



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Bem-vindo!

Caro(a) Professor(a),

Bem-vindo à Exposição “Plumas em Dinossáurios! Afinal nem todos se extinguiram”.

Este guia foi concebido especialmente para si. Os materiais nele contidos foram preparados para lhe proporcionarem, a si e aos seus alunos, uma visita frutuosa e agradável.

O guia inclui, para além de esclarecimentos sobre a estruturação e os conteúdos da exposição, informação sumária sobre Tempo Geológico, Paleogeografia do Mesozóico, Evolução e Extinção, Penas e Voo, etc. Apresenta, ainda, um pequeno glossário de algum vocabulário paleontológico empregue, materiais para preparação da visita, passatempos e actividades paleontológicas, assim como páginas Internet onde poderá encontrar informação adicional, fidedigna, sobre os temas abordados.

Os materiais aqui coligidos foram desenvolvidos para o Ensino Básico, mas poderão, facilmente, ser adaptados a outros níveis de ensino.

O Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa deseja-lhe, a si e aos seus alunos, uma agradável visita.

Fernando J.A.S. Barriga
Director do Museu Mineralógico e Geológico
Museu Nacional de História Natural



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Índice

Apresentação	3
Estrutura da exposição “Plumas em Dinossáurios”	4
Penas, plumas e voo	11
Tempo Geológico	15
Paleogeografia do Mesozóico	18
O que é um fóssil?	20
Dinossáurio ou dinossauro: eis a questão!	25
Dragões e dinossáurios	28
Evolução e Extinção	30
Passatempos e actividades paleontológicas	33
Glossário	44
Recursos paleontológicos na Internet	46
Solução dos Passatempos	48
Ficha técnica	49



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Apresentação

A origem das aves era, até há bem pouco tempo, um dos episódios mais misteriosos e controversos da história da evolução. Motivo de aceso debate há mais de 100 anos! Desde os anos de 1970 que paleontólogos pioneiros, como o norte-americano John Ostrom, chamam a atenção para as evidentes semelhanças existentes entre aves e dinossáurios, sugerindo estreita afinidade. Contudo, só há pouco esse parentesco foi solidamente estabelecido.

Envoltos em penas e aprisionados na rocha, os dinossáurios emplumados chineses maravilharam a comunidade científica internacional, revolucionando o modo como até então se entendia a evolução das aves e demonstrando, sem sombra de dúvidas, que as aves são dinossáurios!

Afinal nem todos se extinguiram. As aves são dinossáurios terópodes, isto é, pertencem ao mesmo grupo zoológico que incluiu os maiores e mais ferozes carnívoros terrestres que jamais caminharam sobre a Terra.

Algumas das provas mais convincentes deste parentesco entre aves e dinossáurios são trazidas a público na mostra “Plumas em Dinossáurios!”. A exposição, concebida e arquitectada pelo prestigiado Natural History Museum de Londres, em colaboração com o Museu Geológico da China, agora patente em Lisboa no Museu Nacional de História Natural, expõe mais de uma dezena de magníficos fósseis originais. Cada um deles uma peça fundamental para a compreensão da origem das aves. Os fósseis expostos provêm da província de Liaoning, no nordeste da China, e datam do Cretácico inferior, Barremiano, tendo cerca de 124 milhões de anos de idade.

Finalmente, temos a resposta para uma das mais enigmáticas questões de sempre da Paleontologia. A que sabiam os dinossáurios? Pois bem, hoje podemos afirmar com certeza que, pelo menos alguns deles, sabem a... galinha!



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Estrutura da exposição

Nos últimos anos, a jazida cretácica de Liaoning, no nordeste da China, forneceu alguns dos mais espectaculares fósseis de dinossáurios/aves jamais vistos. Com estes fósseis vieram à luz do dia novas e excitantes informações sobre a origem das aves e a sua relação com os dinossáurios. Estes fósseis de dinossáurios emplumados e de aves primitivas, os verdadeiros portadores da informação paleontológica original, constituem o cerne da exposição e são expostos de modo didáctico e atractivo. Paralelamente, são apresentadas fotografias, diagramas e modelos que permitem compreender, explorar e interpretar os fósseis expostos, assim como ilustrar a história do seu estudo e a evolução do debate científico sobre a origem das aves e do voo.

Como apoio à planificação prévia da visita com os seus alunos, é apresentada, de seguida, a estrutura básica da exposição.

Para cada bloco temático da exposição são apontados os temas abordados e é dado um resumo dos conteúdos principais ali expostos.

1. Introdução. “Plumas em dinossáurios!”

Tema: Introdução à exposição “Plumas em dinossáurios”. Os fósseis de dinossáurios emplumados da China e o seu contributo para o debate sobre a origem das aves.

Archaeopteryx, descoberto em 1860, dá início à discussão. A descoberta, na China, em 1997, do fóssil de *Protarchaeopteryx*, um dinossáurio carnívoro emplumado, dá começo a uma nova dimensão no debate da origem das aves e do seu parentesco directo com os dinossáurios.

2. *Archaeopteryx* e a origem das aves



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Tema: A história da descoberta e do estudo de *Archaeopteryx*. O parentesco de *Archaeopteryx* com os dinossáurios.

Em 1860, em rochas do Jurássico superior da Alemanha, foi descoberto o fóssil de uma pena. Um ano mais tarde descobriu-se um esqueleto completo de *Archaeopteryx* rodeado de evidentes impressões de penas. *Archaeopteryx* era uma ave, uma ave do tempo dos dinossáurios!

Para Charles Darwin e a sua “teoria da evolução por selecção natural”, a descoberta de *Archaeopteryx* ocorreu no momento exacto. Um ano antes tinha sido publicada a sua obra “A Origem das Espécies” e este fóssil, exibindo caracteres mistos, avianos e “reptilianos”, foi imediatamente reconhecido pelos defensores da teoria da evolução como o “elo perdido” entre as aves e os seus antepassados.

No início do séc. XX, os cientistas inclinavam-se para um parentesco entre as aves e um grupo primitivo de répteis triásicos que incluía *Euparkeria* e *Ornithosuchus*, os “tecodontes”. Por esta altura os tecodontes eram vistos como os ancestrais das aves, dos pterossáurios e dos dinossáurios. Ou seja, segundo esta visão, aves e dinossáurios tinham apenas um parentesco afastado, partilhando um antepassado comum.

Nos anos de 1970, o paleontólogo John Ostrom estudou fósseis do dinossáurio carnívoro *Deinonychus*. Este dinossáurio apresentava ossos do pulso e da cintura pélvica muito semelhantes aos de *Archaeopteryx*. Os dinossáurios “aproximavam-se” das aves! Ostrom sugeriu, na altura, com base nas evidências por ele descobertas, que as aves descendiam dos dinossáurios.

