de baixo rendimento e desmotivação e, ao mesmo tempo, orientar os alunos a buscarem saídas para as dificuldades, formando Grupos de Estudo. Isso seria, a nosso ver, uma forma de promover o *status* de “emancipação” dos estudantes e aumentar, de maneira substancial, as probabilidades de sucesso acadêmico, formando agentes críticos para a vida cotidiana.

Dentre as características específicas do método de AC que são comuns a um grande número de pesquisadores, salientamos e adaptamos os seguintes elementos, favoráveis à estrutura da educação básica em nossa realidade:

- interdependência positiva pelo objetivo comum;
- responsabilidade individual e de grupo;
- interação promocional entre os alunos e entre os alunos e professores (face a face);
- dinâmica de organização da sala e dos grupos;
- aquisição de competências sociais cooperativas; e
- avaliação do processo ensino-aprendizagem.

No Brasil, poucas pesquisas referentes à AC aplicada em sala de aula como método didático-pedagógico têm sido desenvolvidas. Normalmente, a AC tem-se difundido em esquemas de aprendizagem baseados na Internet. Tais esquemas surgiram com o avanço das redes de computadores e deram origem à Aprendizagem Cooperativa Apoiada por Computador (CSCL)<sup>4</sup>.

Acreditamos que a tendência é que o conceito de Aprendizagem Cooperativa fique mais voltado ao método de abordagem em sala de aula, presencial, enquanto que a chamada Aprendizagem Colaborativa se desenvolva como referencial teórico para os projetos de desenvolvimento de ambientes de aprendizagem suportados por computador.

A nossa principal preocupação quando decidimos desenvolver o presente trabalho de pesquisa, no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UnB, foi encontrar na literatura nacional referências ou exemplos de aplicações do método da AC à realidade brasileira. Porém, a grande maioria das pesquisas que citam o trabalho em grupo como organização dos estudantes em sala de aula refere-se ao “grupo tradicional”, o qual se apresenta substancialmente diferente da proposta de Grupo Cooperativo (GC). Para superar tal dificuldade, associada à falta de exemplos práticos de aplicação do método, nos baseamos principalmente nas orientações do trabalho da autora Débora Niquini, pioneira em sistematizar o método no Brasil. Fundamentamo-nos, também, em trabalhos realizados nos Estados Unidos e na Europa, ou seja, em realidades educacionais muito diferenciadas das nossas.

A partir das orientações, estruturamos um Plano de Unidade (PU) que tivesse não só o compromisso de negociação de significados envolvendo os objetos de conhecimento da Química, mas que proporcionasse aos estudantes condições para desenvolverem competências estabelecidas na legislação (Orientações Curriculares de 2006 para o Ensino Médio). Dentre elas, destacamos a competência de um agir social/crítico, o qual envolve a consciência de co-responsabilidade em transformar a realidade. O desenvolvimento dessa consciência estaria orientado por uma (re)leitura do mundo<sup>5</sup> pelos estudantes, assumidos como protagonistas no processo ensino-aprendizagem.

A AC favorece o Protagonismo Estudantil<sup>6</sup>. Como professor, orientamos, nas aulas previstas no PU, que os alunos e alunas fossem voluntários no que chamamos

---

<sup>4</sup> Segundo Campos, Santoro, Borges e Santos (2003)

<sup>5</sup> Paulo Freire “Pedagogia do Oprimido”.

<sup>6</sup> Termo proposto por nós em analogia a “Protagonismo Juvenil”, utilizado em **Cadernos, juventude saúde e desenvolvimento** (BRASIL, 1999).

de *Redes de Ações Práticas*. Esse voluntariado proposto envolvia estudar juntos, ajudar os colegas com maior dificuldade, promover interações positivas dialogadas (interação face-a-face), co-responsabilidade de grupo e responsabilidade individual. O nosso intuito era direcionar a mudança de atitudes individualistas dos alunos para posturas mais cooperativas e ao mesmo tempo autônomas.

## O contexto da experiência pessoal

Após muitas discussões **definiu-se que o objetivo de nossa escola é o de preparar para a vida tendo-se claro que não se pode fazê-lo sem oferecer ao aluno condições para disputar uma vaga no mercado de trabalho.**

Documento oficial da escola, PPP-2002, grifo nosso

O contexto do qual estamos falando, no qual estamos inserido como professor de Ensino Médio da SEE-DF e onde desenvolvemos a nossa investigação, é o de uma escola de periferia, culturalmente heterogênea, promissora, sonhadora, erguida em uma comunidade inicialmente carente, mas que vem sofrendo profundas transformações nos últimos anos.

Trata-se de um dos muitos Centros de Ensino Médio do Distrito Federal, sendo um dos dois existentes na cidade. Neste texto, o chamaremos de GEMPE. O colégio tem uma clientela culturalmente e financeiramente heterogênea. Nos turnos matutino e vespertino, encontram-se os estudantes com idades compatíveis com o grau de instrução e, no turno noturno, os estudantes trabalhadores, geralmente mais velhos.

A nossa principal preocupação está em favorecer a conscientização dos alunos que serão, futuramente, os responsáveis pela cidade na forma de representantes, lideranças, trabalhadores, moradores etc. Assim, eles precisam começar a enxergar a cidade como seu lar, preservando-a, participando de mudanças e decisões que possam afetar a vida dos seus moradores. Enfim, para nós, é interessante que esses alunos-cidadãos passem a protagonizar o desenvolvimento da cidade, nas lutas por melhores condições para suas quadras, seus bairros, sua rua, sua escola.

Como componentes dos círculos familiares, comunitários, religiosos, se forem direcionados a (re)fazer uma leitura crítica de sua cotidianidade, eles terão, potencialmente, o poder de agentes transformadores dentro desses círculos, passando a fazer parte da história de sua cidade.

Atualmente, uma infinidade de relações educacionais, que antes pertenciam às famílias, igrejas, vizinhança etc., vem sendo transferida para o contexto escolar. A escola pública tem-se desdobrado no intuito de proporcionar o desenvolvimento de habilidades e competências nos educandos, tanto para incluí-los no mercado de trabalho, quanto para desenvolverem sua cidadania.

Embora cientes disso, a equipe de professores do GEMPE, ao construir o Plano Político-Pedagógico, estruturou conteúdos programáticos mínimos para todas as disciplinas, com vistas à proposta de seleção do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília–PAS/UnB, ficando como “pano de fundo” preparar o aluno para exercer plenamente a cidadania, como citado no Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola.

O corpo docente é formado por professores que agruparemos em duas categorias. Composto a primeira, estão os profissionais da educação que trazem

para dentro da sala de aula uma abordagem na qual o aluno é “receptor de conhecimento”, sendo papel do professor avaliar a quantidade de conhecimento acumulado depois de determinado conteúdo trabalhado (abordagem tradicional). Em contrapartida, existem os professores que acreditam em maneiras diferentes de se promoverem momentos de aprendizagem em sala de aula, as quais Freire classificaria como radicais.

Ao categorizarmos os professores do GEMPE, nos apropriamos da concepção de Paulo Freire (2004), segundo o qual “tradicionais” são aqueles professores que praticam uma espécie de “ensino bancário”. Já os “radicais” apresentam certo incômodo com o fracasso escolar, o que faz com que busquem alternativas no diálogo com os pares, no diálogo com os alunos, no diálogo com o contexto escolar em que estão inseridos.

Se fôssemos avaliar os profissionais da escola quanto ao profissionalismo, responsabilidade e dedicação e considerando abordagens tradicionais, os consideráramos bons profissionais. Como eles mesmos afirmam: “damos muito, por isso, cobramos muito”, “temos que nivelar nossas aulas por cima, os alunos com dificuldades tem que correr atrás dos bons”.

Assim, acreditam que forçam a qualidade de ensino na instituição e justificam que fazem um bom trabalho em sala de aula, não sendo deles a responsabilidade pelo fato de os estudantes não serem bem-sucedidos na aprendizagem do conteúdo. Como exemplo das justificativas que buscam eximir o professor da responsabilidade pelo aprendizado, temos uma frase recorrente nas reuniões e encontros de professores: “eu dei um exercício igualzinho na sala de aula, e esse tanto de aluno ainda tira zero”.

Quanto ao processo de avaliação a que alunos são submetidos, o que temos observado é que alguns desses professores concebem a avaliação como “instrumento de poder”. Assim, ela é praticada de forma convencional, de forma unilateral, por vezes punitiva, repressiva, inibidora e opressora.

Essa situação reforça a falta de interesse e desmotivação que ronda o ambiente escolar e leva o aluno a estudar não pelo prazer, significado e importância que o conteúdo tenha para a sua vida, mas em função da “nota” que precisa tirar.

Como analisamos essa prática? Entendemos que ocorreu com a avaliação uma inversão quanto aos seus fins. A importância da avaliação na vida acadêmica dos estudantes suplantou até mesmo o próprio conteúdo, que passa a ter razão de ser em virtude de uma “nota” (definida pela avaliação) que venha a se tirar para aprovação.

Nesse contexto, a avaliação passou a ser “um fim em si mesma”. Não se avalia para diagnosticar a realidade e debruçar-se sobre ela no intuito de sanar as disfunções percebidas. Avalia-se para quantificar e classificar o aluno quanto a ser capaz ou incapaz de decorar “uma certa” quantidade de conteúdo. Como consequência, a avaliação elevou a quantificação a um *status* de onipotência, onde o futuro escolar dos alunos é definido pela sua nota e não pela qualidade apresentada no processo.

Os meios de comunicação em massa cada vez mais estão difundindo a discussão de problemas ambientais, sociais e éticos associados ao modelo capitalista de sociedade, discutindo esses temas antes mesmo de serem trabalhados na escola. Assim, os estudantes chegam com concepções relativas a diversos assuntos de relevância no processo ensino-aprendizagem fundadas a partir do contato com a mídia, nem sempre reprodutora fiel dos conceitos científicos



envolvidos. No passado, a escola era o maior, senão o único, meio de disseminação de conhecimento. Hoje, a sala de aula, embora não seja o único, pode ser um local privilegiado para que professores e aprendizes (re)formulem suas leituras de mundo.

Mas será que as abordagens pedagógicas convencionais proporcionam ambientes motivadores e propícios a aprender? Será que o processo ensino-aprendizagem proporciona uma interação positiva entre os alunos? O ensino de Ciências, nessa abordagem, favorece o desenvolvimento de habilidades interpessoais necessárias para uma participação efetiva em ambientes de trabalho, na comunidade e em família? As ações educacionais têm contribuído na direção de disseminar na sociedade ações mais solidárias e cooperativas?

Essas questões norteiam alguns pontos que foram considerados na nossa proposição do PU, instrumento-guia na aplicação do método de AC que expomos nesse texto de apoio.

A nosso ver, devemos elaborar propostas de ensino que valorizem a formação de alunos solidários, participativos, que respeitem as diferenças, que tenham uma auto-estima elevada e que sejam capazes de resolver conflitos e problemas em seus cotidianos de forma positiva. Esperamos, desse modo, que a experiência aqui relatada contribua, de algum modo, para a atividade docente dos colegas que, como nós, têm o ideal da Educação pela Química.

## O Plano de Unidade na Aprendizagem Cooperativa – uma experiência

Há uma situação *didática* cada vez que se pode caracterizar uma *intenção de ensinar* por parte do professor, e esses mecanismos socialmente definidos são instituídos para este fim. É isso que caracteriza a perspectiva construtivista, a vontade de colocar o aluno em situação de construir seus conhecimentos [...]. É a presença e funcionalidade dessa situação didática que se marca e estabelece a diferença principal entre uma situação formal e uma *situação a-didática*.

Débora Pinto Niquini

O presente PU foi direcionado a alunos de terceira série do Ensino Médio e teve como objetivo o estudo da Termoquímica. Na unidade, foram abordados aspectos econômicos, sociais, conseqüências ambientais associadas às combustões, energia envolvida na mudança de estado físico e nas transformações químicas, equilíbrio térmico, variação de energia em reações químicas, energia de ligação, entalpia e lei de Hess. Por meio de um trabalho cooperativo, buscamos, com o presente plano, atender ao preconizado nos documento oficiais do MEC.

Os pressupostos teóricos e metodológicos do trabalho planejado são baseados em uma abordagem construtivista, segundo a qual o aluno constrói ativamente o conhecimento a partir dos desafios que fazemos às suas concepções prévias, encorajando-os a reorganizá-las. Assim, a estrutura do PU visou à

desorganização inicial dos conhecimentos prévios dos alunos. Além disso, por acreditarmos que o Ensino de Química deve ser organizado na forma de uma espiral (Moreira, 1999, p. 82), voltando em conceitos trabalhados e aprofundando-os, tentamos efetuar esse tipo de organização no nosso material.

Propusemos uma dinâmica mista de interdependência social, ou seja, ora os estudantes trabalhavam individualmente na aula (estrutura individualística) ora trabalhava em pequenos grupos cooperativos (estrutura cooperativa) no PU, dividida em três passos. O primeiro passo foi elaborado antes do início das atividades e os dois passos seguintes foram planejados depois do início do processo, com o intuito de ser fiel às necessidades da turma estudada, necessidades estas que só poderiam ser detectadas no decorrer do processo. Os passos ficaram estruturados da seguinte maneira:

- Estrutura de aprendizagem cooperativa inicial: contextualização – experimentação desafiadora – construção conceitual em grupo de discussão (exercícios e ou construção do relatório);
- Estrutura de aprendizagem individualística: exposição oral do professor – resolução de exercícios de vestibulares e avaliação em grupo;
- Estrutura de aprendizagem cooperativa final: reconstrução do processo aula-a-aula, no diário de bordo – prova individual – teste individual de um único componente sorteado do grupo, com nota compartilhada pelo grupo e avaliação coletiva do processo.

A seguir, faremos um detalhamento das atividades planejadas para cada aula do PU proposto. Trata-se da descrição do que foi planejado. O relato do que foi efetivamente vivenciado é feito após a exposição do Planos de Aula.

---

---

## **Aula 01**

### *Preparação de dinâmica cooperativa, estruturação da sala, grupos e ambientação de trabalho coletivo.*

#### I. Separação dos grupos por sorteio de números

Os estudantes serão divididos em pequenos grupos. Aconselhamos que o número de componentes por grupo não ultrapasse a quantidade de quatro. Deve-se ainda formar grupos heterogêneos evitando, por exemplo, que se forme um grupo com alunos considerados de bom aproveitamento em oposição a um outro, formado por alunos considerados com rendimento aquém do esperado. Por isso, planejamos uma técnica de separação de grupos que chamaremos de “sorteio numerado”, a qual consiste em:

- Inicialmente contar os alunos da turma considerando todos os alunos freqüentes, inclusive os que faltaram no dia da divisão;
- Em seguida, dividir o número total de alunos por quatro ( $n/4$ ). Se o resultado der um número inteiro, iniciar a contagem em uma das fileiras do canto da sala, dando um número a cada aluno, repetindo a seqüência de 1 até o valor correspondente ao resultado da divisão ( $n/4$ ). Por exemplo, em uma turma com 36 alunos freqüentes:  $36/4 = 9$ . O professor deverá contar de 1 a 9, repetindo esse processo por quatro vezes, formando assim nove grupos com 4 alunos cada.
- Se o resultado da divisão  $n/4$  der um valor fracionário, o professor pode deixar um grupo com cinco componentes ou dividir nove alunos em três grupos com três componentes cada.

#### II. Batismo do Grupo Cooperativo (GC).

Formados os grupos, será entregue a cada um a Ficha do Grupo (FG) (Anexo 01). Os componentes deverão escolher um nome para a “equipe cooperativa” e iniciar o preenchimento da FG.

Depois da ficha preenchida, será orientado aos grupos para adquirir um caderno pequeno de brochura capa dura, para a elaboração de um “diário de bordo do grupo”. Na primeira folha desse caderno, os alunos devem anexar a FG preenchida, trazendo-o nas próximas aulas.

### III. Contextualização

Após essas orientações, iniciar a leitura do texto “Breve histórico do fenômeno da combustão” ( anexo 2). Sugerimos a seguinte dinâmica de leitura: um membro de cada grupo deve ler em voz alta um parágrafo do texto, repetindo os grupos até que a leitura do texto acabe.

Depois da leitura do texto, demonstrativamente, será acesa uma lamparina contendo etanol. Nesse momento, será pedido aos estudantes para copiar no caderno de Química as seguintes questões, para responderem em seguida no respectivo grupo:

- 1) Que substância ou substâncias se transforma(m)?
- 2) De que para que elas se transformam?
- 3) Por que acontece a transformação?
- 4) A massa do sistema antes da transformação ( $m_1$ ) é maior, igual ou menor que a massa do sistema depois da transformação ( $m_2$ )? Por quê?

(MORTIMER e MIRANDA, 1995, p. 24)

Após a análise do sistema demonstrado, questionar os estudantes, para que eles tragam à memória reações de combustão comuns aos seus cotidianos, fazendo indagações do tipo: Quem pode citar um outro exemplo de combustão que estamos acostumados a observar no dia-a-dia? Por que essas reações são tão comuns, quais suas aplicações e necessidades? A presença de oxigênio ( $O_2$ ) é fundamental nas combustões? Nós necessitamos capturar oxigênio do ar atmosférico para sobrevivermos. O que isso pode significar?

