

# O GÁS QUE BEBEMOS ... O DIÓXIDO DE CARBONO EM BEBIDAS CARBONATADAS

## “MÓDULO *INQUIRY*” PARA O ESTUDO DOS GASES E DAS SUAS PROPRIEDADES

Adriano Néry\*, Ana Garcês, Sofia Vales

Escola Secundária de Penafiel  
adrianojnery@gmail.com

Existem situações do dia-a-dia que podem gerar o interesse imediato dos alunos quando estudam Química. A investigação laboratorial a realizar neste módulo *inquiry* dá aos alunos a oportunidade de, usando 12 latas de refrigerantes, desenvolver a capacidade de “ver” aplicações, na vida real, de conceitos de Química [1]. As latas de refrigerantes quando cheias com uma solução de açúcar, fornecem não apenas a possibilidade de ingestão de líquidos de forma agradável, mas também um meio adequado para o estudo das leis dos gases, da solubilidade e da estequiometria, entre outros. A investigação torna-se mais importante ainda, quando se apresenta como um problema aberto, já que inspira os alunos a pensar criticamente e criativamente sobre a Química que se pode observar nas actividades domésticas do quotidiano.

Neste contexto, este módulo *inquiry* foi aplicado nas aulas de Física e Química dos 9.º e 10.º anos de escolaridade, na componente de Química (dióxido de carbono e suas propriedades). Teve como meta o desenvolvimento de competências transversais a estes dois níveis de escolaridade, extravasando o programa em alguns domínios, de forma a incrementar a literacia científica dos alunos e promover abordagens pedagógicas através do *Inquiry-Based Science Education (IBSE)*, que é o foco do projecto europeu PROFILES [2,3].

O módulo *inquiry* que a seguir se apresenta foi por nós adaptado e optimizado, tendo em conta o contexto português, o *curriculum* escolar nacional e o aspecto inovador das actividades (com base no módulo PARSEL já existente e disponível em [http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/file-admin/parsel/Material/Ioannina/neu/Carbon\\_Dioxide](http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/file-admin/parsel/Material/Ioannina/neu/Carbon_Dioxide)), de forma a tentar motivar os alunos para a temática referida, que é de difícil compreensão e que tem subjacente várias concepções alternativas [4].

Foi criado um problema inicial, cuidadosamente escolhido, que permitisse através dele criar outros problemas adjacentes que ajudassem ao desenvolvimento de toda a actividade. O *grande* problema foi: **Como determinar a pressão que prevalece dentro de uma lata fechada, contendo uma bebida carbonatada?**

Os refrigerantes seriam o contexto ideal, pela sua presença no nosso dia-a-dia, fácil acesso e baixo custo. De facto, uma grande parte dos refrigerantes comercializados actualmente pertence ao chamado grupo das “bebidas carbonatadas”, bebidas a que é adicionado dióxido de carbono, de forma a

conferir-lhes características organolépticas particulares. A libertação de dióxido de carbono dissolvido para a atmosfera, aquando da abertura (despressurização) do recipiente origina a formação de “bolhinhas” no seio do líquido, tornando a bebida mais agradável para a generalidade dos consumidores. A razão pela qual se usa dióxido de carbono, e não outro gás, prende-se com o facto de este ter uma solubilidade em água dezenas de vezes superior à maioria dos gases. Latas de bebidas carbonatadas fornecem aplicações da Ciência na vida real.

Os alunos, trabalhando colaborativamente, em grupos, realizaram uma pesquisa para encontrar métodos laboratoriais que permitissem medir o volume de dióxido de carbono contido numa bebida carbonatada, assim como determinar a pressão que prevalecia dentro da garrafa ou lata fechadas. Os métodos foram testados pelos alunos e discutidos criticamente pelos mesmos. Numa fase final, o professor realizou uma demonstração de uma “fonte de dióxido de carbono” acompanhada de uma explicação detalhada do fenómeno.