Mas *Deinonychus* não tinham penas e muitos mantiveram-se cépticos relativamente às ideias revolucionárias de Ostrom.

3. A história muda-se para a China

Tema: As recentes descobertas de fósseis de dinossáurios emplumados na China, em Liaoning. História das descobertas e enquadramento paleoambiental da jazida de Liaoning.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Nos últimos anos foram descobertos fósseis espantosos no nordeste da China, na província de Liaoning. Fósseis extremamente bem conservados, de idade cretácica inferior, Barremiano, com cerca de 124 Ma, ilustrando uma etapa da evolução das aves e dos dinossáurios nunca antes vista.

Os fósseis de peixes e de répteis de Liaoning apresentam estruturas delicadas tão finamente conservadas que as jazidas da região são denominadas pelos paleontólogos chineses como “Solnhofen da China”, numa clara alusão à famosa jazida alemã de onde provêm os fósseis de *Archaeopteryx*.

Em 1996, entre os inúmeros fósseis de vertebrados normalmente descobertos em Liaoning, surgiram fósseis de algo totalmente novo: fósseis de vertebrados apresentando vestígios de penas. Fósseis de aves!

Estes fósseis de *Cathyornis* e de *Confuciusornis* eram extraordinários, mas havia ainda mais para descobrir. Fósseis de dinossáurios emplumados. Fósseis que permitiriam resolver o enigma da origem das aves.

4. Da penugem às penas

Tema: O estudo dos fósseis de dinossáurios emplumados e de aves de Liaoning e sua importância para a compreensão da origem das penas, das asas e das aves.

No ano 2000 foi descoberto um fóssil de um dinossáurio emplumado alcunhado “Fuzzy raptor”, o “Plumo-raptor”. Antes da descoberta do “Plumo-raptor” já se pensava que *Deinonychus* e outros dinossáurios afins, os dromeossáurios, seriam os parentes mais próximos de *Archaeopteryx*. Contudo, a ausência de penas em *Deinonychus* era um problema de monta. Sem penas, o fosso entre estes dinossáurios e as aves parecia inultrapassável.

O “Plumo-raptor” é o elo perdido que permite estabelecer a relação entre aves e dinossáurios! A maior parte das características que aproximam o “Plumo-raptor” de *Archaeopteryx* estão também presentes em *Deinonychus*. A diferença fundamental é que o “Plumo-raptor” tem penas!

Deinonychus, o “Plumo-raptor” e *Archaeopteryx* têm uma característica óssea em comum, pulsos giratórios. Pulsos com uma estrutura articular especial que lhes permite



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

mover a mão na horizontal, assim como para cima e para baixo. Os dinossáurios com esta particularidade são incluídos num grupo denominado *Maniraptora*, os maniraptores. Além disso, todos estes dinossáurios bípedes apresentam membros anteriores muito longos, ao ponto de, em *Archaeopteryx*, serem do mesmo comprimento dos posteriores. O segredo da evolução das aves não foram as penas... foram as asas!

Sinosauropteryx e *Caudipteryx* são dois outros dinossáurios emplumados representados na exposição. O fóssil de *Sinosauropteryx* exposto apresenta a clássica “posição de morte” dos vertebrados de pescoço longo. Esta resulta da contracção, post mortem, dos ligamentos do pescoço, levando ao arqueamento dorsal da coluna, com a cabeça repuxada para trás. A cauda também se encontra arqueada dorsalmente. No exemplar exibido, no intestino, podem observar-se os restos - a mandíbula - de um pequeno mamífero. Este era um dinossáurio carnívoro.

Caudipteryx tinha bico e o exemplar exposto apresenta gastrólitos no seu tracto digestivo. Isto indica que este dinossáurio era herbívoro. Os seus longos membros posteriores e fortes patas sugerem, por sua vez, que poderia ter sido um corredor veloz, assim como ter escavado o solo em busca de raízes. *Caudipteryx* apresentava uma longa cauda óssea que suportava um conjunto de penas caudais.

Sinosauropteryx tinha o corpo coberto por “penugem”. Este foi, crê-se, o tipo mais primitivo de pena. Decorrem, actualmente, estudos sobre as proteínas encontradas nestas estruturas. Só quando estes estudos forem concluídos se saberá se a cobertura de penugem de *Sinosauoptreryx* constitui, realmente, o primeiro estágio na evolução das penas.

Penugem para quê? Os dinossáurios emplumados como *Sinosauropteryx* podem ter desenvolvido este novo tipo de cobertura corporal para isolamento térmico. Os juvenis de qualquer grupo, devido à sua pequena dimensão, são extremamente vulneráveis a perdas de calor. A cobertura de penugem seria eficaz a aprisionar ar, formando uma camada isoladora. Com base no estudo do padrão de crescimento dos ossos dos juvenis de dinossáurios, os paleontólogos descobriram que estes se comportavam termicamente como animais de sangue quente. Nesta fase do crescimento, ter um revestimento isolador teria sido uma enorme vantagem.

As aves actuais, para além do isolamento, utilizam as penas para fins diversos: para se camuflarem ou se exibirem, para se mesclarem no bando ou para se destacarem.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Actualmente, os machos são normalmente mais vistosos que a fêmeas e usam as suas penas coloridas para atrair companheiras e para manter os rivais à distância.

Caudipteryx e *Protarchaeopteryx* tinham penas similares às penas corporais, de cobertura, das aves actuais. Estas penas não são adequadas ao voo, sendo mais frequentemente usadas para exibição. Contudo, se estas estruturas eram perenes ou sazonais, se eram usadas em comportamentos de acasalamento complexos ou para camuflagem, isso o registo fóssil osteológico destes dinossáurios não nos diz...

5. O voo.

Tema: Os fósseis de dinossáurios emplumados demonstram que as aves descendem dos dinossáurios. Mas qual a origem do voo?

Os fósseis de Liaoning demonstram claramente que as aves descendem dos dinossáurios. Do ponto de vista evolutivo, no seio dos dinossáurios, as aves caracterizam-se por apresentarem três novidades anatómicas (sinapomorfias) principais em relação aos seus parentes mais próximos: 1) redução do número de vértebras caudais para menos de 26, o que implica caudas mais curtas que as dos seus antepassados; 2) dentes com carenas (arestas) anteriores e posteriores lisas, não-serrilhadas, e com coroas separadas da raiz por constrição característica e 3) primeiro dedo do pé com oponibilidade total, i.e., com a capacidade de fechar o dígito I contra os dígitos II, III e IV. Esta característica é fundamental para uma ave, pois permite-lhe poisar e agarrar-se a objectos de secção subcircular, tal como os ramos.

