

1 - Disserte sobre os principais conceitos morfológicos e evolutivos que permitem analisar a configuração dos organismos.

Gabarito:

Para analisar configuração, foram desenvolvidos conceitos de forma, função e evolução. Alguns dos mais úteis desses são a similaridade, a simetria e a segmentação.

Similaridades

Em organismos diferentes, partes correspondentes podem ser consideradas semelhantes por três critérios - ancestralidade, função e aparência. Aplica-se o termo homologia a duas ou mais características que compartilham uma ancestralidade comum, enquanto o termo analogia é aplicado a características com função semelhante e o termo homoplasia a características que simplesmente se parecem. Esses termos datam do século 19, mas adquiriram seus significados atuais depois que Darwin estabeleceu a teoria da descendência comum.

Mais formalmente, as características em duas ou mais espécies são homólogas quando podem ser rastreadas no tempo até a mesma característica em um ancestral comum. A asa da ave e o braço da toupeira são membros anteriores homólogos, que levam ao ancestral comum, o réptil. A homologia reconhece a similaridade com base na origem comum. Uma classe especial de homologia é a homologia seriada, que significa similaridade entre partes repetidas sucessivamente no mesmo organismo. A cadeia de vértebras na coluna vertebral, os vários arcos branquiais ou segmentos musculares sucessivos ao longo do corpo são exemplos.

Estruturas análogas executam funções similares, mas podem ter ou não uma ancestralidade similar. As asas de morcegos e abelhas funcionam no voo, mas não são estruturas que possam ser rastreadas como uma parte similar em um ancestral comum. Já os membros anteriores de tartarugas e golfinhos funcionam como remos (analogia) e podem ser rastreados historicamente até uma origem comum (homologia). A analogia reconhece similaridades com base na função similar.

Estruturas homoplásticas se parecem e podem ou não ser homólogas ou análogas. Além de compartilharem origem (homologia) e função (analogia) comuns, os

membros natatórios de tartarugas e golfinhos são similares superficialmente; eles são homoplásicos. Os exemplos mais óbvios de homoplasia vêm da simulação ou camuflagem, em que um organismo busca disfarçar em parte sua presença, assemelhando-se a algo não atraente. Alguns insetos têm asas formadas e esculpidas como folhas. Tais asas funcionam no voo, não na fotossíntese (não são análogas a folhas), e certamente tais pares não compartilham um ancestral comum (não são homólogas de folhas), mas têm a aparência externa semelhante à de folhas; elas são homoplásicas.

Tais definições simples de similaridades não foram deduzidas com facilidade. Em termos históricos, foi difícil para a morfologia esclarecer as bases de similaridades estruturais. Antes de Darwin, a biologia estava sob a influência da morfologia idealista, a visão de que cada organismo e cada parte expressavam extremamente um plano subjacente. Os morfologistas olhavam para a essência ou tipo ideal por trás da estrutura. A explicação para esse ideal era a unidade do plano. Owen propôs que arquétipos eram a fonte subjacente das características de um animal. Para ele, homologia significava comparação com o arquétipo, não com outras partes adjacentes do corpo nem com ancestrais comuns. Homologia seriada significava alguma coisa também diferente, com base, mais uma vez, nesse arquétipo invisível. No entanto, a evolução darwiniana mudou isso, trazendo uma explicação para as similaridades, ou seja, uma descendência comum.