Passado tempo hábil para que eles possam anotar em seus cadernos as perguntas e as elaborações (respostas às questões citadas acima) dentro dos GC, será chamada a atenção de todos os alunos para o quadro e expor as respostas já elaboradas pelos grupos. Nesse momento, é muito importante se aproveitar ao máximo as construções conceituais, as discussões empíricas, as argumentações dos alunos na elaboração das respostas das questões.

Como atividade extra-classe, será pedido que os alunos respondam as questões do Anexo 03, colocando as respostas no caderno de Química. Recomendar atenção especial à questão 10, com a qual se iniciarão os trabalhos da próxima aula.

## **Aula 02**

### *Ambientação de trabalho coletivo, primeiras competências sociais: Interação face-a-face*

#### I. Contextualização: retomando a discussão da última aula

Será iniciada a aula pedindo-se para que os alunos se sentem formando os grupos da última aula e lembrando que, nela, tínhamos deixado uma atividade para casa, de acordo com a qual cada aluno deveria relacionar cinco tipos de combustões que ocorrem em seus cotidianos.

Nessa etapa, dentro dos seus grupos, será pedido que comparem as anotações feitas em casa, discutam se realmente concordam com as observações de seus colegas, levantando a discussão para a turma e com o professor, nos casos em que não haja consenso.

#### II. Demonstração de tipos diferentes de combustíveis em combustão

Será feita mais uma atividade experimental demonstrativa, por meio da qual serão mostradas reações de combustão de três materiais diferentes: uma vela, uma lamparina de álcool e uma lamparina de querosene. Será pedido aos alunos que as observem e façam comentários sobre as diferenças observáveis dos processos. Para facilitar a observação, será utilizada uma folha de papel em branco “como um fundo branco”, colocando-o atrás das chamas e logo depois acima das chamas, a uma distância apropriada para capturar um pouco de fuligem sem queimar o papel. Será pedido que os estudantes preencham o QUADRO 1.

<b>MATERIAL</b>	<b>VOCÊ SABE DIZER QUAL É A ORIGEM, OU SEJA, COMO SE OBTÉM CADA UM DOS COMBUSTÍVEIS APRESENTADOS?</b>	<b>COMO VOCÊS DESCREVEM O MATERIAL GASOSO QUE ESTÁ SENDO LIBERADO? DÁ PRA ENXERGAR?</b>	<b>DE ACORDO COM O ESTUDADO, PROPONHA OS REAGENTES E OS PRODUTOS DAS REAÇÕES.</b>	<b>COMO SERIAM AS REPRESENTAÇÕES, EM FÓRMULAS MOLECULARES DESSES REAGENTES E PRODUTOS?</b>
<b>Etanol</b>				
<b>Parafina</b>				
<b>Querosene</b>				

QUADRO 1: Diferentes combustíveis em reação de combustão - Preencha as lacunas com seus conhecimentos. Se necessário, pesquise em livros de Química, preferencialmente os organizados em volume único, pois contém o conteúdo de todo ensino médio, porém, pode-se encontrar também em livros seriados.

III. Levantamento das concepções dos estudantes sobre o fenômeno da combustão, negociação entre conhecimentos prévios e conhecimento cientificamente aceito; anotações dos fenômenos observados macroscopicamente, na forma representacional.

Utilizando o quadro-branco, voltaremos às reações citadas no início da aula, trazidas a partir das observações cotidianas. Será pedido que cada grupo cite as duas reações de combustão que mais se repetiram. Nesse momento, será feita uma consulta se todos concordam com os exemplos listados no quadro-branco.

Tendo à disposição um número considerável de reações de combustão citadas pelos grupos, escolher uma para aprofundamento das discussões. Por exemplo, a queima da mistura gasosa utilizada nos botijões de gás. Explicar que não se trata de um único gás. Utilizar a fórmula molecular do butano para trabalhar a equação química de combustão.

No quadro-branco, será descrita, por extenso, a reação de combustão do butano e, logo em seguida, a equação química da mesma. A linguagem química de reações, em tese, é familiar aos alunos do terceiro ano. Dessa forma, espera-se somente tirar eventuais dúvidas.

Depois dessa revisão, será pedido aos alunos que, observando o quadro 1 (preenchido no início da aula) e, utilizando como base o exemplo de equação química exposto no quadro-branco, representem, em seus cadernos, as reações de combustão da vela, do álcool e do querosene.

Será dividido o tempo de trabalho, de forma que todos os grupos terminem o trabalho 15 minutos antes do término da aula, quando será distribuída a lista de materiais e procedimentos do experimento para a aula seguinte (Anexo 04). Quando todos os grupos estiverem com a lista em mãos, efetuar a leitura do “comando”, no qual consta o material que será utilizado durante o experimento. Esclarecer possíveis dúvidas quanto aos materiais que devem ser trazidos ou confeccionados.



### **Aula 03**

#### *Responsabilidade individual e pelo grupo*

#### I. Orientações iniciais para o acesso ao laboratório de Ciências

Inicialmente, será orientado que todos os alunos deixem seus materiais didáticos na sala de aula. Em seguida, será pedido que confirmem os materiais do experimento e que peguem o “diário de bordo” e uma caneta para anotações. Seguiremos todos para o laboratório.

Chegando ao laboratório, antes de iniciar a prática experimental, será solicitado que observem as recomendações de segurança listadas no canto direito do quadro-branco.

Os grupos serão distribuídos pelas duas bancadas do laboratório<sup>7</sup>, de forma que nenhum grupo atrapalhe o desempenho do outro. As janelas serão abertas para proporcionar uma boa ventilação do ambiente. Após a preparação adequada para a prática, será feita a leitura dos procedimentos. Não restando dúvidas nos grupos, os alunos serão orientados para que iniciem a realização da prática de acordo com as instruções do Anexo 04.

#### II. **Experimento:** “Produzindo chuva ácida”

Os grupos iniciarão a realização dos passos indicados no procedimento do anexo 04. Todos os grupos serão visitados e os estudantes orientados, se e quando necessário.

Terminados os procedimentos, os alunos serão esclarecidos para que organizem o laboratório, descartem os materiais nos locais corretos e limpem o

---

<sup>7</sup> Vide esboço do laboratório no final do apêndice.

espaço da bancada utilizado por eles. Quando todos os grupos terminarem o experimento e a organização do laboratório, retornaremos todos para a sala de aula.

Antes do término da aula, será pedido que os grupos providenciem materiais para consulta na próxima aula (livros didáticos, apostilas, artigos da Internet etc.), quando produzirão um relatório da aula experimental.

#### **Aula 04**

*Responsabilidade individual e com o grupo, interação face-a-face, interdependência positiva, competências sociais cooperativas*

Dentro dos grupos de origem, os alunos discutirão as questões do anexo 04 e farão um relato do experimento. Para orientar os alunos, serão anotados no quadro os pontos que devem constar no relatório: *materiais utilizados; procedimentos; observações macroscópicas; embate conhecimento prévio/experimentação; conhecimento cientificamente aceito; conclusões experimentais; respostas das questões do Anexo 04 e referências pesquisadas*. Será estipulado um período de tempo de 35 minutos de desenvolvimento, envolvendo consultas à bibliografia e discussões em grupo. Após esse tempo, os alunos deverão montar o relatório e combinar quem ficará com o esboço final para terminar em casa e entregar na próxima aula.

Enquanto os grupos estiverem trabalhando, os ajudaremos, se e quando solicitado. Muito importante, nesse momento, será observar se serão respeitados elementos essenciais da AC, relacionados com o desenvolvimento de atividade em grupo, tais como, interdependência positiva pelo objetivo comum; responsabilidade individual e de grupo; interação promocional entre os alunos e componentes do grupo com o professor (face-a-face); dinâmica de organização da sala e dos grupos;

aquisição de competências sociais cooperativas; avaliação do processo ensino-aprendizagem.

Será entregue aos alunos o texto “chuva ácida” – Anexo 05. Farão a leitura e responderão as questões do TIE 02 (Anexo 05), de acordo com o texto, com os experimentos e com a pesquisa bibliográfica feita em sala de aula.

### **Aula 05** *Interação face-a-face*

Até a aula anterior, terão sido revisados alguns conceitos de transformações químicas, energia envolvida e efeitos ambientais ligados ao fenômeno da combustão. Nesta aula, serão levantados questionamentos sobre conceitos ligados à Termoquímica, como calor, temperatura, trocas de calor e estado de equilíbrio térmico. Para isso, serão desenvolvidas algumas atividades com os estudantes no laboratório. Antes de levar os alunos para o laboratório, eles serão alertados que as atividades envolverão trabalhar com água em ebulição e que todo cuidado é pouco para evitar acidentes. Será informado, ainda, que o sistema de aquecimento já está no laboratório e que somente o professor poderá transferir a água fervente para os sistemas de estudo deles.

Chegando ao laboratório, conferiremos se o esquema de aquecimento de água está funcionando normalmente e, em seguida, será pedido aos alunos que peguem os materiais e façam os procedimentos, seguindo os passos abaixo.

#### I. Atividade 01: Propriedade organoléptica e medição instrumental

O objetivo desta atividade é entender a diferença entre a sensação de quente e de frio e o conceito de temperatura (MORTIMER & AMARAL, 1998). Serão utilizados três blocos em cada grupo: um de madeira, um de ferro e um de isopor. Todos os blocos conterão um pequeno orifício para fazer a medição de temperatura utilizando termômetro de laboratório com escala em graus Celsius entre -10 e 110.

Os estudantes, ao receberem os blocos, usarão somente o tato. Tocando os materiais, avaliarão as temperaturas dos três blocos. Logo depois, deverão tocar uns nos outros e sentir as temperaturas. Após a percepção pelo tato, os alunos deverão introduzir o termômetro nos orifícios dos blocos e medir as temperaturas. Com os punhos fechados, medirão a temperatura corpórea com o termômetro.

Todos os dados obtidos devem ser anotados no caderno de bordo, em um quadro construído de acordo com o modelo (QUADRO 2).

MATERIAL	SENSAÇÃO	TEMPERATURA	OBSERVAÇÕES
Ferro			
Alumínio			
Madeira			
Corpo			

QUADRO 2: Propriedades organolépticas e dados experimentais - Preencher de acordo com os passos do roteiro. Antes do preenchimento, converse com seus colegas sobre as “impressões” das temperaturas.

Os alunos devem entrar em acordo quanto ao preenchimento do quadro. Para instigar a reflexão e a discussão sobre o tema, logo em seguida, serão apresentadas as seguintes questões: Quando se retira o termômetro do contato corpóreo, o que é observado na altura da coluna de mercúrio, ou seja, o que se observa quanto ao valor da temperatura? Os termômetros clínicos devem ser sacudidos vigorosamente antes de se efetuar a leitura térmica. Isso é necessário no termômetro do

laboratório? Justifique; O que seria necessário para se será feita uma leitura mais precisa de um corpo com o termômetro do laboratório?

II. Atividade 02: Observação da troca de calor da água e validação do calorímetro.

Os alunos utilizarão um calorímetro preparado em dia anterior, no horário contrário ao da regência, por um grupo de voluntários com o auxílio do professor. Tal calorímetro foi baseado no procedimento descrito na seção “Química na Escola” da pág. 364 do livro Química & Sociedade<sup>8</sup>.

Seguindo o procedimento do Anexo 06, os alunos deverão calcular as quantidades de calor transferidas entre dois sistemas, a temperaturas diferentes, procurando verificar se há relação direta entre calor e temperatura. Na coluna “Temperaturas do sistema”, irão conferir os valores da temperatura no decorrer de 3 minutos, com o intuito de validar a eficácia do calorímetro. Logo após, completarão o quadro conforme o modelo abaixo (QUADRO 3), que consta no Anexo 06 e deverá ser reproduzido no diário de bordo.

MATERIAL NO CALORÍMETRO TEMPERATURA MEDIÇÃO 01 =	MATERIAL ACRESCIDO	TEMPERATURA DO MATERIAL ACRESCIDO	TEMPERATURAS DO SISTEMA.
Medição 02: 50mL de água à temperatura ambiente	50mL de água com temperatura aproximadamente 20 °C acima da Temperatura ambiente.	T <sub>0</sub> = _____	T <sub>1</sub> = _____ 30s T <sub>2</sub> = _____ 60s T <sub>3</sub> = _____ 90s T <sub>4</sub> = _____ 120s T <sub>5</sub> = _____ 150s T <sub>6</sub> = _____ 180s
Medição 03: 50mL de água à temperatura	50mL de água com temperatura aproximadamente	T <sub>0</sub> = _____	T <sub>1</sub> = _____ 30s T <sub>2</sub> = _____ 60s T <sub>3</sub> = _____ 90s

<sup>8</sup> SANTOS, W. L. P.; MÓL, G.S. (Coord.). **Química e Sociedade: volume único, ensino médio**. São Paulo: Nova Geração, 2005. “PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade”.

ambiente	50 °C acima da Temperatura ambiente.		$T_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ 120s $T_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ 150s $T_6 = \underline{\hspace{2cm}}$ 180s
Medição 04: 50mL de água à temperatura ambiente	Água em Ebulição.	$T_0 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 30s $T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 60s $T_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 90s $T_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ 120s $T_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ 150s $T_6 = \underline{\hspace{2cm}}$ 180s

QUADRO 3: Observação da troca de calor da água e validação do calorímetro - Para realizar essa tarefa com sucesso é necessária a participação de todos os componentes do grupo e muita atenção com o manuseio da água quente. Fiquem atentos na marcação do tempo decorrido e no registro da temperatura com auxílio do termômetro.

### III. Atividade 03: Cálculo do calor específico do metal e da madeira.

Nessa atividade os alunos irão comparar como os materiais madeira e metal trocam energia térmica com a água.

Primeiramente, serão ratificados os cuidados que devem ser tomados ao manusear a água em ebulição. Logo em seguida, será feita a leitura da temperatura da água e será pedido aos alunos que anotem no quadro 4, o qual consta no Anexo 06 e deverá ser reproduzido no diário de bordo. A transferência de água quente será feita pelo professor, para evitar ao máximo a exposição dos alunos aos riscos da água fervente.

Logo depois, os estudantes, anotando os dados, completarão o QUADRO 4,

Material no Calorímetro	Temperatura Inicial		Tempos após contato					
	água	material	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
Água + Ferro								
Água + Madeira								

QUADRO 4: Cálculo da capacidade térmica dos blocos de madeira e de ferro

Terminados os procedimentos, os alunos serão orientados para que organizem o laboratório, descartem os materiais nos locais corretos e limpem o

espaço da bancada utilizado por eles. Quando todos os grupos terminarem o experimento, retornaremos todos para a sala de aula.

Antes do término da aula, será pedido que os grupos organizem materiais para consulta na próxima aula (livros didáticos, apostilas, artigos da Internet etc.), quando irão produzir um relatório da aula experimental.

### **Aula 06**

*Responsabilidade individual e com o grupo, interação face-a-face, interdependência positiva, competências sociais cooperativas*

Dentro dos grupos de origem, os alunos deverão discutir todos os questionários (A, B, C e D) do Anexo 06 e será feito um relato do experimento. Conforme feito na aula 04, serão anotados no quadro os pontos que devem constar no relatório: *materiais utilizados; procedimentos; observações macroscópicas; embate conhecimento prévio/experimentação; conhecimento cientificamente aceito; conclusões experimentais; exercícios do Anexo 06 e referências pesquisadas*. Será estipulado um período de tempo de 35 minutos para o desenvolvimento das atividades propostas e, nos minutos restantes, os alunos deverão montar o relatório e combinar quem ficará com o esboço de final de aula para terminar em casa e entregar na próxima aula. Importante, nesse momento, será observar se os elementos essenciais da AC estão sendo desenvolvidos.

### **Aula 07**

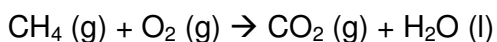
*Responsabilidade individual e com o grupo*

Será feita uma sistematização, começando pelos conhecimentos prévios que possuíam antes das primeiras aulas do PU, junto à turma, passando pelos principais conceitos construídos no primeiro momento do PU. Para isso, será pedido aos estudantes que auxiliem a sistematizar, no quadro-branco, os conceitos de calor, temperatura, energia térmica, termômetro, calor específico, combustão e fluxo de energia.

Após esse primeiro momento, será solicitado aos estudantes que falem quais são os reagentes da reação de fotossíntese, anotando no quadro-branco suas respostas. Logo depois, Será pedido que citem também quais são os produtos da mesma reação e questionado qual é a condição natural para que ela ocorra. Assim que eles chegarem à conclusão da necessidade da presença da luz, será feita a seguinte pergunta: “Onde fica armazenada a energia capturada pelos seres fotossintetizantes?”. Utilizar as respostas para iniciar o processo de discussão do tema “energia de ligações”.

Após momento de contextualização, serão registradas no quadro-branco as seguintes anotações:

- 1) gás metano reage com gás oxigênio formando dióxido de carbono gasoso e vapor d'água.
- 2) Equação da combustão do gás metano:



- 3) Será colocada a equação com as moléculas na fórmula estrutural para facilitar a visualização das ligações químicas entre os átomos.

Nesse momento, os estudantes serão orientados a consultar a TABELA 1 do Anexo 07 e calcular a energia consumida para romper as ligações químicas de um



mol dos reagentes, devendo ser calculada a energia liberada na formação dos produtos.