Mas os fósseis só nos contam uma parte da história de como os dinossáurios predadores deram origem aos senhores alados dos céus da actualidade. Será que as aves actuais nos poderão fornecer as provas finais de como os dinossáurios levantaram voo?

Ao estudar o voo das aves, o paleontólogo John Ostrom descobriu que o bater de asas não é um simples movimento “para baixo e para cima”. Durante o voo, a asa muda de forma e de direcção, rodando à medida que é empurrada para baixo através do ar. Nesse movimento ele reconheceu a mesma “acção giratória” do pulso dos dinossáurios maniraptores. Em suma, o bater das asas das aves actuais teve origem nos dinossáurios!



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Não se sabe ao certo como as aves se iniciaram no voo. Durante muitos anos duas teorias antagónicas dividiram as opiniões da comunidade científica: a teoria “de cima para baixo” e a “de baixo para cima”.

Segundo a teoria arbórea “de cima para baixo”, i.e., das árvores para o solo, a capacidade de voar foi desenvolvida por ancestrais arborícolas como um desenvolvimento da habilidade de planar das árvores para o solo. A teoria cursorial “de baixo para cima”, isto é, do solo para o céu, defende que ancestrais bípedes, corredores velozes habitando ao nível do solo, se deslocariam rapidamente, de braços abertos por questões de equilíbrio, criando assim o impulso necessário para se elevarem nos ares.

Recentemente, uma nova visão de como tudo se processou veio adicionar-se a estas duas, já clássicas. O paleontólogo Ken Dial observou uma extraordinária tática de sobrevivência em aves jovens: Quando ameaçados, os pintos destas aves iniciam uma corrida de pânico, batendo as suas pequenas asas penugentas para subir e obstáculos e afastar-se do perigo. Poderia um comportamento semelhante ter sido o ponto de partida para a capacidade de voar?

Independentemente de qual tenha sido o comportamento precursor do voo - planar, correr ou fugir do perigo - não é difícil imaginar que os longos braços plumosos evoluíram gradualmente para asas. Asas como as de *Archaeopteryx*, a mais antiga ave presentemente conhecida. Os dinossáurios tinham levantado voo!

Os dinossáurios emplumados chineses demonstram que as penas surgiram antes da capacidade de voar. Mas nenhum destes dinossáurios até agora descobertos apresenta as típicas penas assimétricas essenciais ao voo. Estas penas de voo são tão emblemáticas que bastou a descoberta de uma única, em 1860, para fundamentar a descoberta de um fóssil de uma ave, *Archaeopteryx*.

Quando a desajeitada cauda óssea desapareceu, as aves primitivas como, *Liaoxiornis*, *Changchengornis*, ou *Confuciusornis*, a ave mais antiga dotada de um bico córneo, adquiriram um aspecto muito similar ao das aves actuais. Mesmo no estado fóssil, os seus esqueletos, apesar de ainda apresentarem mais costelas que as aves modernas e dedos individualizados dotados de garras, já não são confundidos com os de nenhum outro animal.

Liaoning, há 124 Ma, era um local extraordinário, onde existia uma invulgar fauna de animais emplumados abrangendo uma variedade excepcional de planos corporais.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Lado a lado, coexistiam desde pequenos e velozes dinossáurios emplumados até aves com total capacidade de voo. Em mais nenhum outro local do mundo encontramos um registo fóssil que conserve uma associação tão extraordinária de animais capazes de cantar alto e em bom som...

“As aves são dinossáurios!”



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Penas, plumas e voo

As penas são formações epidérmicas, córneas, constituídas por células mortas, queratinizadas e impregnadas por sais minerais como o carbonato de cálcio e o fosfato tricálcico. As penas desenvolvem-se de estruturas epidérmicas, de folículos, de modo similar ao das escamas dos répteis ou dos pêlos dos mamíferos e podem ser consideradas escamas reptilianas muito modificadas. Na verdade, escamas verdadeiras, como as que se observam nos répteis, persistem ainda nas patas da maioria das aves.

A cobertura plumosa surgiu, muito provavelmente, como revestimento isolante, peça importante na termorregulação, como forma de controlar perdas de calor. Paralelamente, as penas primitivas podem ter sido úteis para exibição e/ou camuflagem. A utilização das penas no voo desenvolveu-se secundariamente.

À primeira vista, poderia crer-se que uma ave apresenta o corpo total e regularmente coberto de penas. Na realidade, com exceção de algumas aves como os pinguins, as avestruzes e os tucanos, as penas revestem de modo descontínuo o corpo destes animais, crescendo apenas em zonas bem limitadas da sua superfície corporal. As zonas com penas são designadas pterila, enquanto as desprovidas de penas são denominadas apterila.

Os elementos básicos, típicos, de uma pena são: cálamo ou cano, ráquis, barbas, bárbulas e barbicelas. O cálamo é o extremo proximal, oco e liso, da pena, dotado de dois orifícios (umbílicos), um inferior e o outro superior. No prolongamento distal do cálamo surge a ráquis, eixo a partir do qual se desenvolvem, lateralmente, as barbas e suas ramificações, as bárbulas. O conjunto das barbas e das bárbulas forma os vexilos, as regiões aplanadas posicionadas de ambos os lados do eixo da pena. As barbas são lâminas delgadas e estreitas; as bárbulas desenvolvem-se de um e do outro lado de cada barba, segundo o plano da pena. As bárbulas, consoante se posicionam do lado basal ou final da pena, são denominadas proximais ou distais. Estas últimas estão providas de barbicelas em forma de gancho que, quando entrelaçadas com as barbas proximais,

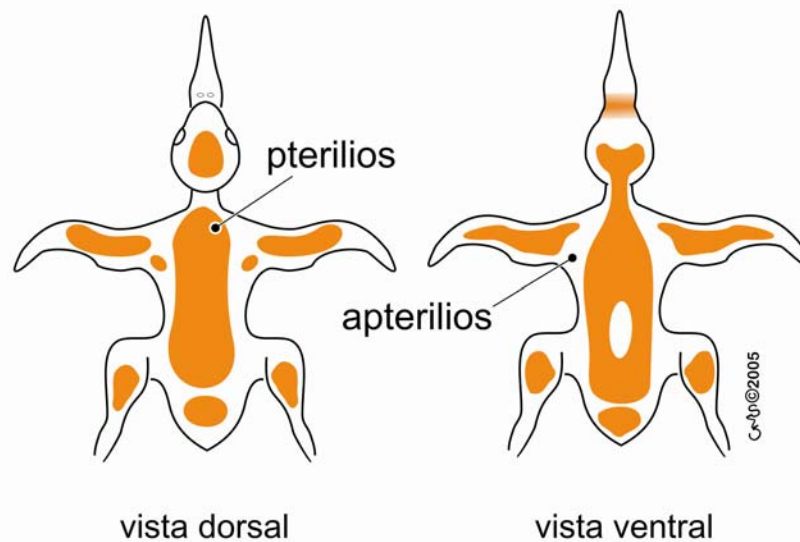


PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguíram

Guia do/a Professor/a

conferem ao vexilo a sua consistência característica. Na região do umbílico superior pode desenvolver-se um vexilo secundário, denominado hipostilo.