Analogia, homologia e homoplasia são fatores contribuintes distintos para a constituição biológica. Golfinhos e morcegos têm vidas bastante diferentes, embora possamos encontrar semelhanças fundamentais entre eles - pelos (pelo menos alguns), glândulas mamárias, similaridades de dentes e esqueleto. Tais características são compartilhadas por ambos por serem mamíferos com um ancestral distinto, mas comum. Golfinhos e ictiossauros pertencem a vertebrados ancestrais bastante diferentes, embora compartilhem certas semelhanças - membros natatórios no lugar de braços e pernas e corpos alongados. Essas características aparecem em ambos porque estão destinadas a satisfazer demandas hidrodinâmicas comuns da vida no mar aberto. Nesse exemplo, a convergência da constituição para satisfazer demandas ambientais comuns ajuda a entender as semelhanças de alguns aspectos locomotores. Em contrapartida, a pata traseira com membranas interdigitais de sapos saltadores e pinguins tem pouco a ver com a ancestralidade comum (não têm uma relação estreita) ou com demandas ambientais comuns (o sapo desliza no ar, o pinguim nada na água). Portanto, pode surgir similaridade estrutural de várias maneiras. A função similar em habitats similares pode produzir convergência de forma (analogia); a ancestralidade histórica comum pode levar adiante a estrutura compartilhada e similar para os descendentes (homologia); ocasionalmente, eventos acidentais ou

incidentais podem resultar em partes que simplesmente se parecem (homoplasia). Ao explicar a constituição, invocamos um, dois ou todos os três fatores combinados. Para entender a constituição, precisamos reconhecer a possível contribuição de cada fator separadamente.

Simetria

A simetria descreve a maneira pela qual o corpo de um animal se adapta ao ambiente que o cerca. Simetria radial se refere a um corpo direcionado igualmente a partir de um eixo central, de modo que qualquer dos vários planos que passem pelo centro divida o animal em metades iguais ou especulares. Invertebrados como as águas-vivas, ouriços-do-mar e anêmonas-do-mar são exemplos. Na simetria bilateral, apenas o plano mesossagital divide o corpo em duas imagens especulares, esquerda e direita.

As regiões corporais são descritas por vários termos. Anterior se refere à extremidade cefálica (cranial), posterior à da cauda (caudal), dorsal ao dorso e ventral ao ventre ou frente do corpo. A linha média do corpo é medial; os lados são laterais. Um apêndice inserido tem uma região distal (mais distante) e uma proximal (mais próxima) do corpo. A região peitoral ou tórax sustenta os membros anteriores; a região pélvica se refere aos quadris, que sustentam os membros posteriores. Um plano frontal (plano coronal) divide um corpo bilateral em cortes dorsal e ventral, um plano sagital divide em partes esquerda e direita e um plano transversal o separa em partes anterior e posterior.

Como os seres humanos mantêm o corpo verticalmente ereto e caminham com o ventre para frente, os termos superior e inferior em geral substituem anterior e posterior, respectivamente, na anatomia médica. Como muitos termos são usados apenas para descrever a anatomia humana, não é aconselhável empregar superior e inferior na pesquisa comparada porque poucos animais caminham como os seres humanos. Se você se aventurar no estudo da anatomia humana, pode esperar encontrar tais termos especializados.

Segmentação

Um corpo ou estrutura constituído de seções repetidas ou duplicadas é chamado de segmentado. Cada seção repetida é citada como um segmento (ou metâmero) e o processo que divide um corpo em seções duplicadas se denomina segmentação (ou metamerismo). A coluna vertebral, composta por vértebras repetidas, é uma estrutura segmentar, assim como a musculatura lateral do corpo de peixe, que é constituída por seções repetidas de músculo.

Nem toda a segmentação corporal é a mesma. Para entender a constituição com base na segmentação, precisamos voltar nossa atenção para os invertebrados. Entre alguns invertebrados, a segmentação é a base da reprodução amplificada. Em cestódios, por exemplo, o corpo começa com uma cabeça (o escólex) seguida por seções duplicadas denominadas proglotes. Cada seção é uma “fábrica” reprodutiva autocontida completa, com órgãos reprodutivos masculinos e femininos. Quanto mais seções, mais fábricas, e mais ovos e esperma são produzidos. Alguma unidade corporal total é estabelecida por cordões nervosos simples, mas contínuos, e canais excretores que vão de um segmento a outro. Fora isso, cada segmento é semiautônomo, um modo de replicar órgãos sexuais e reforçar o produto reprodutivo total, segmentação bastante incomum em outros animais.