Pelo gradiente da reação, serão trabalhados os conceitos de reação endotérmica e de reação exotérmica. Logo depois, tratar-se-á da variação de energia em reações químicas e será pedido que os estudantes, voltando à equação de fotossíntese, proponham os gráficos de energia *versus* curso da reação para a reação nos dois sentidos, isto é, sentido endotérmico e sentido exotérmico. Os alunos completarão o modelo de gráfico conforme anotado no quadro-branco e reproduzido abaixo.



FIGURA 1: Gráficos de energia *versus* curso da reação

Por fim, serão trabalhados os conceitos de variação de entalpia, entalpia padrão de formação e representações gráficas da entalpia de reação.

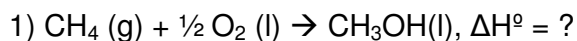
### Aula 08

#### *Responsabilidade individual e com o grupo*

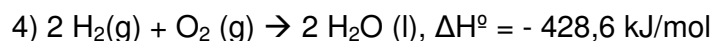
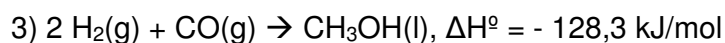
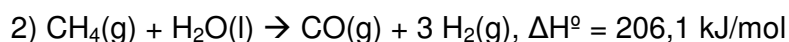
Inicialmente, será apresentado o enunciado de Henri Hess: – a entalpia de uma reação é a diferença entre o somatório das entalpias de formação de seus produtos e o somatório das entalpias de formação de seus reagentes, nas mesmas condições de temperatura e pressão –, além da representação matemática do enunciado:

$$\Delta H_{\text{reação}} = \sum H_{\text{produtos}} - \sum H_{\text{reagentes}}$$

Nesse momento, será calculada a entalpia da reação de produção do metanol, representada pela equação:



Para isso, serão consideradas as seguintes equações:



Por fim, serão indicados os exercícios de consolidação da compreensão conceitual, os quais deverão ser iniciados na aula e terminados em casa. Os exercícios encontram-se no Anexo 08.

### **Aula 09**

*interação face-a-face, responsabilidade individual e com o grupo, competências sociais, interdependência positiva.*

Nos seus grupos de origem, os estudantes resolverão a lista de exercícios disponível no anexo 09, para consolidação da compreensão conceitual. O professor deve estar atento, verificando se o desenvolvimento do trabalho em grupo está de acordo com a metodologia da AC.

### **Aula 10**

*interação face-a-face, responsabilidade individual e com o grupo, competências sociais, interdependência positiva*

Os alunos de cada grupo, em cooperação, responderão os questionamentos da avaliação escrita (anexo 10). Serão orientados para que não haja comunicação entre grupos diferentes, nem troca de materiais. O valor da avaliação será anunciado e será esclarecido que o diário de bordo poderá ser consultado.

### **Aula 11**

*interação face-a-face, responsabilidade individual e com o grupo, competências sociais, interdependência positiva*

A Reconstrução do processo a partir do Diário de Bordo Histórico do PU é uma estratégia traçada para viabilizar um resgate histórico dos objetos do conhecimento que trabalhamos ao longo das aulas do PU e, também, para atender as necessidades de estudantes que tenham faltado a alguma aula ou se matriculado na turma após o início do processo.

Nesse contexto, institui-se uma nova interdependência entre os estudantes novatos e os mais antigos, os quais ficaram responsáveis, em um primeiro momento da aula, por explicar aos novatos os passos do PU dos quais não participaram.

Nos primeiros 20 minutos da aula, as atividades serão desenvolvidas dentro dos pequenos grupos. Após esse período, os estudantes formarão um grande círculo (todas as carteiras serão encostadas nas paredes da sala, de forma que todos, alunos e professor, possam interagir).

Conforme os grupos discorram sobre os acontecimentos das aulas, será escolhido(a) um(a) representante, para que vá ao quadro anotar as principais considerações. O processo funciona como uma “revisão” para a próxima aula, a avaliação individual.

**Aula 12**  
*Responsabilidade individual*

Avaliação individual elaborada com questões baseadas nas provas do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília – PAS/UnB, conforme anexo 11.

**Aula 13**  
*interação face-a-face, responsabilidade individual e com o grupo, competências sociais, interdependência positiva*

Nessa aula, a tarefa do grupo será fazer uma auto-avaliação do rendimento dos componentes. Para isso, será utilizada a FG, na qual os estudantes preencherão os espaços reservados para as notas dos componentes do grupo. Com essas notas e com as avaliações nas mãos, os estudantes procurarão as possíveis causas para as notas insatisfatórias, caso existam.

Na parte final da aula, os grupos referarão todas as questões que responderam erradamente nas avaliações passadas. Assim, os componentes tirarão as dúvidas remanescentes em Grupo Cooperativo. Esse momento funcionará como um *feedback* para o professor. No final da aula, os grupos entregarão o diário de bordo para que o professor feche o PU.

---

***Fim do Planejamento***

---

No quadro abaixo apresentamos um resumo do planejamento feito para o terceiro bimestre do ano de 2007. Salientamos que esse planejamento, além de visar os pressupostos da AC, está em acordo com o conteúdo de Química programado na semana pedagógica, com o PPP da escola e com as normatizações e orientações curriculares da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE/DF).

<i>Aula</i>	<i>Atividade</i>	<i>Conteúdo</i>
01	Proposta de trabalho e contextualização: Divisão dos grupos, preenchimento da ficha do grupo com batismo orientações quanto às competências cooperativas, queima demonstrativa do etanol.	Texto: Breve Histórico do Fenômeno da Combustão.
02	Continuação da contextualização: Início do preenchimento do diário de bordo, retomada da discussão da aula 01 com base na questão 10 do anexo 03, Queima demonstrativa de três combustíveis (vela, querosene e álcool), levantamento das concepções dos estudantes quanto ao fenômeno da combustão.	Linguagem representacional química na equação de combustão do butano e similaridade com materiais orgânicos.
03	Experimento 01: produzindo chuva ácida.	Segurança no laboratório.
04	AC: construção do relatório do experimento 01. Entrega do texto: Chuva ácida do anexo 05.	Combustão do enxofre e óxidos produzidos; solubilidade de materiais; indicadores ácido-base; problemas ambientais causados por queima de combustíveis e outros materiais.
05	Experimento 02: Conceitos associados à Termoquímica.	Segurança no laboratório.
06	AC: Construção do relatório do experimento 02.	Calor, temperatura, as trocas de calor e estado de equilíbrio térmico.
07	Aula teórica 01: Os estudantes ficam alinhados em 5 fileiras anotando a exposição oral do professor.	Termoquímica: variação de energia em reações químicas; reações exotérmicas e endotérmicas; entalpia e energia de ligações.
08	Aula teórica 02: continuação.	Lei de Hess.
09	Resolução de problemas em grupo	Questões de vestibulares.
10	Avaliação em grupo.	Questões Objetivas
11	Reconstrução do processo a partir do diário de bordo.	Histórico do PU: o que aprendemos?
12	Avaliação individual escrita	Questões de acordo com o PAS/U <sub>n</sub> B.
13	O grupo auto-avalia o rendimento dos componentes: conferir rendimento nas avaliações e refazer em grupo as questões; fechamento do diário de bordo e entrega ao professor.	<i>Feed back</i> para o professor

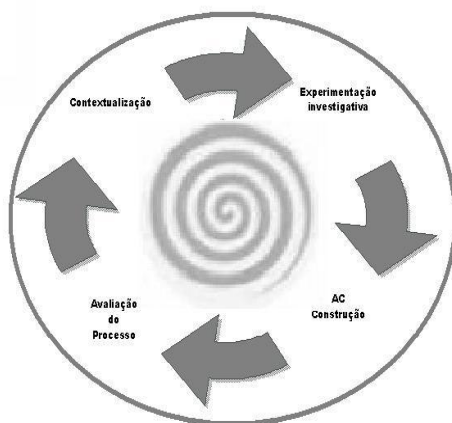
## **Vivência de um Plano de Unidade na Aprendizagem Cooperativa – a minha experiência**

saber especificar claramente o objetivo da lição; saber tomar decisões à cerca do modo de formar os grupos; saber explicar a tarefa e a estrutura do objetivo requerido aos estudantes; saber controlar a eficácia da cooperação nos grupos e saber intervir para dar assistência ou para melhorar as competências interpessoais e de grupo; saber avaliar o rendimento dos estudantes e ajudá-los a discutir sobre como colaboraram entre si.

Débora Pinto Niquini

Discorreremos sobre a experiência vivenciada na implementação do PU. Para essa efetivação, escolhemos o tema combustão. Esse tema nos permitiria proporcionar aos estudantes um material facilitador de construção de conhecimentos químicos trabalhados em um contexto social, político, econômico e cultural.

A dinâmica da primeira parte do PU – estrutura de Aprendizagem Cooperativa 1 – está esquematizada de acordo com a espiral abaixo:



Tal espiral contemplou e nos orientou nas seguintes etapas: contextualização; experimentação desafiadora e construção conceitual em grupo de discussão por meio da resolução de exercícios e da construção dos relatórios avaliação (prova, teste ou relatório).

Entendemos contextualização “como um dos recursos para realizar aproximações/inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos/situações presentes no dia-a-dia dos alunos” (SILVA, 2003, p. 26). Após a contextualização inicial, o processo passa a ser direcionado pela retomada contextual, quando o professor retorna às discussões da aula anterior e proporciona condições de aprofundamento conceitual com os alunos, vivenciando o processo em espiral anteriormente citado.

A dinâmica de divisão dos grupos e a seqüência de aulas foram anotadas em nosso diário de campo, juntamente com todos os dados que achávamos importante para nossa pesquisa. Para a efetivação desse controle, outro professor pode providenciar um “documento de controle” parecido com o diário de bordo dos estudantes.

Sempre que aplicamos essa metodologia em uma turma, é dada a tacôtação para que os grupos utilizem um caderno de brochura pequeno capa dura, para servir

como diário de bordo. Nesse, eles efetuam as anotações importantes da parte experimental do planejamento. A esse caderno, pedimos para anexar uma Ficha do Grupo-FG, que é entregue a cada grupo juntamente com os anexos.

As ações dos estudantes devem ser observadas e anotadas pelo professor, tendo como foco as ações planejadas no PU. É muito importante que se observe o comportamento dos estudantes e dos grupos quanto à leitura dos textos, à realização dos experimentos investigativos, a organização do grupo para a realização das atividades. Como exemplo, nos experimentos, sondamos como eles se organizaram, desde a aquisição até o preparo de materiais ou aparatos necessários para a realização.

Além das atividades em grupo, cada aluno tem uma relação de ações individuais – por exemplo, as atividades propostas nos trabalhos individuais extra-classe-TIE, as avaliações individuais escritas.

As principais funções da FG é manter os grupos informados quanto ao número de aulas, as atividades que serão realizadas em cada aula, os valores atribuídos a cada atividade realizada e às avaliações. Enfim, funciona com um organizador de trabalho.

No campo das Divisões das Aulas – DA, colocamos o número de aulas programadas para o PU, e uma indicação do material a trazer ou anexo que deve ser consultado para que os alunos situem quais materiais devem trazer em cada aula, além de um indicativo da dinâmica da aula.

Logo depois da FG, os componentes do grupo vão anotando: as observações, os dados, os relatos e discussões do grupo. Dessa forma, o diário de bordo passa a ser uma fonte de consulta para todos os componentes do grupo, durante todo o processo, e principalmente como única fonte de consulta na avaliação em grupo.



Nesse diário de bordo, os componentes dos grupos deverão anotar as atividades realizadas em cada aula, assim como as anotações das observações experimentais, construção de tabelas e gráficos, que posteriormente serão utilizados para confecção dos relatórios.

O relatório deve conter os seguintes pontos:

- **Materiais utilizados:** os componentes devem relatar neste campo quais materiais foram utilizados durante o experimento, assim como quais adaptações foram feitas para que o experimento funcionasse, e como se organizaram para adquirir e confeccionar os materiais utilizados. Esse tópico deve ser desenvolvido na sala de aula.
- **Procedimentos:** os estudantes devem relatar passo a passo tudo que fizeram na prática experimental. Quando a atividade experimental for realizada em casa, ou quando for demonstrativa, realizada pelo professor.
- **Observações macroscópicas:** acompanhando os passos dos grupos, durante as realizações experimentais no laboratório, ou em sala de aula, sempre orientamos que observem os sinais indicativos de reação química, como liberação de gases, odores, calor; mudança de cor do sistema ou estado físico etc. Essas devem ser relatadas, apesar de que nas questões para discussão os orientamos a relatar essas observações.
- **Embate conhecimento prévio/experimentação:** antes de cada passo dos procedimentos, é pedido aos alunos que relatem “o que acreditam que vai acontecer”. O embate entre o que “acreditam e o que observam” durante a prática experimental é a base de discussão para o desenvolvimento do conhecimento teórico com os estudantes.
- **Conhecimento cientificamente aceito:** uma vez que o modelo explicativo que os alunos tinham para dado fenômeno em estudo pode ter entrado em contradição, será orientada uma pesquisa bibliográfica, em fontes variadas de informações como: livros, apostilas e sítios da Internet, na tentativa de que eles construam cognitivamente um modelo explicativo para o fenômeno observado.
- **Conclusões experimentais:** utilizando os conhecimentos desenvolvidos durante o processo, é pedido para que cada aluno faça uma conclusão manuscrita e individual, dissertando e dando opinião sobre a viabilidade da prática feita.
- **Referências pesquisadas:** os alunos devem citar todas as fontes pesquisadas respeitando as normas da ABNT.

Algumas das atividades os alunos deveriam colocar no caderno individual destinado para a disciplina Química. São atividades elaboradas com o intuito de auxiliar no desenvolvimento individual dos conceitos químicos trabalhados no plano

de unidade. São elas: Atividade para casa os TIE, cópias dos relatórios e resolução dos exercícios de fixação.

A Tabela de avaliações – controle do grupo é um outro campo da FG, no qual constam as formas de avaliação, os momentos que serão avaliados, os valores atribuídos pelo professor e espaço de anotação individualizado, no qual os grupos, de posse do rendimento de todos os componentes, podem traçar estratégias que busquem resolver ou minimizar as dificuldades que estão causando o baixo rendimento de algum componente em particular, ou até do grupo todo – por exemplo, reunir-se para grupos de estudos em horário contrário na sala de leitura da escola, contando com o apoio do professor, quando este estiver na mesma em horário de Coordenação Pedagógica<sup>9</sup> - CP.

As atividades inicialmente previstas no plano de unidade foram realizadas conforme o planejado. O momento de exposição oral com estrutura de aprendizagem individualística foi acrescentado em acordo com as freqüências de utilização de cada tipo de estrutura citados na obra de Niquini:

Para o GC a freqüência de uso de cada uma das estruturas depende dos tipos de objetivos da aprendizagem e do clima da classe. Dado que a escola, na maior parte do tempo, deve afrontar e resolver problemas complexos e promover competências cognitivas de alto nível e, levando-se em conta que para o GC a modalidade cooperativa é a mais adaptada para esse tipo de tarefas, resulta bastante evidente que esta deva ser, relativamente à freqüência do uso, preferida às outras duas. [...] O GC, percentualmente, indica que uma estrutura cooperativa seja ordinariamente aplicada de 60% a 70% do tempo total da escola, enquanto seja deixada à estrutura individualística 20% e à competitiva de 10% a 20%. (NIQUINI, 1997, p. 55).

---

<sup>9</sup> Educadores de Ensino Médio, no DF, têm um espaço privilegiado para a atividade docente, individual e coletiva: a CP. Para quarenta horas-aula semanais, dez horas-aula são destinadas à CP, distribuídas assim: quatro horas para CP individual, três horas para CP por Área de conhecimento e três horas para CP geral.

A avaliação em grupo com consulta aconteceu dentro da abordagem individualística, quando os alunos estudaram durante um período individualmente e em seguida retornaram aos seus grupos para resolverem questões objetivas.

Salientamos que, para os estudiosos do método da AC, um dos pré-requisitos é que a avaliação seja individual. No nosso caso, porém, para que o planejamento se adaptasse ao Projeto Político-Pedagógico de nossa UPE, no âmbito do qual ficou acordado que uma das avaliações dos estudantes, nas disciplinas de exatas, seria em grupo, tivemos que trabalhar com a avaliação coletiva.

## **O Papel do Professor no desenvolvimento de um Trabalho em Grupo segundo a metodologia da AC**

A compreensão das Ciências da Natureza como área de estudos tem por base uma visão epistemológica que busca a ruptura com uma das visões que se tornou mais hegemônica dentro do ideal da modernidade. Desse ideal se concretizou, no sistema escolar, um projeto educacional de concepção positivista, exclusivamente disciplinar, parcelar, reducionista e enciclopedista de ciência, bem como uma supremacia das Ciências da Natureza sobre outras ciências e outros campos do conhecimento. No entanto, compondo a área, encontram-se diferentes componentes disciplinares, entre os quais a Química. Como campo disciplinar, a Química tem sua razão de ser, sua especificidade, seu modo de interrogar a natureza, controlar respostas por meio de instrumentos técnicos e de linguagem peculiares, identificando as pessoas que os dominam como químicos ou educadores químicos.

Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Um trabalho em grupo pode ser fundamentado nos pressupostos teórico-metodológicos da AC, que prevê que se tenham Grupos Cooperativos, ou pode, simplesmente, ser um trabalho no qual ocorre uma “dinâmica em grupo”, chamada por Niquini de “Grupo Tradicional” (NIQUINI, 2006).

