

# Datação Radiométrica no Secundário

Ana Marta G. Cunha<sup>1</sup>, Mário D. Cunha<sup>2</sup>

1. Escola Secundária Jaime Moniz, Largo Jaime Moniz, 9054-521 Funchal

2. Centro de Ciências Exactas e da Engenharia, Universidade da Madeira, Campus da Penteada, 9000-390 Funchal

martacunha@netmadeira.com

mario@uma.pt

## Resumo

Numa questão de escolha múltipla do exame nacional da 1ª fase de Biologia e Geologia de 2010 [1], foi considerada como resposta correcta a opção que afirmava, erradamente, que “um isótopo radioactivo desintegra-se espontaneamente a uma taxa constante ao longo do tempo”. Um olhar atento aos manuais e livros de exercícios da referida disciplina, mostra que o decaimento radioactivo é, com alguma frequência, mal tratado.

## 1. Introdução

No programa de Biologia e Geologia para o 10º Ano de escolaridade, no módulo inicial – A Geologia, os geólogos e os seus métodos – mais concretamente no seu ponto 3, é abordada a idade radiométrica das rochas, a qual é determinada com base na variação da actividade ou taxa de desintegração dos radioisótopos ao longo do tempo. O assunto é apresentado aos alunos sem qualquer tratamento matemático por não constar do programa da disciplina e de os alunos não possuírem ainda conhecimentos matemáticos suficientes, nomeadamente da função exponencial. Contudo, note-se que os alunos já conhecem o conceito de taxa desde o 3º ciclo, nomeadamente da disciplina de Geografia.

Uma abordagem eficaz da datação radiométrica das rochas requer que os docentes dominem os aspectos mais básicos do decaimento radioactivo, os quais podem ser encontrados, por exemplo, em [2], a qual é uma referência pedagógica a nível mundial no que diz respeito ao ensino da Física Geral.

Neste artigo sugerimos uma abordagem do decaimento radioactivo sem exigir que os alunos tenham

conhecimentos acerca da função exponencial, e fazemos uma discussão dos erros e equívocos relativos ao tema, encontrados nos manuais e livros de apoio da disciplina de Biologia e Geologia.

## 2. Uma possível abordagem do assunto com os alunos

O programa da disciplina de Biologia e Geologia do 10º Ano refere explicitamente o conceito de semi-vida de um isótopo-pai mas é omissivo relativamente ao conceito de actividade ou taxa de desintegração aquando do tratamento da questão da datação radiométrica das rochas. Este último conceito pode ser introduzido, sem dificuldade, com base na discussão de uma curva de decaimento. A justificar esta nossa visão, está precisamente o aparecimento do conceito de taxa de desintegração numa questão do exame da referida disciplina na 1ª Fase de 2010. Tendo em atenção que os alunos do 10º Ano ainda não estudaram formalmente o assunto e não conhecem ainda a função exponencial,

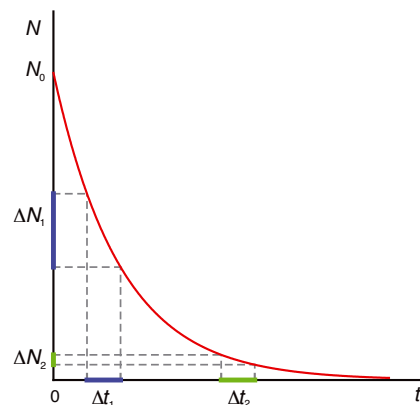


Fig. 1 - Variação temporal do número de isótopos-pai numa amostra.  $N_0$ : número inicial de isótopos.  $\Delta N_1$  e  $\Delta N_2$ : variações do número de isótopos nos intervalos de tempo  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$ , respectivamente.

a informação de fundo a fornecer aos alunos deverá consistir de um gráfico que apresente a variação do número de isótopos-pai numa amostra em função do tempo. Uma possibilidade pode ser, por exemplo, o gráfico apresentado na figura 1, o qual é recorrente nos manuais da disciplina.

## 2.1 Actividade de um isótopo radioactivo

Sendo a actividade  $R$  de um isótopo radioactivo igual ao número de isótopos que se transformam por unidade de tempo, os alunos podem reconhecer facilmente que esta grandeza varia ao longo do tempo. De facto, tendo em atenção o gráfico apresentado na figura 1, onde são considerados dois intervalos de tempo iguais (unitários)  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$ , os alunos apercebem-se de que as variações  $\Delta N_1$  e  $\Delta N_2$  do número de núcleos nestes intervalos de tempo são diferentes,  $\Delta N_1 > \Delta N_2$ . Mais ainda, é fácil verificar que as referidas variações são tanto menores quanto maior é o tempo decorrido desde o início da contagem do processo de decaimento. Portanto, os alunos podem concluir que o número de núcleos que se transformam por unidade de tempo vai diminuindo ao longo do tempo, isto é, a actividade de um isótopo radioactivo é variável e diminui ao longo do tempo.

