

# Modelos análogos

## Crescimento de cristais

Maria de Jesus E. Reis, Rosa Medina de Sousa, Sara R. Santos  
Escola Básica de Freiria

### CITAÇÃO

Reis, M. J. E., Sousa, R. M., Santos, S. R. (2021) Modelos análogos, *Rev. Ciência Elem.*, V9(03):057. [doi.org/10.24927/rce2021.057](https://doi.org/10.24927/rce2021.057)

### EDITOR

João Nuno Tavares  
Universidade do Porto

### EDITOR CONVIDADO

Paulo Fonseca  
Universidade de Lisboa

### RECEBIDO EM

05 de janeiro de 2021

### ACEITE EM

13 de janeiro de 2021

### PUBLICADO EM

15 de outubro de 2021

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2021. Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](https://rce.casadasciencias.org)



O presente trabalho apresenta três atividades experimentais a desenvolver com alunos do 7.º ano, Ciências Naturais e/ou 11.º ano de Biologia e Geologia, com graus de profundidade e enquadramento distintos, que pretendem simular processos análogos aos que ocorrem na Natureza, nomeadamente o desenvolvimento de cristais em grutas e outras cavidades e espaços vazios, cárnicos, quer sob a forma de estalactites e estalagmites, quer em solução aquosa. Para o efeito foram utilizadas substâncias químicas que habitualmente existem nos laboratórios das escolas (borato de sódio, sulfato de potássio e alumínio e bicarbonato de sódio). Descreve-se o modo como decorreram as atividades e os resultados obtidos, concluindo-se que as soluções de borato de sódio e de bicarbonato de sódio poderão ser utilizadas para demonstrar o processo de formação de cristais de calcite nas cavidades cárnicas, enquanto a solução de sulfato de potássio e alumínio será mais indicada para simular o desenvolvimento de cristais em meio aquoso. Destaca-se a importância da utilização de modelos análogos no ensino da geologia.

Em maio de 2017, no âmbito da ação de formação “Geologia, uma ciência alicerçada na Física e na Química”, fomos desafiadas a desenvolver atividades práticas que integrassem as referidas ciências. O documento “Aprendizagens essenciais” emanado pelo Ministério da Educação prevê que “os alunos se assumam como agentes ativos na construção do seu próprio conhecimento, pesquisando e organizando informação, analisando e interpretando dados, planificando e executando atividades práticas”, sendo que “as atividades práticas devem ser valorizadas e consideradas como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e de aprendizagem em todas as temáticas”. Nesse sentido desenvolvemos e testámos três atividades experimentais, destinadas a alunos do 7.º ano, Ciências Naturais e/ou 11.º ano de Biologia e Geologia, para implementar em sala de aula. Com estas pretendemos simular processos análogos aos que ocorrem na Natureza, nomeadamente o desenvolvimento de cristais em cavidades cárnicas, quer em ambiente aéreo sob a forma de estalactites e estalagmites, quer em solução aquosa (FIGURA 1). Optámos por escolher substâncias químicas que existem habitualmente nos laboratórios das escolas e que permitam analogias a substâncias associadas aos processos naturais de geodinâmica externa, em estudo.

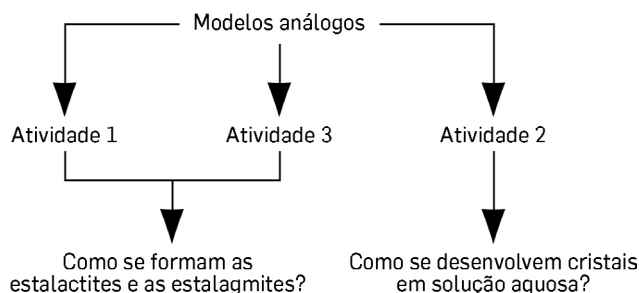
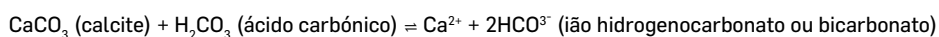


FIGURA 1. Esquema simplificado das atividades desenvolvidas.

## Formação das grutas calcárias, das estalactites e das estalagmites

Os calcários são fundamentalmente formados por um mineral chamado calcite,  $\text{CaCO}_3$  - carbonato de cálcio.

É a ação química das águas enriquecidas em dióxido de carbono que circulam nas zonas subterrâneas dos maciços calcários que, ao longo de milhões de anos, provoca a formação de galerias e cavidades que constituem as grutas – carbonatação (meteorização química) (FIGURA 2).



Como resultado desta reação surge bicarbonato de cálcio dissolvido na água. Em determinadas circunstâncias, como mudanças de pressão e/ou de temperatura por exemplo, os iões precipitam originando as estalactites e as estalagmites.