Disposição das regiões pterilias e apterilias numa ave.

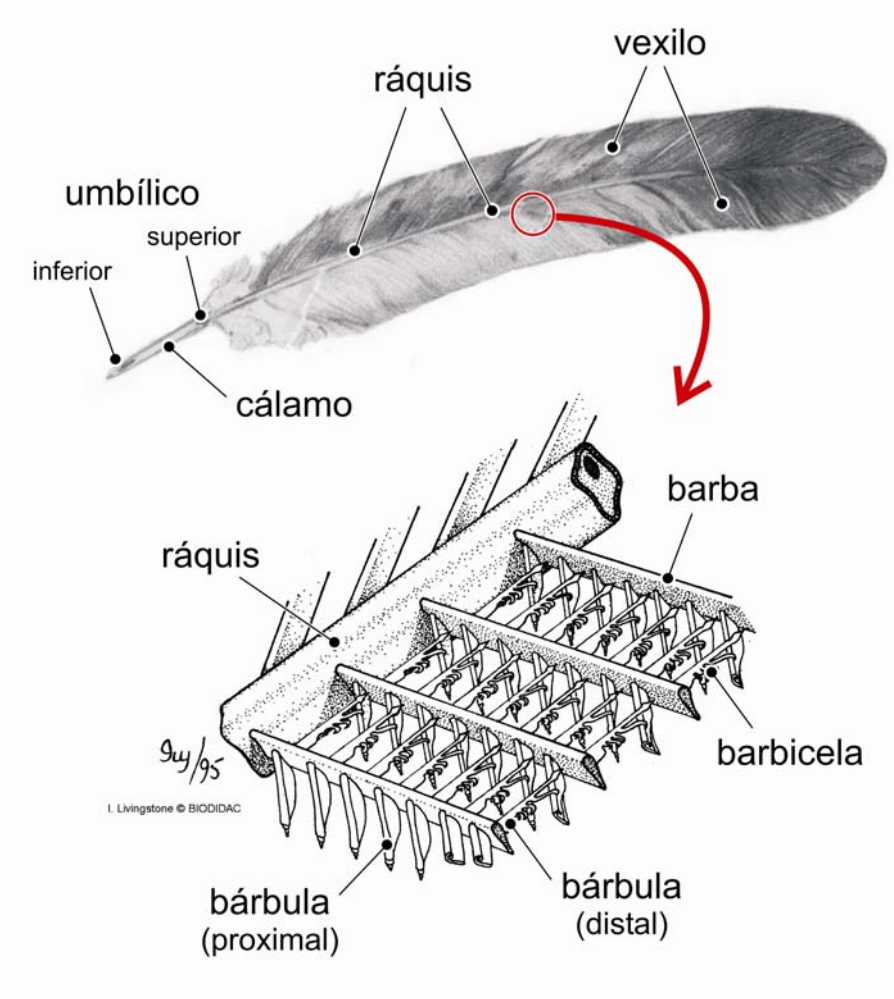
As penas de voo, tal como as existentes nas asas, são assimétricas, isto é, apresentam a faixa de barbas (o vexilo) interna, a favor da deslocação do ar, mais larga que a outra. As penas corporais de cobertura são simétricas, ou seja, os dois vexilos são de largura similar.

Conforme o seu posicionamento e função pode individualizar-se vários tipos de penas: 1) **Rémiges**. Penas resistentes, implantadas nas asas, nos segmentos do braço e da mão, assimétricas, servindo para o voo; 2) **Letrizes**, coberteiras ou de cobertura. Penas que revestem a superfície do braço e da mão e a base das rémiges. Não servem para o voo; 3) **Tetrizes**. Penas de cobertura, proporcionando contorno aerodinâmicos; 4) **Rectrizes**. Penas caudais, simétricas; 5) **Plumas**. Penas de vexilo curto, penugem situada por baixo das penas de cobertura, revestindo o corpo da ave; 6) **Filoplumas**. Penas simples, filamentosas, sem cálcamo individualizado, mas com ráquis longa e fina, ocasionalmente com barbas terminais.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Elementos estruturais básicos de uma pena.

Adaptado de BIODIDAC, acessível em <http://biodidac.bio.uottawa.ca/>

A coloração das penas é obtida de duas formas: por pigmentos orgânicos como a melanina (castanho a preto) e carotenóides (amarelo, laranja e vermelho) e pela estrutura da própria pena (cristas, prismas, etc.) que origina efeitos de luz e reflexos. A reflexão total da luz origina plumagens de cor branca, enquanto a reflexão parcial produz tons brilhantes de azul e a maioria dos verdes. Se se adicionar melanina obtém-se a cor verde-azeitona, e com carotenóides ter-se-à um verde-alface vivo.

Com ou sem penas preservadas, a anatomia esquelética fossilizada de um animal deveria revelar se este seria capaz de voar ou não. Os indicadores-chave da capacidade de voar são: **a)** o osso caracóide posicionado segundo um ângulo quase recto com a escápula, na cintura escapular (nos "ombros"); **b)** a fúrcula é de dimensão maior que a



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

de *Archaeopteryx* e c) o pulso tem a capacidade de se dobrar lateralmente, do modo que as aves o fazem.

