

# Evolução

## 5 O registro da evolução Material complementar



### O tempo em nosso planeta

O Universo tem cerca de 13,7 bilhões de anos de idade. A Terra é um planeta que foi formado há mais de 4 bilhões de anos. Não muito tempo depois, há cerca de 3,5 bilhões de anos, surge a vida. Para nós que vivemos, no máximo, há uns cento e poucos anos, é uma tarefa extremamente difícil ter idéia do tempo nessa escala. No entanto, podemos fazer algumas analogias. Um ano é um intervalo de tempo a que nós estamos acostumados. Carl Sagan, em seu livro “Os dragões do Éden”, criou uma analogia do tempo cósmico com o intervalo de um ano. Em primeiro de janeiro desse ano, o Universo se formou. A Via Láctea, galáxia onde fica o sistema solar, formou-se no primeiro dia de maio. O sistema solar formou-se em 9 de setembro, e a Terra, no dia 14 desse mesmo mês. No dia 25 do mesmo mês ainda, a vida já estava esabelecida na Terra. Os fósseis mais antigos datam de 9 de outubro. Os primeiros micro-organismos que se reproduziram sexuadamente o fizeram em 1º de novembro. As plantas mais antigas a realizar fotossíntese são de 12 de novembro e os eucariotos começaram a povoar o planeta em 15 de novembro.

Outros eventos ligados à evolução da vida no planeta estão ilustrados no mês de dezembro, no calendário cósmico de Sagan:

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
	<b>1</b> Atmosfera rica em oxigênio.	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b> Primeiros vermes.	<b>17</b> Começa o Cambriano. Surgem Filos animais.	<b>18</b> Primeiros seres planctônicos. Trilobitas.	<b>19</b> Ordoviciano. Primeiros peixes.	<b>20</b> Siluriano. Primeiras plantas vasculares.
<b>21</b> Devoniano. Primeiros insetos.	<b>22</b> Primeiros anfíbios.	<b>23</b> Carbonífero. Primeiras árvores e répteis.	<b>24</b> Permiano. Primeiros dinossauros.	<b>25</b> Começo da era mesozoica.	<b>26</b> Triássico. Primeiros mamíferos.	<b>27</b> Jurássico. Primeiras aves.
<b>28</b> Cretáceo. Flores. Extinguem-se os Dinossauros.	<b>29</b> Começo do Terciário. Primeiros cetáceos e Primatas.	<b>30</b> Primeiros homínídeos.	<b>31</b> Quaternário.			

Os primeiros seres humanos surgem aproximadamente às 23h00 do dia 31 de dezembro. Toda a história humana documentada até hoje tem lugar nos últimos 30 segundos do dia 31 de dezembro! Uma vida humana de 100 anos, nesse calendário, duraria um pouco mais de um milésimo de segundo!

Uma outra analogia que pode ser feita é a representação do tempo geológico comparado a 12 horas de um dia, como se fosse em um relógio. Nesse caso, diferentemente do que foi usado na analogia de Sagan, do calendário cósmico, as 12 horas correspondem aos 4,5 bilhões de anos da idade da Terra. Veja a figura 1. A Terra forma-se ao meio dia. As primeiras evidências de vida são da 1h30 da tarde. A fotossíntese em larga escala começa um pouco antes das 3h00 da tarde. Às 6h00 da tarde, a Terra fica inteiramente coberta por neve e gelo pela primeira vez. Às 6h30 da tarde, aparecem os primeiros eucariotos. Os primeiros seres multicelulares surgem às 8h00 da noite. Os animais surgem às 10h00 da noite, os mamíferos, às 11h00 da noite, e os humanos, somente no último minuto.