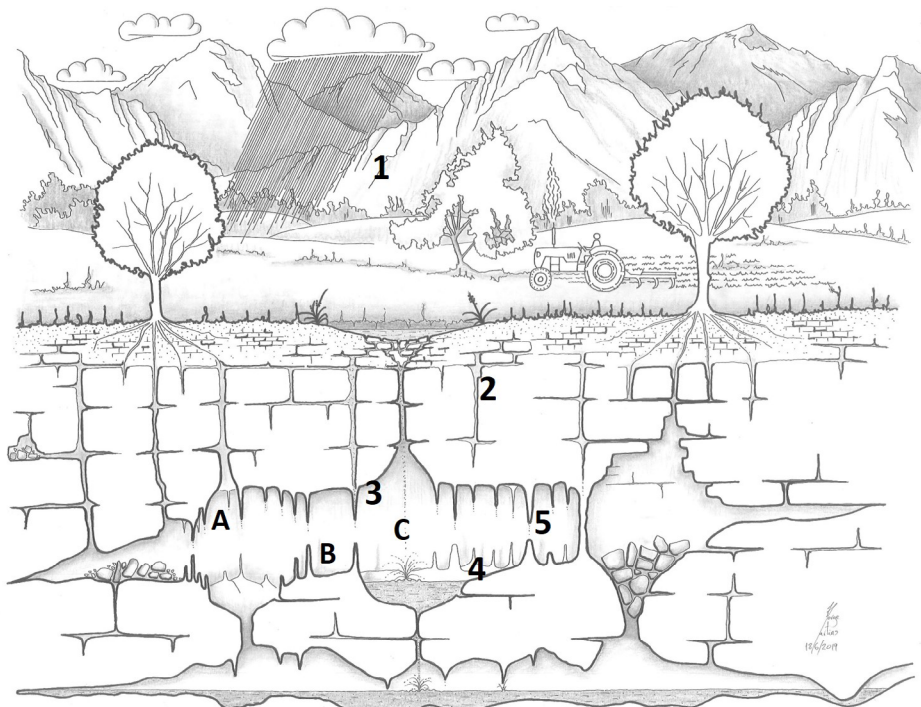
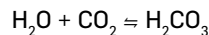


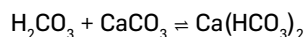
FIGURA 2. Corte esquemático de algumas formações do modelado cárstico (grutas).

1. Quando chove, a água da chuva dissolve o dióxido de carbono existente na atmosfera e forma um ácido fraco (ácido carbónico). A acidez da água pode ser potenciada pelos ácidos húmicos resultantes da percolação da água na manta

morta (secção superficial do solo em que as folhas, raízes e restante matéria orgânica existem em abundância em climas temperados).

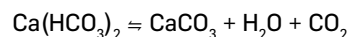


2. A lenta circulação das águas aciduladas, pelas fendas, leva à dissolução do cálcio (calcite).



Ao longo do tempo as fendas vão alargando e às vezes formam largos e longos canais subterrâneos onde há circulação da água (rios subterrâneos). As zonas mais alargadas correspondem às cavidades cársticas (cavernas, lapas, ...) **(C)**.

3. As águas em circulação subterrânea contêm hidrogenocarbonato de cálcio  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  em solução. Quando ficam saturadas, ocorre a precipitação de calcite podendo levar à formação das estalactites **(A)**.



4. A contínua circulação da água leva a que os pingos ao caírem no fundo da gruta, precipitem o carbonato de cálcio e se deposite a calcite, formando sucessivas camadas que dão origem às estalagmites **(B)**.
5. Quando as estalactites e as estalagmites se unem, formam uma coluna, processo que pode demorar de muitos milhares a milhões de anos.

## Procedimento Experimental

Material de laboratório	Outros	Produtos utilizados	Corante alimentar
<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 balões de fundo plano</li><li>• 6 frascos de vidro</li><li>• 3 tinas de vidro</li><li>• 3 varetas de vidro</li><li>• 3 caixas de Petri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 cordões de algodão</li><li>• 3 tabuleiros</li><li>• 1 balança eletrônica</li><li>• 3 rolhas de cortiça</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 60 g de borato de sódio <math>\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}</math></li><li>• 370 g de sulfato de potássio e alumínio <math>\text{KAl}(\text{SO}_4)_2</math></li><li>• 78 g de bicarbonato de sódio <math>\text{NaHCO}_3</math></li><li>• 3 litros de água</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Castanho</li><li>• Azul</li><li>• Vermelho</li></ul>

As soluções 1, 2 e 3 foram preparadas com base em tabelas de solubilidade e garantiu-se a sua saturação: 1 - borato de sódio; 2 - sulfato de potássio e alumínio e 3 - bicarbonato de sódio.

	Solução 1	Solução 2	Solução 3
Temperatura (°C)	22	50	22
Solvente	Água	Água	Água
Soluto	Borato de sódio $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de potássio e alumínio - $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	Bicarbonato de sódio - $\text{NaHCO}_3$
Solubilidade em água	60g/l	370g/l	78g/l
Corante (10 gotas)	Azul	Castanho alaranjado	Vermelho

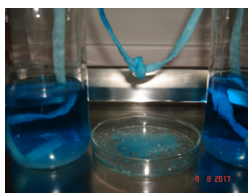
## Dia 1

Para cada uma das atividades procedeu-se do seguinte modo:

1. Preparou-se a solução adicionando a água, o reagente e o corante alimentar;
2. Demos um nó a meio do cordão;
3. Colocámos uma extremidade do cordão, previamente humedecido na solução, num frasco e a outra extremidade no outro frasco;
4. Adicionámos igual quantidade de solução nos dois frascos.