Para poder fazer a melhor escolha quanto ao tipo de grupo que se quer trabalhar, o educador deve ter claro, além das diferenças estruturais das metodologias e suas dinâmicas de funcionamento, o objetivo do processo ensino-aprendizagem que pretende desenvolver. Deve conhecer a complexidade do

assunto, a abstração exigida, e ter uma idéia de qual abordagem de aprendizagem melhor se adaptaria à turma envolvida.

Decidindo-se pela abordagem da AC, alguns cuidados o(a) educador(a) deve ter. Sugerimos que, inicialmente, professores e professoras optem pela dinâmica da modalidade Aprendendo Juntos (AJ), que compreende uma seqüência de fases que um professor deve seguir para aplicar o GC eficazmente, podendo ser desenvolvida em qualquer área ou disciplina e em qualquer nível escolar. Tal modalidade é defendida por Niquini (1997) e foi a que mais se adequou à nossa programação.

Segundo Niquini, “não se deve dar ao professor um programa ou um plano pré-fabricado” (1997, p. 79). Para ela, uma experiência apropriada do AJ de modo cooperativo deve seguir um conjunto de cinco estratégias importantes, nas quais cabe ao professor:

saber especificar claramente o objetivo da lição; saber tomar decisões à cerca do modo de formar os grupos; saber explicar a tarefa e a estrutura do objetivo requerido aos estudantes; saber controlar a eficácia da cooperação nos grupos e saber intervir para dar assistência ou para melhorar as competências interpessoais e de grupo; saber avaliar o rendimento dos estudantes e ajudá-los a discutir sobre como colaboraram entre si. (NIQUINI, 2006, p.112).

Essas estratégias devem ser desenvolvidas em algumas fases. Com base nos estudos dessa autora, elaboramos uma tabela, para facilitar visão global de tais fases. Essa visão global poderá fornecer orientações para a elaboração e implementação de um planejamento:

<b>FASES</b>	<b>PAPEL DO PROFESSOR</b>
<b>01</b>	Especificar os objetivos a alcançar e as competências cooperativas necessárias para alcançá-los.
<b>02</b>	Formar grupos com um número não menor que três nem maior que seis estudantes.
<b>03</b>	Prezar pela heterogeneidade dos grupos; boa colocação dos estudantes desmotivados, dispersos, aparentemente preguiçosos ou hiperativos; e o tempo de “vida” do grupo (acreditamos que um bimestre é o ideal).
<b>04</b>	Sistematizar a sala em grupos circulares, propondo uma distância apropriada intra-grupo e inter-grupos.
<b>05</b>	Planejar o material didático para assegurar a interdependência e nortear os trabalhos dos alunos

	e professor. O material pode variar quanto à interdependência (do material, de informação ou com outros grupos).
06	Atribuir tarefas complementares e inter-relacionadas. Pode-se pedir para os estudantes elegerem um anotador de decisões do grupo ou um encorajador. Podem fazer um “controle de compreensão” questionando-se mutuamente; busca de materiais externos, interações com outros grupos e com o professor etc.
07	Explicar a tarefa e observar se os estudantes têm claro o que devem fazer e os objetivos a atingir.
08	Estruturar a interdependência positiva, em que os membros do grupo devem notar que todos são co-responsáveis pela aprendizagem da matéria assinalada e que os próprios colegas de grupo devem aprender cooperativamente e completar a tarefa proposta. Para tal, o professor pode cobrar um relatório final (estrutura pré-definida); aumentar o valor atribuído às avaliações e atividades em grupo; aplicar avaliações individuais para verificação da interdependência, dando bônus em pontos extras.
09	Promover a responsabilidade individual ou do grupo, propondo instrumentos para que eles se avaliem nesse sentido. Intervir no grupo e verificar se todos os componentes concordam com a explicação do colega (escrita ou oral).
10	Estender à classe todos os resultados positivos da cooperação conseguida no interior de cada grupo; incentivar que membros de um grupo que já terminou a tarefa ajudem colegas de outros grupos (protagonismo).
11	Explicar claramente os critérios de avaliação. O professor deve ter um cuidado para aconselhar cada “individualidade grupal” sobre critérios (passos) que devem ser seguidos para se alcançar o “sucesso”. Devem ser respeitadas as diferenças entre os alunos e seus ritmos.
12	Indicar gradualmente as atitudes e os comportamentos ideais para a eficácia das relações dentro do grupo, o que, possivelmente, culminará em um melhor rendimento do grupo.
13	Observar criteriosamente os comportamentos positivos e negativos dos estudantes, para posteriores intervenções, incentivos ou direcionamentos. Aconselha-se uma ficha de acompanhamento do grupo.
14	Oferecer ajuda e assistência aos grupos na realização da tarefa.
15	Observar se há algum membro de grupo (aluno) com dificuldades colaborativas e intervir, sugerindo estratégias e comportamentos mais eficazes para se trabalhar em conjunto. Pode-se também reforçar comportamentos ideais.

Tabela 01: Fases de implementação da modalidade AJ da AC, fases essas baseadas em Niquini (2006)

Para conteúdos com caráter muito abstrato do modelo explicativo, por exemplo, a lei de Hess, entalpia e energias de ligação, sugerimos que o educador utilize os recursos didáticos convencionais, tais como quadro e slides, para apresentar aos estudantes esses modelos. Segundo os pesquisadores do método da AC, “as estruturas de objetivo individualístico<sup>10</sup> são apropriadas para a aprendizagem de matérias e habilidades cognitivas específicas” (NIQUINI, 2006, p. 81).

Não que em uma estrutura construtivista de aprendizagem fosse impossível aos estudantes construírem os conceitos envolvidos, mas pela associação do grau

<sup>10</sup> Entende-se como estrutura individualística aquela em que os estudantes são organizados em fileiras, o professor expõe o conteúdo e os materiais de estudo dos estudantes são individualizados, assim como seus comportamentos dentro da sala de aula.

de abstração com a pouca carga horária de aulas de Química para vencer os conteúdos programados para aquela série.

Cabe comentar aqui que uma aula de 50 minutos, que foi o nosso caso, tem um tempo de duração muito aquém do necessário para que se aplique qualquer modalidade da AC de forma mais eficaz. O mais aconselhável seria que as aulas fossem duplas, para que o tempo fosse hábil para esse propósito. Para isso, é aconselhável que o professor regente combine previamente com a pessoa encarregada de fazer a grade horária de aulas da escola, no sentido de que as suas aulas sejam preferencialmente organizadas em aulas duplas.

Quanto à avaliação, consideramos que é a forma pela qual o professor tem um *feedback* sobre o processo de desenvolvimento de seus alunos. Em nossa programação, a avaliação aconteceu em dois eixos estruturadores. O primeiro foi a avaliação contínua do processo, para a qual anotamos, em nosso diário de bordo e na ficha de controle de grupos, os momentos de construção e envolvimento dos estudantes em seus grupos. Esse eixo incluiu também a avaliação histórica do diário de bordo, feita pelos estudantes ao final da efetivação do PU. A partir de suas anotações, descreveram,, na aula 11, os passos que foram realizados pelo respectivo grupo, explicitando suas contribuições e auto-avaliando seu rendimento.

O segundo eixo buscou avaliar o comprometimento do grupo, por meio de uma avaliação individual escrita, conforme indicado na metodologia da AC, quando o estudante foi avaliado individualmente após ter negociado significados dos objetos de conhecimento em grupo. A avaliação individual aqui citada foi elaborada com base nos parâmetros do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília – PAS/UnB. Essa avaliação aconteceu na aula 12 e buscava avaliar a aquisição de habilidades e conhecimentos relativos ao conteúdo programado.

Nas aulas da exposição oral (aulas 7 e 8), reforçamos a linguagem própria da Química e apresentamos os modelos explicativos, as abstrações e fizemos também um *feedback* dos conceitos construídos em grupo, no primeiro momento do plano de unidade.

Lembramos que o PPP da escola tem como eixo principal de condução das disciplinas o preparo dos estudantes para enfrentar provas de vestibulares e de concursos públicos. Apesar de não concordarmos que uma escola de ensino médio tenha esse eixo principal, buscamos sempre que possível contemplar o preconizado no PPP, propondo atividades de resolução de exercícios de processos seletivos, associando exemplos do que estávamos estudando em questões aplicadas nas provas específicas.

Com base em nossa experiência e considerando que a AC é uma metodologia de fácil adaptação às mais variadas realidades e níveis de ensino, sugerimos aos educadores que queiram aplicá-la que levem em consideração o contexto do trabalho, os documentos oficiais que regem o funcionamento da Unidade de Ensino em que estão lotados e os anseios de sua clientela.



## Considerações finais

Finalidades atribuídas ao ensino médio: o aprimoramento do educando como ser humano, sua formação ética, desenvolvimento de sua autonomia intelectual e de seu pensamento crítico, sua preparação para o mundo do trabalho e o desenvolvimento de competências para continuar seu aprendizado.

Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Ao observar o baixo desempenho, a desmotivação e o alto índice de reprovação em Química dos alunos e alunas da Instituição de Ensino em que trabalhamos, na condição de professor da disciplina, passamos a acreditar que grande parcela desse problema poderia ser atribuída à abordagem convencional de ensino – que era comum em nossa prática docente e também na de outros professores da escola –, por promover relações individualistas e competitivas, em detrimento das relações de cooperação.

Em contato com o referencial teórico da AC, foi possível avançar na compreensão das complexas relações que envolvem o ensino de Química e a formação de adolescentes. Entendemos que, recém-chegados ao Ensino Médio, com aproximadamente 15 anos de idade, os adolescentes enfrentam uma realidade

global que faz desses estudantes verdadeiras “vítimas”<sup>11</sup> de um sistema pautado por interesses distantes daqueles associados à totalidade dos cidadãos, especialmente dos interesses das classes menos privilegiadas. Nessa perspectiva, a sociedade brasileira necessita cada vez mais de cidadãos letrados cientificamente, o que passa a ser uma das demandas a serem atendidas na proposta de ensino de Química desenvolvida no âmbito deste trabalho.

Como afirma Chassot (2001), ao tratar da responsabilidade maior do professor no ensinar Ciência, nós educadores devemos buscar que “nossos alunos e alunas se tornem, com o ensino que fazemos, homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos” (p. 52).

Ao propor um trabalho baseado na AC, esperávamos, também, minimizar problemas como o espaço físico mal-estruturado do laboratório, seu sucateamento e a falta de reagentes. Defendemos que, no ensino da Ciência Química, as atividades experimentais devem ser valorizadas.

Além do problema do espaço físico, temos a falta de investimento específico para a aquisição de materiais e reagentes para o funcionamento apropriado de um laboratório de Ensino de Ciências. Como forma de subsidiar o trabalho do professor, encontra-se hoje na literatura específica de Ensino de Química um vasto número de propostas de experimentos de baixo custo e com materiais alternativos. Mesmo considerando os alunos mais carentes, nossa experiência vem demonstrando que eles conseguem, reunidos em pequenos grupos cooperativos, adquirir ou confeccionar os materiais para aulas experimentais, com certa facilidade.

---

<sup>11</sup> Referimo-nos aos alunos oriundos de famílias das classes trabalhadoras, com baixo poder aquisitivo, que procuram o sistema público de Ensino.

Esperamos que este material seja útil a você, professor ou professora que tem enfrentado dificuldades similares às que enfrentamos até encontrarmos na AC uma abordagem de ensino que muito nos auxiliou a vencer desafios, superar dificuldades e, o mais importante, ter satisfação profissional pelo sentimento de dever cumprido.

Toda metodologia é morta se por si só não realiza nada. Quem lhe dá forma e vida é o professor com sua criatividade e capacidade de convicção. O educador só será capaz de trabalhar com esta metodologia se acreditar no próprio trabalho, nas suas capacidades, e, sobretudo, colocar-se com uma nova postura diante de seus educandos, disposto a “aprender a aprender”. (NIQUINI, 2006, p. 240).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. APRENDIZAGEM COOPERATIVA E ENSINO DE QUÍMICA: PARCERIA QUE DÁ CERTO. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.

BELTRAN, N. O. Idéias em movimento. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 14-17, maio, 1997.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)> Acesso em: 16 junho 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Área de Saúde do Adolescente e do Jovem. **Cadernos, juventude saúde e desenvolvimento**, v.1. Brasília, DF, agosto, 1999. 303p

BRASIL. LDB. Lei nº 9394, de 23 de dezembro de 1996. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1996.

CAMPOS, Fernanda C. A., et al. **Cooperação e Aprendizagem ON-LINE**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

CERQUEIRA, L. M. L. **Scientia Uma**. Olinda, n. 5, p. 51- 63, maio 2004. Disponível em <[http://www.focca.com.br/revista/scientia\\_una6.htm](http://www.focca.com.br/revista/scientia_una6.htm)>. Acesso em: 7 setembro 2004.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 2. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2001.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. Tradução: Eduardo Mortimer. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p. 31-40, maio, 1999.

ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 3, p. 15-18, maio, 1996.

FREIRE, P. MACEDO, D. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1990.

FREIRE, P.. SHÖR, I. **Medo e ousadia: O cotidiano do professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do Oprimido**. 43. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

JOHNSON, R. T.; JOHNSON, D. W. **An Overview of Cooperative Learning**, 1994. Disponível em: <<http://www.co-operation.org/pages/overviewpaper.html>>. Acesso em: 2 maio 2006.

JOHNSON, R. T.; JOHNSON, D. W. Stanne, M. B. **Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis**, 2000. Disponível em: <<http://www.co-operation.org/pages/cl-methods.html>>. Acesso em: 2 maio 2006.

MACHADO, A. H. Pensando e Falando sobre fenômenos Químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p. 38-42, novembro, 2000.

MARTINS, P. L. O. **Didática Teórica Didática Prática: para além do confronto**. São Paulo: Loyola, 1983.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e Temperatura no Ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 7, p. 30-34, maio, 1998.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 23-26, maio, 1995.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 23-26, novembro, 1995.

\_\_\_\_\_. Dez anos de Química Nova na Escola: A Consolidação de um Projeto da Divisão de Ensino da SBQ. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 3-10, novembro, 2004.

NIQUINI, D. P. **O Grupo Cooperativo: uma metodologia de ensino**. Brasília: Universa, 1997.

NIQUINI, D. P. **O Grupo Cooperativo: uma metodologia de ensino**. 3.ed. Brasília: Universa, 2006.

PAMIERI, M. W. A.; BRANCO, A. U. Cooperação, Competição e Individualismo em uma Perspectiva Sócio-cultural Construtivista. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 17(2), pp. 189-198.

SANTOS, E B. **Formação Contínua do Professor de Ciências: Pesquisa Colaborativa na Construção de uma Proposta de Coordenação Pedagógica Reflexiva**. 2006. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), (Mestrado em Ensino de Ciências).

SANTOS, W. L. P. ; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 2.ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

SANTOS, W. L. P. ; MÓL, Gerson de Souza ; MATSUNAGA, Roseli Takako ; DIB, Siland Meiry França ; CASTRO, Eliane Nilvana F de ; SILVA, Gentil de Souza ; SANTOS, Sandra Maria de Oliveira ; FARIAS, Salvia Barbosa . **Química e**

**Sociedade:** volume único, ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005. 744 p.

SANTOS, F. M. T.; MORTIMER, E. F. Estratégias e táticas de resistência nos primeiros dias de aula de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 38-42, novembro, 1999.

TERRA, M. R. **O DESENVOLVIMENTO HUMANO NA TEORIA DE PIAGET.**

Disponível em:

<<http://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm>>. Acesso em: 16 junho 2007.

Tolentino, Mario; Rocha-Filho, Romeu C.; Silva, Roberto Ribeiro da. **O Azul do Planeta: Um retrato da atmosfera terrestre.** São Paulo: Moderna, 1995. - (Coleção Polêmica). Páginas 57 a 59. (uso exclusivo para fins didáticos, sem qualquer comercialização associada).

### Anexo 01 – Ficha do Grupo

SEE-DF. DRE: \_\_\_\_\_ . CEM \_\_\_\_\_  
 PROFESSOR: Anderson J3sus da Silva

TURMA: \_\_\_\_\_

Nome do Grupo: \_\_\_\_\_

Membros:

A. \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> \_\_\_\_\_  
 B. \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> \_\_\_\_\_  
 C. \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> \_\_\_\_\_  
 D. \_\_\_\_\_ n<sup>o</sup> \_\_\_\_\_

### Tabela de Avaliações – Controle pelo Grupo

ALUNO	ASSIDUIDADE/ PARTICIPAÇÃO (AUTO- AVALIAÇÃO)	RELATÓRIO EXPERIMENTO 01	RELATÓRIO EXPERIMENTO 02	AVALIAÇÃO ESCRITA EM GRUPO	AVALIAÇÃO ESCRITA INDIVIDUAL	SOMA
Valores*						
A						
B						
C						
D						

\*Sugere-se que o professor preencha juntamente como os estudantes os valores das atividades.

### Divisões das Aulas

**A01** = Proposta de trabalho e contextualização: Divisão dos grupos, preenchimento da ficha do grupo com batismo e primeiras orientações.

**A02** = **Contextualização: adquirir e trazer diário de bordo.**

**A03** = Experimento 01: trazer materiais segundo anexo 04.

**A04** = AC em construção: trazer materiais para consulta (livros, apostilas etc.) que serão utilizados na elaboração de relatório e resolução de problemas.