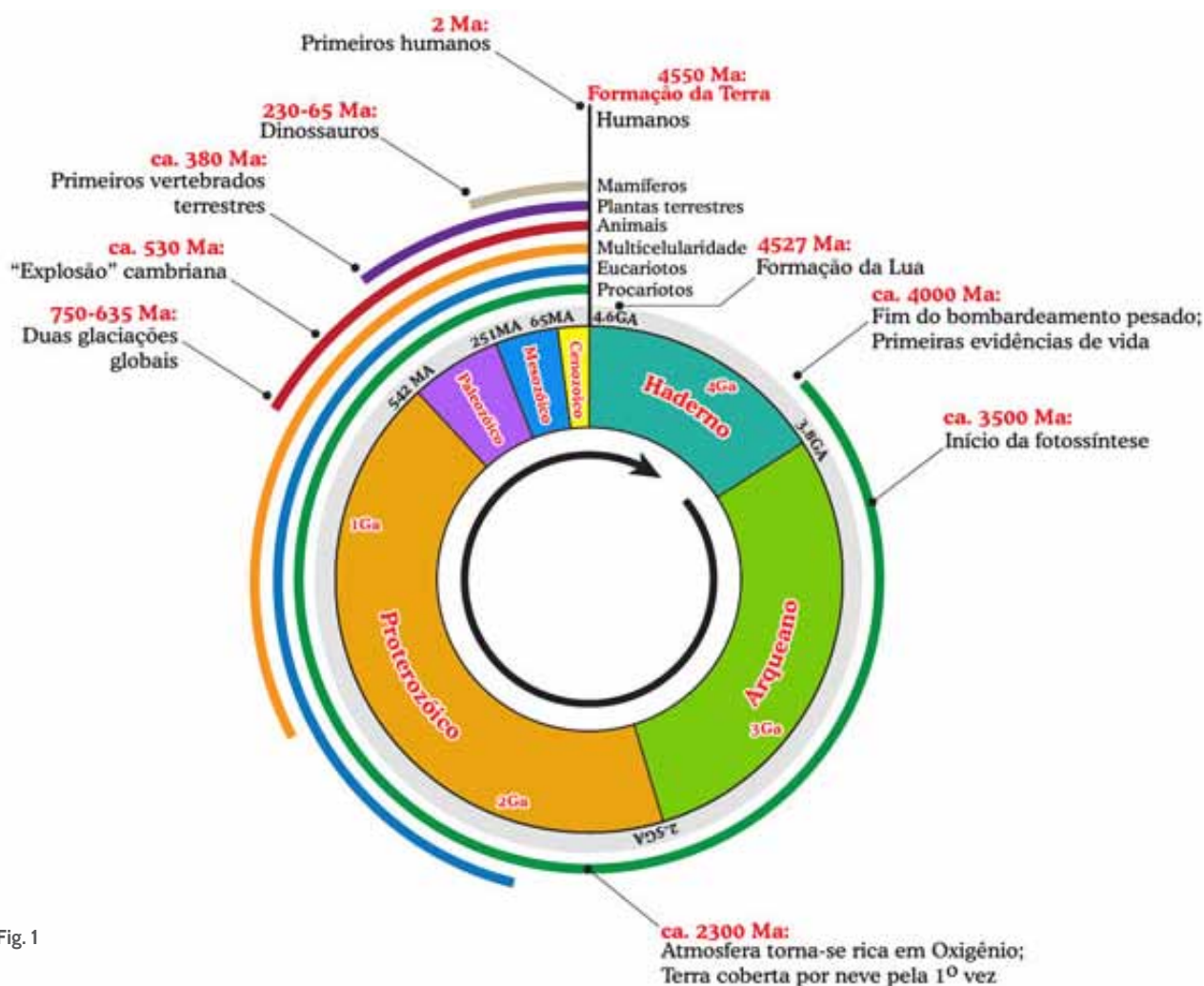


Fig. 1

Essas analogias são muito úteis para os alunos entenderem a dimensão do tempo envolvido na história do Universo e da Terra. Uma vez consolidado esse conhecimento, pode-se passar à questão da subdivisão desse tempo que é utilizada nos estudos da história da vida na Terra. Da mesma forma que dividimos o tempo em anos, meses, semanas, dias, horas etc., os estu-