Os anelídeos, como minhocas e sanguessugas, têm corpos segmentados que fornecem suporte e locomoção, em vez de reprodução. A segmentação dos anelídeos difere daquela dos cestódios porque o celoma do corpo dos anelídeos é preenchido por líquido e forma um esqueleto hidrostático, um dos tipos básicos de sistemas de sustentação encontrados em animais.

O outro sistema de sustentação que vemos em animais é um esqueleto rígido. Estamos familiarizados com um esqueleto rígido porque nossos ossos e cartilagens constituem tal sistema. Outro exemplo é o esqueleto externo quitinoso dos artrópodes, como caranguejos, lagostas e insetos. Os esqueletos rígidos são sistemas eficientes de alavancas que permitem o uso muscular seletivo para produzir movimento.

Embora os esqueletos hidrostáticos talvez sejam menos familiares, são comuns entre animais. Como o termo hidro sugere, esse sistema de suporte inclui uma cavidade cheia de líquido envolta por uma membrana. Em geral, um esqueleto hidrostático também fica envolto em uma camada muscular. Sendo mais simples, a camada muscular é composta por faixas de fibras musculares circulares e longitudinais. O movimento ocorre pela deformação controlada do músculo do esqueleto hidrostático. No caso de animais que escavam ou rastejam, o movimento se baseia em ondas peristálticas produzidas na parede corporal. Os movimentos de natação se baseiam em ondas sinusoidais do corpo.

A vantagem de um esqueleto hidrostático é a coordenação relativamente simples. Apenas dois conjuntos de músculos, o circular e o longitudinal, são necessários. Em consequência, o sistema nervoso de animais com sistemas hidrostáticos em geral também é simples. A desvantagem é que qualquer movimento local necessariamente envolve o corpo inteiro. Como a cavidade cheia de líquido se estende pelo corpo inteiro, as forças musculares desenvolvidas em uma região são transmitidas pelo líquido para todo o animal. Assim, mesmo quando o

movimento é localizado, os músculos de todo o corpo precisam ser empregados para controlar o esqueleto hidrostático.

Em animais verdadeiramente segmentados, septos subdividem de maneira sequencial o esqueleto hidrostático em uma série de compartimentos internos. Como uma consequência da compartimentalização, a musculatura corporal também é segmentada e, por sua vez, o suprimento nervoso e sanguíneo para a musculatura também está disposto de maneira segmentar. A vantagem locomotora é que tal segmentação permite um controle muscular mais localizado e alterações localizadas na forma. Por exemplo, o corpo segmentado de uma minhoca é capaz de movimento localizado.

A segmentação entre vertebrados é menos extensa que entre invertebrados. A musculatura lateral do corpo é disposta em blocos segmentados, e os nervos e vasos que a suprem seguem esse padrão segmentado. Contudo, a segmentação não parece profunda. As vísceras não são unidades repetidas e a cavidade corporal não está compartimentada de maneira seriada. A locomoção é proporcionada por um esqueleto rígido e a coluna vertebral (ou a notocorda) é suprida por musculatura segmentar; no entanto, a segmentação da musculatura externa do corpo não se estende para dentro do celoma e das vísceras.

Embora o corpo dos vertebrados não seja composto por um esqueleto hidrostático, certos órgãos se baseiam no princípio do suporte hidrostático. A notocorda, por exemplo, contém uma parte central de células ingurgitadas com líquido, envoltas em uma bainha de tecido conjuntivo fibroso. Esse bastão incompressível, mas flexível, é um órgão hidrostático que funciona para manter o corpo em um comprimento constante. O pênis é outro exemplo de um órgão hidrostático. Quando estimulado da maneira apropriada, as cavidades dentro dele são preenchidas com líquido, no caso sangue, para dar ao órgão a rigidez ereta com alguma importância funcional.

