

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL – Processo Seletivo 2017/18**

**PROVA DE CONHECIMENTO ESPECÍFICO – 13/11/2016**

**Instruções:** Cada questão vale de 1,5 a 2,0 pontos. Responda cada duas questões numa folha dupla de papel almaço, sequencialmente. Identifique sua prova por seu número de inscrição. Não utilize sua matrícula ou nome para identificar a prova, somente o número de inscrição.  
**Duração da prova, quatro horas.**

**Questão 1. (2,0 pts):** Referente à Introdução do artigo “Can environmental change affect host/parasite-mediated speciation?”, responda:

(A): Citar as características específicas do “Triângulo da Doença”

O canto do hospedeiro inclui as variações na sua história de vida, sua imunidade (inata ou adquirida) e sua abundância.

O canto do parasito compreende sua frequência de transmissão, sua habilidade para completar seu ciclo e vida e sua virulência.

Finalmente, o canto ambiental representa o ecossistema no qual o parasito e o hospedeiro vivem.

(B): As teorias que descrevem as interações parasito-hospedeiro via alterações nas frequências de alelos de ambos consideram 2 principais cenários. Cite-os.

A teoria clássica do hospedeiro-parasito descreve a dinâmica coevolutiva através de mudanças espelhadas nas frequências de alelos nas populações de hospedeiro e parasito. Dois cenários principais geralmente são considerados:

(i) As corridas armamentistas são caracterizadas por varreduras seletivas de alelos recorrentes. Teoricamente, esses alelos podem estar presentes na população em um *locus* polimórfico ou podem surgir de mutações de novo.

(ii) As frequências de alelos de ciclismo descrevem a manutenção das mesmas variantes genéticas por seleção dependente de frequência constante. As frequências de ciclismo de alelos também foram apelidadas de "dinâmica da rainha vermelha".

Em ambos os cenários, as interações hospedeiro-parasito promovem a manutenção da diversidade genética (entre as populações ou dentro delas) e criam variações sobre as quais a seleção natural pode atuar.

(C): Os efeitos das alterações ambientais sobre hospedeiros, parasitos, suas interações e comunidade ecológica podem afetar os mecanismos de adaptações locais de duas diferentes formas. Cite-as.

O efeito quádruplo das mudanças ambientais nos hospedeiros, parasitos, suas interações e a comunidade ecológica afetam a adaptação mecanismos de local de diferentes maneiras. Consideramos duas categorias de alterações: primeiro, mudanças ambientais podem afetar o hospedeiro ou o parasito individualmente e mudar sua capacidade de seguir picos adaptativos no cenário de aptidão (ou mesmo mediar uma mudança para um pico adaptativo diferente). Em segundo lugar, mudanças ambientais podem afetar interações entre hospedeiro-parasito

e configurações ecológicas, resultando em uma mudança no próprio cenário adaptativo.

(D): De acordo com o texto (Table 1), definir “Assimilação genética e Adaptação local”

**Adaptação local:** Processo pelo qual a seleção mediada pelas condições locais para uma população leva à sua aquisição evolutiva de características que conferem maior aptidão sob essas condições específicas do que em outras.

**Assimilação genética:** A incorporação de uma característica, inicialmente devido à plasticidade fenotípica, na composição genética de uma população de tal forma que essa se fixa independentemente das condições ambientais que provocam a plasticidade.

**Questão 2. (1,5 pts): Referente ao tópico 2. “Environmental change affects disease ecology”, responda:**

(A): Alterações ambientais, particularmente aumento na temperatura, podem afetar as interações parasito-hospedeiro. Mas também podem levar a um aumento da resistência dos hospedeiros. Cite os mecanismos que podem contribuir para essa rápida alteração.

Vários mecanismos podem contribuir para tais mudanças rápidas: (i) O aumento da variação nas características da história de vida do hospedeiro após a exposição ao parasito em uma temperatura mais alta pode revelar variação genética na população e disponibilizá-la para seleção. (ii) Os aumentos de temperatura podem reforçar a seleção de genes imunes, acelerando assim a adaptação do hospedeiro. (iii) Sofrem mudanças adicionais em parâmetros de imunidade (por exemplo, contagem de células imunes, expressão de genes imunes) como resposta à variação de temperatura. (iv) efeitos maternos, quando as mães estressadas por ambientes mais quentes produzem descendentes mais resistentes. E, finalmente, (v) comportamentos dos hospedeiros, como estratégias de forrageamento ou escolha de habitat, podem mudar sob mudanças interagindo com os efeitos simultâneos das alterações climáticas em parasitos. Além dos efeitos diretos nos hospedeiros e/ou parasitos, o aquecimento global também pode afetar suas interações.

