



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Carla Caroline Vieira de Medeiros**

**O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA ABORDAGEM DE  
FENÔMENOS COTIDIANOS: UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**Brasília – DF**

**1.º/2011**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Carla Caroline Vieira de Medeiros**

**O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA ABORDAGEM DE  
FENÔMENOS COTIDIANOS: UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

*Monografia de Graduação em Ensino de  
Química apresentada ao Instituto de Química  
da Universidade de Brasília, como requisito  
parcial para a obtenção do título de Licenciado  
em Química.*

**Orientadora: Professora Maria Márcia Murta**

**1.º/2011**

## ***DEDICATÓRIA***

*A minha família, pelo apoio prestado ao longo de toda minha trajetória acadêmica.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço, primeiramente, ao corpo docente do curso de licenciatura em Química, pelo comprometimento, profissionalismo e amizade. Suas contribuições foram, sem dúvida, ao longo de todos esses anos, cumulativas para a conclusão desse trabalho.*

*À professora Maria Márcia Murta, pelo apoio, conselhos e, principalmente, por acreditar e apostar no novo.*

*À professora Joice de Aguiar Baptista, pela revisão do texto e contribuições gerais, e pelo embasamento teórico inicial da teoria de aprendizagem que rege essa monografia.*

*À equipe da Sala de Ciências, do projeto SESCiência, que iluminou a escolha do tema desse trabalho de conclusão de curso. A todos vocês, que se tornaram mais que colegas de trabalho, mas grandes amigos, meu muito obrigada.*

## SUMÁRIO

RESUMO	06
INTRODUÇÃO	07
1. A EDUCAÇÃO NO BRASIL A PARTIR DA LEI DE DIRETRIZES E BASES	12
2. A QUÍMICA E O DIA-A-DIA: UMA RELAÇÃO MAIS ESTREITA DO QUE SE IMAGINA	14
2.1 O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DE FENÔMENOS DO COTIDIANO	17
2.2 A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO	18
3. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	22
3.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	25
3.2 O COMPORTAMENTO ANÔMALO DA ÁGUA – UMA ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	29
4. OS NÍVEIS DE APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO NA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	36
4.1 AS CONDIÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	39
5. O PROJETO SESCOIÊNCIA	
5.1 A SALA DE CIÊNCIAS	43
5.2 A MOSTRA “CIÊNCIA DO COTIDIANO”	44
5.3 AS IMPLICAÇÕES PESSOAIS E PROFISSIONAIS DO PROJETO	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APÊNDICE A	52

## **RESUMO**

O alvo deste trabalho é a proposição de uma metodologia de ensino de Química que se valha da utilização dos fenômenos cotidianos ao educando nos processos de ensino e aprendizagem. A utilização desses conhecimentos prévios do aprendiz dá-se sob a sua forma de conceitos-âncora, ou conceitos *subsunçores*, à luz da teoria de David Ausubel, cuja teoria psicológica de aprendizagem foi a fundamentação de todo o texto. A motivação do tema cerne na necessidade de que os educadores colaborem a formação de cidadãos mais preparados a lidarem com sua realidade enquanto sujeitos sociais, agentes transformadores do mundo e consumidores de seus produtos e serviços. Para tal, faz-se necessário aos discentes um estímulo à sua criatividade e curiosidade por parte de seus educadores, pois esses são, de fato, fatores impactantes na adoção de uma postura crítica e interveniente de quem “não apenas observa o mundo, mas está no mundo”, como diria Paulo Freire. A experimentação tem, nesse sentido, papel fundamental como ferramenta promotora do espírito crítico do aprendiz: aquele que aprende a observar, interpretar e julgar suas experiências. A partir da adoção dos fenômenos cotidianos como alvo dessa “redescoberta” da ciência, o aprendiz tem não apenas uma maior motivação no processo de aprendizagem, mas também a oportunidade de exercer sua cidadania e atuação de maneira mais consciente no mundo.

A proposta de um material de ensino de experimentação calcado nessa abordagem científico-fenomenológica do dia-a-dia do cidadão é a parte final desse trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Química.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Significativa, Experimentação, Cotidiano.

## INTRODUÇÃO

Todo e qualquer cidadão comum, que utilize e consuma bens e serviços, relaciona-se direta ou indiretamente à Ciência em seu cotidiano. Ao andar de carro, ao fazer compras, ao tomar um remédio ou mesmo em tarefas domésticas – como cozinhar ou lavar roupas – o ser humano se depara, muitas vezes sem perceber, com produtos e fenômenos relacionados àquela que é tida como a Ciência Central: a Química.

O ensino da Química na educação básica é, portanto, agente promotor da formação do *cidadão pleno* – aquele capaz de tomar decisões críticas acerca dos processos e possibilidades que o cercam. Ora, todos nós somos consumidores da ciência, ainda que indiretamente, através de suas tecnologias materializadas em bens de consumo e serviços. A Química, através de seus avanços, inclusive, coloca-se cada vez mais na posição de agente protagonista dessa realidade de vida atual, que prima pela crescente utilização de riquezas produzidas, e que, conseqüentemente, além de suprir as necessidades do homem, também tem trazido problemas de ordem socioambiental e levantado questões acerca da importância de um dispêndio mais racional de bens pela sociedade. Estar no mundo implica, portanto, decidir, escolher e intervir na realidade, como diria PAULO FREIRE (1996). Ao estudar Química, o jovem adquire, na vida adulta, a chance de inserção saudável numa sociedade tecnológica, seja como um profissional da ciência e seus produtos, ou como simplesmente um consumidor *consciente* das mesmas.

Esse período de latente Revolução Tecnológica vivenciado nos últimos anos repudia o simples acúmulo de informações e prima por profissionais e cidadãos versáteis, capazes de apropriar-se das mesmas. Com isso, a prática educativa deve deleitar-se na concepção

construtivista do ensino: as bases dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) estabelecem que a quantidade de informação esteja em segundo plano e que a ênfase no processo educativo se dê na disposição de competências e habilidades. O educando deve, assim, aprender a aprender e a pensar. O exercício da descoberta, ou da redescoberta, é uma forma de exercitar a autonomia do jovem, que deve ser encarado como um ser pensante, capaz de formular suas teorias e analisar suas observações. Segundo Marilena Chauí (2000), daí surge o importante papel da experimentação como ferramenta de promoção de uma educação mais aplicada para a realidade dos cidadãos contemporâneos: a experimentação corrobora a apropriação do sujeito dos conceitos e teorias relacionados aos fenômenos observados.

A experimentação deve alcançar os educandos independentemente de condições físicas e materiais das instituições de ensino. Num país onde as escolas mal possuem acomodações adequadas para aulas teóricas e muito menos laboratórios e materiais para práticas experimentais, além de recursos humanos, é de se esperar que a experimentação seja abandonada e que os docentes se valham de metodologias tradicionais engessadas na prática educativa, metodologias calcadas na memorização do aluno e na aceitação de teoremas e leis tirados das páginas dos livros. Entretanto, um educador comprometido e criativo sabe que nos fenômenos mais simples, mesmo cotidianamente vivenciados por seus alunos, há a possibilidade de descoberta, ou redescoberta, da Ciência.

A proposta desse trabalho é focada na utilização de fenômenos cotidianos como artifícios promotores da educação formal, através do exercício da experimentação em sala de aula. Essa ideia surge a partir da oportunidade de participação em um projeto de educação não formal – o Projeto SESCiência –, cuja constatação pessoal dessa experiência foi



a de que muito do que ali fora aplicado poderia ser utilizado no ensino formal. Propõe-se, assim, que os fenômenos cotidianos, conhecidos dos educandos, sejam empregados como conceitos subsunçores, à luz da teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (MOREIRA, 1999). Ausubel confere extrema importância a essa “bagagem” que o aluno possui. Para ele, esse conhecimento prévio, desde que relacionável com o recém-chegado, é responsável por ancorar os novos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz, num processo altamente interativo: o mediador tem o papel de apresentar as novas ideias e conceitos ao aluno de forma que os mesmos se agreguem aos conceitos prévios (subsunçores). Assim, esses chamados “conceitos-âncora” são progressivamente modificados e melhorados, ficando mais ricos e inclusivos, e tornando-se, futuramente, um novo subsunçor modificado.

Por exemplo: há, pelo menos, duas maneiras de ensinar reação de oxidação. A primeira tem sido amplamente desencorajada pelos estudiosos dos processos de ensino e aprendizagem: pode-se partir do nível representacional, escrevendo-se uma equação química do tipo  $M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$  e dizer que quando a espécie perde elétrons, ela sofre *oxidação*. M agora é  $M^{2+}$ : isso significa que M perdeu 2 elétrons. Por outro lado, pode-se utilizar uma concepção construtivista, na qual se mostra o fenômeno aos alunos:

**“Vocês conhecem palha de aço?”**

Em casa todo mundo já viu uma palha de aço. E o mais interessante é observá-la antes de usar e após seu uso. Com o tempo, a palha de aço que fica na pia e que era metálica e brilhante torna-se escura, e começa a se “desfazer” ou “esfarelar”. Um experimento desse tipo também pode ser feito em sala de aula ou em casa, pelos alunos.

**“Será que é apenas a palha de aço que fica com esse aspecto enferrujado?”**

A observação cotidiana dos alunos os fará retomar os conceitos subsunçores de sua vivência: os portões, os carros, os cadeados, os corrimões, todos metálicos se expostos à chuva também ficam enferrujados. Essa “bagagem” do educando é o ponto de partida para o ensino do fenômeno de perda de elétrons de determinada espécie, ou oxidação. Dessa observação **macroscópica**, parte-se para a interpretação **microscópica** e, por fim, para a equação, ou **nível representacional**, a dizer os três níveis do conhecimento químico, os quais serão mais bem discutidos ao longo do texto. Esse aprendizado poderá se tornar, a propósito, um novo conceito subsunçor no momento que os alunos forem estudar, por exemplo, os *óxidos*.

**“Os óxidos são todos iguais? Pensemos no portão de ferro e na panela de alumínio que nossas mães usam para cozinhar...”**.

O ensino de Química baseado nos fenômenos do cotidiano ao ser motivador para os alunos e promove a aprendizagem significativa e ainda mais: é capaz de promover a autonomia e a criticidade do cidadão, que vê nos conteúdos um reflexo de sua realidade e na sua realidade a necessidade de dominar um mínimo de conhecimentos químicos. A experimentação e o respeito aos conhecimentos prévios e culturais do educando são a chave para a promoção dessa metodologia proposta. Os conceitos subsunçores não são rígidos. Cabe ao educador exercer a sensibilidade e mediação necessária na adequação e retificação dos mesmos quando necessário, para se evitar os obstáculos epistemológicos e garantir o sucesso e concisão de sua prática educativa.

No capítulo inicial desta monografia, é feita uma breve dissertação acerca do histórico da educação formal no Brasil, de forma a frisar a necessidade da modificação metodológica de ensino na sociedade contemporânea tecnológica e a endossar a aplicabilidade da metodologia proposta no texto. Nos capítulos seguintes, desenvolvem-se a

importância da Química no cotidiano humano em função de seu tenro desenvolvimento ao longo dos últimos séculos e da mudança de paradigma da Ciência a partir da adoção de sua concepção empirista. A diante, delinea-se a importância da experimentação em educação química a partir da fundamentação teórica da teoria psicológica de David Ausubel, sendo apresentado todo o desenvolvimento do texto e as motivações pessoais que levaram a sua idealização. Por fim, a proposição de um material de ensino que aplique toda a metodologia proposta é apresentada.

## CAPÍTULO 1

### A EDUCAÇÃO NO BRASIL A PARTIR DA LEI DE DIRETRIZES E BASES

*“A capacidade de aprender, não apenas para nos adaptar, mas, sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a, fala de nossa educabilidade a um nível distinto do nível do adestramento dos outros animais ou do cultivo das plantas.” (Paulo Freire, 1996, p. 69)*

A organização da educação brasileira, diga-se a *educação formal* e o *ensino fundamental*, tem seu ápice com a sanção da Lei de Diretrizes e Bases do ano de 1996 (Lei nº 9.394/96), no então governo Fernando Henrique Cardoso. A elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a implantação de uma série de projetos e programas educacionais iniciados no ano de 1995 – como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o Programa de Avaliação Seriada (PAS), o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) – acabaram por contemplar, conseqüentemente, o Ensino Médio, cuja universalização e gratuidade não eram foco central:

Art. 208. O dever do Estado com educação será efetivado mediante garantia de:

- I. ensino fundamental obrigatório e gratuito, assegurada, inclusive, sua oferta gratuita para todos os que a ele não tiveram acesso na idade própria;
  - II. progressiva universalização do ensino médio gratuito; [...]
- (BRASIL. Constituição (1988). Capítulo III, Seção I – *Da Educação*.)

Hoje, a realidade da Educação no Brasil é outra. Se nas décadas de 60 e 70 o Ensino Médio priorizava uma formação tecnicista, decorrente da alta demanda de profissionais para uma América Latina em crescente industrialização, hoje a Revolução Tecnológica repudia o acúmulo de informações e prima por um profissional versátil, capaz de *apropriar-se* das mesmas. Essa diferenciação de paradigmas reflete a necessidade de uma mudança latente no perfil de educação nacional:

“A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação.”

(Bases Legais dos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio, 2000, p.05)

Assim sendo, o papel das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias na educação do jovem aluno é essencial para sua inserção saudável numa sociedade tecnológica na vida adulta, seja como um profissional da ciência e seus produtos, ou como simplesmente um consumidor da mesma. O cidadão pleno deve possuir a capacidade de tomar decisões críticas acerca dos processos e possibilidades que o cercam, como: “Por que usar detergente biodegradável ou detergente comum?” ou “Por que comprar um carro com tecnologia flex e não movido a diesel?” ou “Será que esse alimento não contém conservantes?”, dentre outros questionamentos comuns ao cotidiano.

Da educabilidade nasce o cidadão pleno, aquele provido de autonomia e criticidade. Esse deve, de fato, como diria Paulo Freire, transformar sua realidade, ser agente ativo de suas decisões e opiniões. A capacidade de fazer julgamentos e realizar ações práticas, de exercer a solidariedade e a consciência para com o próximo e a natureza relacionam-se aos objetivos gerais do ensino das Ciências na escola.

“(…) meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre, mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da *História*, mas seu sujeito, igualmente.”