A fronteira entre os “dinossáurios emplumados” e as “aves” mesozóicas não é ainda clara. Alguns exemplares com penas são dinossáurios não-avianos e outros já são aves. Tudo depende do facto de o animal em causa ter, ou não, um antepassado voador. Se sim, então é uma ave, independentemente de ter capacidade de voar ou não (as avestruzes, põe exemplo, não voam!); se não, então é um dinossáurio não-aviano emplumado.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguíram



Guia do/a Professor/a

Tempo Geológico

O Planeta Terra formou-se há muito tempo, há cerca de 4600 milhões de anos (Ma). A escala temporal a que se dá a maior parte dos fenómenos geológicos, como por exemplo a movimentação dos continentes ou a formação de cadeias montanhosas, quando comparada com a escala pela qual se rege a nossa vida quotidiana, é extremamente longa. Muitos processos geológicos ocorrem ao longo de centenas de milhões de anos. Esta vasta dimensão temporal em que se desenrolam os fenómenos geológicos é denominada pelos geocientistas por “Tempo Geológico”.

As provas da antiguidade do nosso Planeta estão encerradas nas rochas que constituem a crosta terrestre e nos fósseis que elas contêm. As rochas e as camadas rochosas não são todas iguais (nem pouco mais ou menos!) mas, tal como as diferentes páginas de um diário, registam por ordem cronológica os acontecimentos que moldaram a face geológica e biológica do Planeta. Por isso se lhes chama “Registo Geológico”!

O registo geológico, contudo, tem lacunas. Além disso, as suas páginas estão espalhadas por todo o mundo. Muitos elementos desse registo, em especial os mais antigos, perderam-se por erosão ou metamorfismo. Mas existem dados suficientes para reconstituir a maior parte da história.

Os geólogos, com base no estudo dos diferentes tipos de rochas (Petrologia) associado ao estudo das sequências de camadas rochosas (Estratigrafia) e da evolução da vida de acordo com os fósseis nelas incluídos (Paleontologia) usando métodos relativos e radiométricos, reconstituíram a sequência de acontecimentos que transformou a superfície do Planeta e desenvolveram uma escala temporal geológica, um calendário do tempo da Terra: a escala geocronológica. Segundo esta escala, o tempo geológico é dividido em unidades como os “eons”, as mais abrangentes, podendo durar muitas centenas de milhões de anos, as eras (as subdivisões dos eons), os períodos (as subdivisões das eras), etc.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Com base no estudo dos fósseis e das sequências rochosas obtêm-se datações relativas, isto é, posicionais, cronostratigráficas (por exemplo Cretácico, Jurássico, Kimmeridgiano, etc.).

A descoberta do decaimento natural do urânio no final do séc. XIX abriu caminho para a utilização, no início do séc. XX, dos isótopos radioactivos na medição directa do tempo geológico. Os métodos radiométricos, baseados na análise dos isótopos radioactivos e radiogénicos contidos nos minerais constituintes de alguns tipos de rochas, permitem obter datações numéricas, geocronológicas, em milhões de anos. Ambos os métodos de datação são essenciais e os seus resultados complementares.

O Eon Fanerozóico teve o seu início há cerca de 543 Ma. O eon anterior é denominado Proterozóico (3960-690 Ma). O Fanerozóico encontra-se subdividido em três eras: Era Paleozóica, Era Mesozóica e Era Cenozóica. O Mesozóico, constituído pelos Períodos Triásico, Jurássico e Cretácico, teve início há aproximadamente 248 Ma, no começo do Triásico. Terminou há cerca de 65 Ma, no final do Cretácico.

Os dinossáurios surgiram no Triásico superior, há cerca de 230 Ma. Os mamíferos surgiram pouco depois, também durante o Triásico superior, há aproximadamente 220 Ma. Os dinossáurios não-avianos e os mamíferos coexistiram durante 160 milhões de anos, do Triásico superior ao final do Cretácico.

As primeiras aves conhecidas, *Archaeopteryx*, viveram no Jurássico superior, Kimmeridgiano, há cerca de 150 Ma. São aproximadamente da mesma idade dos fósseis de dinossáurios encontrados em território português na região da Lourinhã e na de Pombal.

Até ao momento, os únicos fósseis inequivocamente pertencentes a *Archaeopteryx* são os da jazida alemã de Solnhofen. Contudo, são conhecidos dentes fossilizados oriundos do Kimmeridgiano inferior da mina de carvão da Guimarães (Leiria) que são atribuídos ao grupo das aves Archaeopterygiformes (parentes de *Archaeopteryx*). Estes fósseis são ligeiramente mais antigos que os famosos exemplares alemães de Solnhofen, constituindo o registo mais antigo destas aves!

Os fósseis de dinossáurios emplumados e de aves primitivas de Liaoning são ligeiramente mais recentes, datando do Cretácico inferior, com cerca de 140 a 120 Ma.

O famoso *Tyrannosaurus rex* viveu bastante mais tarde, já próximo do final do reinado dos dinossáurios, no Cretácico superior, há cerca de 73-65 Ma. Os dinossáurios