(B): De que forma a eutroficação antropogênica pode afetar o equilíbrio parasito-hospedeiro?

A eutroficação antropogênica é uma grande ameaça para os ecossistemas aquáticos. Eutroficação a partir da urbanização ou da agricultura pode forçar uma mudança entre estados estáveis alternativos, modificam as cascatas tróficas e reduzem a biodiversidade, por exemplo, aumentando a especiação reversa. Em condições eutróficas, existe uma tendência geral para aumento da virulência e densidades parasitárias, especialmente para parasitos generalistas. Esses efeitos são frequentemente conduzidos pelo aumento das densidades dos hospedeiros intermediários, alterando efetivamente o histórico de vida do parasito.

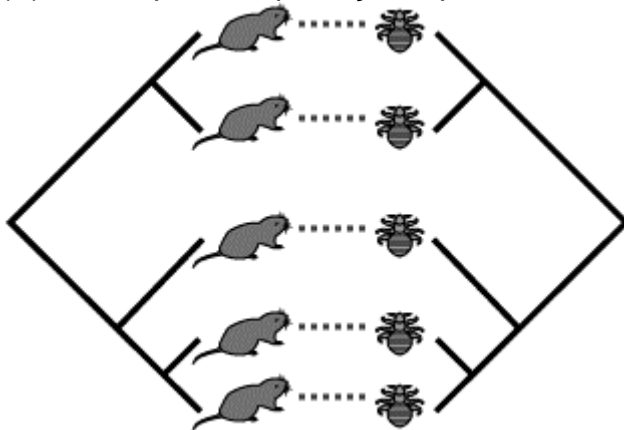
(C): Variações nos níveis de nutrientes podem afetar diretamente ao hospedeiro. Quais são as possíveis consequências dessas variações?

Do lado do hospedeiro, a variação nos níveis de nutrientes pode forçar a mudanças fisiológicas nos mecanismos de defesa, na homeostase e

metabolismo. Isso pode prejudicar ou promover adaptação local do hospedeiro: por um lado, aumento do nutriente pode estar associado à seleção do hospedeiro pelo parasito, se os indivíduos suscetíveis podem compensar os custos de imunidade e sobreviver tempo suficiente para se reproduzir. Além disso, a eutroficação pode afetar o comportamento do hospedeiro, incluindo interferência com escolha de parceiros devido à quebra de sinais, seja visual ou olfativo. Por outro lado, o fornecimento insuficiente de nutrientes pode prejudicar a especificidade das defesas do hospedeiro se os investimentos em mecanismos de defesa são reduzidos.

**Questão 3. (1,5 pts): Referente ao tópico 3. “Influences of host–parasite interactions on parasite speciation”, responda:**

(A): Qual tipo de especiação o padrão abaixo reflete? Por quê?



Coespeciação. A filogenia do parasito “espelha” a do hospedeiro, indicando que as especiações entre os parasitos e hospedeiros foram concomitantes.

(B): Qual situação tende a promover a especiação por hibridação? Quais seriam os possíveis desfechos da hibridação?

A presença de várias espécies de parasitos em um único hospedeiro. Caso a hibridação acarrete em expansão da gama de hospedeiros, promoveria a especiação; e caso a hibridação não acarrete em expansão da gama de hospedeiros, as espécies de parasitos poderiam se fundir em uma única (especiação reversa).

(C): De qual(is) forma(s) o grau de especialização do parasito com o seu(s) hospedeiro(s) poderia influenciar na especiação do parasito?

O aumento da especialização do parasito (parasitos mais especialistas) para com seu hospedeiro tende a estreitar os picos adaptativos das populações deste parasito, promovendo adaptação local e diminuição do fluxo gênico, o que favorece a emergência de complexos gênicos adaptados localmente e consequentemente a especiação.

**Questão 4. (1,5 pts): Referente ao tópico 4. “Influences of host–parasite interactions on host speciation”, responda:**

(A): Defina: pleiotropia; seleção natural; e seleção sexual.