(Paulo Freire, 1996, p. 77)

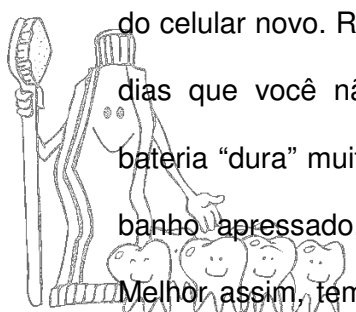
## CAPÍTULO 2

### A QUÍMICA E O DIA-A-DIA: UMA RELAÇÃO MAIS ESTREITA DO QUE SE IMAGINA

A Química é a ciência que investiga a matéria e suas transformações na perspectiva da substância. Sua relação com a natureza e o homem é direta e, como uma ciência moderna, seu impacto na sociedade é extremo. Em outras palavras, as atribuições dessa ciência tangem, primordialmente, as necessidades do homem, desde os primórdios. Ao extrair materiais existentes na natureza, ao desenvolver métodos para sintetizá-los ou ao produzir novas substâncias, a Química promove o bem estar e a qualidade de vida de toda uma sociedade dependente de seus produtos e tecnologias. Cabe à Química, também, fornecer fomento material e intelectual a outras ciências de interface mais próxima – como física, biologia, farmácia, ecologia, geologia, nanotecnologia, nano medicina, nutrição, etc. (TORESI e colaboradores, 2009).

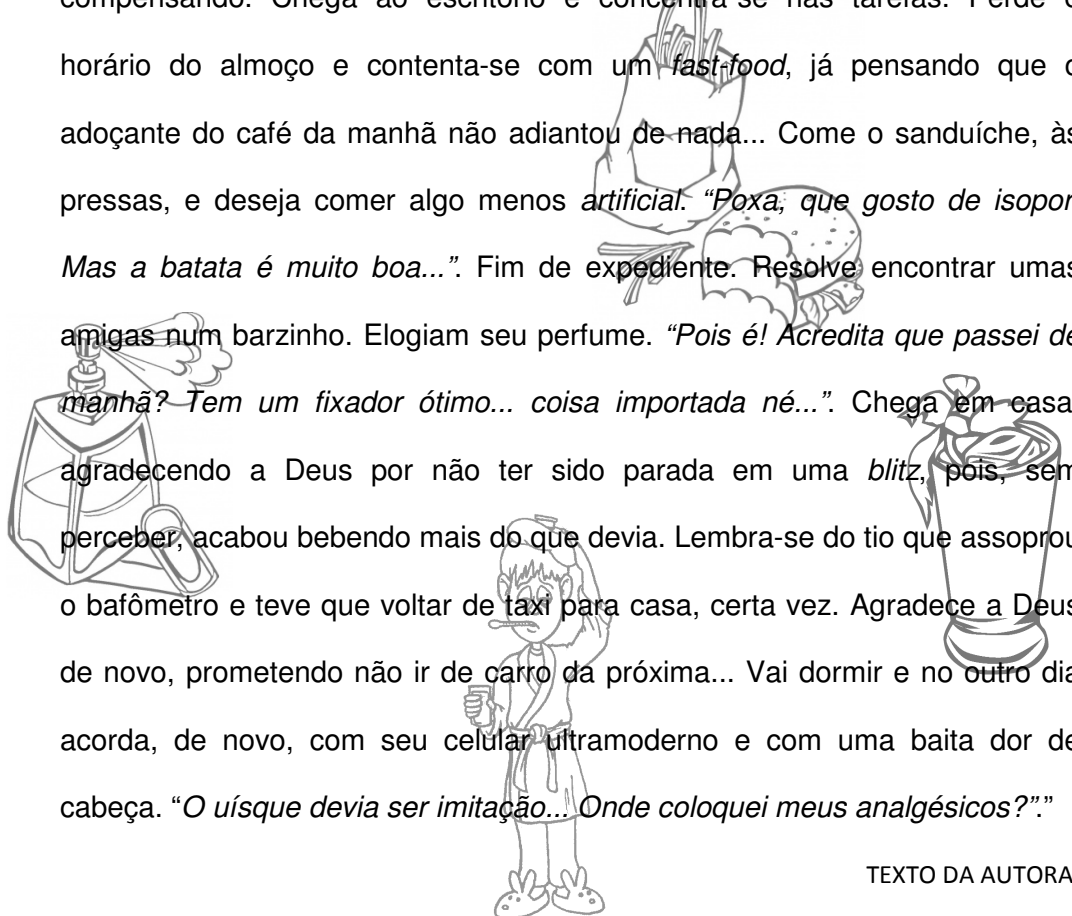
Enquanto cidadãos comuns, lidamos direta ou indiretamente com as implicações dessa Ciência em nosso cotidiano. Basta uma análise corriqueira do nosso dia para perceber que a Química está mais presente do que imaginamos:

**“S**ete da manhã, acorda com o despertador



do celular novo. Repara como ele é mais eficiente que o anterior. Já faz cinco dias que você não carrega sua bateria! O preço salgado compensou: a bateria “dura” muito, mesmo que passe o dia todo ouvindo o *mp3*. Toma um banho apressado, escova os dentes com o creme dental, rico em flúor. Melhor assim, tem gasto uma nota com dentista ultimamente! Coa o café e

utiliza adoçante para evitar os quilinhos a mais. Sai de casa, verifica as chaves. Entra no carro: tanque na reserva. Precisa abastecer. Passa no posto e pede para “completar”: *“Aditivada, por favor.”*. O preço do álcool não está compensando. Chega ao escritório e concentra-se nas tarefas. Perde o horário do almoço e contenta-se com um *fast-food*, já pensando que o adoçante do café da manhã não adiantou de nada... Come o sanduíche, às pressas, e deseja comer algo menos *artificial*. *“Poxa, que gosto de isopor! Mas a batata é muito boa...”*. Fim de expediente. Resolve encontrar umas amigas num barzinho. Elogiam seu perfume. *“Pois é! Acredita que passei de manhã? Tem um fixador ótimo... coisa importada né...”*. Chega em casa, agradecendo a Deus por não ter sido parada em uma *blitz*, pois, sem perceber, acabou bebendo mais do que devia. Lembra-se do tio que assoprou o bafômetro e teve que voltar de taxi para casa, certa vez. Agradece a Deus de novo, prometendo não ir de carro da próxima... Vai dormir e no outro dia acorda, de novo, com seu celular ultramoderno e com uma baita dor de cabeça. *“O uísque devia ser imitação... Onde coloquei meus analgésicos?”*



TEXTO DA AUTORA.

A crônica acima ilustra, de forma humorada, a íntima relação de uma pessoa comum com os produtos e os fenômenos que se valhem da Química para existirem. A evolução dos aparelhos móveis passa pela evolução das baterias. Hoje, mais leves e menores, apresentam melhor desempenho e maiores tempo de duração e vida útil. Para que isso acontecesse, muito conhecimento científico – inclusive químico – teve de ser aplicado. Além de mais eficientes, as baterias e pilhas de hoje são mais seguras, e a probabilidade de acontecerem acidentes são minimizadas (explosões, por exemplo). Outro aspecto importante é a política

de desenvolvimento sustentável dessa economia. Não apenas as baterias, mas, hoje em dia, é feita uma grande divulgação de coleta e reciclagem de diversos produtos e materiais que outrora eram descartados sem precauções na natureza, causando desastres ambientais.

Ao preparar um simples cafezinho, nossa protagonista mal deve saber que está em contato com uma série de processos químicos. Ao esquentar a água com pó do café, diversas substâncias que conferem aroma, sabor e outras propriedades ao mesmo são extraídas pela água, possibilitando que se possa tomar um café saboroso. A cafeína, por exemplo, responsável por estimular nosso cérebro e nos possibilitar maior concentração nas atividades intelectuais, é extraída para a bebida nesse processo. Ao coar o café, separa-se a borra do líquido, o que os químicos chamam de separação de misturas, o nome técnico desse processo também é bem conhecido: filtração. A cafeína pode ser retirada da natureza por métodos de extração ou ser sintetizada em laboratório. A síntese de substâncias que tenham interesse ao homem outro importante ramo da química: a Química Fina é responsável por prover a humanidade de produtos especializados, com valor agregado elevado, como os remédios, fragrâncias, flavorizantes, etc. Os analgésicos, creme dental, perfume, adoçante e o “sabor” artificial do *fast-food* da história são alguns exemplos.

COMASSETO e SANTOS (2007-2008) dissertam sobre a Química Fina:

“A síntese permite que, a partir de substâncias estruturalmente simples, abundantes na natureza e baratas, cheguemos a substâncias estruturalmente mais complexas e com propriedades de grande aplicação prática, que funcionam, por exemplo, como medicamentos, corantes, agroquímicos e fragrâncias. São essas classes de substâncias que permitiram à humanidade chegar ao atual estágio de bem-estar.”  
(COMASSETO e SANTOS, 2007-2008, p. 70)



Se destrinchássemos a crônica exposta, teríamos material suficiente para produzir um livro didático organizado por vários *temas centrais* sobre os quais seriam desenvolvidos os conteúdos. O objetivo do presente trabalho é menos audacioso, de fato: propor uma metodologia de ensino em Química que contemple a abordagem de fenômenos corriqueiros do aluno, que, assim como na crônica, por vezes passam por nós despercebidos, mas que possuem elevado potencial motivacional para a aprendizagem formal dos conteúdos relacionados. A materialização dessa metodologia se dá através da elaboração de um curto material didático voltado para educadores e educandos, focado na experimentação, apresentado ao final do texto.

## **2.1 - O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA OBSERVAÇÃO DE FENÔMENOS DO COTIDIANO**

“O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.”  
(BRASIL(b), 2000, p. 30)

A observação dos fenômenos cotidianos na construção ou apropriação do conhecimento pode constituir-se como uma importante ferramenta nos processos de ensino-aprendizagem, se utilizada de forma fundamentada e coerente. É preciso, nessa prática, atentar-se para o perigo das armadilhas dos obstáculos epistemológicos, que, segundo GOMES e OLIVEIRA (2007), aparecem quando o educando se satisfaz com a análise imediata do fenômeno estudado ao basear-se no conhecimento comum, ou na tradição cultural. Um exemplo por mim observado é a análise da utilização da panela de pressão no cozimento dos alimentos. Numa rápida análise, questionei algumas pessoas comuns sobre o porquê da utilização desse artefato para cozinhar. Cem por cento dos entrevistados

responderam que a panela de pressão cozinha mais rápido. Questionados sobre o porquê dessa “peculiaridade”, todos alegaram que era devido à sua “pressão”, que é maior que a das panelas comuns. A partir do momento em que o estudante se “conforma” e se “satisfaz” com essa análise, nasce o obstáculo epistemológico. Razão alguma o fará pensar que a **temperatura** é a variável determinante no processo estudado e que esta é função da **pressão**. Bachelard (apud GOMES e OLIVEIRA, 2007, p. 97) afirma que esse problema resulta da assimilação de noções inadequadas advindas do empirismo cotidiano ou adquiridas na escola. O papel do professor como mediador e aguçador da curiosidade do aprendiz é essencial no sucesso da dinâmica proposta, que, nesse sentido, tem na experimentação um forte aliado.

## **2.2 - A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA E A EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO**

Hoje, a Química é uma ciência consolidada, uma ciência experimental. Entretanto, segundo VIDAL (1986), seu surgimento e evolução deram-se a partir dos conhecimentos da matéria desde a Pré-História e a Antiguidade – períodos nos quais as tradições eram de manipulação prática, como o domínio do fogo e da metalurgia, e de concepções teóricas de filósofos gregos, respectivamente. Além disso, da filosofia grega e dos conhecimentos práticos e místicos da cultura Egípcia e do Médio Oriente, surge no século III d.C., em Alexandria, o fenômeno da alquimia, prática de caráter místico e esotérico. Os alquimistas não faziam ciência, mas foram responsáveis por desenvolver inúmeras técnicas e processos ligados à metalurgia e à purificação de substâncias, colaborando para o surgimento e ascensão de uma futura química mineral ou inorgânica, além da confecção de vidrarias e equipamentos laboratoriais (SANTOS e MOL, 2005).

Esse caráter litúrgico da investigação dos fenômenos da matéria começa a mudar com a queda da Idade Média e surgimento do Renascimento, no século XVI, quando a curiosidade do homem é aguçada em detrimento da alta dependência religiosa antes existente. Assim, a concepção científica passa a ser empirista e dá-se elevada atenção à experimentação e à observação dos fenômenos na formulação das teorias científicas.

Segundo MARILENA CHAUI (2000), a experimentação tem, nesse momento, importante papel no sentido de promover o surgimento de conceitos e teorias relacionados aos fenômenos observados. Outrora, seu papel era apenas o de reproduzir e provar teorias postuladas, axiomas ou definições (Concepção Racionalista). Nesse período, os trabalhos dos filósofos Francis Bacon e René Descartes já se utilizavam do **Método Científico** e influenciavam os estudos de Galileu e Boyle, na Física e na Química, respectivamente. A experimentação como ponto de partida na busca do conhecimento e a utilização do Método Científico culminou a chamada Revolução Química (SANTOS e MOL, 2005), a partir da qual esta passou a ser considerada uma Ciência.

Com o início do século XX, há nova mudança de paradigma, e a concepção Construtivista de ciência sugere que, da observação dos fenômenos, devem ser construídos ou propostos **modelos** explicativos para a realidade e não representações da mesma. A concisão dessa concepção pela apropriação do Método Científico e a compreensão de que o conhecimento é um ente aproximativo e corrigível levam a uma nova realidade de construção do conhecimento: aquela que prima pela retificação do erro, contrariamente ao pensamento filosófico, que o julga uma imperícia a ser evitada (LOPES, 1999). Segundo BACHELARD:

“Ora, o espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga seu passado histórico,

condenando-o. Sua estrutura é a consciência de suas faltas históricas. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica de um longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. Toda a vida intelectual da ciência move-se dialeticamente sobre este diferencial do conhecimento, na fronteira do desconhecido. A própria essência da reflexão é compreender o que não se compreendera”.  
(BACHELARD apud LOPES, 1999, p. 111)

Ora, portanto, deve-se primar pela concepção construtivista no ensino da Química. As bases dos PCNEM (2000) estabelecem que a quantidade de informação esteja em segundo plano e que a ênfase no processo educativo deve se dar na disposição de competências e habilidades. O educando deve aprender a aprender e a pensar. O exercício da descoberta, ou da redescoberta, é uma forma de exercitar a autonomia do jovem, que deve ser encarado como um ser pensante, capaz de formular suas teorias e analisar suas observações. Nesse contexto, o que Paulo Freire chama de Educação Bancária deve ser descartado: o papel do professor é o de inquietar o aluno, aguçar sua curiosidade, promover sua independência intelectual.

“Aprender a aprender e a pensar, a relacionar o conhecimento com dados da experiência cotidiana, a dar significado ao aprendido e a captar o significado do mundo, a fazer a ponte entre teoria e prática, a fundamentar a crítica, a argumentar com base em fatos, a lidar com o sentimento que a aprendizagem desperta.”  
(BRASIL(c), 2000, p.74)

O que não pode admitir-se é que, em pleno século XXI, a concepção racionalista da época dos filósofos gregos seja admitida em sala de aula. Infelizmente, essa é uma realidade ainda hoje observada na prática educativa. Professores lançam nos quadros negros postulados, leis e teorias abstratas sobre conteúdos complexos e, nos últimos cinco minutos de aula, fazem um **experimento ilustrativo** para **provar** que o que ensinaram está correto.