Num processo em que as respostas aos problemas que iam surgindo não eram dadas mas conquistadas, os alunos foram-se apercebendo que estavam a construir o seu conhecimento. Foi frequente verificar a mudança de semblantes de estupefacção para defensores de uma determinada explicação ou raciocínio. A título de exemplo, o facto do volume de dióxido de carbono recolhido à pressão ambiente ser várias vezes superior à capacidade da lata do refrigerante, gerou incredulidade, tendo sido desmitificada a ideia alternativa, que os alunos tinham, de que o volume seria inferior, após a realização da actividade experimental e a explicação científica da mesma [5].

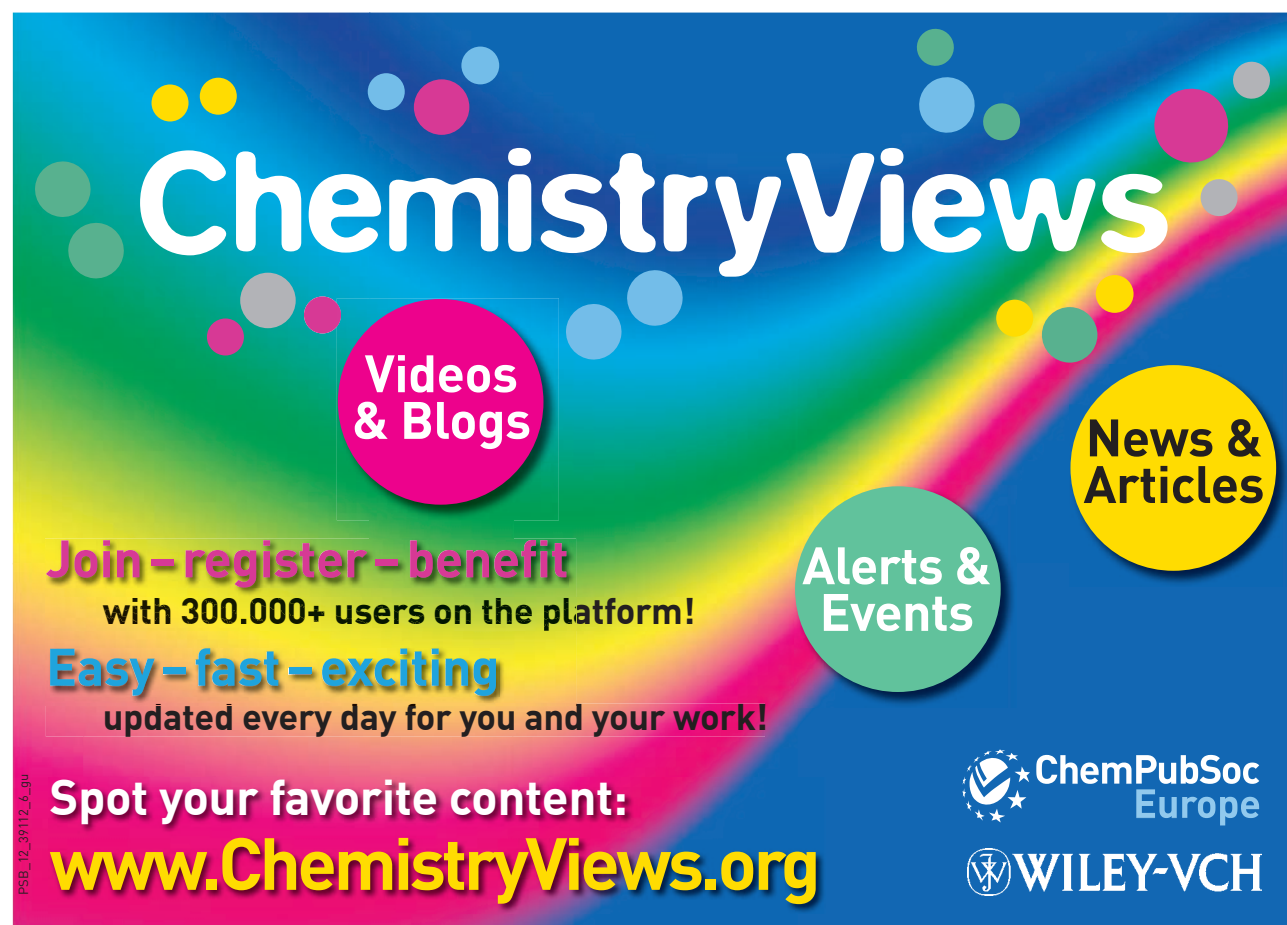
Alguns constrangimentos que decorreram do processo de utilização deste módulo *inquiry* foram: a) o facto do *curriculum* da disciplina de Física e Química ser muito extenso, não se compadecendo com actividades mais inovadoras mas exigentes em termos de tempo; b) a integração do módulo na planificação anual prevista; c) as concepções alternativas que os alunos manifestavam relativamente ao tema e d) o equipamento de laboratório, que teve de ser todo reunido e adaptado. Estes obstáculos foram, na sua maioria, ultrapassados com a realização de várias actividades experimentais, repetidas várias vezes, fazendo o controlo de variáveis de forma muito cuidadosa. As questões foram sendo respondidas e os problemas inerentes ultrapassados, usando determinação, espírito crítico, persistência e vontade.