**A05** = Experimento 02: trazer materiais segundo anexo 10.

**A06** = AC em construção: trazer materiais para consulta (livros, apostilas etc.) que serão utilizados na elaboração de relatório e resolução de problemas.

**A07** = Aula expositiva 01.

**A08** = Aula expositiva 02.

**A09** = Resolução de problemas de vestibulares.

**A10** = Avaliação em grupo.

**A11** = Reconstrução do processo a partir do diário de bordo

**A12** = Avaliação individual.

**A13** = Resolução em grupo da avaliação da A12 e entrega do diário de bordo.

### Trabalho Individual Extraclasse (TIE)

1. Resolução dos exercícios do Anexo 03, 05, 06 e 07.
2. Construção da redação de acordo com questão 10 do Anexo 05.

## Anexo 02

### Breve Histórico do Fenômeno da Combustão<sup>12</sup>

O domínio do fogo representa sem dúvida uma das mais antigas descobertas químicas e aquela que mais profundamente revolucionou a vida do homem. Já no Paleolítico, há cerca de 400 000 anos, o homem conservava lareiras em alguns dos seus habitáculos na Europa e na Ásia. O fogo era fonte de luz e calor. Constituía igualmente uma arma e uma fonte de energia para a transformação dos materiais, sobretudo dos alimentos. Desde o início do Paleolítico superior que o homem transformava o ocre amarelo em ocre vermelho por aquecimento. No Neolítico, o fogo foi utilizado para cozer a argila destinada ao fabrico de cerâmica. Mais tarde, graças aos conhecimentos que terão sido adquiridos pelo artífice na prática da combustão e da construção dos fornos, irá permitir a metalurgia.

Na história da Química, o fogo ocupou sempre um lugar particular. É, pois, útil definir aqui em que consiste exatamente. O fogo é uma manifestação tangível de uma reação química. Há reação de oxidação (combustão) entre o oxigênio do ar e o material que se utiliza. Uma parte da energia contida nas moléculas constitutivas da matéria que arde aparece sob a forma de calor. Os produtos da reação gasosos e quentes, menos densos que o ar circundante, têm tendência a elevar-se. Certas moléculas, frações de moléculas ou átomos, podem momentaneamente conter energias superiores às dos seus estados estáveis, energias essas que são eventualmente dissipadas na forma de luz. (VIDAL Bernard, História da Química, Edições 70, Lda., Lisboa – Portugal, 1986 p. 10).

Desde que esse homem primitivo aprendeu a utilizar o fogo em seu benefício, a obtenção de energia a partir de transformações químicas, em especial as combustões, passa a exercer um papel fundamental nas sociedades.

Durante muitos séculos, madeira e outros materiais como óleos e gorduras foram utilizados como fonte de energia. Mais recentemente se passou a utilizar, em larga escala, o carvão mineral, o petróleo e seus derivados.

Nossa própria vida depende da energia proveniente da combustão da glicose em nossas células.

Foguetes são colocados fora da órbita terrestre graças, também, à combustão de materiais apropriados, como o gás hidrogênio. Este combustível interage com o gás oxigênio, formando água e liberando enorme quantidade de energia.

Atualmente, combustão é considerada como uma reação química em que um dos reagentes, o comburente, é o gás oxigênio. Apesar de o conhecimento sobre os fatos e formas de controle das transformações químicas (que hoje permite planejar a produção de materiais e energia e possibilita a inibição de transformações indesejáveis) ser muito antigo, as várias interpretações dadas à combustão eram diferentes da atual. O estudo das transformações químicas envolve também a elaboração de explicações para os fatos observados. Assim, à medida que novos fatos ou idéias eram considerados, novas explicações deveriam ser procuradas.

Desse modo o estudo da combustão foi construindo explicações que envolvem diferentes idéias sobre a constituição da matéria.

Nas combustões, geralmente, grande quantidade de energia, na forma de luz e calor, é liberada. Até as últimas décadas do século XVIII, muitos pensadores explicavam esta observação pela teoria do flogístico. Os corpos combustíveis teriam como constituinte um elemento - o flogístico - que, no momento da combustão, abandonaria o corpo, alterando suas características.

Essa idéia também poderia explicar a transformação de um metal em seu óxido, na combustão, admitindo que o metal fosse constituído pelo seu óxido e flogístico. Georg Ernst Stahl, químico germânico que viveu entre 1660 e 1734, foi o criador da teoria do flogístico.

Da mesma forma se explicaria a obtenção do metal a partir do seu óxido, através do aquecimento com carvão; este seria constituído por grande quantidade de flogístico, que seria transferido ao óxido metálico, regenerando o metal.

Também se poderia explicar, através dessas idéias, a diminuição de massa, na combustão de materiais como madeira e carvão, pela liberação do flogístico.

No entanto, essas idéias não explicavam o aumento de massa observado na combustão de outros materiais, como os metais: se na combustão o metal perde flogístico, como explicar que a massa aumenta?

Apesar de fatos como este não serem satisfatoriamente explicados, o trabalho dos pensadores que aceitavam essa teoria em muito contribuiu para um maior conhecimento sobre materiais e técnicas, assim como tornou o campo fértil para o surgimento de outras teorias.

Uma delas, resultante de estudos quantitativos sobre as transformações químicas, foi elaborada pelo químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Partindo da suposição de que, nas transformações, as quantidades se conservavam, realizou experimentos envolvendo combustões, notando que parte do ar se fixava ao material combustível. Com a descoberta do gás oxigênio - que na época foi chamado "ar vital", por permitir a respiração de animais - realizada pelo químico inglês Priestley (1733-1804), Lavoisier relacionou a ocorrência de combustão à incorporação do princípio que forma o oxigênio aos princípios constituintes do combustível.

Algumas das observações de Lavoisier encontram-se no trecho que se segue.

<sup>12</sup> Química para o 2º Grau - Livro do Aluno / GEPEQ/IQ-USP, EDUSP, São Paulo, 1993. Capítulo II.1. p. 75-78, com adaptações.



*Há oito dias descobri que o enxofre ganha massa, na combustão, ao invés de perdê-la, portanto é possível dizer que a partir de uma libra de enxofre pode-se obter mais de uma libra de ácido vitriólico (ácido sulfúrico), considerando que este ácido tenha sido produzido pela mistura do enxofre com o ar.*

*O mesmo ocorre com o fósforo. O aumento de massa provém da extraordinária quantidade de ar que é fixada durante a combustão.*

*Esta descoberta, demonstrada através de experimentos que considero decisivos, me fez crer que o que é observado na combustão do enxofre e do fósforo poderia muito bem ocorrer no caso de todos os corpos que ganham massa na combustão ou na calcinação [...] Os experimentos confirmaram plenamente as minhas conjecturas..*

Admitindo, então, essa incorporação, era possível explicar o aumento de massa verificado em certas combustões. Além disso, desenvolvendo experimentos em sistema fechado, o que evitava o escape de gases produzidos para a atmosfera, Lavoisier pôde constatar sua hipótese sobre a conservação de massa.

No entanto, para explicar a produção de calor e luz, que freqüentemente acompanha as combustões, Lavoisier admitia que a matéria era constituída também por um elemento imponderável - o calórico. Assim, o gás oxigênio seria constituído pelos princípios (ou elementos) oxigênio e calórico. Ocorreria combustão quando o combustível tivesse afinidade pelo princípio oxigênio, incorporando este e liberando o calórico. Apesar de imponderável, a quantidade de calórico poderia ser determinada utilizando um aparelho específico - o calorímetro.

### ***Metal + gás oxigênio = óxido + calórico***

Estes estudos de Lavoisier levaram a conclusões que deram novo rumo ao estudo da Química, destacando-se a abordagem quantitativa, que passa a ser enfatizada. Outro exemplo dessa mudança vem dos seus estudos sobre a formação e decomposição da água. Como já foi mencionado, forma-se água na combustão do gás hidrogênio, havendo liberação de grande quantidade de energia. A água também pode ser decomposta nos gases hidrogênio e oxigênio, consumindo energia. Observando estas transformações, Lavoisier concluiu que a água é uma substância composta. Isso, na época, foi surpreendente, pois a água era tida como substância simples, ou seja, impossível de se decompor.

Tanto a teoria do flogístico como a desenvolvida por Lavoisier envolvem concepções sobre a constituição da matéria. Naquela, a matéria seria formada por substrato e flogístico. Para Lavoisier, seria constituída por elementos ou princípios.

*Um mesmo fenômeno pode ser explicado de diferentes maneiras. A transformação de um metal em seu óxido (ou sua "cal") pode ser explicada pela teoria do flogístico ou pela teoria da oxidação.*

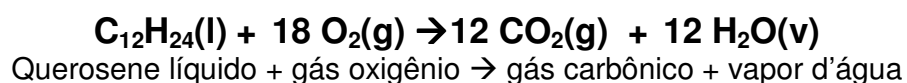
Desde então, muitos fatos foram observados e diferentes explicações foram elaboradas, fundamentando-se na idéia de que a diversidade dos fenômenos pode ser atribuída a entidades fundamentais e às suas inter-relações, sejam elas os elementos, os átomos de Dalton, os prótons, elétrons e nêutrons, ou os quarks da física moderna.

Sabemos que a combustão é um importante fenômeno usado pelo homem desde seus primórdios. Suas utilidades vão do cozimento de alimentos para a manutenção da vida ao seu uso como defesa contra os predadores e o frio. Como exemplos de combustão, podemos citar a queima de querosene em uma lamparina, utilizada quando não se tem disponível energia elétrica para iluminação de casas e fazendas. Um segundo exemplo, um pouco mais moderno, é a queima de uma vela. Por fim, a queima de álcool em uma lamparina própria.

**Anexo 03 (TIE 01)**

## Questionário 01 Trabalho Individual Extra classe – TIE

- 01) Qual a importância do Fogo na história da espécie humana?
- 02) Para ser uma reação de combustão, qual(is) reagente(s) é(são) essencial(ais)?
- 03) Com base no texto lido em sala, como você acha que se deu historicamente a construção da idéia da reação de combustão pela espécie humana? Sempre foi classificada da mesma forma?
- 04) De que forma pode-se a energia é liberada nas combustões?
- 05) Em relação à liberação de fuligem pelas chaminés das fábricas e escapamentos dos carros, qual reagente você acha que está em quantidade inferior do que o necessário para que a reação seja completa?
- 06) O que você acha que acontece com a massa de um combustível de origem orgânica, como papel, álcool, querosene, etc. em uma combustão? E a massa de um metal como: ferro, alumínio, magnésio, etc.?
- 07) Quais foram às contribuições de Lavoisier a partir da observação de combustões? Como ele explicou as relações entre as massas de produtos e reagentes de uma reação de combustão?
- 08) Proponha a explicação da combustão do álcool na lamparina a partir da teoria do flogístico.
- 09) Pesquise a fórmula molecular do etanol e proponha a reação de combustão completa. Cite quais são os produtos da reação, utilize como modelo a reação do querosene abaixo.
- 10) Observe em seu cotidiano cinco reações de combustão. Anote a fórmula molecular dos combustíveis das reações selecionadas.

**Reação de combustão do Querosene**

## Anexo 04

### Materiais e procedimento para experimento 01

**COMANDO:** Tragam para a próxima aula os materiais relacionados abaixo, exceto os que estão na responsabilidade do seu professor:

- 01 Frasco de boca larga com tampa (tipo frasco de maionese)
- 02 Pedacos de fio de cobre fino (tipo das linhas de transmissão de telefone, muito utilizados para fazer pulseirinhas coloridas) de 20 cm cada um.
- 01 caixa de fósforos ou isqueiro.
- Pétalas de flores, de cores fortes, com preferência às de cor vermelha.
- Envelope de Enxofre em pó (encontrado nas farmácias)
- 01 pires de café.
- 05 palitos de picolé
- 03 copinhos descartáveis de 300mL.
- Solução (01) de água sanitária. **(professor)**
- Solução (02) de fenolftaleína – indicador ácido-base. **(professor)**

**Procedimentos:** Obs.: utilize o diário de bordo para as anotações, após isso, preencha a tabela.

#### Parte A:

**(A1)** Estudando algumas características do Enxofre. 1) Destaque uma pétala de flor, polvilhe sobre essa pétala um pouco de enxofre em pó com auxílio do palito de picolé, observe e anote. Após dois minutos, retire o enxofre da pétala, observe e anote na tabela abaixo.

**(A2)** A Ação sobre a solução de fenolftaleína. 1) misture um pouco de enxofre em pó na solução de fenolftaleína, observe e anote. Após dois minutos observe e anote.

**(A3)** Ação da água: jogue um pouco de água na solução de fenolftaleína, observe e anote. Na mesma amostra coloque um pouco de enxofre em pó.

**Parte B:** Faça um espiral com o fio de cobre em uma ponta de caneta, formando um “copinho”, prenda dentro do frasco de boca larga, de forma que o espiral fique fixado aproximadamente na metade do frasco. Prenda uma pétala de flor dentro do frasco de boca larga, com o auxílio do outro fio de cobre, de forma que a pétala fique fixada aproximadamente na metade do frasco. Coloque 30 mL da solução de fenolftaleína dentro do frasco. Ponha uma gota de água sanitária e anote. Coloque dentro do “copinho” uma pequena quantidade de enxofre em pó e coloque fogo. Quanto o enxofre entrar em combustão, tampe o frasco rapidamente e observe. (10min)

Interação	Observação
Enxofre e Pétala	
Enxofre e solução de fenolftaleína	
Água e solução de fenolftaleína	
Enxofre e água	
Enxofre, água e solução de fenolftaleína.	
Queima (enxofre e oxigênio)	
Dióxido de enxofre e solução de fenolftaleína	
Dióxido de enxofre e pétala	
Dióxido de enxofre e água	
Dióxido de enxofre, água e solução de fenolftaleína.	

#### Tabela 02: Anotações do experimento 01

**Dados:** Solução (01) Fenolftaleína = indicador ácido-base: (Substância que em presença de solução ácida não reflete cor, e em presença de solução básica reflete uma cor rósea). Solução (02) – Hipoclorito de sódio = substância que compõe alguns alvejantes conhecidos, como por exemplo, a *Qboa@*. (Substância classificada como uma base de Lewis)

#### Responda em seu caderno de Química

- 01) Compare a reatividade do enxofre em pó com o dióxido de enxofre com a água e com as pétalas.
- 02) Diferentes materiais interagem com outros materiais ou com energia de maneiras diferentes? Justifique.
- 03) Interações entre materiais diferentes manifestam-se de maneiras diferentes?
- 04) Você notou que houve mudança da cor da solução de fenolftaleína. Será que outros materiais mudam a cor dessa solução? Existem outros materiais que indicam mudança no sistema reativo pela mudança de cor?
- 05) A luz que aparece na queima de enxofre é uma forma de energia que se manifesta na interação entre o enxofre e o gás oxigênio ( $O_2$ ) do ar. Pode-se afirmar que “a toda interação se associa uma forma de energia”?
- 06) Na queima de enxofre, além da luz, você observou o aparecimento de um gás e um cheiro característico. Será que as interações estão sempre acompanhadas de sinais característicos?

## Anexo 05

### Texto 03: Chuva ácida

#### Introdução

A atmosfera terrestre está entre os fatores fundamentais tanto para o surgimento quanto para a manutenção da vida no planeta – essa vida tão preciosa e incomum que até hoje não se sabe se há algo semelhante em outro ponto do universo. A maior parte das formas de vida da Terra depende diretamente da atmosfera para existir. Mesmo assim, sua presença é tão sutil que, embora estejamos nela mergulhados e sejamos por ela penetrados, muitas vezes não nos damos conta dos seus importantes papéis.

Ao envolver a Terra, a atmosfera cria as condições de temperatura que viabilizam a vida. Como um fluido vivificador, ela se introduz em nossos pulmões, e os seus componentes, especialmente o oxigênio, penetram em nosso corpo, tornando nossa vida possível. Ao mesmo tempo, ela é responsável pelo verdor das florestas e pradarias. (TOLENTINO, 2004 p.5)

Quando o meio ambiente sofre alterações que podem causar prejuízos aos seres vivos, considera-se que ele está poluído. A poluição associa-se, portanto, à idéia de uma modificação – estrutural ou de composição que conduz a uma ação nociva a biota terrestre. A atmosfera não escapa ao perigo de sofrer alterações capazes de originar situações prejudiciais aos animais e plantas do planeta, inclusive ao próprio homem.

Muitas vezes não percebemos a presença de componentes estranhos na atmosfera, principalmente se eles estiverem em dosagens pequenas ou restritos a áreas reduzidas. Mas o aumento de suas concentrações tende a modificar profundamente as funções da atmosfera, gerando conseqüências inesperadas e despertando a humanidade para alguns sérios problemas de poluição atmosférica.

#### Trágicos Nevoeiros.

Nevoeiros e neblinas resultam da condensação do vapor d'água atmosférico sob a forma de gotículas de água que ficam suspensas na atmosfera, geralmente junto à superfície do solo. Há, porém, alguns tipos de nevoeiro provocados por componentes estranhos na atmosfera e que constituem uma das conseqüências altamente prejudiciais da poluição do ar.