Ora, a ordem do processo não está invertida? O que não se sabe é se essa prática resulta da falta de tempo hábil em sala de aula, da falta de atualização dos docentes ou da mera acomodação por parte dos mesmos, já que mesmo professores de gerações mais novas insistem nessa prática engessada, contrariando o que lhes foi proposto nos cursos de licenciatura e nos parâmetros curriculares da educação resultantes do projeto de reforma curricular do Ensino Médio, de 1998.

---

BACHELARD, Gaston. *Connaissance commune et connaissance scientifique*. In: BACHELARD (1972) *op. cit.* P. 224. Tradução feita por Maria da Glória Ribeiro da Silva.  
BACHELARD, G. *Conhecimento Comum e conhecimento científico*. *Revista Tempo Brasileiro*, Rio de Janeiro, n. 28, jan./mar. 1972. p. 45-46.

## CAPÍTULO 3

### A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Até aqui, muito se foi dito sobre a importância do papel da experimentação no ensino de química, ao delinear mudanças paradigmáticas políticas, sociais, científicas – dentre outras –, pelas quais passaram a sociedade humana, em especial a sociedade brasileira. A questão de como tornar o processo de aprendizagem mais substancial e efetivo em prol da promoção de um cidadão *de fato*, passa por esse capítulo, no qual é feita uma revisão bibliográfica sobre a Aprendizagem Significativa – teoria de aprendizagem primeiramente proposta por David Ausubel, cujo foco primordial é o cognitivismo (MOREIRA(b), 1999).

Até os anos sessenta, a psicologia acadêmica recusava-se a investigar os fenômenos psicológicos sob a égide do método científico. A psicanálise, por exemplo, se valia dessa característica ao estudar os temas psicológicos. Por outro lado, aqueles que se utilizavam do método científico não estudavam temas especificamente psicológicos: era o caso dos behavioristas. Uma psicologia desinteressada em valer-se do método de investigação que, até então, havia possibilitado avanços de conhecimento sobre todo o universo tendia a cair no esquecimento (CASTAÑON, 2006). Assim, o surgimento do cognitivismo, diante dos avanços tecnológicos irrefutáveis do início da década de sessenta, era iminente. O cognitivismo, segundo MOREIRA:

“Trata-se de uma orientação psicológica que se ocupa muito mais de variáveis intervenientes o tipo cognições e intenções, dos chamados processos mentais superiores (percepção, resolução de problemas por insight, tomada de decisões, processamento de informações, compreensão), do que de estímulos e respostas.”

(MOREIRA(b), 1999, p.35-36).

Assim, o cognitivismo nasce como uma resposta ao behaviorismo clássico, ainda na mesma época do surgimento deste, e via em eventos tecnológicos marcantes da época – como o surgimento do computador – a possibilidade futura de se estudar o cérebro humano e, por consequência, seus processos superiores a partir da simulação de seus processos cognitivos (CASTAÑON, 2006). A teoria cognitivista de David Ausubel é o foco desse trabalho.

Com uma proposta que chocava de frente com a da até então aceita corrente de pensamento – o comportamentalismo (behaviorismo) –, o cognitivismo foi responsável por substituir, gradualmente, os conceitos de estímulo, resposta e reforço positivo nos processos de aprendizagem por novos conceitos vinculados à aprendizagem significativa, como o próprio conceito de construtivismo, segundo MOREIRA (1999), uma posição filosófica que se ocupa dos processos de construção da estrutura cognitiva e que supõe que o ser humano não apenas responde ao mundo, mas é capaz de interpretá-lo e representá-lo.

Segundo MOREIRA (1999), a aprendizagem significativa:

“(...) é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira não literal e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo.”  
(MOREIRA(a), 1999, p. 11)

A teoria de Ausubel, como representante do cognitivismo, aborda o fenômeno da aprendizagem sob uma ótica teórica. Assim, a aprendizagem, sob a luz do pensamento ausubeliano, resulta, portanto, do armazenamento organizado de informações na estrutura cognitiva do aprendiz. Portanto, Ausubel não se atém a experiências afetivas ou mecânicas na elaboração de sua teoria de aprendizagem, mas propõe que a aprendizagem surja da organização e da integração de determinado material na mente de quem o estuda ou analisa (MOREIRA(a), 1999). Em outras palavras, para o autor, o cérebro é o local no qual a estrutura

cognitiva e seus processos encontram-se alocados, não apenas de maneira estruturada e organizada, mas de forma hierárquica, possibilitando que conceitos novos se relacionem a conceitos outrora adquiridos (mais antigos), de forma interativa. Dessa interação contínua, surgem outros conceitos, mais gerais e abrangentes que os antigos, e diferenciados dos que, até então, eram ditos novos.

### **CONCEITO ANTIGO (A) + CONCEITO NOVO (B) → CONCEITO DIFERENCIADO (AB)**

Esquema 1

Esses conceitos mais antigos, que permeiam a estrutura cognitiva do indivíduo, servem como “ancoradouros” para outros novos, ou seja, são ideias preexistentes na mente do aprendiz, que o possibilitarão fazer relações frente a novas proposições a ele apresentadas, desde que, logicamente, haja alguma relação entre ambas as informações.

Por exemplo, em nível de educação formal, a apresentação dos conteúdos curriculares tende a obedecer a essa dinâmica de “ancoragem”. Ora, não é comum se ensinar uma criança a ler antes de lhe apresentar o alfabeto e o “bê-á-bá”. Da mesma maneira, se é bastante desencorajado que um professor de química fale sobre *pilhas* para seus alunos sem que antes lhe tenha apresentado os conceitos de *oxidação* e *redução*, ou, ao menos, das propriedades dos metais em perder – ou outrora – ganhar elétrons.

Os **conceitos subsunçores**, como definiu Ausubel, são, portanto, os conhecimentos prévios disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, conceitos esses que lhe permitem “agregar” novos temas com os quais exista alguma relação. Entretanto, não basta a existência prévia dos mesmos para que haja aprendizagem significativa: nessa forma de aprendizagem, há a necessidade de que os conceitos anteriores (ou subsunçores) sejam



**especificamente relevantes** para quem os possui, em outras palavras, que sejam, de alguma maneira importantes para o aprendiz. Por outro lado, é válido acrescentar que a natureza desses “conceitos âncora” não é imutável: a influência de novos materiais, ideias, conceitos, proposições, frente aos preexistentes implica num processo dinâmico no qual ambos – conceitos prévios e novos – interagem, dando margem à formação de novo conceito mais inclusivo e relevante, que modifica, por si só, os anteriores em função dessa ancoragem. Essa ideia pode ser resumida pelo que Ausubel (MOREIRA(b), 1999) definiu como *assimilação*:

$$a + A \rightarrow A'a' \quad \text{Esquema 2}$$

O Esquema 2, é, portanto, uma generalização do Esquema 1. No processo de assimilação, uma nova informação  $a$  ancora-se a uma informação prévia relevante (subsunçor)  $A$ , a qual já era de domínio do agente do processo de aprendizagem. Ao final do processo descrito no Esquema 2, não se pode mais separar  $a$  de  $A$ , mas um **produto interacional**  $A'a'$ , mais geral, é obtido.

### 3.1 - A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

“Um cidadão observa que, ao deixar uma garrafa PET cheia de água até a tampa dentro do congelador por muito tempo, a mesma sofre rompimento, expondo o gelo que armazena.”

Cotidianamente, estamos cercados por fenômenos explicados pela Ciência – como a Química. O professor que sabe se utilizar desses fenômenos como conceitos subsunçores na elaboração e apresentação de suas aulas e conteúdos é um portador de uma importante ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem. O curto texto acima reproduz uma experiência muito comum ao dia-a-dia e de fácil reprodução. À primeira vista, o aluno pode

não se dar conta de que o fenômeno observado se trata da materialização de uma das mais importantes e curiosas propriedades da água: seu comportamento anômalo de 0 a 4° C.

O comportamento anômalo da água, sob uma abordagem termodinâmica, é referenciado na literatura (CUTNELL e JOHNSON, 2006, p. 377). No que tange às propriedades de dilatação dos materiais, especificamente a dilatação térmica volumétrica destes, a maioria dos sólidos e líquidos têm seu volume aumentado quando submetidos a um aumento de temperatura. Essa proporcionalidade pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\Delta V \propto V_0 \Delta T \quad \text{Equação 1}$$

Onde  $\Delta V$  é a variação do volume do material,  $V_0$  é seu volume inicial e  $\Delta T$  é a variação de temperatura dada.

O coeficiente de proporcionalidade da Equação 1 é denominado *coeficiente de dilatação volumétrica* ( $\beta$ ) – caracterizado como uma constante experimental, cujo valor depende da natureza do material e cuja unidade de medida é  $(^\circ\text{C})^{-1}$ . Sua inserção na equação acima reflete a forma algébrica que descreve o processo em questão:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad \text{Equação 2}$$

Onde  $\beta$  é o coeficiente de dilatação volumétrica.

Os coeficientes volumétricos de substâncias líquidas tendem a ser mais elevados que os respectivos para substâncias sólidas, dada uma mesma faixa de temperatura. Por exemplo, na Tabela 1, para uma mesma variação de temperatura (0 - 100°C), os coeficientes volumétricos para o aço e para o mercúrio são, respectivamente,  $31,4 \times 10^{-6} (^\circ\text{C})^{-1}$  e  $182 \times 10^{-6} (^\circ\text{C})^{-1}$ , sendo o primeiro um sólido e o segundo um líquido, na faixa de temperatura elegida.

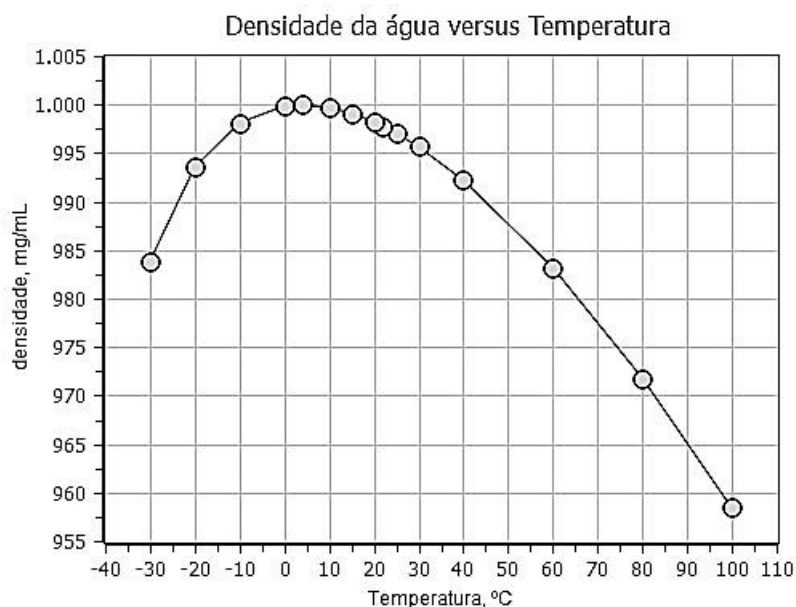
**Tabela 1** – Coeficientes de dilatação volumétrica de algumas substâncias e materiais.

Substância	T(°C)	Coef. de dil. Vol. (°C <sup>-1</sup> )
aço	0 - 100	31,4 x 10 <sup>-6</sup>
água	20	210 x 10 <sup>-6</sup>
álcool	0 - 60	1100 x 10 <sup>-6</sup>
alumínio	20 - 100	71,4 x 10 <sup>-6</sup>
cobre	25 - 100	50,4 x 10 <sup>-6</sup>
ferro	18 - 100	34,2 x 10 <sup>-6</sup>
gelo	20 - 0	153 x 10 <sup>-6</sup>
invar (Fe, Ni)	20	2,7 x 10 <sup>-6</sup>
madeira	20	90 x 10 <sup>-6</sup>
mercúrio	0 - 100	182 x 10 <sup>-6</sup>
ouro	15 - 100	42,9 x 10 <sup>-6</sup>
prata	15 - 100	56,7 x 10 <sup>-6</sup>
superinvar (Fe, Ni, Cr)	20	0,09 x 10 <sup>-6</sup>
tungstênio	20	12 x 10 <sup>-6</sup>
vidro comum	0 - 100	27 x 10 <sup>-6</sup>
vidro pirex	20 - 100	9,6 x 10 <sup>-6</sup>

**Extraído de:** Leituras de Física – GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física), Instituto de Física da USP, Volume I, p. 18 (1998). Disponível em <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo1.pdf>.

De acordo com os dados da Tabela 1, para a temperatura de 20°C, o coeficiente de dilatação volumétrica da substância água corresponde a  $210 \times 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ , corroborando a sistemática de elevados valores dessa constante para espécies líquidas. Na realidade, para temperaturas acima de 4°C, a água segue o enunciado da Equação 1, obedecendo a relação de proporcionalidade direta entre variações de volume em função das variações de temperatura. Entretanto, para a faixa de temperatura que vai de 0°C a 4°C, tal substância possui um dito **comportamento anômalo**: a água a 0°C, se aquecida, diminui de volume, até que alcance a temperatura de 4°C (CUTNELL e JOHNSON, 2006). Da mesma forma, quando

resfriada, de 4°C a 0°C, por exemplo, tende a **umentar de volume**. Em outras palavras, a água é uma substância que apresenta uma **densidade máxima** à temperatura de 4°C, conforme observado no Gráfico 1.



**Gráfico 1** – Representação da variação de densidade da água e seu ponto de densidade máxima a 4°C, para a pressão de 1 atm.

**Extraído de:** [http://qnint.s bq.org.br/qni/uploads/imagens/densidade\\_gua.jpg](http://qnint.s bq.org.br/qni/uploads/imagens/densidade_gua.jpg) acessado em 18 de abril de 2011 às 22h21min.

De 4°C, passando pelo seu ponto de congelamento (0°C) e seguindo para temperaturas inferiores, a densidade da água tende a diminuir, o que, apesar de ser considerado um fenômeno incomum, é um fato conhecido ainda que informalmente e indiretamente pela grande maioria dos indivíduos por experiência cotidiana: o gelo flutua na água. Estruturalmente falando, tal propriedade distinta existe devido às interações intermoleculares conhecidas como **ligações de hidrogênio** que permeiam a estrutura dessa substância. As ligações de hidrogênio presentes na água em estado sólido lhe conferem uma estrutura intermolecular “muito aberta” (ATKINS e JONES, 2006), que reflete em um

aumento de volume e uma conseqüente diminuição de densidade frente à mesma massa de água líquida.