de de ir mais longe. A utilização dos módulos *inquiry* e a abordagem *IBSE* tentam, precisamente, incrementar a motivação do professor e dos seus alunos [6].

As expectativas futuras passam pela adaptação de novos materiais de ensino, combinados com uma intervenção no *curriculum*; a disseminação deste módulo a outros colegas usando diferentes meios de divulgação científica (fóruns interactivos, revistas científicas e cursos de formação contínua) fomentando uma análise mais sistemática da motivação do aluno, incluindo a sua prática reflexiva. O maior objectivo alcançado pelos alunos e professores foi o aumento da literacia científica e prática criativa, através de materiais de ensino inovadores com cenários multidisciplinares e com uma vertente sócio-científica.

## REFERÊNCIAS

- [1] H. Grys, *J. Chem. Educ.* **84** (2007) 1117-1119
- [2] J. Branch, D. Oberg, "Focus on inquiry: a teacher's guide to implementing inquiry-based learning", Alberta Learning, Alberta (2004) 1-5
- [3] PROFILES. FP7 Negotiation Guidance Notes - Coordination and Support Actions - Supporting and coordinating actions on innovative methods in science education: teacher training on inquiry based teaching methods on a large scale in Europe - Annex I - Description of Work (2010).
- [4] R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien, "Children's Ideas in Science", Open University Press, Milton Keynes (1985) 124-144
- [5] C. Kampourakis, G. Tsapalis, *Chem. Educ. Res. Pract.* **4** (2003) 319-333
- [6] D.C. Edelson, D.N. Gordin, R. Pea, *Journal of the Learning Sciences* **8** (1999) 391-450
- [7] S. Kang, E. Ryu, *J. Chem. Educ.* **84** (2007) 1671-1672



**ChemistryViews**

Videos & Blogs

News & Articles

Alerts & Events

Join – register – benefit  
with 300.000+ users on the platform!

Easy – fast – exciting  
updated every day for you and your work!

Spot your favorite content:  
**www.ChemistryViews.org**

ChemPubSoc Europe

WILEY-VCH

PSB\_12\_39112\_6\_gw



## Sociedade Portuguesa de Química

Morada  
Av. da República, 45 - 3ºEsq  
1050-187 Lisboa  
Portugal

Tel.: 21 793 4637  
Horário: 10:00 às 13:00 e das 14:30 às 18:00  
Fax: 21 795 2349  
e-mail: sede@spq.pt

**“Módulo inquiry”****“O gás que bebemos... o dióxido de carbono em bebidas carbonatadas”****Actividades para o aluno****Contextualização/Cenário (Ler, Reflectir, Questionar)**

Uma grande parte dos refrigerantes comercializados actualmente pertence ao chamado grupo das “bebidas carbonatadas”, bebidas a que é adicionado dióxido de carbono, de forma a conferir-lhes características organolépticas particulares. A libertação, para a atmosfera, do dióxido de carbono dissolvido, aquando da abertura (despressurização) do recipiente (garrafa ou lata) origina a formação de “bolhinhas” no seio do líquido, tornando a bebida mais agradável para a generalidade dos consumidores. A razão pela qual se usa dióxido de carbono e não outro gás, neste contexto, prende-se com o facto de este ter uma solubilidade em água dezenas de vezes superior à maioria dos gases (é cerca de 70 vezes superior à do nitrogénio), já que o dióxido de carbono reage quimicamente com a água, formando ácido carbónico.