dios da história da vida na Terra fazem **divisões e subdivisões do tempo** de forma hierárquica. No nível mais alto, temos os eons, as maiores divisões. A História da Terra divide-se em quatro eons: O Hadeano, o Arqueano, o Proterozoico e o Fanerozoico. O período mais antigo é chamado Hadeano por causa de *Hades*, nome que os gregos atribuíam ao lugar conhecido por nós como Inferno. Esse nome origina-se do fato de que, nessa época, a Terra era muito quente e bombardeada continuamente por meteoros, sendo portanto um ambiente nada agradável para nós ou para qualquer forma de vida que possamos imaginar. O segundo eon mais antigo é o Arqueano, derivado de *Archeos*, que significa antigo em grego. Os dois eons seguintes são o Proterozoico e o Fanerozoico, palavras que usam radicais gregos que significam, respectivamente, "princípio da vida" e "vida visível". Cada eon é dividido em eras. Por exemplo, o eon Fanerozoico divide-se nas eras Paleozoica, Mesozoica



Acesse o [link](#) para ver os eons, eras, períodos e épocas mais empregados.

e Cenozoica, que significam “vida antiga”, “vida média” e “vida recente”, respectivamente. As eras, por sua vez, são divididas em períodos e estes, em épocas.

## Como se sabe a duração do tempo na escala geológica?

As rochas são formadas a partir do material que existe no interior da Terra. A Terra não é sólida, a parte sólida da Terra é a Crosta terrestre, que é formada de rochas. Mais interiormente existe o magma, rocha liquefeita em altas temperaturas. A alta temperatura de dentro da Terra deve-se a reações termonucleares (não explosivas), como se fosse um imenso reator. Uma vez que a rocha escapa do interior, através de atividade vulcânica, ela se solidifica. Logo após solidificar, os elementos químicos das rochas param de sofrer efeitos da radiação interna da Terra e seus elementos radioativos começam a se desintegrar, pouco a pouco. Sabemos, por medições, qual é a proporção de elementos que são radioativos em uma rocha que acabou de ser formada, já que existem vulcões ativos em vários lugares durante todo o tempo. Sabemos quanto tempo leva, em média, para que um isótopo instável (elemento radioativo) se desintegre. Assim, ao saber a proporção de isótopos instáveis que existe em uma rocha, podemos saber quando tal rocha se solidificou!

O isótopo radioativo mais famoso é o Carbono 14 (ou  $^{14}\text{C}$ ). Não se sabe o que leva um átomo de um isótopo radioativo a se desintegrar, mas o comportamento de uma grande quantidade deles é bem previsível. Se existem 1.000 átomos de Carbono 14, depois de 5.730 dias, 500 deles se desintegrarão. Assim, o período no qual metade dos átomos de um isótopo radioativo se desintegra é conhecido como sua meia-vida. Por exemplo, se uma amostra tem somente  $\frac{1}{2}$  de átomos de Carbono 14 do que uma amostra que teria acabado de se formar, o tempo que isso levou foi igual a  $\frac{1}{2}$  vezes  $\frac{1}{2}$  que é igual a  $\frac{1}{4}$ , ou seja, o tempo decorrido é de duas meias-vidas, ou seja, 11.460 dias. Se a quantidade é de  $\frac{1}{8}$ , então são três meias-vidas (17.190 dias), e assim por diante. Entretanto, logo percebemos que um elemento que leva alguns milhares de dias para que metade dele se desintegre não serve para se medir o tempo de eventos que aconteceram há mais de algumas dezenas de milhares de anos (mais que cerca de 100.000 anos).

Mas existem outros elementos que decaem mais lentamente. Por exemplo, o Potássio radioativo 40 ( $^{40}\text{K}$ ) tem uma meia-vida de cerca de 1,3 bilhões de anos, decaindo para Argônio 40 ( $^{40}\text{Ar}$ ), isótopo estável. O isótopo de Urânio 235 ( $^{235}\text{U}$ ) tem uma meia-vida de cerca de 700 milhões de anos e origina, com sua desintegração, o Chumbo 207 ( $^{207}\text{Pb}$ ). Assim, a data em que uma rocha se formou pode ser estimada bastando, para isso, que se meçam as proporções dos isótopos mães e isótopos filhos.



Assista a animações em [inglês](#) e em [português](#) sobre decaimento radioativo.