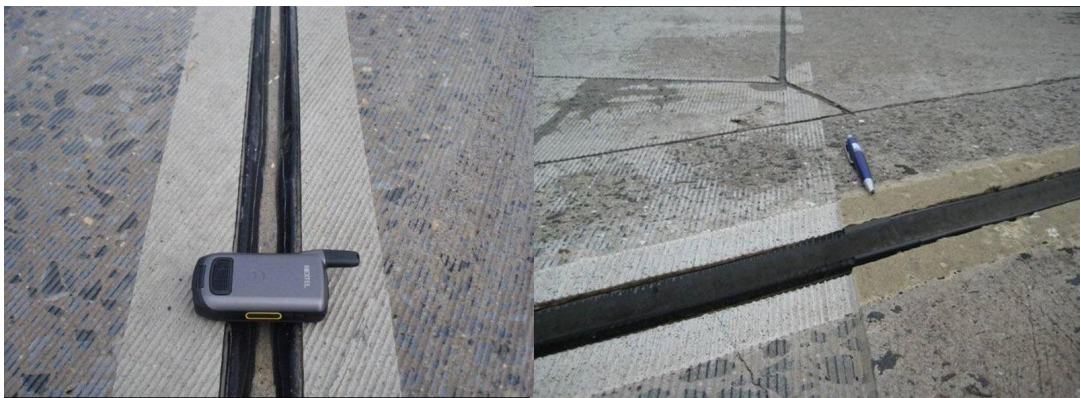
### **3.2 - O COMPORTAMENTO ANÔMALO DA ÁGUA – UMA ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Conforme dissertado anteriormente, na prática educativa, o comportamento anômalo da água e suas conseqüências podem ser abordados sob a ótica da Termodinâmica. Por outro lado, uma abordagem inicial mais motivadora do tema pode ser utilizada na estratégia pedagógica do educador que trate desse fenômeno no seu cotidiano escolar. Se o professor se vale da observação macroscópica do fenômeno, parte para a interpretação microscópica e, finalmente, desenvolve sua expressão representacional (**Figura 1**), nada melhor, segundo o prisma de nossa teoria de aprendizagem ausubeliana, do que utilizar os fenômenos do cotidiano do aluno traduzidos em conceitos subsunçores para mostrar a seus alunos que “nem todos os materiais ocupam menor volume quando no estado sólido” – a água é uma importante exceção.



**Figura 1** – Representação esquemática hierárquica dos três níveis de conhecimento químico.

Cotidianamente, o ser humano se depara com os fenômenos de dilatação dos materiais e suas consequências diretas para a sociedade: nas construções civis, na engenharia de trânsito, na medição indireta de propriedades como a temperatura de um corpo. Entre os segmentos de blocos de uma construção, sempre são deixados espaços (vide **Figura 2**) – as **juntas de dilatação** – que permitem que o material constituinte da obra possa se dilatar sem comprometer a estrutura da mesma: assim, o concreto das construções não sofre fissuras ou rachaduras, da mesma maneira que os trilhos de uma ferrovia não entortam. Mesmo em nossas casas, podem-se notar os fenômenos de dilatação que não podemos evitar: móveis que pronunciam estalidos e portas que aos serem movimentadas arranham o chão em dias quentes, ou objetos de vidro ou cerâmica que trincam ao se adicionar um conteúdo muito quente sobre os mesmos.



**Figura 2** – Aplicação de juntas de dilatação na construção civil: os objetos são colocados paralelamente para dar ao leitor uma ideia da escala de tamanho das mesmas.

**Extraído de:** <http://www.repavi.com/attachments/Image/imagem3.jpg>, acessado em 19 de abril de 2011 às 22h50min.

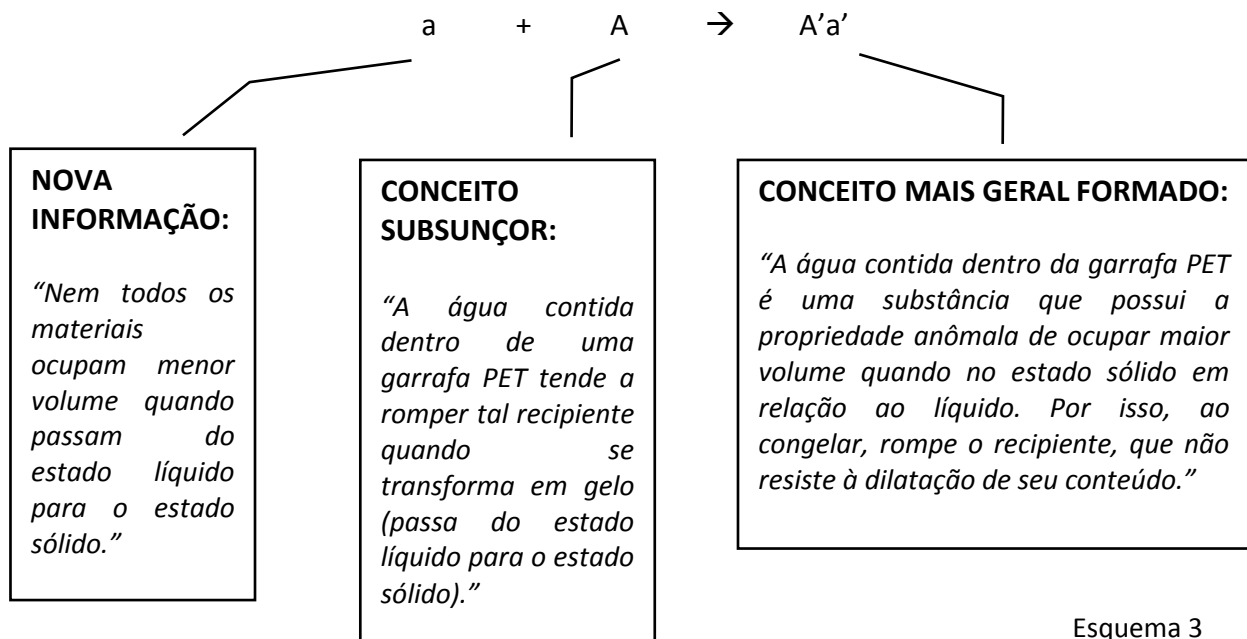
Quanto à água, seu fenômeno de dilatação anômala, para a faixa de temperatura de 0°C a 4°C, reflete não apenas em situações domésticas como o rompimento de uma garrafa PET, rica em conteúdo aquoso, deixada por longo tempo no congelador, mas também em

circunstâncias muito mais complexas e vitais para algumas espécies de vida aquática (CUTNELL e JOHNSON, p. 379). Em outras palavras, a capacidade deste líquido vital em formar sólidos menos densos que seus líquidos, na faixa de temperatura referenciada, implica que os lagos e mares de locais muito frios sofram congelamento “de cima para baixo” (LEE, 1999, p. 286). Esse processo se dá a partir das camadas superficiais das porções aquáticas, que, quando em equilíbrio térmico com as camadas internas, tendem a alcançar temperaturas inferiores a 4°C com maior velocidade, resultando em uma fina camada de gelo, que, em vez de afundar, permanece por cima da camada de água interna, cuja composição permanece líquida, devido ao isolamento térmico gerado pela placa sólida sobrejacente. Essa conformação resultante impede que lagos e mares sofram congelamento total, mesmo em períodos prolongados de frio, e permite que espécies aquáticas nativas desses habitats, como peixes possam sobreviver. Além disso, tal fenômeno controla a magnitude das calotas polares, as quais seriam muito mais extensas na ausência dessa anomalia.

Assim, para o exemplo dado, uma generalização do Esquema 2, da página 25,



pode ser representada no Esquema 3 seguinte:



Esquema 3

A partir dessa abordagem, o professor apropria-se da vantagem de se utilizar dos conhecimentos prévios dos alunos na apresentação de novos conteúdos, o que torna o fenômeno da aprendizagem menos monótono e menos dependente da **aprendizagem mecânica**. A aprendizagem mecânica – memorística ou automática – foi definida por Ausubel como:

“A aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.”  
(MOREIRA(b), 1999, p.154).

Na aprendizagem mecânica, portanto, a nova ideia, proposição ou conhecimento se acomoda de maneira arbitrária na estrutura cognitiva de quem a recebe, a partir do momento em que não existem conceitos prévios – ou subsunçores – a com os quais possam se ancorar. Por outro lado, vale salientar que esse tipo de aprendizagem será sempre necessário quando o receptor de informações se depara com um conteúdo cuja essência seja totalmente nova para ele. Um exemplo a se dar, que já fora comentado ao longo deste

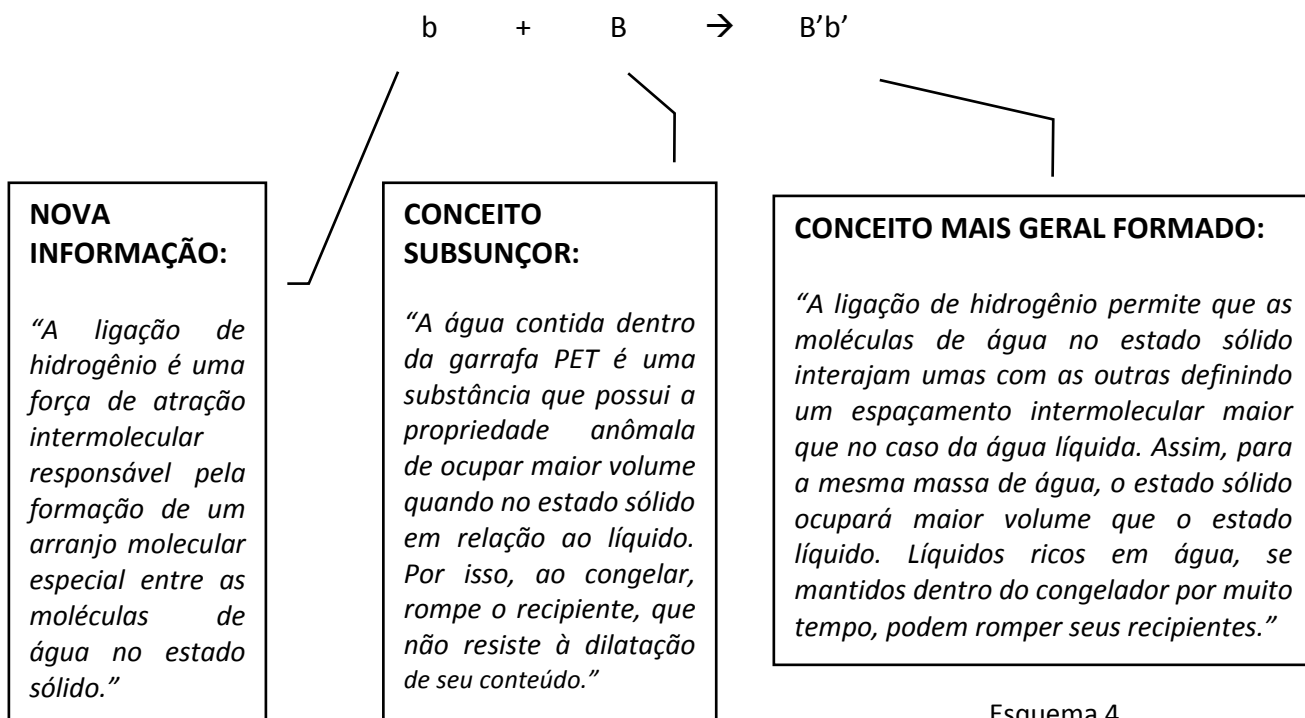


capítulo, é o da alfabetização. Uma criança, ao aprender o bê-á-bá, o faz invariavelmente de forma mecânica, após ter sido apresentada ao alfabeto, o qual também lhe foi apresentado de maneira automática. Ora, tal fato não haveria de ser diferente, já que, até o momento da alfabetização, a criança não possui os elementos de conhecimento relacionados ao hábito de ler e escrever. Por fim, ao apropriar-se mecanicamente de alguns conceitos, o indivíduo corrobora a formação de uma coleção de elementos de conhecimento, os quais, futuramente poderão atuar como conceitos subsunçores. Assim, tal apropriação automática tende a culminar no surgimento de conceitos âncora, que se tornam cada vez mais elaborados e capazes de se relacionarem a novas informações. Toda essa discussão leva à conclusão de que os subsunçores iniciais provêm do processo de aprendizagem mecânica. Em contrapartida, o desaparecimento desses conceitos da estrutura cognitiva do indivíduo também é plausível, caso sua apropriação não se dê de forma consolidada pelo sujeito, ou no caso dos mesmos não serem revisitados em prazo adequado na consciência do mesmo.

TAVARES (2003) caracteriza a aprendizagem memorística como volátil e, embora necessite menos esforço do aprendiz para que se substancie, possui baixo grau de retenção a médio e longo prazo. Em outras palavras, o aluno que “decora” fórmulas e suas aplicações na resolução de exercícios “engessados” e “padronizados” poderá até obter êxito se o fizer poucos instantes antes de uma prova que siga os mesmos padrões, mas, em pouco tempo, não mais terá domínio sobre o conteúdo outrora cobrado na avaliação, pois a tendência que se segue é o “abandono” dessas informações pelo sujeito – é como se o aluno “apagasse” tudo o que estudou da cabeça, no convencimento de que nada daquilo lhe poderá ser um dia útil. Essa análise evidencia, ainda, a importância do papel da avaliação na construção ou na desconstrução de conceitos subsunçores: uma avaliação que prime a memorização ou a

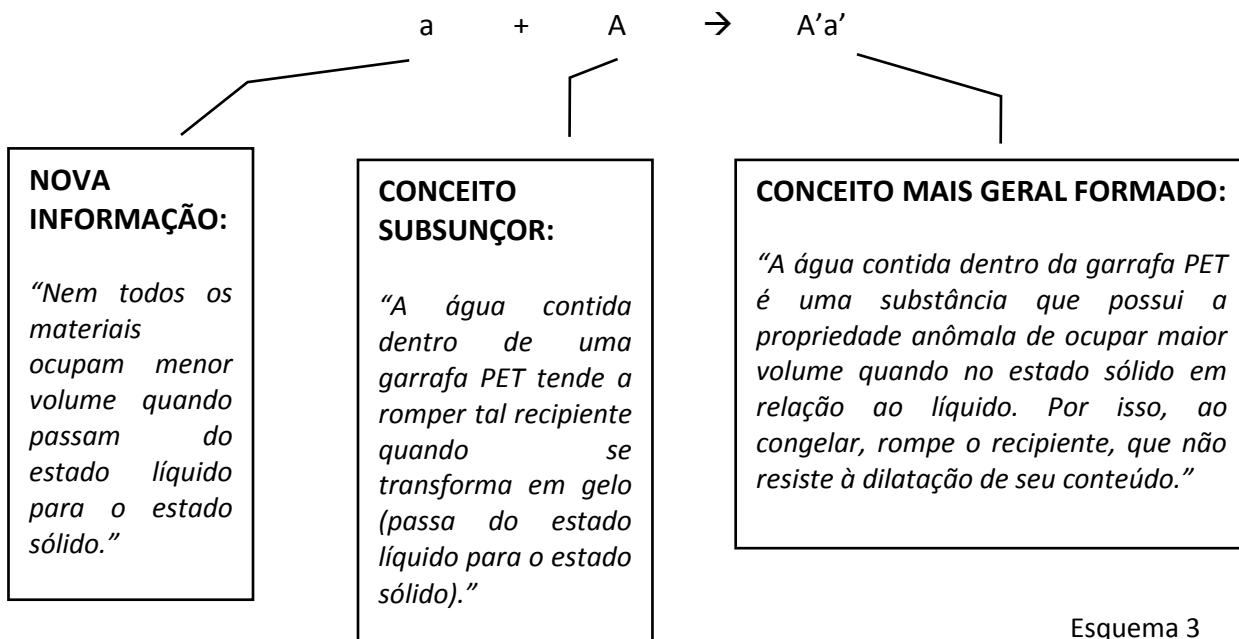
aplicação direta de fórmulas, em detrimento da apreciação das habilidades e competências desenvolvidas pelo aluno, tende a priorizar a desconstrução do conhecimento, e, por consequência, a desconstrução de conceitos âncora e a volatilidade da aprendizagem. Contrariamente, uma avaliação bem fundamentada tende a fomentar a manutenção cognitiva de informações e conteúdos, contribuindo para sua transformação em futuros subsunçores.