Fonte: KARDONG, K.V. Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução. 5.ed. São Paulo: Roca, 2011. 928 p. (pág. 40 a 46)

2 – Disserte sobre a organização e funções do sistema nervoso em humanos, considerando as estruturas que compõe o sistema e suas funções.

Gabarito:

O sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico são os componentes estruturais do sistema nervoso, enquanto o sistema nervoso autônomo é um componente funcional. Juntos, eles orientam e coordenam as atividades do corpo, permitem a assimilação de experiências e programam o comportamento instintivo.

O encéfalo, imensamente complexo, e sua miríade de vias conectivas constituem o sistema nervoso. O sistema nervoso, juntamente com o sistema endócrino, regula as funções dos outros sistemas do corpo. O encéfalo, contudo, faz muito mais – e seu potencial é, talvez, muito menosprezado. É incompreensível que a personalidade, os pensamentos e as aspirações resultem do funcionamento de um órgão do corpo. Para Platão o encéfalo era “a nossa parte mais divina”. O processo do pensamento deste órgão inventou a tecnologia para lançar foguetes no espaço, curou doenças, mapeou o genoma humano e fracionou os átomos. Mas com todas estas realizações, o cérebro permanece ainda amplamente desconhecido em seus próprios funcionamentos.

O sistema nervoso está dividido em sistema nervoso central (SNC), que inclui o encéfalo e a medula espinal, e o sistema nervoso periférico (SNP), que inclui os nervos cranianos que se originam no encéfalo e os nervos espinais que se formam a partir da medula espinal. O sistema nervoso autônomo (SNA) é uma subdivisão funcional do sistema nervoso. Os centros controladores do SNA estão localizados no interior do encéfalo e são considerados partes do SNC; as porções periféricas do SNA são subdivididas em divisões simpática e parassimpática.

O sistema nervoso é especializado em receber e responder a ocorrências em nossos ambientes interno e externo. A consciência do meio ambiente é tornada possível através de neurônios (células nervosas), que são altamente especializados no que se refere à excitabilidade e condutividade. As funções do sistema nervoso ao longo do corpo juntamente com o sistema endócrino são de coordenar as atividades dos outros sistemas do corpo. Além de integrar as atividades do corpo, o sistema nervoso tem a capacidade de armazenar experiências (memória) e estabelecer padrões de respostas com base em experiências anteriores (aprendizado).

As funções do sistema nervoso incluem:

1. orientação do corpo em relação aos ambientes interno e externo;
2. coordenação e controle das atividades do corpo;
3. assimilação de experiências necessárias para memória, aprendizado e inteligência; e

4. programação do comportamento instintivo (aparentemente mais importante em outros vertebrados do que em humanos). Estas quatro funções dependem da capacidade do sistema nervoso em monitorar mudanças, ou estímulos, do interior e do exterior do corpo; em interpretar as mudanças em um processo chamado integração; e em efetuar respostas ativando músculos ou glândulas. Assim sendo, falando em termos gerais, o sistema nervoso tem funções sensitivas, de integração e motoras, todas as quais trabalham conjuntamente para manter a constância interna ou homeostasia do corpo.

Desta forma a Estrutura do sistema nervoso é composta:

Sistema nervoso central (SNC) - Compreende o encéfalo e a medula espinal; contém substâncias cinzenta e branca e é recoberto por ossos e meninges

Sistema nervoso periférico (SNP) - Compreende nervos, gânglios e plexos nervosos

Sistema nervoso autônomo (SNA) - Partes simpática e parassimpática do sistema nervoso que controlam as atividades dos órgãos viscerais e a pele

Meninges - Conjunto de três membranas fibrosas que envolvem o SNC, consiste na dura-máter, aracnóide-máter e pia-máter.