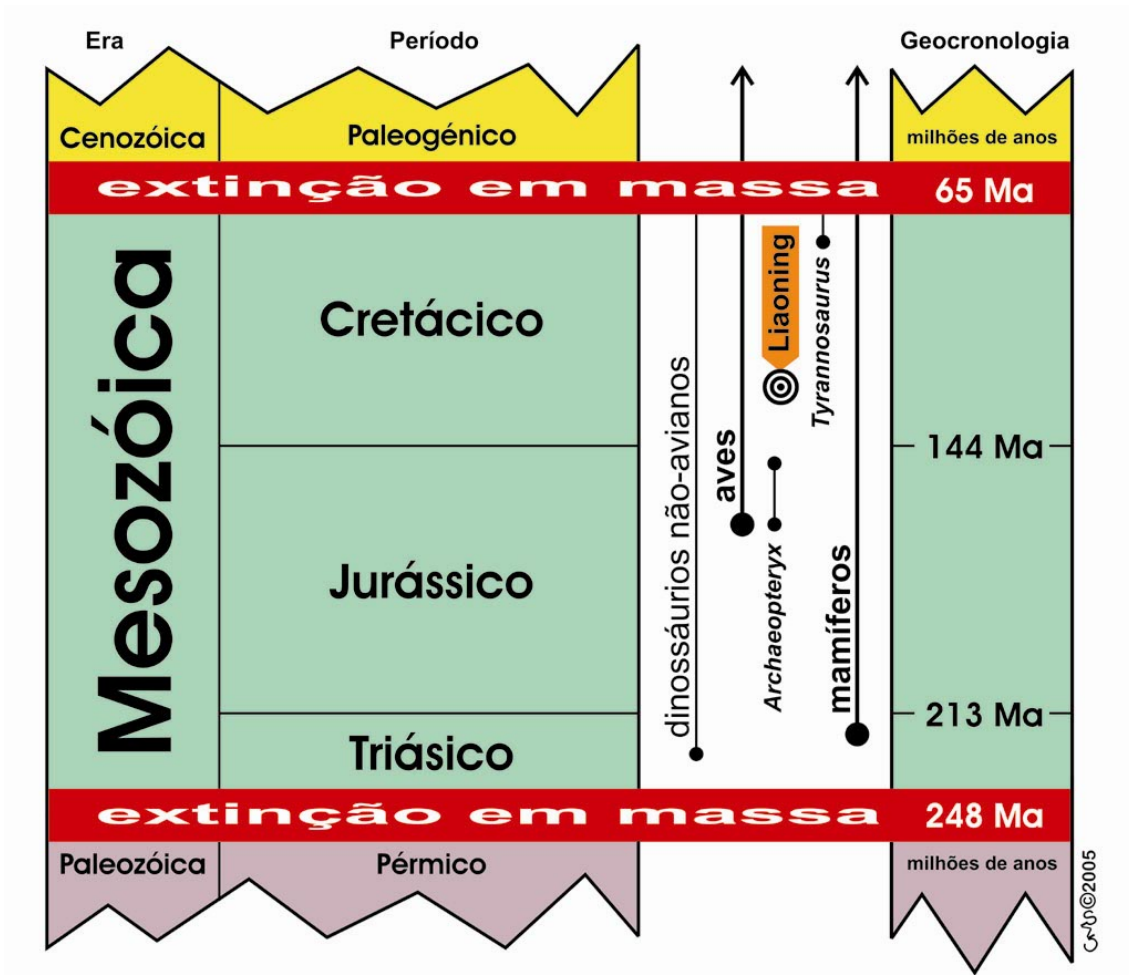


PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

Guia do/a Professor/a

não-avianos extinguiram-se como resultado do evento de extinção em massa que marcou o final do Cretácico e o fim do Mesozóico, registado há cerca de 65 Ma.



Geocronologia do Mesozóico.

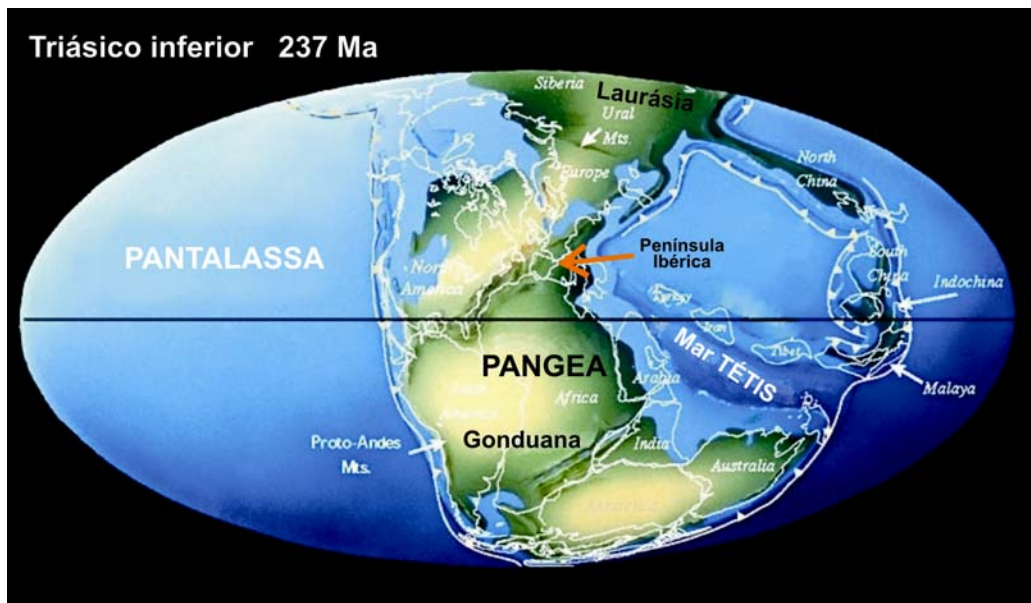


PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

Paleogeografia do Mesozóico

Há cerca de 250 Ma (milhões de anos), no início do Período Triásico, no começo da Era Mesozóica, os continentes encontravam-se agrupados num único super-contidente denominado pelos geólogos como Pangea. O oceano global que rodeava a Pangea era a Pantalassa.



Paleogeografia do Triásico inferior.

Adaptado de: *The Paleomap Project*, de C.R. Scotese acessível em <http://www.scotese.com/earth.htm>

Com o decorrer do tempo geológico, movimentos tectónicos na crosta terrestre provocaram a fragmentação da Pangea e a separação e a movimentação dos continentes até às suas posições actuais. A este fenómeno de movimentação dos continentes dá-se o nome de deriva continental. Antes do Triásico, durante os cerca de 300 milhões de anos do Paleozóico, a disposição dos continentes sofreu várias modificações, sendo, em geral, muito diferente da actual.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

À medida que a os continentes se separavam e se afastavam e a superfície do globo se alterava, também o clima terrestre sofria modificações. Formavam-se novas regiões costeiras onde o clima era mais suave, devido à influência moderadora do oceano, enquanto nas zonas interiores o clima era mais agreste. Formavam-se novas cadeias de montanhas que funcionavam como barreiras naturais à propagação da humidade. Um lado das montanhas, o lado do oceano, apresentando elevada pluviosidade, enquanto o lado oposto se mantinha muito mais seco.

Os organismos dependem vitalmente dos ambientes onde vivem e, conseqüentemente, as comunidades biológicas são profundamente afectadas pelas modificações da morfologia dos continentes e pelas alterações climáticas daí resultantes. Dependendo da velocidade e da intensidade das alterações, assim como da plasticidade das populações biológicas de animais e de plantas para se adaptarem a elas, algumas espécies de animais e de plantas extinguem-se, desaparecendo para sempre, enquanto outras se modificam, evoluem, dando origem a espécies novas, mais bem adaptadas às condicionantes dos novos ambientes em mudança.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

O que é um fóssil?

Como sabemos da existência de dinossáurios como o *Tyrannosaurus rex*? Como sabemos que existiram espécies de organismos que agora estão desaparecidas, que estão extintas? Através dos seus fósseis!

E o que é um fóssil? Um fóssil (substantivo masculino) é um vestígio de um organismo do passado inserido num contexto geológico. Ou seja, segundo a definição canónica, é um vestígio, somático ou de actividade orgânica, identificável, de organismos pretéritos conservado em contextos geológicos.

Um fóssil é um objecto geológico, mas com uma origem biológica, mais ou menos remota, identificável, pelo que um fóssil deve poder ser atribuído a um táxone biológico. Assim, para termos um fóssil, têm de coexistir uma realidade biológica (a informação sobre um organismo pretérito identificável) e uma realidade geológica (o molde, a mineralização, etc., do resto ou do vestígio biológico) num contexto geológico (isto é, no registo geológico).