Pleiotropia: propriedade de um gene determinar múltiplas características (no contexto da especiação via “características mágicas” refere-se aos efeitos fenotípicos ligados às seleções natural e sexual).

Seleção natural: é caracterizada pela maior contribuição de determinados indivíduos à próxima geração devido a sua sobrevivência maior e/ou reprodução diferenciada devido a suas características genéticas.

Seleção sexual: representa um caso especial de seleção natural, que age na habilidade de um organismo em obter/copular com um parceiro, ou seja, influenciar na reprodução.

(B): Explique os mecanismos pelos quais a diferenciação comportamental entre duas populações, impulsionada por parasitos, pode levar à especiação.

O comportamento diferenciado entre populações de hospedeiros ocorre inicialmente devido a existência de diferentes comunidades de parasitos, que promoverão adaptações locais, como preferências sociais, comportamento anticontágio, etc. Então, estas características comportamentais irão se correlacionar por meio de ligações com base genética, o que tende a promover a segregação populacional e por último a divergência.

(C): A pressão de parasitos promove a evolução e diversificação dos hospedeiros. De qual mecanismo de especiação se trata essa afirmação?

Divergência da população de hospedeiro mediada por parasitos.

**Questão 5. (1,5 pts). Referente ao tópico 5. “How can environmental change interact with host–parasite interactions in their effect on speciation dynamics?”, responda:**

(A): A mudança do meio ambiente facilita ou impede a especiação do hospedeiro, pensando em termos de indivíduos e seleção sexual?

A mudança do meio ambiente tanto facilita quanto impede a especiação.

Num primeiro momento uma mudança de temperatura pode aumentar a virulência do parasito, que normalmente está a frente na corrida armamentista. Porém um aumento da resistência do hospedeiro como um efeito colateral a adaptação a uma mudança do ambiente por parte do hospedeiro também é possível, isso pode facilitar a especiação se pequenas diferenças entre populações levarem a diferentes trajetórias evolutivas. Isso resulta da capacidade dos parasitos e hospedeiros de individualmente conquistarem seus respectivos picos adaptativos.

Alternativamente, referente a mecanismos comportamentais devido a eutrofização e outras mudanças no meio ambiente, pode ocorrer um relaxamento da seleção sexual. Por exemplo, num ambiente aquático eutrofizado, a visibilidade diminui impedindo as fêmeas de enxergarem a coloração nupcial dos machos, que se torna uma opção custosa para os machos sem resultar numa diferença reprodutiva, e impede as fêmeas de escolherem machos sem parasitos, pois eles parecem iguais aos machos saudáveis nas águas mais turvas. Uma mudança no PH ou eutrofização afeta os indícios olfativos também. Alelos suscetíveis vão permanecer na população e o caminho que leva a especiação é interrompido.

(B): Do que se trata GXGXE (genotype-by-genotype-by-environment interaction) e qual sua relação com a dinâmica co-evolucionária?

Significa a estreita interação entre cada um dos vários tipos de genótipos respectivamente do parasito e do hospedeiro num determinado ambiente. Na dinâmica co-evolutiva o potencial da mudança ambiental para interferir na

especificidade local dos parasitos e seus hospedeiros pode ser bem problemático para a especiação. Até o momento só foi acompanhado uma geração de hospedeiros experimentalmente e o grau que estas relações podem ser alteradas não está claro. Modelos matemáticos parecem sugerir que a mudança do meio ambiente pode tanto impedir quanto acelerar a clássica dinâmica da rainha vermelha. O princípio da Rainha Vermelha diz que em um sistema evolutivo, por exemplo, predador-presa ou parasito-hospedeiro, é preciso haver um desenvolvimento evolutivo contínuo de cada parte para manter a aptidão biológica relativa aos sistemas com o qual os parceiros desta corrida armamentista estão a co-evoluir, O parasito aumenta a virulência e o hospedeiro se torna mais resistente, ambos permanecendo relativamente no mesmo lugar. A mudança do ambiente (exemplo com aquecimento global) pode mudar a composição da fauna e flora, permitindo a parasitos a oportunidade de mudarem de hospedeiro. Também pode alterar a dinâmica influenciando a abundância do hospedeiro e o potencial para transmissão, A capacidade de infectar novos hospedeiros pode ser diminuída com a mudança no clima. Novos picos adaptativos podem ser explorados pelo parasito se os picos adaptativos de espécies de hospedeiros distintos se tornarem mais próximos, mas também ao aumentar o número de picos da paisagem adaptativa um oportunismo ecológico pode permitir a expansão de nicho do parasito e subsequente especiação. Neste caso temos genes que poderiam ser maladaptativos mas que no novo ambiente podem se tornar vantajosos. Todos estes processos podem afetar positivamente ou negativamente o G<sub>X</sub>G<sub>X</sub>E.