Líquido cefalorraquiano (LCR) - Meio aquoso, claro, que faz flutuar e manter a homeostasia no encéfalo e na medula espinal

Neurônio - Célula estrutural e funcional do sistema nervoso; também chamada célula nervosa

Neurônio motor (eferente) - Célula nervosa que transmite potencial de ação do SNC para um órgão efetor, tal como um músculo ou uma glândula

Neurônio sensitivo (afferente) - Célula nervosa que transmite potencial de ação de um órgão receptor para o SNC

Nervo - Feixe de fibras nervosas (porções alongadas dos neurônios)

Plexo nervoso - Convergência ou rede de nervos

Nervo motor somático - Nervo que inerva o músculo esquelético; conduz os impulsos que causam a contração muscular

Nervo motor autônomo - Nervo que inerva o músculo liso, o músculo cardíaco e as glândulas; conduz os impulsos que causam a contração (ou inibem a contração) do músculo liso e do músculo cardíaco e a secreção das glândulas

Gânglio - Agrupamento de corpos celulares nervosos fora do SNC

Núcleo - Agrupamento de corpos celulares nervosos no interior do SNC

Trato - Feixe de fibras nervosas interligando regiões do SNC

Fonte: VAN DE GRAAFF, K.M. Anatomia Humana. 6.ed. Barueri: Manole. 2003. 840 p. (pág.443 a 447).

3 – Disserte sobre os tipos de fósseis existentes e os processos de fossilização envolvidos na sua preservação.

Os fósseis são classificados como restos (ou fósseis corpóreos) e vestígios (ou fósseis traço). Normalmente consistem nas partes duras dos organismos, pois estas apresentam alto potencial de preservação. Os restos podem ser compostos por: sílica (espículas das esponjas), carbonato de cálcio (conchas de moluscos), hidroxiapatita (ossos de vertebrados), quitina (exoesqueleto de artrópodes, celulose (vegetais) e, até mesmo, por tecidos moles preservados.

Os restos podem ser preservados de diversas formas:

(1) Preservação Total

Quando ocorre a preservação praticamente completa de um organismo, incluindo as partes duras (esqueléticas) e moles (tecidos, órgãos) dos organismos. Assim que os organismos morrem, os tecidos ou as partes moles são decompostos rapidamente e, portanto, a preservação dessas partes ocorre sob condições excepcionais de fossilização. Preservação em âmbar: não é por acaso que muitas vezes organismos são englobados em âmbar, que é uma resina viscosa secretada por algumas plantas (principalmente gimnospermas). A resina exala um odor forte que pode atrair alguns invertebrados, os quais, por sua vez, atraem outros animais.

Quando a resina escorre pelo caule, acaba englobando (e aprisionando) elementos da fauna que estavam caminhando ou repousando ali. Uma vez seco, o âmbar fica endurecido, preservando o organismo aprisionado integralmente

Congelamento (ou crio-preservação): ocorre quando um organismo fica exposto a baixas temperaturas, sofrendo congelamento, o que impede a decomposição de suas partes moles.

(2) Preservação com alteração dos restos esqueléticos

Minerais como carbonato de cálcio, sílica e fosfato de cálcio, além de quitina e celulose são os principais constituintes das partes duras, mais resistentes, da maioria dos organismos, como é o caso das conchas, ossos e dentes, e algumas partes de vegetais. Durante a fossilização, essas partes duras podem se manter

inalteradas, preservando no fóssil os minerais que originalmente as constituíam, ou sofrer alguma alteração.

Neste contexto os seguintes processos de preservação com alterações ocorrem:

Carbonificação ou Incarbonização: Durante o processo de decomposição de um organismo, pode acontecer de a maioria dos elementos químicos presentes serem perdidos, mas o carbono permanecer. A carbonificação ocorre quando os restos de animais e plantas não foram totalmente decompostos quando soterrados, e é mais comum em vegetais depositados em ambientes subaquosos com baixas concentrações de oxigênio, como, por exemplo, no fundo de lagos. Com a deposição de sucessivas camadas sobre os restos orgânicos, ocorre o aumento da pressão e da temperatura, resultando na eliminação dos componentes orgânicos voláteis da matéria orgânica, tais como nitrogênio, oxigênio e hidrogênio, com permanência do carbono original. O fóssil que sofreu carbonificação apresenta uma fina película carbonosa, de coloração escura.