A cidade de Londres já foi famosa pelos intensos nevoeiros, que chegavam a bloquear o trânsito urbano e a obrigar ao uso de iluminação artificial em pleno dia. Tal fenômeno explica-se por vários fatores, entre eles o sistema de aquecimento de ambientes por meio de estufas e outros dispositivos que queimavam a chamada "hulha gorda"; esse tipo de hulha apresenta elevadas porcentagens de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos, que eram lançados na atmosfera londrina, originando uma espessa neblina. Tratava-se do célebre fog londrino.

Encarado durante muito tempo como uma curiosidade turística, o nevoeiro londrino assumiu tal intensidade que, em dezembro de 1952 (quando persistiu por cerca de uma semana), causou a morte de 3,5 mil a 4 mil pessoas, além de provocar perturbações no aparelho respiratório de um grande número de indivíduos. Essa enorme tragédia serviu como um alerta sobre a natureza do nevoeiro londrino, dando início a uma série de pesquisas sobre a sua origem e formas de evitá-lo. Como resultado, a capital londrina acabou perdendo o seu famoso nevoeiro e voltou a ser a cidade ensolarada com a qual os londrinos sonhavam.

Em 1942, em Los Angeles, ocorreu a formação de um estranho nevoeiro que acarretou sérios prejuízos à saúde dos habitantes da região e matou grande parte da vegetação de jardins, parques e hortas. Devido à intensidade e conseqüências, o fenômeno despertou a atenção das autoridades e pesquisadores, que passam a buscar suas origens, a identificação dos seus componentes, os mecanismos de sua formação e as providências para se evitar a repetição do fenômeno.

Verificou-se, então, que não se tratava de uma simples fumaça formada por partículas sólidas oriundas de incineradores e processos industriais, mas de algo mais complexo, com algumas semelhanças com o nevoeiro londrino. Para designá-lo, foi criado o neologismo inglês *smog*, que resulta da fusão das palavras *smoke* ("fumaça") e *fog* ("neblina"). Embora já se tenha tentado passar essa denominação para o português, tornou-se corrente o uso da composição com as duas paliavas: neblina-fumaça ou fumaça-neblina.

Depois dos estudos desencadeados pelo incidente de Los Angeles, constatou-se a presença dessa estranha neblina em quase todos os centros urbanos que se caracterizam por grandes concentrações de veículos motorizados em movimento e de áreas industriais próximas ao perímetro da cidade. Isso ocorre em São Paulo, Tóquio, Cidade do México, São Francisco, Santiago do Chile, Nova Iorque, etc. As análises e as observações da atmosfera sobrejacente a tais centros urbanos, durante a ocorrência de fumaça-neblina, levaram a conclusão de que essa atmosfera é, na realidade, um reator químico, com um enorme número de substâncias gasosas, sólidas e líquidas, interagindo e sofrendo a ação fotoquímica da luz solar. A situação agrava-se mais no inverno, quando ocorrem inversões térmicas: esse fenômeno cria uma verdadeira massa de ar fechada, que impede a difusão dos materiais para regiões mais altas da atmosfera, provocando o aumento das suas concentrações.

Óxidos de nitrogênio e de enxofre, hidrocarbonetos, aldeídos, ozônio e nitrato de peróxido somam-se com aerossóis resultantes da presença de sulfatos, partículas carbonáceas e poeiras diversas. Então, na superfície dessas partículas, reações provocadas pela luz solar e catalisadas (aceleradas) pelos óxidos de nitrogênio produzem novas substâncias, aumentando a complexidade da composição das fumaças-neblinas.

Ao envolver os centros urbanos, essa neblina ou fumaça química diminui a visibilidade, causa sérios problemas de irritação na mucosa dos olhos, garganta, brônquios e pulmões e prejudica (ou mesmo destrói) a vegetação da área. Em Tóquio, em 1970, o fenômeno persistiu por 5 dias e levou mais de 8 mil pessoas aos hospitais e postos de pronto-socorro.

Numerosas providências vêm sendo tomadas para evitar ou minimizar a produção da fumaça-neblina. É evidente que não se pode evitar a presença do sol e sua radiação ultravioleta ou as inversões térmicas. Porém, nos dias em que tais condições são propícias para a formação da névoa tóxica, há certas medidas de emergência a serem tomadas. Como a principal origem dos componentes essenciais ao fenômeno está nos gases de escapamento dos motores à explosão, a principal providência consiste em restringir a presença e circulação dos veículos motorizados nas áreas urbanas.

As medidas de alcance mais amplo compreendem o controle das emissões de gases pelas indústrias suburbanas, a adoção de combustíveis menos poluentes, a exigência de melhor regulagem dos carburadores dos motores a explosão e o uso, nos canos de escapamento dos gases resultantes da queima do combustível, de dispositivos que obriguem esse material a passar sobre catalisadores especialmente destinados à destruição das substâncias poluentes mais nocivas. Tais catalisadores promovem a mistura dos gases residuais com um excesso de ar (oxigênio), provocando reações químicas que transformam hidrocarbonetos e monóxido de carbono em vapor d'água e dióxido de carbono, respectivamente, e ainda reduzem a emissão de óxidos de nitrogênio, que são transformadas na substância simples nitrogênio ( $N_2$ ).

PRODUÇÃO APROXIMADA DE GASES POLUENTES POR AUTOMÓVEL.	
Gases	Produção (kg/ano)
Óxidos de enxofre	7.7
Óxidos de nitrogênio	22.7
Aldeídos	8.2
Hidrocarbonetos	136.0
Monóxidos de carbono	1450.0

Fonte: Tolentino, Mario; Rocha-Filho, Romeu C.; Silva, Roberto Ribeiro da. O Azul do Planeta: Um retrato da atmosfera terrestre. São Paulo: Moderna, 1995. - (Coleção Polêmica). Páginas 57 a 59.

### Chuva ácida

O termo chuva ácida foi empregado pela primeira vez em 1952 por um cientista inglês, R. A. Smith, em sua monografia: "O ar e a chuva. O Início da climatologia Química, a Chuva ácida". Embora as chuvas ácidas, formadas por substâncias que as chaminés das indústrias e os escapamentos dos automóveis despejam na atmosfera, tenham surgido, provavelmente, em meados do século passado, em decorrência da revolução industrial, já há dez anos esse fenômeno começou a inquietar os ecologistas, para se converter, nos dias de hoje, numa de suas mais obsessivas preocupações. "trata-se talvez do mais sério problema ecológico do século", suspeita o patologista americano Leon Dochinger, do Serviço de Florestas dos Estados Unidos. Significativamente, nada menos do que quatro simpósios internacionais, na Europa, foram dedicados ao tema, desde o final de março.

A precipitação ácida ocorre quando aumenta a concentração de dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), e óxidos de nitrogênio ( $NO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O_5$ ), que produzem ácidos quando em contato com a própria água da chuva. Estes componentes compostos são liberados na combustão de materiais de origem fóssil, como o petróleo e o carvão. A combustão destes materiais também dá origem a óxidos de carbono ( $CO_2$ ,  $CO$ ), pois existe carbono em sua composição, assim como na composição de outros materiais como o álcool comum ( $C_2H_5O_4$ ).

As chuvas ácidas transformaram a superfície do mármore ( $CaCO_3$ ) do Parthenon, em Atenas, em gesso ( $CaSO_4$ ); macio e sujeito à erosão.

Fotografias das Cariátides, as ninfas sobre as quais se apóia o templo de Erekteion, na Acrópole, mostram que, num período de dez anos (1955 a 1965), a chuva ácida destruiu os narizes das cariátides e outros detalhes de suas figuras. O mesmo fenômeno é observado no Taj Mahal, na Índia, e no Coliseu, em Roma.

Mas a chuva ácida não atinge apenas monumentos de valor incalculável para a humanidade. Em alguns lugares, como nos países da Escandinávia, ela está matando os peixe dos lagos e rios; em outros, como na Alemanha, vai rapidamente dizimando as florestas. No sinistro mapa da devastação, pelo menos um ponto do território brasileiro já está assinalado-Cubatão, o sufocante pólo industrial da Baixada Santista.

Para medir o grau de acidez – o pH – da água, os técnicos usam uma escala que vai de 0 a 14. Quanto mais baixo o número, maior o índice de acidez, que avança numa progressão estonteante: o pH 1,0 é dez vezes mais ácido que o pH 2,0 cem vezes mais ácido que o pH 3,0 e assim por diante. A água destilada, quando rigorosamente pura, tem, aproximadamente, pH 7,0; a água da chuva, normalmente, tem pH em torno de 5,6. Em diversos pontos do mundo, no entanto, tem-se registrado precipitações com índices de acidez próximos de 2,0; como observam os cientistas, é como se chovesse nesses lugares algo ainda mais ácido que o suco de limão, cujo pH é 2,1. A maioria dos peixes morre quando o pH dos rios e lagos atinge 4,5.

O Brasil, que, além de menos industrializado do que a Europa e os Estados Unidos, praticamente não precisa queimar carvão mineral ou óleo combustível para produzir energia – algo muito comum, sobretudo na Europa, onde é escassa a energia hidrelétrica – já começa a exibir números assustadores. No centro de Cubatão, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), do governo do Estado de São Paulo, detectou, em 1983, índices de pH que iam de 4,7 a 3,7. Os maiores responsáveis Por essa anomalia são

os derivados de enxofre, que as chaminés das petroquímicas e siderúrgicas não cessam de despejar na carregada atmosfera de Cubatão. O problema não seria tão grave se as indústrias da região passassem a queimar, em suas caldeiras, óleo com 1% de enxofre – o que se usa hoje tem 5%.

A chuva ácida nem sempre cai onde foi gerada – tangida pelo vento, pode desabar a grandes distâncias das fontes poluidoras. Inicialmente, as enormes chaminés, com as quais se pretende evitar a poluição, contribuem para que isso aconteça, pois lançam a fumaça em correntes altas de vento. A viagem dos poluentes explica, por exemplo, o fato de as paradisíacas ilhas Bermudas, a 960 km da costa atlântica dos Estados Unidos, ou as montanhas amazônicas do sul da Venezuela, enfrentarem hoje chuvas tão ácidas quanto as que tombam sobre os países industrializados.

Alguns guarda-chuvas têm sido abertos contra essa terrível modalidade de poluição. Em março de 1984, reunidos em Madri, representantes de nove países europeus e do Canadá acertaram reduzir em 30%, na próxima década, suas emissões de enxofre. Não será tarefa suave, dado o elevado custo dos equipamentos para combater a chuva ácida. Na França, por exemplo, onde já são obrigatórios estes dispositivos representam 10% do custo global das usinas termelétricas, onde estão instalados. Para financiá-los quase sempre é indispensável aumentar as tarifas de energia – um risco político que os governantes relutam em assumir. Alguns casos, porém, comportam soluções mais baratas. Foi algo assim que fez o governo da Grécia, em janeiro passado: a área do centro de Atenas, onde os carros só podem trafegar em dias alternados, foi ampliada de 08 para 67 km<sup>2</sup>, numa tentativa de dissolver a nuvem que corrói implacavelmente os dois milênios e meio do Parthenon. (GEPEQ, 1994, p.17).

### Questões

- 01) O que o autor quis dizer no primeiro parágrafo do texto: *“sua presença é tão sutil que, embora estejamos nela mergulhados e sejamos por ela penetrados, muitas vezes não nos damos conta dos seus importantes papéis”*.
- 02) Comente o trecho: *“Como um fluido vivificador, ela se introduz em nossos pulmões, e os seus componentes, especialmente o oxigênio, penetram em nosso corpo, tornando nossa vida possível. Ao mesmo tempo, ela é responsável pelo verdor das florestas e pradarias (...) Quando o meio ambiente sofre alterações que podem causar prejuízos aos seres vivos, considera-se que ele está poluído.”*
- 03) Para você o que é poluição?
- 04) Como se formam os nevoeiros segundo o autor? Na região onde você mora formam-se nevoeiros?
- 05) De acordo com o trecho: *“obrigar ao uso de iluminação artificial em pleno dia. Tal fenômeno explica-se por vários fatores, entre eles o sistema de aquecimento de ambientes por meio de estufas e outros dispositivos que queimavam a chamada ‘hulha gorda’”* Qual a necessidade de se utilizar a hulha, por que não utilizar outro material? Quais as conseqüências do uso da hulha? Qual substituto você aconselharia para o mesmo tipo de sistema de aquecimento?
- 06) Comente o trecho: *“um estranho nevoeiro que acarretou sérios prejuízos à saúde dos habitantes da região e matou grande parte da vegetação de jardins, parques e hortas”*. Na região onde você mora corre o risco de acontecerem fenômenos similares? Justifique sua resposta.
- 07) Comente do que o autor estava falando no trecho: *“um reator químico, com um enorme número de substâncias gasosas, sólidas e líquidas, interagindo e sofrendo a ação fotoquímica da luz solar.”*
- 08) No trecho: *“As medidas de alcance mais amplo compreendem o controle das emissões de gases pelas indústrias suburbanas, a adoção de combustíveis menos poluentes”* essas medidas têm que ser adotadas em nossa região? E em nosso país? Justifique suas respostas.
- 09) Se em média os automóveis produzem as quantidades de poluentes que constam na tabela do texto, porque não notamos a poluição produzida pelos carros no DF? Em outras capitais de nosso país isto é notado?
- 10) Faça uma pesquisa no livro de Biologia no capítulo de Ecologia. De acordo com o lido nesta pesquisa e com a leitura do texto chuva ácida acima, faça uma dissertação de no mínimo 21 linhas e no máximo 30, em seu caderno.

## Anexo 06

### I. Construção de um calorímetro:

- Pegue uma lata de refrigerante vazia, retire a parte superior com auxílio de um abridor de latas.
- Coloque a lata sem tampa dentro da porta-lata.
- Na tampa da porta-lata faça um orifício pequeno para a fixação do termômetro. Introduza o termômetro de forma que o bulbo fique a cerca de dois centímetros da parte superior interna do calorímetro quando tampado. (atividade feita anteriormente com auxílio de alguns alunos que compareceram em horário contrário ao da regência).

### Questionário A

- Porque se utilizou isopor para confecção do calorímetro?

### II. Medição organoléptica:

- Separe para seu grupo três blocos: Um de madeira, um de ferro e um de isopor.
- Tateie os materiais e anote as impressões, depois de discutido em seu grupo na tabela 03 abaixo.
- Logo depois devem tocar uns aos outros sentindo a temperatura e anotar na tabela 03.
- Introduza o termômetro nos orifícios dos blocos e meça a(s) temperatura(s), e com os punhos fechados introduzir o termômetro entre os dedos e medir a temperatura corpórea, com cuidado para não danificar o instrumento nem se machucar acidentalmente.
- Copie ou recorte e cole a tabela 03 abaixo no seu caderno de Química e uma cópia do grupo no diário de bordo.

MATERIAL	SENSAÇÃO	TEMPERATURA	OBSERVAÇÕES
Ferro			
Alumínio			
Madeira			
Corpo			

Tabela 03: Propriedades organolépticas e dados experimentais.

### Questionário B

- Quando se retira o termômetro do contato corpóreo o que é observado na altura do mercúrio, ou seja, o que se observa quanto ao(s) valor(es) da temperatura?
- Os termômetros clínicos devem ser sacudidos vigorosamente antes de se efetuar a leitura térmica, isso é necessário no termômetro do laboratório? Justifique.
- O que seria necessário para se fazer uma leitura mais precisa de um corpo com o termômetro do laboratório?

### III. Observação da troca de calor da água e validação do calorímetro

- Coloque, num béquer de 250mL, 50mL de água a temperatura ambiente e transfira para o calorímetro. Aguarde alguns instantes para a estabilização do sistema e efetue a medida da temperatura, anotando na tabela 04 abaixo.
- Logo em seguida meça 50mL de água com temperatura aproximadamente 20 °C acima da temperatura identificada no item anterior. Anote o valor na coluna de “Temperatura do Material Acrescido”. Em seguida misture esta água quente à do calorímetro. Agite rapidamente com auxílio de uma espátula de plástico, feche o calorímetro, aguarde a estabilização do termômetro por três minutos, anotando os valores das temperaturas lidas de 30 em 30 segundos na coluna “Temperaturas Final do Sistema”.
- Repita os procedimentos a e b com água em temperatura 50 °C acima da temperatura ambiente.
- Repita os procedimentos a e b com água com temperatura de ebulição.
- Reproduza ou recorte e cole a tabela 04 abaixo em seu caderno de Química, e uma cópia no diário de bordo.

MATERIAL NO CALORÍMETRO TEMPERATURA MEDIÇÃO 01 =	MATERIAL ACRESCIDO	TEMPERATURA DO MATERIAL ACRESCIDO	TEMPERATURAS DO SISTEMA.
Medição 02: 50mL de Água à temperatura ambiente	50mL de Água com temperatura aproximadamente 20 °C acima da Temperatura ambiente.	$T_0 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{1cm}} 30s$ $T_2 = \underline{\hspace{1cm}} 60s$ $T_3 = \underline{\hspace{1cm}} 90s$ $T_4 = \underline{\hspace{1cm}} 120s$ $T_5 = \underline{\hspace{1cm}} 150s$ $T_6 = \underline{\hspace{1cm}} 180s$
Medição 03: 50mL de Água à temperatura ambiente	50mL de Água com temperatura aproximadamente 50 °C acima da Temperatura ambiente.	$T_0 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{1cm}} 30s$ $T_2 = \underline{\hspace{1cm}} 60s$ $T_3 = \underline{\hspace{1cm}} 90s$ $T_4 = \underline{\hspace{1cm}} 120s$ $T_5 = \underline{\hspace{1cm}} 150s$ $T_6 = \underline{\hspace{1cm}} 180s$
Medição 04: 50mL de Água à temperatura ambiente	Água em Ebulição.	$T_0 = \underline{\hspace{2cm}}$	$T_1 = \underline{\hspace{1cm}} 30s$ $T_2 = \underline{\hspace{1cm}} 60s$ $T_3 = \underline{\hspace{1cm}} 90s$ $T_4 = \underline{\hspace{1cm}} 120s$ $T_5 = \underline{\hspace{1cm}} 150s$ $T_6 = \underline{\hspace{1cm}} 180s$

Tabela 04: Calculo da Capacidade térmica da água.