A maior parte dos fósseis são antigos, antiquíssimos, com muitas dezenas ou centenas de milhões de anos de idade. Mas, atenção, há também fósseis muito recentes. Tão recentes que desafiam a nossa noção intuitiva de fóssil. A definição de **fóssil**, atente-se, não está dependente de uma qualquer fronteira temporal arbitrária, nem de uma qualquer modificação física ou mineralógica do vestígio orgânico, mas sim de uma alteração de contexto. Se um qualquer vestígio biológico está inserido num contexto geológico (e.g., enterrado), então é um fóssil.

Por exemplo, neste preciso momento, em ambientes marinhos de pequena profundidade, ao longo de toda a costa portuguesa, estão a ser enterrados vestígios orgânicos (conchas, carapaças, etc.) por processos de geodinâmica externa. Ou seja, estão a formar-se os fósseis que daqui a uma dezena de milhões de anos terão 10 Ma de idade. Presentemente, esses vestígios fossilizados são extremamente recentes, têm muito pouco tempo de idade, mas o facto de serem restos orgânicos enterrados num contexto



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

Guia do/a Professor/a

geológico torna-os, inequivocamente, fósseis. É a conjugação de duas realidades, a biológica e a geológica, que define o fóssil.

Um fóssil, mais que um objecto, é uma entrada de informação biológica no registo geológico. Uma pegada, por exemplo, mais não é que uma marca no sedimento. Se se retirar a rocha em que está conservada, nada restará da pegada.

São reconhecidos dois tipos básicos de fósseis, de acordo com a sua génese. Os **somatofósseis** são os fósseis de restos somáticos integrantes de organismos. São os fósseis dos dentes, das carapaças, das conchas, das folhas, etc. Os **icnofósseis** são os fósseis de vestígios de actividade vital produzidos em vida pelos organismos, como resultado de uma qualquer actividade biológica (deslocação, alimentação, reprodução, etc.). Quer um tipo, quer outro, são fósseis de pleno direito, pois encerram informação biológica, somática ou etológica, num contexto geológico.

Paleontologia **O que é um fóssil?**

Todo e qualquer **vestígio**, **somático** ou de **actividade orgânica**, identificável, de **organismos pretéritos** conservado em **contextos geológicos**.

O que é um fóssil?

Extraído de: Paleontologia no GeoFCUL acessível em <http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Geofcul1.htm>

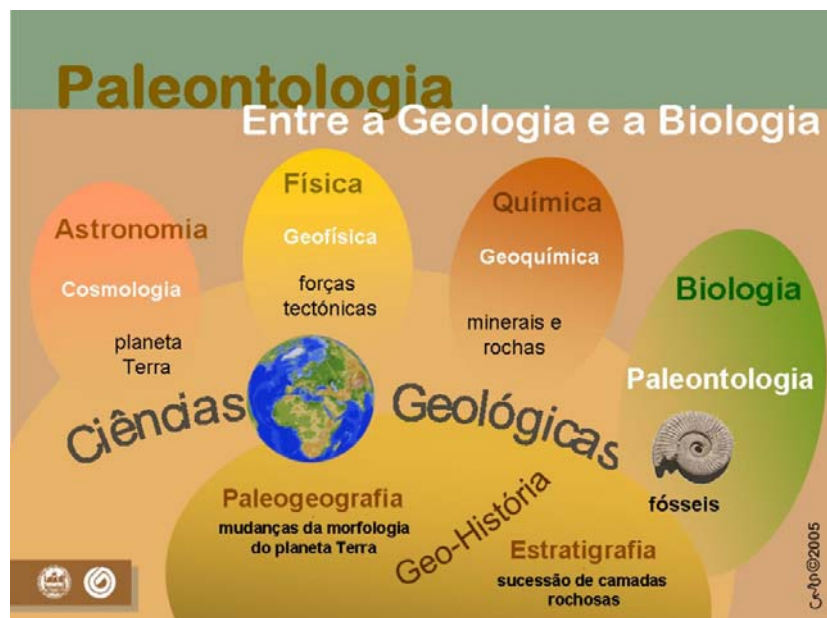


PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

O que é a Paleontologia?

Os fósseis são, antes de mais, objectos geológicos. Por isso, tradicionalmente, a Paleontologia é estudada no âmbito das Ciências Geológicas, por exemplo, no Departamento de Geologia da FCUL. No entanto, os fósseis, para além de informação geológica, encerram também informação biológica. É este carácter ambivalente, biológico/geológico, que os torna especiais. Assim sendo, a Paleontologia não é uma disciplina puramente geológica, nem tão pouco estritamente biológica, antes constituindo ciência de charneira, de ligação entre o domínio das Ciências Geológicas e o das Biológicas.



Paleontologia: entre as ciências geológicas e as biológicas.

O paleontólogo, o especialista com formação superior em Paleontologia, deve ter uma formação dupla, geológica e biológica forte, pois tem de estudar vestígios de



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

Guia do/a Professor/a

organismos pretéritos (vertente biológica) que chegam até nós por processos e em contextos geológicos (vertente geológica).

Numa abordagem mais básica, poderíamos simplesmente dizer que a Paleontologia é a ciência natural que estuda os fósseis, mas isso seria redutor. Será mais correcto entender a Paleontologia como a ciência natural que estuda a Vida do passado da Terra e a cronologia do seu desenvolvimento ao longo do tempo geológico, bem como os processos de integração da informação biológica no registo geológico.

Paleontologia

O que é?

Ciência natural que estuda a **Vida do passado da Terra** e o seu **desenvolvimento ao longo do tempo geológico**, bem como os **processos de integração da informação biológica no registo geológico**.

Subdivisões conceptuais

- Paleobiologia**
(Biologia dos organismos pretéritos)
- Tafonomia**
(Estudo da formação dos fósseis)
- Biocronologia**
(Estudo da cronologia dos eventos paleobiológicos)

© 2005

O que é a Paleontologia?

Adaptado de: Paleontologia no GeoFCUL acessível em <http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Geofcul1.htm>

A Paleontologia não se limita ao estudo da vida do passado geológico. Se assim fosse, seria “apenas” Biologia do passado, i.e., abarcaria apenas a Paleobiologia (que inclui a Paleozoologia, a Paleobotânica, a Paleoecologia, etc.). A Paleontologia tem, também, componente geológica, que contempla, nomeadamente, a formação dos fósseis



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram

Guia do/a Professor/a

(somato e icnofósseis) a partir dos restos orgânicos e dos vestígios de comportamento. Essa componente é abordada no âmbito da Tafonomia.