Recristalização: Todos os minerais apresentam uma forma geométrica, obtida durante o seu processo de cristalização. Todavia durante a fossilização, os minerais presentes nas conchas e esqueletos dos organismos podem se rearranjar, modificando-se, e formando outros minerais. Assim, minerais instáveis presentes nas partes duras dos organismos irão se modificar para uma forma mais estável, promovendo o crescimento dos minerais na forma de cristais. Esse processo é conhecido como recristalização e, geralmente, destrói os detalhes mais finos da morfologia dos restos.

Substituição: Durante a litificação, diversas reações químicas podem ocorrer, dentre elas, a substituição. No processo de substituição, a constituição mineralógica original das conchas, ossos e dentes modifica-se, sendo o mineral original substituído por outro abundante no meio. Diferentemente da formação de um contramolde (vide a seguir) não temos aqui a dissolução total do fóssil original e posterior preenchimento do espaço vazio por outro mineral. Na substituição, a dissolução do fóssil ocorre concomitante ao processo de deposição do novo mineral. Diversos minerais podem substituir ou serem trocados pelos minerais originais. A substituição chama-se Silicificação quando os elementos químicos originais foram substituídos pelo elemento sílica. Piritização é o processo de substituição dos elementos originais, geralmente compostos de carbonato de cálcio, pelo mineral pirita (também conhecido como ouro-de-tolo). Fósseis piritizados apresentam brilho metálico (dourado), devido à presença desse mineral. Denomina-se Limonitização o processo de substituição por limonita, um óxido de ferro hidratado. Fósseis limonitizados apresentam cor castanha ou avermelhada, devido à presença desse óxido. Finalmente, a Carbonatação envolve a substituição do material original por carbonatos. É importante lembrar

que no processo de substituição, embora ocorra uma mudança na composição química original do resto orgânico preservado, sua morfologia (forma) não sofre alteração.

Incrustação: Em determinados ambientes (cavernas, por exemplo), a água é rica em minerais, como o carbonato de cálcio. Esses minerais carregados pela água podem se precipitar sobre os restos orgânicos. Tipicamente, ossos e conchas de ambientes de caverna apresentam uma cobertura mineral sobre toda a superfície, favorecendo a manutenção desse resto durante o processo de fossilização.

Permineralização: Ocorre quando o sedimento que está ao redor das partes duras de um organismo (esqueleto ósseo, tronco de árvore) é transportado pela água e preenche as cavidades desse organismo. O preenchimento pode ocorrer também por substâncias solubilizadas na água que precipitam dentro dos poros formando minerais. Como resultado, o material fóssil pode apresentar um aspecto inchado

Concreção: Durante o processo de decomposição de um organismo, este libera alguns compostos que desencadeiam reações químicas que, por sua vez, ocasionam a precipitação de outras substâncias químicas. Este processo pode fazer com que a pirita ou a calcita fiquem aderidas ao organismo, envolvendo-o em nódulos. As concreções carbonáticas (calcita) contendo peixes, muito comuns no Grupo Santana, Cretáceo da Bacia do Araripe, recebem o nome de ictiólitos.

Fonte: SOARES, M.B. A Paleontologia na sala de aula. 1ed. Porto Alegre: Ed. Imprensa Livre. 2015. (págs. 92 a 98)



Assinaturas do documento



Código para verificação: **968S2CPC**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



PEDRO VOLKMER DE CASTILHO (CPF: 023.XXX.189-XX) em 07/07/2025 às 08:51:23

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:36:47 e válido até 30/03/2118 - 12:36:47.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwMjQ0NzZfMjQ0OTRfMjAyNV85NjhTMkNQw==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00024476/2025** e o código **968S2CPC** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.