(C): Em que circunstâncias a mudança do meio ambiente promove a especiação do parasito e/ou do hospedeiro?

Enquanto a maioria dos estudos concentra na possibilidade de epidemias levarem a extinção das espécies devido a mudança climática, existe também o potencial para ocorrer especiação. Esta especiação é contingente ao hospedeiro sobreviver a mudança do ambiente. Se as comunidades de parasitos divergirem após a mudança do clima e do ecossistema os hospedeiros podem divergir resultado das novas pressões seletivas. A rápida dinâmica evolutiva dos parasitos e hospedeiros é na verdade uma espada de dois gumes, aumentando a chance de especiação por um lado devido a seleção de diversidade genética por parte do hospedeiro em resposta aos parasitos, ou causando extinção de populações e espécies devido a epidemias e uma virulência maior do patógeno.

**Questão 6. (2,0 pts). Referente ao tópico 6. “Future challenges of host–parasite research: plasticity, transgenerational immune priming and adaptive evolution in changing environments”, responda:**

(A): Qual é o efeito da plasticidade fenotípica (adaptativa ou não) na co-evolução de parasitos e hospedeiros?

Como explicado no item 5, um dos problemas associados a mudança climática é o aumento de eventos extremos como abruptas geadas e furações. Se as interações extremas ocorrem com frequência isso pode levar aos parasitos e hospedeiros aumentarem sua plasticidade fenotípica. Norma de reação é a relação entre o fenótipo e o genótipo dado uma gama de condições ambientais. Alguns genótipos produzem um fenótipo adaptativo numa grande variedade de ambientes. Esta plasticidade seria selecionada em ambientes que mudam

várias vezes ao longo de um tempo evolutivo curto. Isto talvez poderia impedir a especiação (os hospedeiros têm maior plasticidade e se adaptam a qualquer condição ambiental). Mas se a plasticidade permite o acúmulo de variação genética e maior variância mutacional, a plasticidade fenotípica pode ser o primeiro passo da especiação.

(B): Do que se trata Transgenerational immune priming (TGIP) e qual é sua importância?

TGIP é um exemplo de plasticidade fenotípica. A sigla descreve a transferência da estimulação do sistema imune para a próxima geração, antes dela ser exposta ao patógeno. Provavelmente envolve marcadores epigenéticos e pode aumentar o custo do preparo do hospedeiro que pode atrasar a maturidade sexual etc. Pode ter um papel importante pois providencia um mecanismo de herança e adaptação para lidar com uma mudança ambiental.

(C): Explique a Fig. 2.

A figura ilustra uma paisagem adaptativa do ponto de vista do parasito que tem duas populações A e B adaptadas a hospedeiros representados por picos adaptativos diferentes. Uma mudança do meio ambiente (por exemplo, o aquecimento global) podem levar os parasitos a explorarem picos que se tornaram mais próximos devido à mudança ambiental, situação a. Se após a mudança houver estabilidade (situação b) a população vai migrar para os novos picos. Se houver flutuação lenta entre os estados a população tanto dos hospedeiros quanto dos parasitos vai se adaptar através da evolução via seleção natural a paisagem adaptativa vai mudar, e mudando lentamente as condições as populações vão ter tempo de explorar novos picos (situação c). Se a mudança entre estados é rápida genótipos não são eliminados e pode ocorrer a expansão da plasticidade fenotípica do hospedeiro e dos parasitos sem mudança dos picos que podem permanecer a onde estavam (situação d).

(D): Como os autores concluem o artigo?

Precisamos de mais estudos para ver se a mudança do clima vai aumentar a extinção, diminuindo a diversidade, ou aumentar a especiação de parasitos e hospedeiros. Precisamos entender principalmente o papel da co-especiação mediada por relações co-evolutivas entre parasitos e hospedeiros e o papel da plasticidade fenotípica neste processo.