As garrafas ou latas de bebidas carbonatadas fornecem aplicações da ciência na vida real. Conceitos como a solubilidade dos gases em líquidos, a pressão de um gás, as leis dos gases, o equilíbrio físico e químico, as reacções ácido-base, são alguns dos conceitos que podem ser abordados.



Fonte: [http://4.bp.blogspot.com/\\_D1XCgCWzC2s/TN2vIBiOqNI/AAAAAAAAABk/yEVD0s1GX8/s1600/bebidas.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_D1XCgCWzC2s/TN2vIBiOqNI/AAAAAAAAABk/yEVD0s1GX8/s1600/bebidas.jpg)

**Questão: Como determinar a pressão que prevalece dentro de uma garrafa ou lata fechada, contendo uma bebida carbonatada?**

**Processo:****Fase 1**

- Recorde alguns conhecimentos adquiridos sobre gases: pressão atmosférica; lei dos gases ideais; propriedades dos gases; solubilidades dos gases. Investigue conceitos como: as propriedades físicas e químicas do dióxido de carbono; a solubilidade de gases em líquidos e factores que afectam a solubilidade; métodos experimentais para recolher e medir o volume de um gás.
- Realize pequenas experiências em grupo (sobre através de uma palhinha para um copo que contem água de cal, a fim de detectar a presença de dióxido de carbono; meça o valor do pH de uma água antes e depois da adição de dióxido de carbono; etc.). As garrafas/latas de bebidas carbonatadas são todas iguais (feitas de vidro ou de metal) e, portanto, têm a mesma capacidade.

**Fase 2**

- Abra as garrafas/latas de bebidas carbonatadas e observe o dióxido de carbono que escapa para a atmosfera e sugira uma explicação para o que observa.
- Posteriormente, utilize duas garrafas/latas com a mesma bebida carbonatada, uma tendo sido mantida no frigorífico e outra num lugar quente (ou aquecendo a primeira). Anexe no gargalo das garrafas uma rolha com um tubo que passa pelo seu interior (ou outra forma alternativa), observe e tente explicar a quantidade de bolhas que escapa no final do tubo que está mergulhado no recipiente com a solução (inicialmente, por exemplo, água). Desta forma, estudará o efeito da temperatura sobre a solubilidade de gases em líquidos.
- Proponha uma estratégia experimental adequada para poder recolher e medir o volume de dióxido de carbono que está contido numa bebida gaseificada. Para este fim, pode usar materiais existentes no laboratório da escola ou outros. Discuta dentro do grupo a melhor estratégia e sugira uma montagem experimental para a executar. Depois do professor aprovar a proposta de montagem experimental, pode começar a realizar a actividade.

**Fase 3**

- Cada grupo realiza a sua própria experiência, usando a sua própria bebida carbonatada. Registe as medições e posteriormente relate ao resto da turma. Realize mais do que um ensaio para aumentar a fiabilidade dos resultados. Os dados são registados numa tabela que, posteriormente, será projectada com os dados de todos os grupos, para que todos os alunos tenham a oportunidade de comparar e avaliar os mesmos.
- Em grupo responda às questões que se seguem, as quais permitem testar a compreensão das actividades que realizaram: "Quais os factores que afectam a solubilidade de um gás num líquido?"; "Por que razões é o dióxido de carbono adicionado às bebidas carbonatadas?"; "Compare o pH de uma bebida carbonatada imediatamente após a sua abertura e depois de ter recolhido o dióxido de carbono nela contido".

**Fase 4**

- Trabalhando sempre em grupos, indique uma forma de medir a pressão do gás dentro de uma lata/garrafa de bebida carbonatada fechada. Num período curto (45 minutos) planeie uma estratégia e num longo período (cerca de 75 minutos) complete a investigação em laboratório. Pode usar qualquer equipamento comum a um laboratório convencional ou outro [1] (aconselhável a leitura do artigo referenciado ou a consulta do módulo *inquiry*).