## Questionário C

- O calorímetro pode ser considerado funcional? A que se deve a pequena variação de temperatura nas medições finais ( $T_5$  e  $T_6$ )?
- Construa gráficos de estabilização para as medições 01 e 02. No eixo x coloque o tempo de espera para estabilização e no eixo y coloque os valores



das temperaturas da água do valor “quente inicial” até a última aferição no final dos 2 minutos. Anote o tempo de 30 em 30 segundos.

- IV. Cálculo do calor específico de outros materiais: Associe com outro grupo para utilizarem dois calorímetros simultaneamente.
- Coloque, num béquer de 250mL, 100mL de água em ebulição, tampe o calorímetro, aguarde a estabilização do termômetro e meça a temperatura. Depois de estabilizada a temperatura no calorímetro, adicione ao sistema o pedaço de metal que teve a massa previamente medida. Aguarde dois minutos para a estabilização da temperatura do sistema, meça e anote na tabela 05 abaixo.
  - Repita o procedimentos a acima, substituindo o bloco de ferro pelo de madeira.
  - Reproduza ou recorte e cole a tabela abaixo em seu caderno de Química

Material no Calorímetro	Temperatura da Água quente estabilizada	Temperatura do sistema estabilizado	Varição da Temperatura
Água e Ferro			
Água e Madeira			

Tabela 05: cálculo da capacidade térmica dos blocos de madeira e de ferro.

#### Questionário D

- Calcule o calor específico do metal utilizado no experimento a partir dos dados da tabela 05. Utilize  $Q = mc\Delta T$  onde Q é a quantidade de calor transferido ou recebido por um material, c é o valor do calor específico de um dado material e  $\Delta T$  é a variação de temperatura sofrida pelo mesmo.
- Faça o mesmo do exercício anterior substituindo o metal pela madeira.

### Anexo 07

ENERGIA DE LIGAÇÃO ENTRE ÁTOMOS			
Energia de ligação			
Ligação	Energia	Ligação	Energia
H – H	436,0 KJ/mol	C – Cl	327,2 KJ/mol
H – F	563,2 KJ/mol	C – Br	280,7 KJ/mol
H – Cl	431,8 KJ/mol	C – I	241,4 KJ/mol
H – Br	366,1 KJ/mol	C – C	346,8 KJ/mol
H – I	298,7 KJ/mol	C = C	614,2 KJ/mol
C – H	413,4 KJ/mol	C = O	745,3 KJ/mol
C – O	353,5 KJ/mol	C = O (CO <sub>2</sub> )	804,3 KJ/mol
C – F	434,3 KJ/mol	H – O	463,5 KJ/mol
O – O	138,9 KJ/mol	O = O	468,6 KJ/mol

Tabela 01: Valores de energia de ligação

Fonte: (Santos *et alii*, 2005, p. 373).

### TIE 03

**01. (UNIPAC/2000)** Na combustão de 23 gramas de álcool no processo termoquímico descrito abaixo,  

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 1369,3 \text{ KJ}$$

é verdadeiro afirmar:

- ocorre absorção de 1369,3 KJ de energia.
- ocorre liberação de 1369,3 KJ de energia.
- ocorre absorção de 684,65 KJ de energia.
- ocorre liberação de 684,65 KJ de energia.

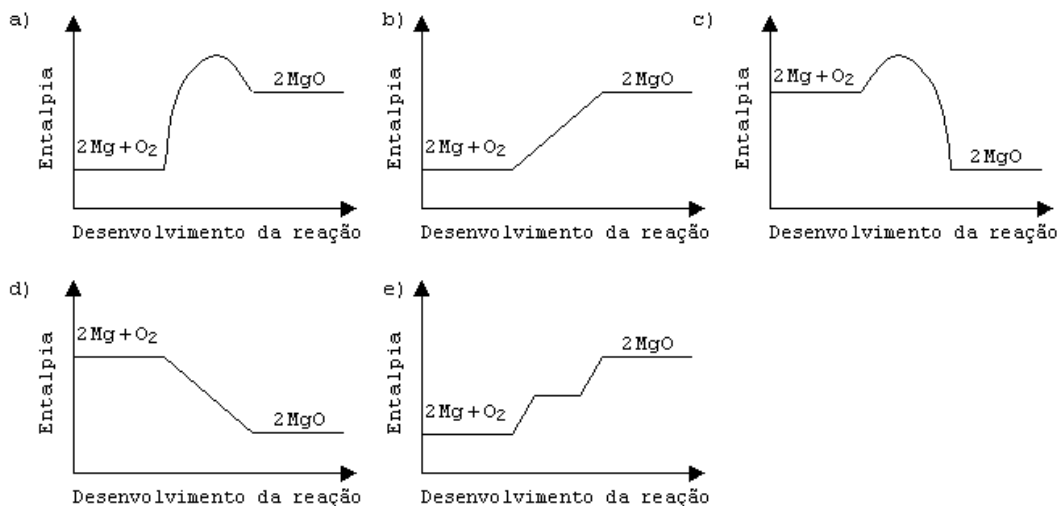
**02. (Enem-99)** A tabela a seguir apresenta alguns exemplos de processos, fenômenos ou objetos em que ocorrem transformações de energia. Nessa tabela, aparecem as direções de transformação de energia. Por exemplo, o termopar é um dispositivo onde energia térmica se transforma em energia elétrica.

De Em	Elétrica	Química	Mecânica	Térmica
Elétrica	Transformador			Termopar
Química				Reações endotérmicas
Mecânica		Dinamite	Pêndulo	
Térmica				Fusão

DENTRE OS PROCESSOS INDICADOS NA TABELA, OCORRE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

- em todos os processos.
- somente nos processos que envolvem transformações de energia sem dissipação de calor.
- somente nos processos que envolvem transformações de energia mecânica.
- somente nos processos que não envolvem energia química.
- somente nos processos que não envolvem nem energia química nem energia térmica.

**03(UFV/2002)** O magnésio (Mg) reage com o oxigênio (O<sub>2</sub>) lentamente à temperatura ambiente. Se o metal for aquecido, a reação é extremamente rápida e observa-se a liberação de grande quantidade de energia na forma de forte luz branca. Assinale o gráfico que melhor representa a variação de energia durante a transformação ocorrida.



**04) (FUNREI/97)** O monóxido de carbono reage com oxigênio e dá origem ao  $\text{CO}_2$ , de acordo com a equação:  
 $\text{CO}_{(g)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)} \quad \Delta H = -282,8 \text{ kJ/mol}$

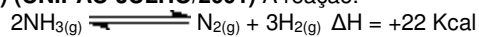
Considerando que 14 gramas de CO sejam consumidos conforme proposto acima, examine as afirmativas abaixo:

- I – 141,4 kJ de energia serão liberados.
- II – será consumido 0,25 mol de oxigênio.
- III – será produzido um mol de dióxido de carbono.
- IV – ocorrerá aumento de energia no sistema.

São corretas apenas as afirmativas da alternativa:

- a) I e III.    c) II e IV.
- b) II e III.    d) I e II.

**05) (UNIPAC-JULHO/2001)** A reação:



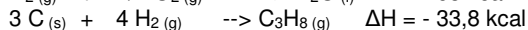
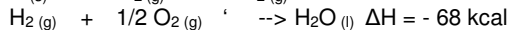
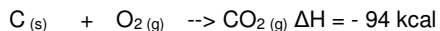
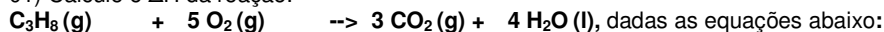
está representada nas condições padrão. Podemos então concluir que a entalpia de formação da amônia gasosa é igual a:

- a) +22 Kcal/mol      d) +11 Kcal/mol
- b) -22 Kcal/mol      e) -11 Kcal/mol
- c) -14 Kcal/mol

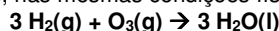
## Anexo 08

### TIE 04

01) Calcule o  $\Delta H$  da reação:



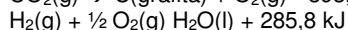
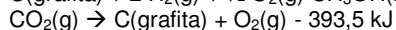
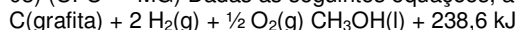
02) (PUC — SP) Sabendo-se que o calor de formação do ozônio é  $H = +34 \text{ kcal/mol}$  e o de formação da água líquida é  $H = -68 \text{ kcal/mol}$ , concluímos que, nas mesmas condições físicas, o  $\Delta H$  da reação:



é, em kcal:

- a) +283;    b) +79;    c) -79;    d) -102;    e) -238.

03) (UFU — MG) Dadas as seguintes equações, a  $25^\circ\text{C}$ :

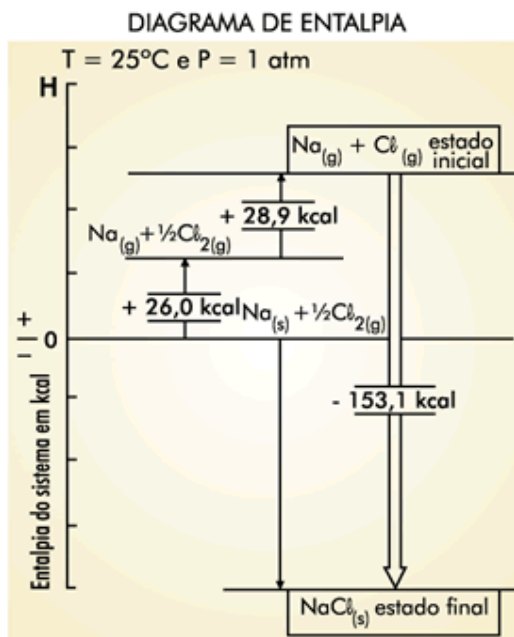


a) Calcule a entalpia de combustão completa do metanol, a  $25^\circ\text{C}$ .

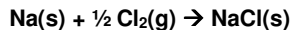
b) Tal processo é endotérmico ou exotérmico?

08) (UFRJ) O diagrama a seguir contém valores das entalpias das diversas etapas de formação do  $\text{NaCl}(\text{s})$ , a partir do  $\text{Na}(\text{s})$  e do  $\text{Cl}_2(\text{g})$ .

Diagrama de entalpia  $T = 25^\circ\text{C}$  e  $P = 1 \text{ atm}$



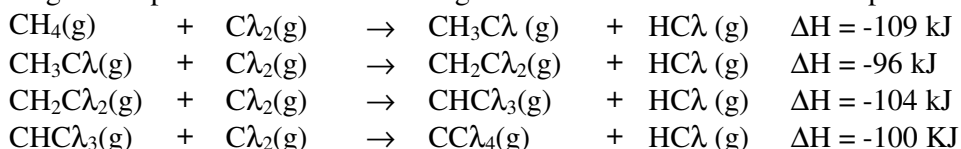
a) Determine, em kcal, a variação de entalpia,  $H$ , da reação:



b) Explique porque o  $\text{NaCl}$  é sólido na temperatura ambiente.

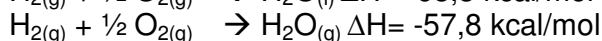
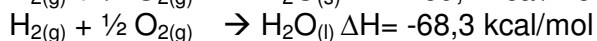
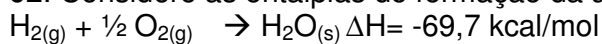
### Anexo 09 – Resolução em grupo na Sala

**01. (COPERVE-UFSC/1999)** As seguintes equações termoquímicas são verdadeiras quando reagentes e produtos estão no estado gasoso a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a **1** atmosfera de pressão.



Qual a variação de entalpia (k Joule) correspondente à obtenção de 1 mol de cloreto de metila ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ), a partir de tetracloreto de carbono e cloreto de hidrogênio, quando reagentes e produtos forem gases a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 1 atmosfera de pressão?

**02.** Considere as entalpias de formação da água:

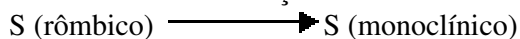


- a) Calcule, no quadro abaixo, a variação da entalpia envolvida na produção de 4 g de hidrogênio a partir da água sólida.

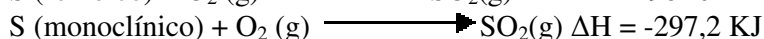
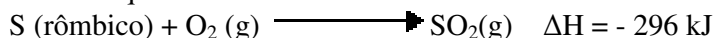
- b) Calcule, no quadro abaixo, a variação da entalpia envolvida na produção de 4 g de hidrogênio a partir da água líquida.

- c) Calcule, no quadro abaixo, a diferença de entalpia que existe entre 18 g de gelo e 36 g de água líquida à mesma temperatura e pressão.

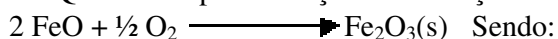
**03.** Calcule o H da reação abaixo:



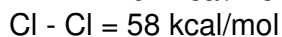
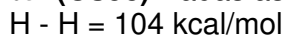
Sabendo que:



**04.** Qual a entalpia da reação da formação de hematita?



**05. (Osec)** Dadas as energias de ligação:



H - Cl = 103 kcal/mol

O calor de formação do HCl(g) é igual a? (massas atômicas: H = 1 ; Cl = 35,5)

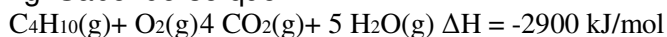
- a) - 44 kcal/mol
- b) - 368 kcal/mol
- c) - 22 kcal/g
- d) - 0,6 kcal/g
- e) + 184 kcal/mol

**Justifique sua resposta**

**06. (UFBA)** Com base na tabela abaixo, calcule a quantidade de calor liberada, em kcal, a 25° C e à pressão de 1 atm, pela reação de combustão completa de 2.240 cm<sup>3</sup> do gás etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) medidos na CNTP

substância	$\Delta H_f^0$ (kcal.mol <sup>-1</sup> , 25° C)
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	+ 12,26
CO <sub>2</sub> (g)	- 94,05
H <sub>2</sub> O(l)	- 68,32

**07. (PUCRS/2-2001)** Um botijão de gás, contendo unicamente butano, foi utilizado em um fogão durante certo tempo, apresentando uma diminuição de massa de 5,8 kg. Sabendo-se que:



a quantidade de calor produzido no fogão, em kJ, devido à combustão do butano, foi de aproximadamente

- A) 5,0 x 10<sup>4</sup>
- B) 1,0 x 10<sup>5</sup>
- C) 1,5 x 10<sup>5</sup>
- D) 2,0 x 10<sup>5</sup>
- E) 2,9 x 10<sup>5</sup>

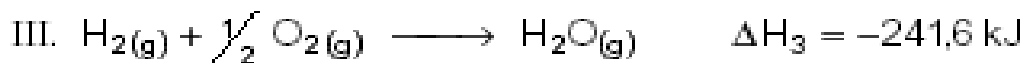
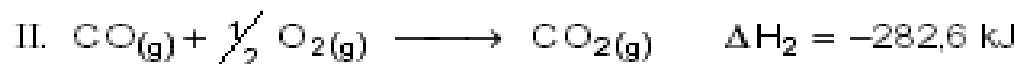
**09. (UFMG-2002)** Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano. Essa sensação de frio explica-se **CORRETAMENTE** pelo fato de que a evaporação da água.

- A) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo.
- B) é um processo endotérmico e retira calor do corpo.
- C) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo.
- D) é um processo exotérmico e retira calor do corpo.

**10. (UFBA-1999)** A reação termoquímica I representa a formação do gás de água, combustível industrial que se obtém pela passagem de vapor de água sobre coque (carvão) aquecido.



A combustão completa do gás de água forma CO<sub>2</sub> (g) e H<sub>2</sub>O (g) segundo as reações termoquímicas II e III:



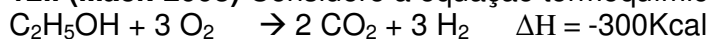
Considere-se que as condições de temperatura e pressão dessas reações foram trazidas para 25 °C e 1 atm. Com base nas informações dadas e nos conhecimentos sobre termoquímica, pode-se afirmar:

- (01) As reações II e III são endotérmicas.
- (02) O calor molar da combustão completa do coque é 151,3 kJ.
- (04) A combustão completa de 1 mol de coque libera **menos** energia do que a combustão completa do gás de água (1 mol de CO (g) e 1 mol de H<sub>2</sub> (g) ) .
- (08) Numa reação química, a variação de entalpia depende exclusivamente da entalpia do estado inicial e do estado final.
- (16) O calor de formação do CO (g) é -110,3 kJ.
- (32) ΔH<sub>3</sub> representa o calor padrão de formação de H<sub>2</sub>O(g).
- (64) O valor de ΔH<sub>f</sub> independe do estado físico dos reagentes e produtos.