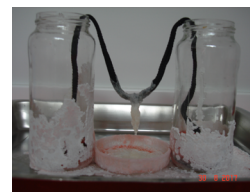
## Dia 5



## Dia 12 \*



## Dia 26



## Dia 37



\*Como a experiência foi efetuada à temperatura ambiente e esta subiu muito, entre os dias 5 e 12, houve necessidade de adicionar mais solução 2.

Solução 1 - observámos a formação de cristais em meio aquoso, no cordão e na caixa de Petri;

Solução 2 - observámos a formação de cristais essencialmente em meio aquoso e alguns no cordão e na caixa de Petri;

Solução 3 - observámos a formação de cristais no cordão e na caixa de Petri.

## Discussão dos resultados

As soluções correm por adsorção ao longo do cordão verificando-se, à medida que a água evapora, a formação de cristais, por precipitação, no cordão, no fundo do frasco e na caixa de Petri.

Nas soluções 1 e 3, o crescimento de cristais ao longo do cordão e na caixa de Petri, pode constituir um modelo análogo à formação dos cristais de calcite (estalactites, estalagmites, travertinos, tufo calcários) nas grutas dos maciços calcários ou em locais onde possam circular águas ricas em carbonato de cálcio. As soluções 1 e 3 são as melhores para demonstrar esse processo.

Nas soluções 1 e 2, os sais dissolvidos na água cristalizam à medida que a solução se torna sobressaturada pela evaporação da água. Este crescimento de cristais dentro da solução poderá ser análogo à formação de cristais de selenite, como os existentes na gruta de Naica, no México<sup>1</sup>.

Nota: deve-se utilizar cordão de algodão/fibras naturais. Com os cordões sintéticos corre-se o risco de não haver adsorção; devem-se utilizar corantes de cor clara o que permitirá observar mais facilmente o crescimento de cristais na solução.

## Considerações finais

- A formação e desenvolvimento de cristais, quer em laboratório quer na natureza, implicam determinadas condições do meio. Os principais fatores externos que condicionam a formação dos cristais são a agitação do meio, o espaço disponível e a temperatura. A variação da temperatura/humidade ambiente poderá alterar a velocidade com que ocorre o processo, tal como na Natureza.
- Foi possível simular em laboratório, num curto intervalo de tempo (cerca de um mês) e de forma simples, a formação de cristais.
- Procurou-se, através das atividades experimentais apresentadas, estabelecer a analogia com a formação de estalactites e estalagmites das paisagens cársicas e com o desenvolvimento de grandes e espetaculares cristais, em condições particulares.
- Este tipo de atividade permite implementar um Domínio de Autonomia Curricular (DAC), opção curricular de trabalho interdisciplinar e articulação curricular, pois possibilita fazer a interseção de aprendizagens essenciais das disciplinas de ciências naturais, física e química e outras. Proporciona aos alunos a oportunidade de utilizar o método científico para pesquisar o mundo natural. Com base nas aprendizagens essenciais das disciplinas, será possível explorar diferentes percursos pedagógico-didáticos, em que se irá privilegiar o trabalho prático, o uso de ferramentas colaborativas *online*, o desenvolvimento das capacidades de pesquisa e análise, de forma a tornar as aprendizagens mais significativas. Podem ser explorados os conceitos de fórmula química de um sal ou os concei-

tos de reação química, solução saturada, evaporação e precipitação, meteorização química das rochas, carbonatação, etc..

- Consideramos muito importante que desde cedo os alunos aprendam a relacionar as várias Ciências de forma holística e que interiorizem que, para estudar processos da natureza, precisam de recorrer a várias áreas do conhecimento científico.

## BIBLIOGRAFIA

<sup>1</sup> ANDRADE, G. P., *Ensino da Geologia, temas didáticos*, Universidade Aberta, Lisboa, 75. 1991.

<sup>2</sup> DIAS DA SILVA, A. et al., *Terra, Universo de Vida Geologia*, Porto Editora, Porto, 208. 2018.

<sup>3</sup> GALOPIM DE CARVALHO, A. M., *Ciências Naturais: geologia, Ano propedêutico*, Ministério da Educação, Secretaria de Estado do Ensino Superior, Direção Geral do Ensino Superior, Lisboa, 463. 1978.

<sup>4</sup> GALOPIM DE CARVALHO, A. M., *Geologia – morfogénese e sedimentogénese*, Universidade Aberta, Lisboa, 189. 1996.

<sup>5</sup> CLEAVE, J. V., *Ciências da Terra para Jovens: 101 Experiências Fáceis de Realizar*, Col. Ciência para Jovens, Lisboa, Gradiva. 1993.

<sup>6</sup> [https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens\\_Essenciais/3\\_ciclo/ciencias\\_naturais\\_3c\\_7a\\_ff.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf), acesso em julho de 2020.