Um exemplo de apropriação adequada de conceito subsunçor e sua atuação no processo de aprendizagem pode ser observado no Esquema 4:



Esquema 4

Note que o conceito tomado como subsunçor no Esquema 4 é justamente o mais geral formado no Esquema 3 (página 32):

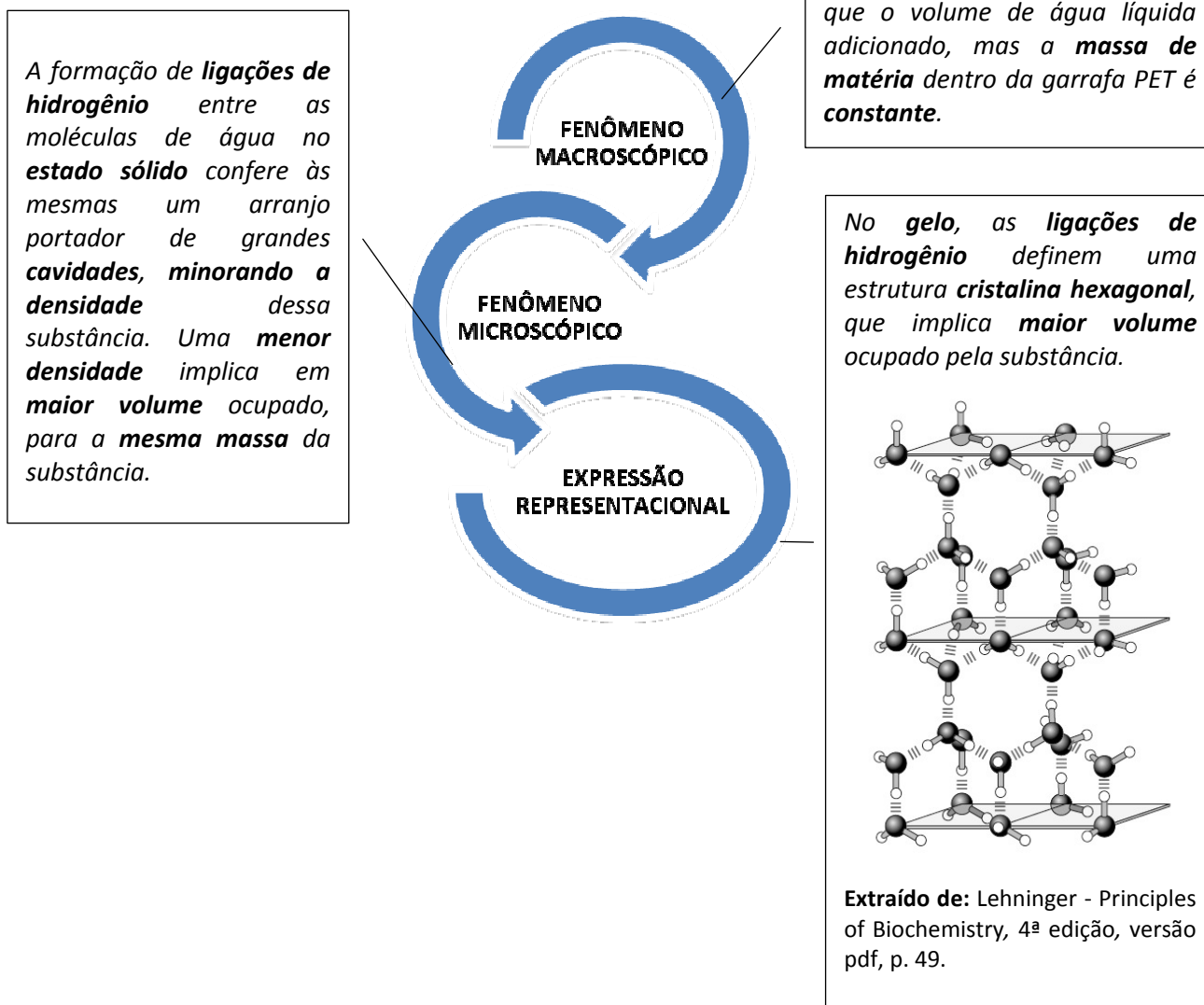


Esquema 3

## CAPÍTULO 4

### OS NÍVEIS DE APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO NA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Os processos de aprendizagem significativa em ensino de Química podem ser norteados metodologicamente pelos seus chamados **níveis de apropriação do conhecimento**. O tratamento de fenômenos e a consequente associação dos mesmos a conteúdos formais pode se iniciar a partir de uma abordagem motivadora de observação do **fenômeno macroscópico**. Posteriormente, parte-se para a interpretação do **fenômeno microscópico** e, finalmente, para a promoção da **expressão representacional** do fenômeno, que são, a constar, os três níveis de apropriação do conhecimento químico (WARTHA et al, 2010). Para o exemplo da garrafa PET, esquematicamente representado no Capítulo 3, segue um maior detalhamento dessas “etapas” de apropriação do saber no organograma da **Figura 3**.



**Figura 3** – Os três níveis de apropriação do conhecimento químico para o fenômeno exemplificado.

A apropriação dos diferentes níveis do conhecimento químico passa por distintas atribuições. Segundo WU et al (apud SANTOS & GRECA, 2005):

“No nível macroscópico, os fenômenos são observáveis e no microscópico o processo químico é explicado pelo arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas. A química simbólica é expressa por símbolos, números, fórmulas, equações e estruturas”.

(SANTOS & GRECA, 2005, p. 02)

(Wu, Ksin-Kai, Krajcik, J.S. e Soloway, E. (2001) Promoting Understanding of Chemical Representations: Students’ use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(7), 821-840.)

O nível macroscópico é, para a motivação deste trabalho, a mais importante fonte de conceitos âncora à luz da teoria ausubeliana, pois é com esse nível de conhecimento que o aprendiz possui, inicialmente, uma relação mais estreita. Sendo agente das transformações do seu cotidiano e, ainda, um observador de diversos fenômenos que são elucidados pela Ciência, o ser humano já possui, por natureza, a habilidade de perceber as mudanças que o cercam: e as transformações da matéria estão incluídas nessa afirmação. A água que ferve, o leite que talha, os alimentos que cozinham, o cadeado que exposto à chuva enferruja ou a garrafa PET que, cheia de água, se rompe no congelador, não são apenas fatos comuns a qualquer cidadão, mas, no presente contexto, são a mais importante fonte de motivação para que a aprendizagem formal em Química se substancie. Partindo de observações macroscópicas por vezes consideradas ordinárias, o aprendiz, sob a mediação do educador, tem a possibilidade de entender, de fato, os fenômenos associadas às mesmas: o professor tem, portanto, o papel de guiar os estudantes de forma a lhes fazer “atravessar” os vários níveis do conhecimento químico envolvidos em um fenômeno. Essa postura discente possibilitaria, assim, uma compreensão de fato dos conteúdos relacionados por parte dos educandos.

Atualmente, há um grande esforço em se compreender que a apropriação dos conhecimentos químicos deve se dar sob a contemplação desses níveis de conhecimento abordados e iniciando-se, invariavelmente, pela abordagem dos fenômenos macroscópicos. Nas disciplinas de diversos cursos de licenciatura, essa mudança de paradigma tem sido bastante incentivada. O grupo de licenciatura em Química da Universidade de Brasília, a propósito, tem se baseado nessa metodologia, que corrobora a formação de profissionais em educação cada vez mais propensos a estimular o desenvolvimento de um pensamento

crítico em seus educandos. Ora, é necessário aceitar que leis, teorias e formulações são decorrentes da ocorrência de fenômenos; que foram entes criados para **explicar o observado**. Não é admissível que, sob a égide da concepção empirista hoje vivida, se acredite ou interprete que os corpos caiam ao chão por causa da Lei da Gravidade. Pior que isso, não é admissível que se ensine isso. No ensino de química, cometem-se as mesmas falhas ao se “ensinar” um conteúdo, escrevendo quadros e mais quadros de fórmulas, regras e nomenclaturas e, no final de todo esse processo, se “provando” a teoria através da realização de um experimento demonstrativo.

Assim sendo, a utilização das observações cotidianas como conceitos prévios e relevantes para o aprendiz traduz-se, nessa proposta, no que Ausubel denominou conceitos subsunçores, os quais estão diretamente relacionados com a ocorrência da aprendizagem significativa, a motivação desse texto. Por outro lado, para que a aprendizagem significativa ocorra, são necessárias algumas condições, segundo o próprio Ausubel delinea em sua obra.

#### **4.1 - AS CONDIÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A não literalidade e a não arbitrariedade do material a ser aprendido pelo educando são fatores condicionantes à ocorrência da aprendizagem significativa. De posse dessas características, pode-se afirmar que tal material possui **potencialidade significativa**. Entretanto, as mesmas não se caracterizam como fatores singulares, mas como uma função dependente de duas outras condições subjacentes: os significados lógicos e psicológicos do material (MOREIRA(b), 1999).

O significado lógico do material se relaciona com o domínio da capacidade intelectual do aprendiz, com a sua capacidade em relacionar as novas informações com anteriores

presentes em sua estrutura cognitiva, de forma substantiva. Exemplificando: ao iniciar seus estudos sobre os compostos nitrogenados, um aluno que sabe que a amônia é uma substância que apresenta caráter básico (basicidade de Lewis) estará logicamente propenso a “aceitar” que seus derivados amina e amida também o são – pois possuem a mesma característica que confere à amônia tal propriedade (o par de elétrons não ligantes do átomo de nitrogênio). Dessa forma, a preexistência de um conceito âncora (basicidade da amônia) apta a se relacionar com uma nova informação **lógica** (basicidade dos derivados da amônia) conduz ao chamado significado lógico do conteúdo a ser estudado. Dessa forma, não basta que a estrutura cognitiva possua o conceito subsunçor: a nova ideia deve apresentar coerência com o julgamento de coerência do aprendiz.

É bastante observado, nos processos de ensino, dificuldade por parte de alguns alunos em relação à aprendizagem de determinados conteúdos cujo teor “lógico” lhes parece inexistente: alguns conteúdos são alvo de queixa dos educandos, que declaram que os mesmos “não fazem sentido algum”. Essa rejeição, que, por vezes, é considerada um problema de aprendizagem, pode ter origem na ausência de conceitos subsunçores acerca do tema a ser estudado na estrutura cognitiva do aprendiz, ou, infelizmente, pela própria natureza irracional de determinados conteúdos os quais se “obrigam” o aluno a “aprender” na escola. Infelizmente, é sabido que certos temas incluídos nos conteúdos programáticos de algumas disciplinas escolares podem ser interpretados como ilógicos pelos educandos. Discute-se, por exemplo, a relevância do ensino de *orbitais atômicos* no ensino médio: sem os pré-requisitos necessários à apropriação de um conhecimento que nasce da teoria quântica, muitos estudantes não enxergam coerência no conteúdo em questão. Apela-se, assim, para a utilização infeliz de artifícios como as **analogias** (ANDRADE, 2006), a partir das



quais se afirma que “orbitais são a casinha do elétron” ou “números quânticos são o endereço do elétron”, traduzindo tal conteúdo como ausente de significado lógico para o aprendiz.

Por outro lado, ainda que o conteúdo a ser aprendido possua significado lógico e o este seja percebido pelo educando, não necessariamente o mesmo conduzirá à aprendizagem significativa: mesmo que haja teor lógico no novo material e o estudante possua a disponibilidade de subsunçores, o fenômeno da aprendizagem significativa se dará apenas diante da **disposição** do aprendiz em aprender o conteúdo. Fala-se então em um **significado psicológico**, cuja natureza é intrinsecamente peculiar ao sujeito ou a um grupo de sujeitos. Assim, a escolha de aprender ou não determinado tema passa pela subjetividade, pela escolha do que é substantivo a cada um. Geralmente, a substantividade de determinada temática está diretamente associada à realidade de quem lida com ela: um químico computacional, por exemplo, não se atém à obrigação de saber preparar amostras para análise de espectroscopia de infravermelho; da mesma maneira que um químico inorgânico não se preocupa em saber programação de computadores.

A ideia geral é que, se o aprendiz não se propõe a aprender psicologicamente, de fato ele poderá, simplesmente, memorizar os conteúdos, promovendo um processo de aprendizagem puramente mecânico. O interesse idiossincrático é o segredo da existência ou ausência de significado psicológico no material a se aprender. Logicamente, que esse é um fator de peso no cotidiano escolar, já que, segundo MOREIRA(a) (1999), os conteúdos formais dificilmente se ressentem de significado lógico. Ao contrário, alcançar psicologicamente o educando é uma tarefa mais árdua, pois em uma sala de aula lotada de indivíduos com características, anseios e interesses heterogêneos, não se espera que um

mesmo conteúdo seja igualmente relacionável como psicologicamente significativo à estrutura cognitiva de todos. Ou seja: o que é importante para mim, pode não ser importante para você, ainda que ambos possuam conceitos prévios bem delineados acerca desse assunto comum.

A proposta do ensino de química a partir da abordagem de fenômenos cotidianos é, portanto, uma ferramenta de alcance humano em espectro mais largo: os fenômenos que são comuns à maioria dos indivíduos, que enredam seu dia-a-dia e que lhes causam curiosidade ou encantamento, ou mesmo aqueles que passam por eles despercebidos, são potencialmente eleitos a serem recheados de significado psicológico para a maioria de todos nós – cidadãos comuns.

## CAPÍTULO 5

### O PROJETO SESCOIÊNCIA

#### 5.1 - A SALA DE CIÊNCIAS

No ano de 2010, tive a oportunidade de ser estagiária de Química no Projeto *SESCiência*, do Departamento Nacional do Serviço Social do Comércio (SESC), na unidade operacional situada na cidade satélite Taguatinga Norte. O SESCOiência é um projeto de educação não-formal e de divulgação científica, que atende a comunidade do Distrito Federal, em destaque os alunos de escolas públicas e particulares, apresentando-lhes um ambiente diversificado, materializado em um grande laboratório lúdico, no qual realizam-se palestras, mostras, oficinas e atividades de experimentação, sempre com foco na interdisciplinaridade entre as três grandes áreas Química, Física e Biologia.