## 2.2 Semi-vida de um isótopo radioactivo

Uma propriedade importante do decaimento radioactivo é a seguinte: o tempo  $T_{1/2}$  necessário para que a quantidade de um dado isótopo radioactivo presente numa amostra se reduza a metade é constante. A este intervalo de tempo damos o nome de semi-vida do isótopo em questão. Deve enfatizar-se o facto de que este tempo é constante e independente do instante em que se inicia a medição do processo. Tendo em atenção o gráfico da Figura 2,  $T_{1/2}$  é o tempo ao fim do qual o número de isótopos-pai é igual a  $N_{0/2}$ . Deve chamar-se a atenção dos alunos para o facto de que o número de isótopos-pai decresce sempre para metade em cada intervalo de tempo igual à semi-vida desse isótopo. Ou seja, no instante  $t=T_{1/2}$  temos  $N_{0/2}$  isótopos-pai na amostra, para  $t=2T_{1/2}$  teremos  $N_{0/4}$  isótopos-pai, para  $t=3T_{1/2}$  teremos  $N_{0/8}$  isótopos-pai, e assim sucessivamente.

Como a actividade é proporcional ao número de isótopos-pai presentes na amostra (ver, por exemplo, [2]), podemos concluir que a actividade e o número de isótopos-pai decrescem da mesma forma. Isto é, no instante  $t=T_{1/2}$  a actividade é  $R=R_{0/2}$ , sendo  $R_0$  a actividade da amostra no instante inicial, para  $t=2T_{1/2}$  teremos  $R=R_{0/4}$ , para  $t=3T_{1/2}$  teremos  $R=R_{0/8}$ , e assim sucessivamente.

Apliquemos agora o conceito de semi-vida à datação radiométrica de uma rocha, admitindo que o isótopo-filho não é radioactivo, isto é, é estável. Se numa dada rocha a razão entre os números de isótopos-pai e isótopos-filho é, por exemplo,  $1/8$ , isso significa que a idade da rocha é igual a  $3T_{1/2}$ . De facto, passadas 3 semi-vidas o número de isótopos-pai é igual a  $N_{0/8}$  (ver gráfico da Figura 2) e portanto, teremos na amostra um número de isótopos-filho igual a  $7N_{0/8}$ . Por outras palavras, ao fim de um tempo igual a  $3T_{1/2}$  a actividade do isótopo-pai é igual a  $R_{0/8}$ .

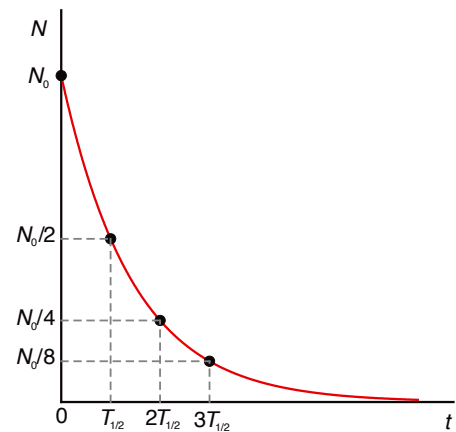


Fig. 2 - Variação temporal do número de isótopos-pai numa amostra.  $N_0$ : número inicial de isótopos.  $T_{1/2}$ : semi-vida do isótopo.

## 3. Discussão

Na Ref. [3] é afirmado o seguinte. “Conhecendo o tempo necessário para que um elemento instável decaia para um mais estável e avaliando a presença relativa dos dois nas rochas, é possível determinar a sua idade. Note-se que estes cálculos assentam no pressuposto de que a taxa de decaimento permanece constante e de que não houve contaminação ou perda do isótopo-pai ou filho considerados no processo de datação.” Comentário: Os cálculos não assentam no pressuposto de que a taxa de decaimento é constante, mas sim no facto de que a semi-vida de um isótopo radioactivo é constante. Temos aqui, portanto, uma confusão entre taxa de decaimento e semi-vida. O que é constante é a semi-vida e não a taxa de decaimento.