**Fase 5**

- Nesta fase há uma revisão de todas as actividades. Analise os resultados e faça a sua interpretação. Discuta, em grupo, os erros que encontra nos vários métodos propostos e executados.
- Finalmente, o professor realiza uma demonstração: “fonte de dióxido de carbono[7]”. Em grupo, tente encontrar a explicação para o fenómeno observado.

<p align="center"><b>“Módulo inquiry”</b></p> <p align="center"><b>“O gás que bebemos... o dióxido de carbono em bebidas carbonatadas”</b></p> <p align="center"><b>Notas complementares para o professor</b></p>	
<b>Introdução</b>	<p>O desenvolvimento e a aplicação dos módulos <i>inquiry</i> visa a promoção da <b>literacia científica</b> pela <b>aprendizagem significativa</b> em dois domínios principais: a) desenvolvimento cognitivo, pessoal e social, b) processo e natureza da Ciência.</p> <p>Com vista a contribuir para a popularidade e relevância das aulas de Ciência, nestes módulos, a abordagem parte, intencionalmente, de um <b>fenómeno real do quotidiano</b> e orienta-se para a Ciência, tentando por esta via, aproximar-se das necessidades específicas de aprendizagem dos alunos.</p>
<b>Estrutura</b>	<p>Os módulos <i>inquiry</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apresentam o título e o cenário (baseados num assunto social), tendo como suporte o guia do aluno.</li> <li>2. Colocam a sua ênfase centrada no aluno, na resolução de problemas científicos, interligando a aprendizagem num contexto de objectivos educacionais e científicos.</li> <li>3. Incluem tomadas de decisão sócio-científicas relacionando os conhecimentos científicos adquiridos com necessidades sociais incluindo a cidadania responsável.</li> </ol>
<b>Objectivos/Competências/Metas:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconhecer que os gases se dissolvem em líquidos.</li> <li>2. Perceber que as bebidas carbonatadas estão sob alta pressão.</li> <li>3. Propor e executar um método para determinar a quantidade de dióxido de carbono que está contida numa bebida carbonatada.</li> <li>4. Delinear métodos para avaliar a pressão existente dentro de uma garrafa ou lata de bebida carbonatada, fechada.</li> <li>5. Estabelecer uma relação, para uma dada pressão e temperatura, entre o volume de um gás e a quantidade de substância nele contido.</li> <li>6. Relacionar a densidade de uma substância gasosa com a sua massa molar.</li> <li>7. Definir gás ideal.</li> <li>8. Relacionar entre si, pressão, temperatura e volume de um gás: equações dos gases ideais.</li> <li>9. Definir pressão parcial de um gás numa mistura de gases ideais e relacioná-la com a pressão total.</li> <li>10. Aplicar a equação dos gases ideais na estimativa da pressão no contexto do ponto 4.</li> <li>11. Considerar a existência de erros experimentais e tê-los em conta nos vários procedimentos, de forma a avaliar a pressão.</li> <li>12. Ver uma demonstração de uma "fonte de dióxido de carbono" e explicar o fenómeno, usando o conhecimento adquirido ao longo deste PARSEL.</li> </ol>
<b>Procedimento proposto</b> (disponível detalhadamente em: <a href="http://www.profiles.org.pt">www.profiles.org.pt</a> ) - duração: 6 aulas de 45 min ou 3 aulas de 90 min	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formação de grupos de 4 elementos com dois alunos do 9º ano e dois do 10º ano de escolaridade.</li> <li>2. Pesquisar na escola e em casa, as propriedades dos gases e as propriedades físicas e químicas do dióxido de carbono.</li> <li>3. Planificação de um método simples para determinar a quantidade de dióxido de carbono que está contido dentro de uma bebida gaseificada.</li> <li>4. Elaboração de um método para determinar a pressão que prevalece dentro de uma garrafa ou lata fechada, contendo uma bebida carbonatada.</li> <li>5. Análise dos resultados observados tendo em conta os erros experimentais envolvidos. Observação de uma demonstração, realizada pelo professor, de uma "fonte de dióxido de carbono" e encontrar a explicação para o funcionamento da mesma.</li> </ol>