Tafonomia: tipos de fósseis.

Adaptado de: Paleontologia no GeoFCUL acessível em <http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Geofcul1.htm>



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Dinossáurio ou dinossauro, eis a questão!*

Ao contrário do que sucede com as espécies, certas polémicas nunca se extinguem. A discussão dinossáurio *versus* dinossauro, a nível nacional, é disso excelente exemplo.

Do ponto de vista linguístico, esta é uma questão de lana-caprina. Ambas as grafias, como consulta mais atenta dos dicionários e das enciclopédias nacionais facilmente demonstraria, são lícitas, encontrando-se perfeitamente consagradas e consolidadas na literatura científica lusa quase desde a invenção do conceito de dinossáurio.

Posto isto, passemos rapidamente em revista os aspectos linguísticos básicos da questão. Na composição do vocábulo “dinossáurio” encontramos dois étimos gregos: *δεινός*, adj., *deinós*, que significa temível e terrível, mas também perigoso, funesto, extraordinário, poderoso, etc., e *σαυρος*, s.m., *sauros*, sáurio, lagarto. Dinossáurio significa, pois, “terrível lagarto”. Contudo, ao contrário do que a sua etimologia possa sugerir, a palavra “dinossáurio” não é de origem grega. Os antigos gregos, e toda a gente até meados do séc. XIX, desconheciam a existência de dinossáurios e, como tal, não tinham uma palavra para os nomear. A própria palavra *δεινοσαυρος* (*deinosauros*) não existia na língua grega antes de o termo paleontológico ter sido criado em meados do sec. XIX.

O termo Dinosauria foi cunhado por Sir Richard Owen (n.1804 - f.1892), insigne médico e paleontólogo britânico. Owen apresentou na “British Association for the Advancement of Science”, em 1841, uma comunicação sobre répteis fósseis da Grã-Bretanha. Foi no texto impresso dessa comunicação, publicado em 1842, que surgiu pela primeira vez o vocábulo Dinosauria. O termo é, portanto, um neologismo, concatenado, latinizado e formalizado por Owen em meados do séc. XIX. É do termo Dinosauria, e não de uma pseudopalavra grega ancestral, que deriva o vocábulo português dinossáurio.



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

Quando surge o termo em português? É difícil responder com exactidão a esta pergunta. Todavia, cabe a João Bonança (1891) a primeira referência conhecida a dinossáurios em Portugal. João Bonança refere-se várias vezes aos dinossáurios e às suas pegadas e, relativamente às ocorrências nacionais, diz que: “Poucas regiões haverá no mundo, as quaes, pelas suas condições especiaes, apresentam um conjunto de elementos tão rico e tão variado para um estudo amplo e curioso da era mammiferaria, como a que demora na Luzitania entre o Cabo Mondego e o da Roca; [...]; os *ammonitas*, *belemnitas*, *trigônias*, *uniões* e outros molluscos proprios da era abundam ahi; [...]; ahi se manifestam as pégadas de aves ou de dinosauros [...].” (pág. 380).

Não temos conhecimento de obras científicas, ou de divulgação, anteriores a 1891 em que o termo dinossáurio tenha sido empregue, mas provavelmente existirão.

A primeira utilização que conhecemos do vocábulo em manuais escolares nacionais remonta aos “Elementos de Geologia” de Gonçalves Guimarães (1895), catedrático de Geologia da Universidade de Coimbra, que, a páginas tantas, refere: “[...] aparecem em toda a era secundaria [...] numerosas espécies de reptis marinhos [...], terrestres (*Dinosaurios* [...]) e voadores [...]” (pág. 224).

Mais tarde, já no séc. XX, é publicado relatório da “Descoberta de rastos de saurios gigantescos no Jurássico do Cabo Mondego” de Jacinto Pedro GOMES (1915-16). Nele o naturalista do Serviço Geológico de Portugal relata a descoberta dos rastos e a sua identificação. Neste trabalho sobre a paleoicnologia dos dinossáurios, Jacinto Pedro Gomes descreve os produtores das pegadas dizendo que: “Os dinosaurios eram animais da classe dos reptis [...]” (pág. 10). Outro naturalista a referir-se a dinossáurios foi Carlos Torre de Assunção (1942), director do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Lisboa. Na sua “Introdução Geológica”, Torre de Assunção menciona que: “[...] os Dinosaurios eram animais de grande porte [...]”.

Em duas enciclopédias, a Luso-Brasileira de Cultura da Verbo e a Portuguesa-Brasileira (Editorial Enciclopédia, Lda.), é dada preferência à grafia dinossáurio. No recente Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea, da Academia das Ciências de Lisboa, da Fundação Calouste Gulbenkian e da Verbo, publicado em 2001, é apresentada, explicitamente, a dupla grafia “Dinossauros” e “Dinossáurios” (pág. 1263).

Mas então por que razão existem duas grafias distintas? O termo “dinossauro” chegou ao português do mesmo modo que *dinosaur* (ou *deinosaur*) ao inglês e *dinosaure*



PLUMAS EM DINOSSÁURIOS!

Afinal nem todos se extinguiram



Guia do/a Professor/a

ao francês, *i.e.*, como modificação do vocábulo latinizado *Dinosaurus* (no singular, como no nome genérico *Tyrannosaurus*, que se aplica a “um *Tyrannosaurus*”), ou então como simples importação e adaptação do termo inglês ou do francês. Por seu turno o vocábulo “dinossáurio” resulta da modificação de *Dinosauria* (nome igualmente latinizado de ordem de répteis – “os *Dinosauria*”), tal como no inglês a palavra *saurian* (adj. e sub.) resulta da modificação de *Sauria* (outra ordem de répteis).

Do mesmo modo que não podemos explicar cabalmente o desaparecimento dos dinossáurios não-avianos isolando-os do contexto mais amplo da extinção em massa verificada no final do Cretácico (que atingiu, igualmente, muitíssimos outros grupos de organismos terrestres e marinhos), também não podemos resolver o problema filológico do seu nome separando-o do do nome dos restantes grupos zoológicos e da história da terminologia científica nacional. Há que ver a floresta por trás das árvores, a questão fundamental aqui não é de natureza linguística, mas sim metodológica.

* Adaptado de: SILVA, C.M. DA (2001) - Dinossáurio ou dinossauro, eis a questão! *Al-Madan*, Almada, II sér., **10** (Secção - Crónica de Paleontologia): 14-16.