A Sala de Ciências, de acordo com sua Proposta Pedagógica (2000), tem o objetivo de popularizar a ciência, como condição de cidadania, além de estabelecer parcerias com o ensino formal, como estratégia para despertar interesse pelo conhecimento científico por parte do público. Busca-se, ainda, favorecer a criação da concepção crítica do público, por meio do tratamento das informações trabalhadas, possibilitando, assim, o saber e a compreensão de fatos cotidianos de nossa sociedade, com referência em bases filosóficas, sociais e científicas.

## 5.2 - A MOSTRA “CIÊNCIA DO COTIDIANO”

Nesse mesmo ano, no período de 2 de agosto a 3 de setembro, realizou-se na Sala de Ciências a mostra *Ciência do Cotidiano*, que recebeu do Departamento Nacional do Serviço Social do Comércio (Rio de Janeiro) vasto material na área de Física. Eram diversos experimentos, que contemplavam conhecimentos de mecânica, ótica e eletromagnetismo. Como o material itinerante não contemplava a Química e a Biologia, tais áreas tiveram de se aliar para produzir material próprio para a mostra, já que a interdisciplinaridade é objetivo do projeto SESCiência. Enquanto estagiária de Química, propus que montássemos na Sala de Ciências um ambiente bastante conhecido do cotidiano popular, que é naturalmente envolto por fenômenos científicos e que passa por nós, cidadãos comuns, às vezes despercebidos: a cozinha. A partir dessa temática, desenvolveram-se experimentos relacionados aos fenômenos observados no cotidiano de uma cozinha; além disso, o funcionamento de vários eletrodomésticos foi ali desvendado. Dinâmicas também eram realizadas no sentido de promover participação e interação do público, que era das mais variadas faixas etárias – desde educação infantil até Educação para Jovens e Adultos. Adaptar a linguagem e o nível de informação para os diferentes ouvintes sem perder a qualidade das informações trabalhadas foi um desafio gratificante. A mostra que durou aproximadamente um mês recebeu cerca de nove mil visitantes.

### **5.3 - AS IMPLICAÇÕES PESSOAIS E PROFISSIONAIS DO PROJETO**

A experiência obtida com o estágio no projeto SESCiência teve implicações em minha visão pessoal de abordar os conteúdos formais em sala de aula e a concomitância dessa experiência com as disciplinas de estágio obrigatório supervisionado I e II do curso de licenciatura corroborou uma intensa utilização da experimentação e da abordagem dos fenômenos e tecnologias cotidianas na preparação de meus planos de aula e na execução das mesmas. A abordagem CTSA – Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente – (SANTOS E MORTIMER, 2002), tornou-se, invariavelmente, pano de fundo para minha metodologia de ensino e divulgação científica na Sala de Ciências e na escola onde fiz os estágios obrigatórios. Nessa, a propósito, construí planos de unidade que se debruçavam desde então sobre a teoria psicológica de aprendizagem ausubeliana: o plano de unidade sobre “Funções Nitrogenadas”, por exemplo, abordava questões cotidianas, sobre as propriedades das amins – desde seu odor característico (como no peixe podre e em animais mortos) e sua eliminação (“Por que limpar a tábua de peixe com vinagre?”) até sua utilização como corantes artificiais conhecidos (anilina, azul de índigo...). Questões ambientais e sociais também eram levantadas, como a importância de materiais artificiais frente à extração demasiada dos produtos naturais, ou a importância da ciência na criação de novos materiais frente às necessidades da sociedade contemporânea (como, por exemplo, a fabricação de remédios e fertilizantes).

As contribuições do Projeto SESCiência permitiram, além da elaboração e execução de aulas diferenciadas na disciplina de estágio supervisionado, a motivação para que essa abordagem de aprendizagem significativa baseada nos fenômenos cotidianos se perpetuasse ao longo de uma possível carreira docente. Dessa maneira, a parte final dessa monografia

traduz-se em uma aplicação de todas as considerações até aqui apresentadas, ou seja, na proposição de um material didático de experimentação que possa ser utilizado pelo aluno em busca da promoção de sua aprendizagem significativa e pelo educador, como ferramenta de materialização da proposta de ensino até aqui desenvolvida neste texto.

No apêndice A, é apresentado o material didático referenciado, o qual se apresenta na forma de um livro de apoio. É válido frisar que o mesmo se caracteriza como uma versão *piloto e incompleta*, já que o objetivo principal dessa monografia por si só não é a criação de um material didático, mas a proposição de uma metodologia de ensino de química focada em experimentação e cotidiano do educando. O material que segue traduz-se, portanto, na **exemplificação** prática da metodologia desse trabalho de conclusão de curso em licenciatura em química.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As proposições da metodologia de ensino apresentada e do material de apoio em experimentação apresentam potencial para a materialização da aprendizagem significativa em ensino de Química, de acordo com a teoria cognitivista de aprendizagem de David Ausubel. A utilização dos fenômenos cotidianos como conceitos-âncora traduz-se, num primeiro momento, numa tática de motivação nos processos de ensino-aprendizagem. Em longo prazo, tende a corroborar a própria popularização da Ciência.

A adoção da metodologia em questão implica, por parte do educador, uma postura que rompe com os padrões tradicionalistas de ensino, os quais têm privilegiado o acúmulo de informações por parte do aprendiz, em detrimento da assimilação de conceitos relevantes à sua formação enquanto cidadão pleno. Assim, cabe ao educador permitir-se inovar, se reciclar e acreditar na contribuição da educação para a sociedade. Dessa maneira, a escola será não apenas um recinto de “ensino para avaliações”, mas de “ensino para transformação”, transformação do mundo pela utilização das ferramentas que o regem, dentre elas, a Ciência Química.

Por outro lado, para que a aprendizagem significativa se substancie, não basta a existência de uma metodologia de ensino, ainda que bem fundamentada. É sabido que a pré-disposição do aprendiz é determinante no processo. O professor, enquanto interventor do fenômeno de ensino-aprendizagem, é, novamente, chave importante, pois tem a função de mediar a aproximação do educando com os conceitos e conteúdos formais. Portanto, a utilização de técnicas didáticas e, principalmente, a apresentação de conteúdos sob uma ótica mais “aplicada” – relacionada à experimentação – à realidade do aprendiz tendem a potencializar o êxito do processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, sabe-se, ainda, que uma relação educador-educando saudável é outra variável influenciável na dinâmica investigada. O respeito à realidade, às vivências, opiniões e questionamentos do educando por parte de seu mestre potencializam a ocorrência da aprendizagem significativa. Nas palavras de Paulo Freire:

“Ensinar exige respeito à autonomia do ser do educando”.  
(FREIRE, 1996)



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ANDRADE**, L. M. de. *Uso de termos personificadores por professores de química: uma análise qualitativa*. São Paulo, **2006**. Disponível em [http://web.if.usp.br/cpgi/sites/default/files/Lucia\\_Machado\\_de\\_Andrade.pdf](http://web.if.usp.br/cpgi/sites/default/files/Lucia_Machado_de_Andrade.pdf), acessado em 29 de maio de 2011, às 01h18.

**ATKINS**, Peter; **JONES**, Loretta. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, **2006**.

**BRASIL(a)**, Serviço Social do Comércio. *Proposta Pedagógica SESCOiêcia*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional, **2000**.

**BRASIL(b)**. *Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei N° 9.394, de 20 de dezembro de **1996**.

**BRASIL(c)**. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, **2000**.

**CASTAÑÓN**, G. A. *O Cognitivismo e o Desafio da Psicologia Científica*. Rio de Janeiro: UFRJ/IP, **2006**.

**CHAUÍ**, Marilena. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática, **2000**.

**COMASSETO**, João Valdir; **SANTOS**, Alcindo Aparecido dos. *Revista USP*, São Paulo, 76, dezembro/fevereiro **2007-2008**, pp. 68-77.

**CUTNELL**, J. D.; **JOHNSON**, K. W. *Física vol.1*. 6° ed. Rio de Janeiro: LTC, **2006**.

**FREIRE**, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, **1996**.

**GOMES**, H. J. P.; **OLIVEIRA**, O. B. de. *Ciências & Cognição*. **2007**, 12, pp. 96-109.

**GRF - GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA**. *Versão Preliminar - Física Térmica vol. 1*. São Paulo: EDUSP, **1998**.

**LEE**, John David. *Química inorgânica não tão concisa*. Tradução da 5ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., **1999**.

**LOPES, A. C.** *Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ, **1999**.

**MOREIRA(a)**, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Universidade de Brasília, **1999**.

**MOREIRA(b)**, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, **1999**.

**NELSON, D. L.; COX, M. M.** *Lehninger Principles of Biochemistry – PDF version*. 4th ed. W. H. Freeman: New York, **2004**.

**SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. **2005**, 5 (1). Disponível em [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART7\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART7_Vol4_N1.pdf), acessado em 29 de maio de 2011, às 01h14.

**SANTOS, W. L. P., MOL, G. S.** *Química e Sociedade*. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, **2005**.

**SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.** Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio*. Belo Horizonte (**2000**), 2(2) pp. 133-162. Disponível em <http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>, acessado em 29 de maio de 2011, às 01h26.

**TAVARES, R.** Aprendizagem significativa. *Revista Conceitos*, julho **2003**/junho **2004**, pp. 55-60. Disponível em <http://rived.mec.gov.br/artigos/2004-RevistaConceitos.pdf>, acessado em 29 de maio de 2011, Às 00h43.

**TORRESI, S. I. C.; Pardini, V. L.; FERREIRA, V. F.** *Editorial Química Nova*. **2009**, 32.

**VIDAL, B.** *História da Química*. Lisboa: Edições 70, **1986**.

**WARTHA, E. J.; ALVES, L. C.; SÁ, L. P.; SANJUAN, M; A. C.; SANTOS, C. V.;** *Experiências em Ensino de Ciências – 2010*, 5(1), pp. 7-20. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID129/v6\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID129/v6_n1_a2011.pdf), acessado em 29 de maio de 2011, às 00h55.

[http://qnint.sbgq.org.br/qni/uploads/imagens/densidade\\_gua.jpg](http://qnint.sbgq.org.br/qni/uploads/imagens/densidade_gua.jpg), acessado em 18 de abril de 2011 às 22h21min.

<http://www.repavi.com/attachments/Image/imagem3.jpg>, acessado em 19 de abril de 2011 às 22h50min.

# APÊNDICE A

# QUÍMICA NO COTIDIANO

MATERIAL  
EXPERIMENTAL

---



# APRESENTAÇÃO

---

***Química no Cotidiano*** foi concebido como um material voltado para a experimentação no ensino de Química e de natureza complementar ao livro didático. É, portanto, um material de apoio para o curso de Química no Ensino Médio e deve ser adotado em associação com o livro-texto escolhido pela escola ou educador.

A motivação desse material é a latente necessidade de atividades de experimentação *diferenciadas* nos cursos de Química no Ensino Médio: os livros didáticos tradicionais têm se mostrado carentes na apresentação de práticas experimentais, principalmente, naquelas que contemplem os fenômenos que permeiam o cotidiano do educando. Ao defender que a utilização de tais fenômenos pode se traduzir em uma poderosa ferramenta para a promoção da educação no ensino de ciências, *Química no Cotidiano* traz a proposta de um texto diferenciado, dinâmico e popular à vivência do leitor.

A obra é voltada tanto para o estudante – principalmente pela sua diagramação alegre e pelos textos motivadores relacionados aos experimentos – quanto para o educador, que pode utilizar as estratégias propostas no *Manual do Professor* para o enriquecimento da teoria trabalhada nos capítulos. O texto está dividido em unidades, nas quais temas conexos são abordados. Alguns experimentos podem ser realizados em casa, pelo próprio estudante, enquanto outros devem ser realizados na escola, com a supervisão do professor, conforme explicitados na seção *Experimentação - Química no Cotidiano*.

Essa é uma versão piloto *híbrida*, na qual tanto o livro texto do educando quanto o do educador são apresentados. Boa leitura!



## UNIDADE I

### Classificação, Composição e Propriedades de Materiais.

No dia-a-dia, estamos cercados por diversas substâncias e materiais com diferentes propriedades, características e peculiaridades: a água potável, proveniente dos rios, por exemplo, é agradável ao paladar, enquanto a água do mar não mata a nossa sede. Ou ainda, ao se tocar um objeto metálico, tem-se a sensação de que sua temperatura é mais baixa que a de um objeto de madeira, ainda que ambos estejam sobre as mesmas condições ambientes, dentre outras várias situações.

Os cinco sentidos humanos – olfato, paladar, tato, visão e audição – são as primeiras ferramentas utilizadas pelo homem na identificação dos materiais e seres que o cercam desde seu nascimento: os bebês são capazes de reconhecer a mãe



*Os avanços nas técnicas de caracterização de materiais na Química permitiram a substituição da utilização dos sentidos humanos, como olfato e paladar, na identificação de substâncias desconhecidas.*

pela sua voz e seu cheiro ainda nos primeiros meses de vida! Através de sentidos como o olfato e o paladar, muitos químicos antigos tentaram desenvolver ciência, arriscando suas vidas ao cheirar e experimentar diversas substâncias e materiais agressivos aos seus organismos. Ora, classificar um ácido como azedo e uma base como adstringente implica, obrigatoriamente, que alguém os tenha colocado na boca um dia!

Felizmente, o avanço da Ciência trouxe consigo o surgimento de técnicas mais seguras e confiáveis de classificações de materiais e, conseqüentemente, ninguém precisa mais sair por aí provando tudo que não conhece! A Química, como uma ciência experimental, também se vale das mais diferentes técnicas e ferramentas na elucidação de suas incógnitas, dentre elas aquelas relacionadas ao mundo das partículas.

A luz, devido suas interessantes propriedades, há tempos é utilizada nos mais diversos estudos da matéria, como veremos ao longo dessa unidade.

O avanço da ciência também foi responsável por aprimorar algumas atividades que o homem já realiza há milhares de anos, como a produção de ligas metálicas. A atividade de produção do bronze – liga de cobre e estanho –, por exemplo, data de 3000 a.C. e marcou toda uma sociedade, desde o Médio Oriente até o Mediterrâneo, tendo ficado conhecida como a *idade do bronze*. Hoje, a utilização desses materiais é essencial na construção civil, na indústria de eletrônicos e de transporte, devido suas propriedades diferenciadas frente a seus metais de origem.



THE FAKEBUSTERS

As armaduras de bronze eram bastante utilizadas pelos cavaleiros nas guerras: a liga de cobre-estanho, além de apresentar boa *moldagem*, era mais *dura e fundível* que o cobre puro.



COLUNAS CRESCER (GLOBO)

A indústria Química é, hoje, protagonista na manutenção, qualidade e bem-estar de vida humana. Seus produtos estão presentes na alimentação, na saúde e nas tecnologias utilizadas pelo homem. Um simples refrigerante em um dia de calor, como produto do conhecimento químico, pode ser muito mais que refrescante, mas

um excelente objeto de estudo sobre algumas interessantes propriedades dos materiais. Basta um olhar mais “químico” sobre nosso cotidiano para redescobrirmos essa ciência que nos cerca.