**11. (FaE-2002)** Pode-se dizer que reações de combustão são exotérmicas porque:

- a. absorvem calor.
- b. liberam calor.
- c. perdem água.
- d. são higroscópicas

**12.. (Mack-2003)** Considere a equação termoquímica:



O volume de etanol, em litros, que ao ser queimado libera tanta energia quanto a liberada na produção de um mol de hélio, é aproximadamente igual a:

- A) 13,2 x10<sup>5</sup>
- B) 6,0 x10<sup>7</sup>
- C) 3,0 x 10<sup>3</sup>
- D) 8,0 x 10<sup>4</sup>
- E) 7,5 x 10<sup>5</sup>

**Dados:**

Massa molar do etanol 46g/mol; Densidade do etanol 0,76g/mL

**13. (Vunesp-2003)** Em uma cozinha, estão ocorrendo os seguintes processos:

- I. gás queimando em uma das "bocas" do fogão e
- II. água fervendo em uma panela que se encontra sobre esta "boca" do fogão.

Com relação a esses processos, pode-se afirmar que:

- a) I e II são exotérmicos.
- b) I é exotérmico e II é endotérmico.
- c) I é endotérmico e II é exotérmico.
- d) I é isotérmico e II é exotérmico.
- e) I é endotérmico e II é isotérmico.

**14. (UnB-2001)** Atualmente, uma opção também considerada para o problema dos combustíveis é o uso de gás hidrogênio. Esse gás apresenta diversas vantagens, entre as quais o fato de sua combustão não gerar substâncias poluentes. O calor latente de vaporização, a 100 °C, do produto obtido na combustão do gás hidrogênio é igual a 539 cal/g. Considerando essas informações, julgue os itens que se seguem.

- (1) A quantidade de calor envolvida na vaporização de 1 mol do produto da combustão do H<sub>2</sub> é superior a 9 kcal.
- (2) Independentemente da quantidade de H<sub>2</sub>(g) utilizada na queima, a variação de entalpia será a mesma.
- (3) Se as medidas forem realizadas nas mesmas condições de temperatura e pressão, o valor da variação de entalpia por mol de produto obtido para a reação de combustão do H<sub>2</sub>(g) será diferente do valor da entalpia padrão de formação desse produto.

**15. (FMTM-2001)** A fermentação e a respiração são processos pelos quais uma célula pode obter energia. Nas equações abaixo, estão apresentadas as duas reações citadas e as energias correspondentes.



Utilizando os dados apresentados nas equações, pode-se determinar que a queima completa de 1 mol de etanol:

- libera 2650 kJ.
- absorve 2510 kJ.
- libera 1325 kJ.
- absorve 2050 kJ.
- libera 115 kJ.

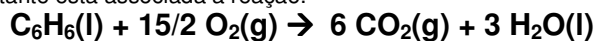
**16. (Fuvest-2002)** Considere as reações de oxidação dos elementos Al, Mg e Si representadas pelas equações abaixo e o calor liberado por mol de  $O_2$  consumido.



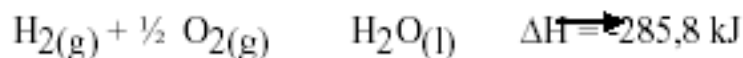
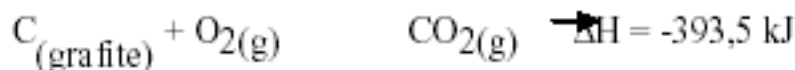
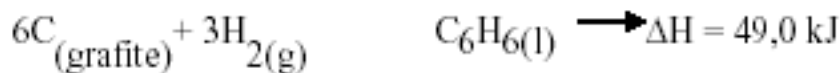
Em reações iniciadas por aquecimento, dentre esses elementos, aquele que reduz dois dos óxidos apresentados e aquele que reduz apenas um deles, em reações exotérmicas, são, respectivamente,

- Mg e Si
- Mg e Al
- Al e Si
- Si e Mg
- Si e Al

**17. (UFF-1999)** Quando o benzeno queima na presença de excesso de oxigênio, a quantidade de calor transferida à pressão constante está associada à reação:



O calor transferido nesta reação é denominado calor de combustão. Considere as reações:



O calor de combustão do benzeno, em kJ, será:

- 3267,4
- 2695,8
- 1544,9
- 3267,4
- 2695,8



18. (UFRN-1999) Considere as seguintes equações termoquímicas hipotéticas:



A variação de entalpia da transformação de A em D será:



19. (Fuvest-2000) Com base nos dados da tabela,

<i>Ligação</i>	<i>Energia de ligação (kJ/mol)</i>
<i>H - H</i>	<i>436</i>
<i>Cl - Cl</i>	<i>243</i>
<i>H - Cl</i>	<i>432</i>

pode-se estimar que o  $\Delta H$  da reação representada por  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ , dado em kJ por mol de  $\text{HCl}(\text{g})$ , é igual a:

a) - 92,5


b) - 185

c) - 247

d) + 185

e) + 92,5

## Anexo 10


<b>Professor: Anderson Jésus da Silva</b> <b>Alunos(as):</b> _____; _____; _____; _____; <b>Nº:</b> _____; _____; _____; _____; <b>Série: 3ano Turma: A Turno: Mat. Bim. 3º</b>

1. Qual a diferença entre calor e temperatura? (valor = 0,2)
2. Se uma bebida está muito gelada e você deseja toma-la o mais fria possível, qual seria o tipo de copo mais apropriado para servi-la, de vidro ou de alumínio? Justifique sua resposta. (valor = 0,2)
3. Por que sentimos mais fome em dias mais frios do que em dias de muito calor? (valor = 0,1)
4. Calcule a capacidade térmica do material J de acordo com os dados da tabela que foi construída com auxílio do calorímetro de lata de refrigerante (valor = 0,3)

MATERIAL	MASSA	T1	T2	ΔT
Água	200g	97°C	92°C	5°C
J	60g	22°C	92°C	70°C

5. Qual é a quantidade de calor envolvida quando 500g de água sofrem uma variação de temperatura de 20 °C até 21,3 °C? (valor = 0,2)
6. O magnésio (Mg) reage com o oxigênio (O<sub>2</sub>) lentamente à temperatura ambiente. Se o metal for aquecido, a reação é extremamente rápida e observa-se a liberação de grande quantidade de energia na forma de forte luz branca. Proponha um gráfico de entalpia *versus* desenvolvimento da reação que represente a reação vigorosa do metal com gás oxigênio. (valor 0,3)
- 7 - Na queima de enxofre, além da luz, você observou o aparecimento de um gás e um cheiro característico. Com base nos seus conhecimentos e no experimento 01 responda os itens abaixo:
  - a) Qual é esse gás? Compare a solubilidade deste gás à do enxofre em pó. (0,1)
  - b) Proponha um tipo de problema ambiental causado pelo excesso desse óxido na atmosfera terrestre. (0,2)
  - c) Será que as interações estão sempre acompanhadas de sinais característicos? (0,1)
8. Considere a equação abaixo e responda os itens que se seguem.



- a) Qual é a fórmula estrutural do querosene (C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>)? (0,1)
- b) Com base na tabela abaixo calcule o ΔH da reação em KJ/mol e diga se é uma reação endotérmica ou exotérmica. (0,2)

C – H	413,4 KJ/mol	C = O	745,3 KJ/mol
O = O	468,6 KJ/mol	H – O	463,5 KJ/mol

## Anexo 11 Avaliação Individual Escrita.

O Sol, fonte primária de energia do planeta Terra, nos ilumina e fornece energia para todos os processos de vida. A energia por ele emitida, advinda da nucleossíntese do Hélio, chega à Terra e se converte em outras formas de energia, e estas, por sua vez, sofrem novas conversões. Na fotossíntese substâncias simples como gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) são utilizadas na síntese de carboidratos como os polissacarídeos [ $(-\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n$ ]. Nesse caso a energia solar fica acumulada nas ligações C-C.

Falamos muito sobre energia porque não vivemos sem ela. Mas o que é energia? Esse é um conceito complexo. No século XVIII, os físicos definiram energia como a capacidade de realizar trabalho. Mais recentemente, considera-se energia aquilo que deve ser fornecido ou retirado de um sistema - parte do universo em estudo - para movimentá-lo ou transforma-lo.

A busca da humanidade por fontes de energia está intimamente ligada ao desenvolvimento da civilização. Sem energia, qualquer sociedade pára! Por isso, é necessário aperfeiçoar processos de transformação de energia. Esses processos dependem da disponibilidade de fontes primárias de energia, de condições tecnológicas para a produção e, sobretudo atualmente, dos efeitos ambientais decorrentes de sua utilização.

Alguns combustíveis geram baixa quantidade de gases tóxicos; no entanto, pelo fato de produzirem pouco calor, precisam ser consumidos em quantidades maiores que outros combustíveis. Em conseqüência, acabam lançando mais gases na atmosfera do que se fossem consumidos combustíveis que geram mais gases tóxicos, mas têm poder calorífico maior. Por isso, a avaliação ambiental de um combustível tem de levar em conta também o seu rendimento energético.

O ramo da física que estuda as relações das transformações com a transferência de calor é a **Termodinâmica**, palavra criada a partir de *termo*, que se relaciona a calor, e *dinâmica*, que se relaciona a movimento ou mudanças. A área de estudo da **Termodinâmica** ampliou-se, englobando os processos físicos relacionados à energia.

Nessa área, foram desenvolvidas leis que permitem prever se determinados sistemas materiais, como, por exemplo, um novo combustível na presença de faísca em um motor, poderão ou não mudar. O estudo termodinâmico das transformações químicas e desenvolvido por uma área da **Termodinâmica** conhecida como **Termoquímica**.

A energia contida nos átomos e as radiações por eles emitidas também levaram ao desenvolvimento de tecnologias aplicadas em diversas áreas, tais como: medicina, agricultura e diferentes ramos da indústria. Com isso houve aumento no número de pesquisas e de utilização de materiais e substâncias radioativos.

(FRAGMENTOS DE TEXTOS RETIRADOS DA OBRA: QUÍMICA & SOCIEDADE: VOLUME ÚNICO, ENSINO MÉDIO. WILDSON L. P. DOS SANTOS E GERSON DE S. MOL (COORD). - SÃO PAULO: NOVA GERAÇÃO, 2005. COM ALGUMAS ADAPTAÇÕES).

### DE ACORDO COM O TEXTO E COM OS SEUS CONHECIMENTOS JULGUE OS ITENS DE 01 A 10

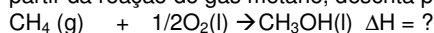
01. ( ) A energia liberada durante a combustão está associada à diferença de energia entre produtos e reagentes. É conhecida como energia química, e está associada às transformações de energia, principalmente a energia potencial de ligação. Alguns exemplos de energia formada são: energia térmica, expansiva e luminosa.
02. ( ) Equilíbrio térmico é constatado quando dois ou mais corpos estão em contato tempo suficiente para que haja transferência de energia, até o ponto em que todos tenham o mesmo calor.
03. ( ) Muitas pessoas acham que tomar bebidas frias em recipientes de alumínio é bom porque ficam mais frios. Estão enganadas. Embora pareçam mais frios quando segurados, estes recipientes têm uma desvantagem: a bebida "esquenta" mais depressa.
04. ( ) A quantidade de energia liberada ou absorvida na reação química depende da diferença entre as quantidades de energia de seus reagentes e produtos. Quando há liberação de calor, a reação é denominada exotérmica e seu  $\Delta H$  é menor que zero. Quando há absorção de calor, a reação é denominada endotérmica e seu  $\Delta H$  é igual a zero.
05. ( ) Ao dissolver soda cáustica em água ( $\text{NaOH}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)}$ ), observou-se uma transformação energética. Um estudante atento ao que estava acontecendo afirmou: - Professor, o recipiente está esquentando, então temos um fenômeno exotérmico. O professor afirmou que não houve transformação química, mas sim a quebra por hidrólise da ligação iônica entre o cátion sódio ( $\text{Na}^+$ ) e o ânion hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) liberando energia térmica, detectada pelo calor sentido pelo aluno. As falas, tanto do aluno, quanto do professor, estão corretas!
06. ( ) As reações não acontecem pelo simples contato dos reagentes; para que sejam iniciadas há necessidade do fornecimento de algum tipo de energia para o rompimento das ligações das primeiras moléculas. Depois de iniciado o processo, a energia liberada pelas moléculas que já reagiram é suficiente para continuá-lo. Essa energia inicial é denominada energia de ativação.
07. ( ) Segundo o texto, toda energia proveniente do Sol é absorvida em processos conhecidos com fotossintéticos, ficando a energia capturada acumulada nas ligações C-C.
08. ( ) As reações radioativas, são consideravelmente mais energéticas do que as energias de ligação. Por isso, são bastante estudadas no mundo contemporâneo, desde a sua aplicação na medicina até a geração eletro energética.
09. ( ) Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano. Essa sensação de frio explica-se pelo fato de que a evaporação da água é um processo exotérmico.

10( ) No experimento intitulado "Plásticos: modele você mesmo" realizado no segundo bimestre, foram observados dois fenômenos que se explicam pelo mesmo referencial teórico estudado nesse bimestre. Primeiramente, na dissolução do hidróxido de sódio, observou-se a liberação de energia térmica. No segundo, ao se misturar o formol com a uréia, observou-se a absorção de energia térmica, em ambos os casos não houve troca de calor.

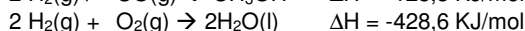
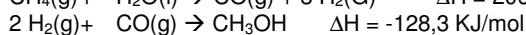
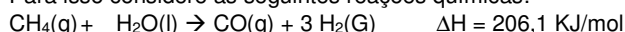
11) Calcule o calor específico do material **J** de acordo com os dados da tabela? Considere o auxílio de um calorímetro na obtenção dos dados da tabela.

MATERIAL	MASSA	T1	T2
Água	0,2Kg	97°C	92°C
<b>J</b>	0,06Kg	27°C	92°C

12) Calcule a entalpia da reação de produção do metanol, um combustível que já foi muito utilizado no Brasil, a partir da reação do gás metano, descrita pela equação:



Para isso considere as seguintes reações químicas:



13) A \_\_\_\_\_ DE UMA REAÇÃO É A DIFERENÇA ENTRE O SOMATÓRIO DAS ENTALPIAS DE FORMAÇÃO DE SEUS PRODUTOS E O SOMATÓRIO DAS ENTALPIAS DE FORMAÇÃO DE SEUS REAGENTES, NAS MESMAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E PRESSÃO. QUEM PERCEBEU E POSTULOU ESTE PRINCÍPIO FOI \_\_\_\_\_. O ITEM QUE PREENCHE CORRETAMENTE AS LACUNAS ACIMA É:

- entropia, Henri Rells.
- entalpia, Henri Hess.
- entalpia, Delta agá.
- Química, Lavoisier.
- Energia, Henri Hess.

14) A DEFINIÇÃO DE POLUENTE TAMBÉM ESTÁ LIGADA A DETERMINADAS CONDIÇÕES E À CONCENTRAÇÃO DA SUBSTÂNCIA NO AMBIENTE. PODEMOS DIZER QUE TODA SUBSTÂNCIA É TÓXICA EM POTENCIAL, POIS SEU GRAU DE TOXIDADE DEPENDERÁ DE SUA CONCENTRAÇÃO EM UM DETERMINADO LUGAR. ATÉ O GÁS OXIGÊNIO EM EXCESSO MATA. O DIÓXIDO DE CARBONO ( $\text{CO}_2$ ), SE INALADO EM AMBIENTE QUE CONTENHA EM CONCENTRAÇÃO SUPERIOR A 10%, PODE LEVAR À INCONSCIÊNCIA OU ATÉ À MORTE POR ASFIXIA. POR OUTRO LADO, ESSE GÁS É ESSENCIAL PARA A VIDA NO GLOBO TERRESTRE, QUE, SEM ELE, SERIA UM PLANETA GELADO E VAZIO. HÁ POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA QUANDO OCORRE UM AUMENTO DA QUANTIDADE DE DETERMINADOS GASES OU DE MATERIAIS SÓLIDOS EM SUSPENSÃO ACIMA DE LIMITES DEFINIDOS. SOBRE OS FENÔMENOS LIGADOS À POLUIÇÃO AMBIENTAL, ASSINALE A ALTERNATIVA QUE CONTEM A AFIRMATIVA FALSA.

- A reação de combustão de enxofre em pó produz um gás, que em excesso na atmosfera, poderá dissolver nas partículas d'água de nuvens e quando houver precipitação, desse material, o pH será consideravelmente abaixo de 7, sendo classificada como chuva ácida.
- O monóxido de carbono é um gás extremamente tóxico a saúde humana, por isso, os carros atualmente são equipados com catalisadores, ou seja, tem um aparato que diminuem a emissão desse gás.
- Os gases de hidrocarbonetos são os que mais preocupam a comunidade científica atualmente, haja vista que por serem produzidos em larga escala nas indústrias termoeletricas, estão aumentando em muito o carbono existente no ciclo natural, já que esses combustíveis são de origem fóssil.
- Os gases dióxido e trióxido de enxofre são formados a partir da combustão de biocombustíveis, como: biodiesel, álcool de cana, álcool de milho e o metanol.
- Segundo o texto qualquer substância, quando em concentrações acima das recomendadas pelas agências controladoras, é considerada poluição.

15) Proponha a explicação dissertativa da combustão do álcool na lamparina a partir da teoria:

a) do flogístico →

b) Atual