Na Ref. [4] é afirmado o seguinte. “O decaimento radioactivo consiste na transformação de um átomo noutra com a libertação de energia. Admite-se que cada átomo tem a sua própria constante de decaimento, que é utilizada nos cálculos para determinação de idades das rochas.” Comentário: Não faz sentido falar em constante de decaimento a alunos que não têm conhecimentos acerca da função exponencial. De facto, esta constante, que caracteriza cada isótopo radioactivo, só pode ser introduzida com base na lei de decaimento radioactivo, o que está fora do programa da disciplina em virtude do nível de conhecimentos de matemática dos alunos.

Ainda na Ref. [4] podemos encontrar o seguinte. “Quando uma rocha se forma, adquire sempre uma certa quantidade de isótopos radioactivos integrados nos seus minerais constituintes. Com o passar do tempo, estes isótopos vão-se desintegrando, a uma velocidade que é função da constante de decaimento, transformando-se em átomos estáveis.” Comentário: O uso da palavra velocidade é discutível uma vez que em sítio algum do manual se faz referência ao conceito de taxa de decaimento. Por outro lado, a afirmação de que a velocidade é função da constante de decaimento, não tem qualquer

sentido para os alunos. De facto, esta afirmação só pode ser suportada pela indicação de que a taxa de decaimento de um isótopo radioactivo é directamente proporcional ao número desses isótopos na amostra e, portanto, trata-se de uma afirmação que não traz qualquer informação útil aos alunos.

Na Ref. [5] é afirmado o seguinte. “A técnica mais rigorosa para determinar a idade absoluta é a datação radiométrica, que se baseia na desintegração regular de isótopos radioactivos naturais. Essa desintegração verifica-se a uma taxa regular através do tempo, isto é, a velocidade a que ocorre é constante para cada elemento e não é afectada por condições ambientais, como a temperatura e a pressão.” Comentário: Fala-se em desintegração regular, taxa regular e velocidade constante. Em relação às duas primeiras designações, não se explica o que isso significa. Uma vez que se fala em taxa e em velocidade deveria explicar-se qual é a relação entre estes dois conceitos, isto é, deveria dizer-se que ambos os conceitos se referem ao número de isótopos instáveis que se transformam por unidade de tempo. Este tipo de abordagem só serve para lançar confusão na cabeça dos alunos. Quando se afirma que a velocidade é constante, talvez se pretenda dizer que taxa regular significa taxa constante. E, mais uma vez, temos o erro de se afirmar que a taxa de decaimento é constante.

Para além do que já foi mencionado, é, ainda, possível encontrar manuais da mesma editora referindo-se à taxa de desintegração como sendo constante na disciplina de Biologia e Geologia do 10º Ano [5] e variável na de Física de 12º Ano [6], e no respectivo guia do professor de Biologia e Geologia considerarem a datação radiométrica um assunto de natureza Ciência/ Tecnologia/ Sociedade e uma interessante oportunidade para promover uma abordagem interdisciplinar com a Física. Este facto não promove a tão falada interdisciplinaridade nem o rigor e a clareza que são exigidos na linguagem usada em ciência e no seu ensino.

Quanto ao erro do exame Nacional de Biologia e Geologia da 1ª fase de 2010, já acima referido, note-se que este exame e respectiva solução (com permanência do erro) estão incluídos nos novos livros de preparação para os exames 2010/2011 (ver, por exemplo, [7]).

Espera-se que este artigo possa chamar a atenção das entidades com responsabilidades na observância do rigor e da interdisciplinaridade que devem existir no tratamento dos assuntos científicos em contexto escolar.

## Referências

- [1] GAVE, “Biologia e Geologia - 702”, (<http://www.gave.min-edu.pt/np3/294.html>)
- [2] D. Halliday, R. Resnick and J. Walker, “Fundamentals of Physics”, 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York (2001)
- [3] Jorge Reis, Paula Lemos e António Guimarães, “Preparação para o Exame Nacional 2010, Biologia e Geologia 11º”, Porto Editora, Porto (2009)
- [4] A. Guerner Dias, Paula Guimarães e Paulo Rocha, “Geologia 10/11”, Areal Editores, Porto (2007)
- [5] Amparo Dias da Silva e outros, “Terra, Universo de Vida, Geologia 10/11 Ano”, Porto Editora, Porto (2007)
- [6] Noémia Maciel e outros, “Eu e a Física 12”, Porto Editora, Porto (2009)
- [7] Jorge Reis, Paula Lemos e António Guimarães, “Preparação para o Exame Nacional 2011, Biologia e Geologia 11º”, Porto Editora, Porto (2011)