# CAPÍTULO I

## SOLUÇÕES VERSUS COLOIDES

# NEM TUDO QUE PARECE É!

A visão é o sentido humano mais utilizado na caracterização dos fenômenos químicos. Podemos observar as mudanças de coloração, a evolução de gases, a precipitação de substâncias... Entretanto, quando falamos de *sistemas homogêneos* e *heterogêneos*, podemos nos enganar com o aspecto visual de alguns materiais.

Alguns materiais, quando vistos a olho nu, dão a impressão de serem homogêneos, ou seja, de constituírem apenas uma *única fase*. Entretanto, se observados no microscópio, revelam um aspecto heterogêneo, pois apresentam algumas partículas pequenas dispersas em seu meio. No dia-a-dia, lidamos com materiais desse tipo e podemos reconhecê-los sem a necessidade de um instrumento ótico, como o microscópio, mas apenas com o auxílio de um *feixe de luz*!

GREYDRAGON



Catedral de Ripon – Inglaterra

A foto ao lado ilustra um exemplo clássico de material heterogêneo, no qual as partículas dispersas podem ser visualizadas no meio apenas com a incidência de luz: o ar é um *material heterogêneo*, composto por gases e pequenas partículas de *água* e *poeira* dispersas em sua composição. No nosso cotidiano, existem outros exemplos do fenômeno observado na Catedral de Ripon, o qual recebe o nome de *Efeito Tyndall*.

O **efeito Tyndall** é observado quando percebemos o trajeto da luz em um meio que contenha partículas que dispersem os raios luminosos.



J. BRASILEIRO GRATUITO

Em dias de chuva e neblina, os faróis dos carros provocam o Efeito Tyndall nas gotículas de poeira e água dispersas no ar.

Por que em dias de neblina é recomendado se utilizar faróis baixos na condução dos veículos?

Os materiais que, assim como o ar, são capazes de dispersar os feixes de luz são denominados **coloides**. Isso acontece porque suas partículas dispersas estão na faixa de tamanho de 1 a 1000 nm.

1 nm = nanômetro =  $10^{-9}$  m



BLOGSPOT

O ar atmosférico é um *coloide*: suas partículas de poeira são capazes de “espalhar” os raios de sol que conferem uma coloração alaranjada ao pôr-do-sol.



## Experimentação

# Química no Cotidiano

PARA  
FAZER  
EM CASA

A Química, como ciência experimental, também se vale das mais diferentes técnicas e ferramentas na elucidação de suas incógnitas, dentre elas aquelas relacionadas ao mundo das partículas. A luz, devido suas interessantes propriedades, há tempos é utilizada nos mais diversos estudos da matéria, como veremos no experimento a seguir.

## SOLUÇÃO OU COLOIDE?

O objetivo desse experimento é identificar, com o auxílio de um apontador *laser*, alguns materiais domésticos como *soluções* ou *coloides*.

### MATERIAIS

- Oito copos de Vidro;
- Apontador *laser*;
- Água de torneira e filtrada;
- Refrigerante de laranja ou uva;
- Leite;
- Álcool;
- Xampu;
- Sal de cozinha;
- Pó de café;

### PROCEDIMENTO

- ➊ Adicione em cinco copos uma pequena quantidade de água filtrada. No sexto copo, adicione a mesma quantidade de água de torneira;
- ➋ Nos dois copos restantes, adicione a mesma quantidade de álcool e refrigerante;
- ➌ Nos quatro primeiros copos, adicionar em cada um uma pequena quantidade de: leite (1º copo), xampu (2º copo), sal de cozinha (3º copo) e pó de café (4º copo);
- ➍ Rotule cada copo e inicie o experimento, aponte o feixe do *laser* em direção aos materiais do copo e observe o fenômeno produzido;

### Mas o que são mesmo soluções?

Em Química, *solução* é o nome dado aos materiais homogêneos. Em uma solução, existe uma espécie dispersa (*soluto*) em outra (*solvente*). O solvente tem o papel de dissolver o soluto e está em maior quantidade na solução.

Nas soluções, as partículas do soluto estão tão bem distribuídas e são tão pequenas que não podem ser observadas, mesmo no microscópio!



O tamanho das partículas nas soluções é inferior a 1nm!

## DICA

Que tal observar os fenômenos num ambiente escuro, apenas com a luz do laser?



FOTO: CARLA MEDEIROS

1

Água  
+  
Leite

2

Água  
+  
xampu

3

Água  
+  
sal

4

Água  
+  
café

5

Água  
(Filtro)

6

Água  
(Torneira)

7

Álcool

8

Refrigerante

## ATENÇÃO!

Utilize o *laser* como indicado na figura abaixo. Não o aponte em direção aos olhos, pois sua luz é prejudicial à visão.



FOTO: CARLA MEDEIROS

## COMPREENDENDO O FENÔMENO

- 1 Quais as diferenças observadas em cada material em relação ao feixe de luz incidido? Como se explicam essas diferenças em função das partículas componentes de cada material?
- 2 De acordo com os fenômenos observados, como se classificam os materiais contidos em cada copo?
- 3 Proponha um modelo para as partículas dos materiais dos copos 1 e 5, desenhando, de forma simples e representativa, a composição microscópica desses materiais.
- 4 Os materiais 5 e 6 apresentaram o fenômeno do Efeito Tyndall frente ao feixe do *laser*? Comente as possíveis diferenças e suas implicações em termos de saúde pública e qualidade de vida.
- 5 Alguns antibióticos devem ser agitados antes de serem consumidos, pois suas partículas tendem a ficar no fundo do vidro quando o medicamento fica em repouso, podendo ser vistas mesmo a olho nu. Materiais como esses são chamados *suspensões*. De todos os mate-



riais utilizados no experimento, algum (ou mais de um) pode ser classificado como uma suspensão? Por quê?

## DICA

*Que tal utilizar outros materiais comuns ao nosso cotidiano no experimento e descobrir se são soluções, coloides ou suspensões?*

### MANUAL DO PROFESSOR

#### COMPREENDENDO O FENÔMENO

#### RESPOSTAS COMENTADAS

❶ Alguns materiais são capazes de dispersar os raios do laser – conseguimos enxergar o *laser* passando pelo conteúdo do copo – enquanto outros não. Os materiais cujas partículas constituintes são relativamente maiores (na faixa de 1 a 1000 nm) são capazes de provocar essa dispersão do raio *laser*, fenômeno conhecido como *efeito Tyndall*.

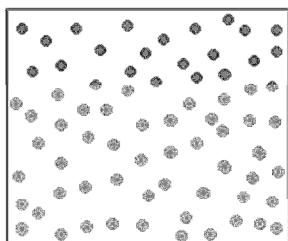
❷

❶ colóide    ❷ colóide    ❸ solução    ❹ colóide\*    ❺ solução    ❻ colóide†  
❼ solução    ❽ colóide

\* a parte dita “homogênea” a *olho nu* é um colóide; a parte que não solubiliza do soluto é uma suspensão;

† a depender da qualidade da água, poderá ser observada como solução (menor quantidade de partículas sólidas);

❸ Uma possível representação:



❶ partículas de gordura e proteína dispersas em água (1-1000 nm).



❺ partículas de sais minerais dispersos em água (< 1nm).

④ A água filtrada é própria para o consumo porque não contem particulados que possam ser nocivos à saúde humana – quaisquer impurezas em forma de partículas ficam retidas no filtro. Assim, essa água contém apenas sais minerais, não detectados pela luz do laser devido seu pequeno tamanho, e constituem, junto com a substância água uma *solução*. Já a água da torneira, mesmo sendo tratada nas ETA's, ao chegar a nossas casas pode conter partículas sólidas de impurezas – como terra acumulada nos canos – e é, assim, considerada um coloide. A depender do grau de dispersão do laser, pode-se estimar a qualidade da água da torneira e, até mesmo, da água filtrada (a qual se espera não dispersar a luz do laser!). Por outro lado, a luz do laser não é capaz de detectar a presença de microrganismos na água. Por isso, nem toda água que não dispersa a luz do laser será potável.

⑥ O material ④ apresenta uma fase de suspensão, pois se pode observar as partículas do soluto mesmo a olho nu. Interessante comentar a solubilidade desse soluto (pó de café) sob elevadas temperaturas (o café não é preparado com água a temperatura ambiente, mas água quente!).

## CAPÍTULO II

### SOLUÇÕES SÓLIDAS

# AS LIGAS METÁLICAS E A EVOLUÇÃO DA SOCIEDADE

#### *Um pouco de História*

evolução das sociedades, desde os tempos mais antigos, se confunde com a evolução das relações humanas. Os homens, na necessidade de algum bem ou serviço, desde cedo atribuíram valores a determinados objetos e mercadorias e realizavam trocas, na forma de comércio, de acordo com o que possuíam e necessitavam.

Essa prática, conhecida como escambo, foi aos poucos sendo substituída pelas chamadas *moedas mercadorias*, que eram mercadorias cuja procura e utilidade eram elevadas: o sal e o gado, por exemplo. No Brasil, as espécies mais utilizadas eram o pau-brasil, o açúcar, o tabaco e o pano de algodão.

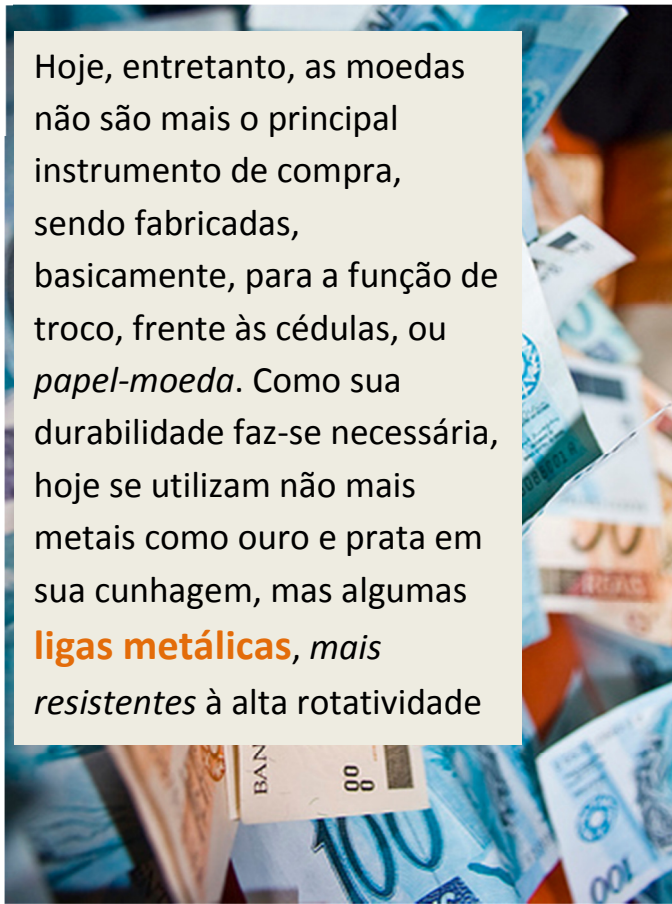
Entretanto, a descoberta da propriedade de durabilidade dos metais levou o homem a utilizá-los como instrumento de troca. Os primeiros metais a serem utilizados no fabrico de moedas foram o ouro e a prata. O Brasil, ainda na época colonial e no auge do ciclo do ouro, chegou a

produzir moedas de ouro de até 54g – uma das moedas de maior peso em ouro a circular no mundo!



**Os Dobrões foram moedas cunhadas de 1724 a 1727, em ouro. O Dobrão de 20.000 réis pesava 53,78 gramas.**

*Fonte: A história do dinheiro no Brasil – Cartilha do Banco Central*

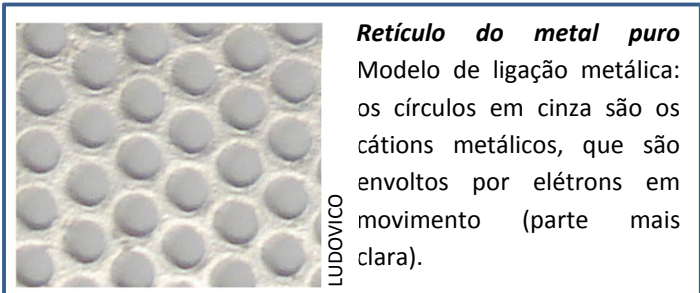


Hoje, entretanto, as moedas não são mais o principal instrumento de compra, sendo fabricadas, basicamente, para a função de troco, frente às cédulas, ou *papel-moeda*. Como sua durabilidade faz-se necessária, hoje se utilizam não mais metais como ouro e prata em sua cunhagem, mas algumas **ligas metálicas**, mais resistentes à alta rotatividade

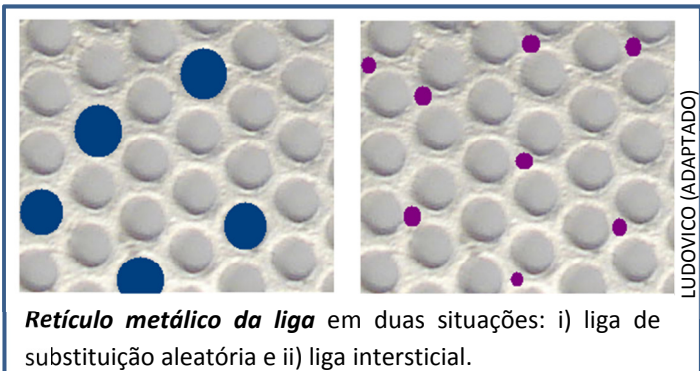
**Mas o que são mesmo *ligas metálicas*?**

“Ligas são materiais metálicos resultantes da junção de duas substâncias, uma metálica e a outra metálica ou não.”

As ligas metálicas se formam quando a mistura de dois metais (ou uma metal e um não metal) é aquecida, resultando em uma nova configuração do retículo metálico:



**Retículo do metal puro**  
Modelo de ligação metálica: os círculos em cinza são os cátions metálicos, que são envoltos por elétrons em movimento (parte mais clara).



**Retículo metálico da liga** em duas situações: i) liga de substituição aleatória e ii) liga intersticial.

**Substâncias de átomos muito pequenos formam *ligas intersticiais* com outros metais. Essas ligas são denominadas *soluções sólidas*.**



Ligas metálicas são muito utilizadas por apresentarem propriedades muito interessantes frente a seus metais puros, como aumento da dureza, da resistência mecânica e do ponto de fusão. Assim, ligas de ferro como o *aço*, de alta resistência física, são muito empregadas na construção civil, enquanto ligas de *vanádio*, que suportam elevadas temperaturas, são bastante utilizadas em turbinas de aviões.





## Experimentação

# Química no Cotidiano

PARA FAZER  
NO  
LABORATÓRIO

As ligas metálicas são muito comuns ao nosso dia-a-dia: nós as utilizamos na fabricação dos mais diversificados artefatos e novas ligas têm sido produzidas de acordo com as necessidades da sociedade. Alguns exemplos de ligas metálicas podem ser encontrados na tabela ao lado.