<b>Guia do professor</b>	<div>  <p><b>Fase 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos iniciam a actividade com uma discussão, sob a orientação do professor, sobre os conhecimentos adquiridos relativamente aos gases: pressão atmosférica; lei dos gases ideais; propriedades dos gases; solubilidades dos gases. Especial ênfase deverá ser dada ao dióxido de carbono e suas propriedades.</li> <li>• De seguida os alunos realizam experiências simples, tais como: a) actividade de soprar através de uma palhinha para um copo contendo água de cal, a fim de detectar a presença de dióxido de carbono; b) medição do valor do pH de uma água antes e depois da adição de dióxido de carbono (por sopro) e c) medição do valor de pH de diversas bebidas carbonatadas.</li> </ul> </div> <div>  <p><b>Fase 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os grupos realizam no laboratório uma série de experiências preliminares para visualizarem de forma qualitativa, a quantidade de gás libertado, recolhido através de um balão colocado na abertura de um tubo de ensaio onde se encontra a bebida carbonatada. Fazem, seguidamente, uma apreciação sobre a relação da solubilidade dos gases com a temperatura.</li> <li>• Posteriormente, cada grupo de alunos terá a tarefa de construir uma montagem experimental adequada para poder recolher e medir o volume de dióxido de carbono que está contido numa bebida gaseificada. Os estudantes vão debater dentro do seu grupo e sugerir uma montagem experimental que entenderem ser a mais adequada. O professor actuará como um orientador, comentando as propostas, sugerindo formas de as melhorar, contudo, não dará aos alunos uma resposta final. Depois de o professor aprovar a proposta de montagem experimental do grupo, os alunos darão início à actividade.</li> </ul> </div> <div>  <p><b>Fase 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada grupo realiza a sua experiência, usando a sua própria bebida engarrafada (havendo pelo menos 5 cinco tipos de bebidas diferentes). Os dados serão registados numa tabela, que será futuramente projectada com os dados de todos os grupos, para que estes tenham a oportunidade de comparar e avaliar os resultados, ficando com a noção que o volume recolhido é muito superior à capacidade da lata e varia de bebida para bebida.</li> <li>• Será dinamizada pelo professor, uma discussão de possíveis erros nestas medições. São colocadas questões que serão um teste à compreensão das actividades realizadas.</li> </ul> </div> <div>  <p><b>Fase 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os grupos indicam uma forma de medir a pressão do gás dentro de uma lata de bebida fechada. Os alunos planeiam a sua estratégia (45 minutos) e completam a sua investigação em laboratório (cerca de 75 minutos). Usam qualquer equipamento comum a um laboratório convencional ou outro [1] (aconselhável a leitura do artigo referenciado ou a consulta do módulo <i>inquiry</i>).</li> <li>• Após este grande obstáculo, como medir a pressão com a lata fechada, os alunos terão de concluir que há várias soluções possíveis, mas que todas, passarão por ter de "abrir" as latas, podendo inferir qual era a pressão quando estas estavam fechadas. (Várias soluções possíveis: pela equação dos gases ideais; capturar o gás.)</li> </ul> </div> <div>  <p><b>Fase 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nesta fase haverá uma revisão de todas as actividades, análise dos resultados e sua interpretação. Os alunos irão discutir os erros que encontraram nos vários métodos propostos e executados, discutindo em pormenor os últimos. Finalmente, o professor irá realizar uma demonstração de uma fonte de dióxido de carbono [7].</li> </ul> </div>
<b>Avaliação</b>	<p>A avaliação do módulo <i>inquiry</i> será contínua, integrando-se no processo de ensino/aprendizagem de modo a verificar em que medida os alunos vão atingindo os objectivos definidos quer a nível geral quer específico. A avaliação, essencialmente formativa, será baseada nos conceitos, planeamento, execução, actividades práticas/experimentais realizadas, discussão crítica, atitudes, empenho e interesse face à Ciência.</p>