ALGUMAS LIGAS METÁLICAS DO COTIDIANO			
LIGA	METAL	SUBSTÂNCIA ADICIONADA	APLICAÇÃO
LATÃO	Cu	Zn	Objetos domésticos
BRONZE	Cu	Sn, Pb, etc.	Sinos
SOLDA	Sn	Pb	Solda elétrica
OURO 18*	Au	Cu	Joias
OURO BRANCO	Au	Ag	Joias

\* 18 quilates = 18 frações de ouro em 24 avos do material.  
TABELA EXTRAÍDA DE *Química e Sociedade* (2005).

## COMO MODIFICAR AS CARACTERÍSTICAS DE UM METAL?

O objetivo desse experimento é modificar as características do metal cobre.

### MATERIAIS

- Moedas de cinco centavos (ou qualquer artefato em cobre);
- Cadinho de porcelana (pequeno);
- Béquer;
- Pinça, garra (ou pregador de madeira), bastão de vidro e espátula;
- Palha de aço;
- Papel toalha;
- Lamparina com álcool;
- Água;
- Solução  $3 \text{ molL}^{-1}$  de NaOH;
- Zinco em pó;

## PROCEDIMENTO

- 1 Com a palha de aço, limpe bem as moedas, até que fiquem brilhantes e com aspecto de novas;
- 2 No cadinho de porcelana, adicione, cuidadosamente, um pequeno volume da solução de NaOH (1/3 do cadinho) e com auxílio da espátula, uma “pitada” de zinco em pó. Misture os materiais com o bastão de vidro;
- 3 Coloque uma moeda dentro do cadinho e leve o mesmo à chama da lamparina, segurando o objeto com a garra, até que o conteúdo líquido entre em leve ebulição (CUIDADO! Não aponte o cadinho para você ou para seus colegas! A solução pode espirrar!);
- 4 Retire, com a pinça, a moeda *quente* do cadinho (CUIDADO!) e lave a moeda no béquer com água; Observe o aspecto da moeda.
- 5 Seque a moeda *fria* com o papel toalha. Com o auxílio da pinça, leve a moeda em direção à chama da lamparina por alguns segundos de maneira uniforme, de forma a esquentar ambos os lados da mesma;
- 6 Esfrie a moeda no béquer com água e observe novamente seu aspecto;



## ATENÇÃO!

Ao manusear o cadinho sob a chama da lamparina, utilize sempre a garra e não direcione o mesmo para você ou seus colegas, sob o risco da solução de NaOH em ebulição espirrar.

CUIDADO COM O NaOH! SUA SOLUÇÃO É **CORROSIVA!** MANTENHA LONGE DE SUA PELE E OLHOS.

## COMPREENDENDO O FENÔMENO

- 1 Quais as observações feitas sobre o aspecto da moeda nos passos 4 e 6?
- 2 Com base em seus conhecimentos, proponha uma explicação para os fenômenos observados e desenhe uma representação a nível microscópico para ambas as modificações na moeda.
- 3 Qual a função da chama da lamparina nos passos 4 e 6?
- 4 Os potenciais padrões de redução do  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$  são, respectivamente, +0,34V e -0,76V. De acordo com essa informação, qual a tendência de deposição dos íons desses metais um em relação ao outro? Suas conclusões estão de acordo com o fenômeno observado no experimento? Comente.

5 No primeiro passo, recomendou-se limpar bem as moedas para se realizar o experimento. Por que essa precaução foi necessária? No dia-a-dia você conhece outros metais que também apresentem essa “peculiaridade” do cobre? Exemplifique.

## DICA

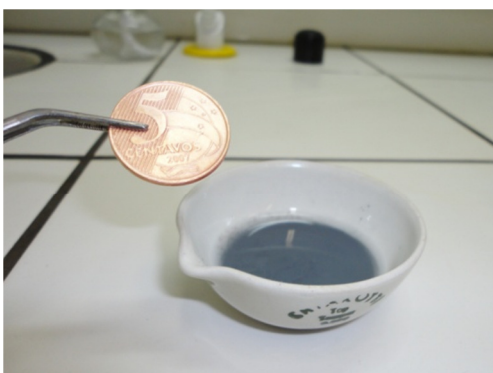
*O aspecto original da moeda pode ser recuperado mergulhando-a durante alguns minutos numa solução ácida. Peça ajuda do seu professor para fazer esse “caminho inverso”. Lembre que a moeda modificada perde o valor comercial!*

## MANUAL DO PROFESSOR

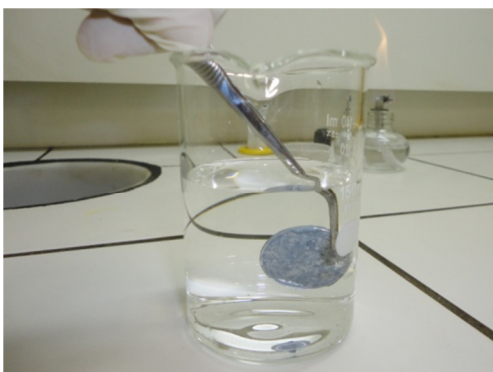
### COMPREENDENDO O FENÔMENO

#### RESPOSTAS COMENTADAS

1 Os passos 4 e 6, apresentados nas figuras abaixo, relacionam-se a mudança de coloração da moeda de cinco centavos, que passa de “acobreada” para “prateada” e “dourada”.



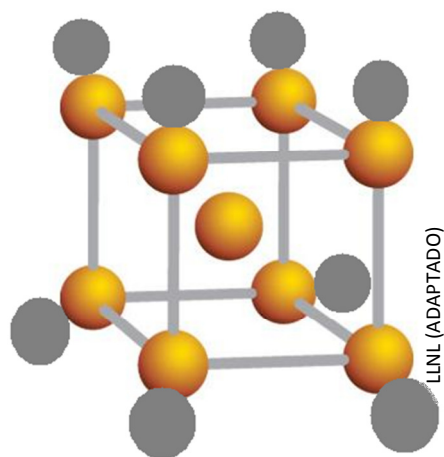
Primeiro momento: moeda original e moeda prateada sendo obtida no cadinho.



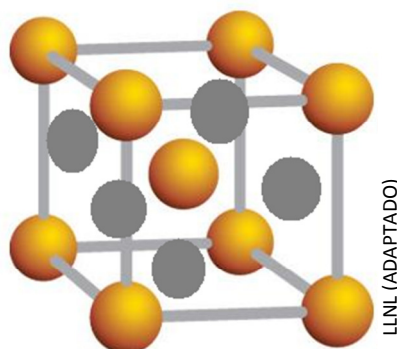
Segundo momento: moeda prateada sendo resfriada e moeda dourada sendo obtida sobre a chama.

FOTOS: CARLA MEDEIROS

2 Quando a moeda se torna prateada, o que ocorre é uma simples *deposição* de zinco metálico sobre a moeda de cobre. Quando a moeda se torna dourada, o fenômeno de obtenção da liga latão (cobre + zinco) pode ser visualizado. Uma possível representação:



*Representação microscópica 1* – os átomos de zinco apenas se depositam sobre os átomos de cobre, formando uma camada "prateada" sobre a moeda.



*Representação microscópica 2* – os átomos de zinco se encaixam nos interstícios do retículo metálico dos átomos de cobre, formando uma liga intersticial de latão, que é "dourada".

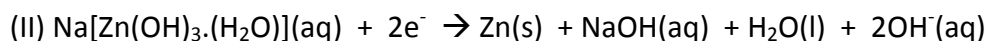
3 A função da chama no passo 4 é apenas "Acelerar" o processo de deposição do zinco sobre o cobre, já que, como pode ser observado na figura abaixo, o mesmo se inicia mesmo sem aquecimento espontaneamente.



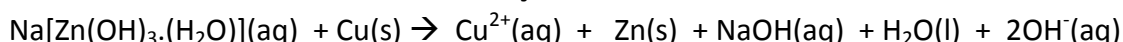
Já no passo 6, a função da chama é propiciar a formação da liga metálica de latão.

4 O potencial de redução dos  $\text{Cu}^{2+}$  é maior que do  $\text{Zn}^{2+}$ , portanto, as espécies de  $\text{Cu(II)}$  apresentam maior tendência em sofrer redução frente às de zinco(II). No experimento, observa-se deposição de zinco metálico: o que significa que o zinco está reduzindo. O estudante poderá inferir que a reação do zinco metálico com a solução

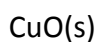
de hidróxido de sódio formou uma espécie com maior potencial de redução que o cobre (II) e o próprio zinco (II), e que é essa espécie que reage com a moeda de cobre, ao invés do zinco (II). Essa espécie, um hidróxido de zinco, conhecida como *zincato* se forma em contato com hidróxido e é reduzida em relação ao cobre metálico, que se oxida, conforme reações abaixo:



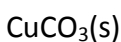
EQUAÇÃO GLOBAL:



5 Os metais, quando expostos à umidade e ao oxigênio tendem a formar óxidos. No caso do cobre, além de formar o óxido, também há a formação do carbonato do metal, a partir de seu óxido e do dióxido de carbono atmosférico. A essa mistura de óxido e carbonato, de coloração esverdeada, dá-se o nome de *azinhavre*:



+



Outros metais do cotidiano também formam suas espécies de óxidos, a depender da natureza do metal. O alumínio, por exemplo, forma uma camada de *óxido aderente*, enquanto o ferro forma um óxido de natureza mais frágil, conhecido como *ferrugem*, que tende a “esfarelar”. Observa-se a formação do azinhavre e do óxido de alumínio em painéis, por exemplo. Essas feitas de cobre, por sinal, devem ser evitadas, já que o azinhavre pode ser digerido e o cobre é um metal tóxico, e bioacumulativo. Não há evidências dos malefícios da ingestão acidental de alumínio. Já o óxido de ferro pode ser observado nos portões, cadeados, carros enferrujados, entre outros.

# REFERÊNCIAS

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA CONSULTADA

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL, Banco Central do – *A história do dinheiro no Brasil*, Brasília, 2002 (cartilha).

LEE, John David. *Química inorgânica não tão concisa*. Tradução da 5ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1999.

SANTOS, W. L. P., MOL, G. S. *Química e Sociedade*. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2005.

USBERCO e SALVADOR. *Química, Volume Único*. 7ª ed. Reform. São Paulo: Saraiva, 2006.

VIDAL, B. *História da Química*. Lisboa: Edições 70, 1986.

### Sites:

<http://www.pontociencia.org.br/>

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>

## REFERÊNCIAS DAS ILUSTRAÇÕES

### LAYOUT

**CAPA** *Béqueres (adaptados)*

[http://4.bp.blogspot.com/\\_URadmXWHnKc/TIBccNbhe4I/AAAAAAAAALd0/2esY5Kk5Zgo/s1600/tubos\\_ensaio.png](http://4.bp.blogspot.com/_URadmXWHnKc/TIBccNbhe4I/AAAAAAAAALd0/2esY5Kk5Zgo/s1600/tubos_ensaio.png) Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h43.

**UNIDADE 1** *Béqueres Coloridos*

<http://www.whyld.com/why-is-chemistry-important/> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h21.

**EXPERIMENTAÇÃO – QUÍMICA NO COTIDIANO** *Menina Cientista*

<http://www.learningsets.com/learning-and-education/science/5-best-chemistry-sets-for-girls> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h39.

### FIGURAS



**P. 03** - <http://www.studiofenwick.co.uk/page2.htm> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h28.

**P.04-**

<http://www.thefakebusters.com/greek%20bronze%20helmets/ancient%20Greek%20hoplite%20bronze%20helmets%208.htm> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h31.

<http://colunas.crescer.globo.com/comereubarato/tag/doce/page/4/> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h33.

**P. 05** - <http://www.greydragon.org/trips/Yorkshire2004/ripon052.jpg> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h34.

**P. 06 –**

<http://jornalbrasileirosgratuito.com.br/site/?p=3754> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h35.

[http://1.bp.blogspot.com/\\_CaQwNiO9jmk/S89pFPzzfCI/AAAAAAAAADeY/LibKXvOwMsw/s1600/08deMaio2009+069.JPG](http://1.bp.blogspot.com/_CaQwNiO9jmk/S89pFPzzfCI/AAAAAAAAADeY/LibKXvOwMsw/s1600/08deMaio2009+069.JPG) Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h36.

**P.07–** <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/microscopio/index-microscopio.php> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h45.

**P. 08 –** Todas as ilustrações feitas pela própria autora.

**P.11–**

[http://2.bp.blogspot.com/\\_\\_\\_NaEPDaj4OM/TLjZ7B4xC9I/AAAAAAAAACn0/mnkn2ASCmbY/s1600/dobr%C3%A3o+1727+bahia.jpg](http://2.bp.blogspot.com/___NaEPDaj4OM/TLjZ7B4xC9I/AAAAAAAAACn0/mnkn2ASCmbY/s1600/dobr%C3%A3o+1727+bahia.jpg) Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h46.

**P. 12 –**

<http://ucho.info/pt-contraria-o-proprio-discurso-e-faz-campanha-pelo-minimo-de-r-580-no-site-oficial> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h49.

<http://www.ludovico.com.br/wp-content/uploads/2010/01/16.045-CHAPA-PERFURADA-15.jpg> Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h55.

[http://www.oboeshop.com.br/paginas/entretenimento/restaurantes/restaurantes\\_mostrar.php?id=188](http://www.oboeshop.com.br/paginas/entretenimento/restaurantes/restaurantes_mostrar.php?id=188) Acessado em 28 de maio de 2011, às 14h57.

[http://www.fastinfor.com/musica/popup\\_image.php?PID=502&osCsid=82915cd804c3da0b9a68b08c4cc48c5f](http://www.fastinfor.com/musica/popup_image.php?PID=502&osCsid=82915cd804c3da0b9a68b08c4cc48c5f) Acessado em 28 de maio de 2011, às 15h01.

<http://www.amazon.com/BLINKING-LIGHT-Barbell-red-green/dp/B000TGQ8P6> Acessado em 28 de maio de 2011, às 15h25.

[http://viajeaqui.abril.com.br/noticias/companhias-aereas-tem-tarifas-promocionais-neste-fim-semana-289119\\_comentarios.shtml?6978403](http://viajeaqui.abril.com.br/noticias/companhias-aereas-tem-tarifas-promocionais-neste-fim-semana-289119_comentarios.shtml?6978403) Acessado em 28 de maio de 2011, às 16h13.

<http://palmernoelle.com/catalog.htm?category=8> Acessado em 28 de maio de 2011, às 16h23.

<http://www.meloteca.com/cancoes-em-ingles.htm> Acessado em 28 de maio de 2011, às 16h26.

<http://www.vidaimobiliaria.com.br/content/expansao-do-credito> Acessado em 28 de maio de 2011, às 16h27.

**P. 14 e 15** – Todas as ilustrações feitas pela própria autora.

**P. 16** – <https://www.lnl.gov/str/November05/Bulatov.html> Acessado em 28 de maio de 2011, às 16h33.

Ilustração da própria autora.