

A “Herança d'Os Maias”

Autores: Ana Barros, Célia Melo, Anabela Nunes, Júlio Borlido-Santos, Susana Pereira

Nota prévia: No ano lectivo 2021/2022 o presente guião foi revisto por Paulo Oliveira e implementado nas escolas pelos investigadores do i3S Paulo Oliveira, Steeve Lima, Filipa Dias e Filipe Monteiro*

Descrição da atividade:

A “Herança d' Os Maias” é uma atividade prática interdisciplinar que cruza conteúdos da disciplina de Português 11º ano e Biologia 12º. O desafio colocado aos alunos é identificar o herdeiro d' Os Maias através do uso de testes genéticos. Esta atividade está centrada na análise do clássico da literatura do século XIX “Os Maias” de Eça de Queiroz e na transmissão de características genéticas envolvendo conceitos tais como fenótipo, genótipo, hereditariedade, dominância e recessividade.

Objetivos:

- Abordar conceitos de genética: fenótipo, genótipo, homozigótico, heterozigótico, recessivos e dominantes, alelos
- Utilizar técnicas de biologia molecular - eletroforese
- Relacionar conceitos de genética e com a árvore genealógica
- Discutir o papel da hereditariedade vs. educação vs. ambiente cultural da obra.

Equipamentos e materiais necessários

- **Equipamentos:** Balança; Micro-ondas; Tina de electroforese e fonte de alimentação; Transiluminador
- **Materiais:** Agarose; Solução TAE; Corante de ácidos nucleicos; Micropipetas e respetivas pontas descartáveis.
- **Consumíveis:** ADN; Marcador de peso molecular de ADN; Corante Loading Dye.

Desenvolvimento

Cada aluno assume uma personagem com base na história da família d' Os Maias. Para além da história original, é introduzida uma nova trama com dados suplementares nos quais se baseia o desafio: “Quem é o herdeiro d' Os Maias?” Cinco membros da família, três dos quais descendentes ilegítimos, apresentam-se como tendo os direitos de herdar por sucessão.

Assim é iniciada a discussão que levará ao esboço de uma árvore genealógica e à realização do trabalho laboratorial. Cada participante incorpora um membro da família e terá que analisar uma amostra de ADN, de modo a estudar a transmissão de uma dada característica genética. Para isso, é usada a electroforese em gel de agarose. Os resultados do teste, acrescentados à árvore genealógica d'Os Maias, permitem a identificação dos indivíduos homozigóticos e heterozigóticos para o gene analisado. É traçada a transmissão do gene ao longo das várias gerações, encontrando-se a resposta ao desafio.

1. **"Desafio":** A discussão começa com o reconhecimento da necessidade de investigar o genótipo dos presumíveis herdeiros.
2. A atividade laboratorial consiste numa simulação prática na qual será investigado um único gene. Este gene é denominado gene "Herança". É construída uma árvore genealógica e cada membro da família Maia doará uma amostra de ADN¹. A tarefa é detectar que alelos do gene estão presentes na amostra através da interpretação de um padrão de fragmentos de ADN separados por electroforese em gel de agarose.
3. Análise dos resultados e resolução do "desafio". Os participantes devem analisar as bandas do teste genético identificando os membros da família que são homozigotos ou heterozigotos para o gene herança e inferindo quem irá mostrar a característica herdada ou quem é portador e poderá transmitir aos descendentes. Uma árvore genealógica é construída de acordo com o genótipo observado e são tiradas conclusões.

¹ Não será utilizado ADN humano, mas sim amostras de ADN de origem bacteriana previamente preparadas.

Guião da Atividade

Esta é apenas uma proposta de apresentação e desenvolvimento do workshop "A Herança dos Maias" o professor deve adequar este guião consoante o número de alunos, objetivos pedagógicos, contextos de aprendizagem.

Caso nunca tenha participado desaconselhamos que implemente o workshop de forma autónoma. Isto prende-se com alguma complexidade na preparação da parte experimental do workshop e a necessidade de equipamentos menos comuns nas escolas.

Em caso de dúvida não hesite em falar connosco escolas@i3s.up.pt

INTRODUÇÃO

Recordar a obra

Mostrar árvore sem bandas.pdf

Distribuir os cartões das personagens (documento.pdf).

Cada aluno lê a sua personagem

A TRAMA

Os Maias são a história de uma família ao longo de várias gerações. O romance de Eça de Queiroz termina com a Maria Eduarda da Maia e o Carlos Eduardo a descobrirem que são irmãos, apesar de estarem muito apaixonados, por isso separam-se: a Maria Eduarda parte para Paris e o Carlos vai fazer uma longa viagem e acaba, depois, por voltar a Lisboa. Acaba o romance do Eça.

Nós ficamos a saber que 50/60 anos depois, Carlos e Maria Eduarda morrem e surge a necessidade de encontrar um herdeiro para a família Maia.

Surgem vários candidatos:

- Rosa diz ser filha de Maria Eduarda e, portanto, herdeira por direito;
- Um homem aparece e afirma ser filho de Carlos da Maia. Conta que Carlos teve uma amante espanhola em Coimbra, nos seus tempos de estudante, de seu nome Encarnacion e que, quando esta partiu para Espanha, ia grávida de Carlos e que ele é esse filho que Carlos nunca conhecera.
- Pedro, pai de Carlos Eduardo e M^a Eduarda, teve um bastardozinho quando era jovem, com apenas 19 anos. Até agora nada se soube do bastardo; contudo, agora três senhores afirmam ser esse filho bastardo. Qual deles será? Será algum deles?

PROBLEMA

Quem é o herdeiro d'Os Maias?

INVESTIGAÇÃO - ANÁLISE GENÉTICA

Para descobrir o herdeiro fizemos análise de ADN a toda a família. E porquê a toda a família?

Como é visível no romance de Eça, nesta família nada é o que parece, há sempre romances e intrigas escondidas. Por via das dúvidas achamos melhor confirmar os laços entre os elementos conhecidos da família.

Como descobrimos o herdeiro através do ADN?

Usamos um gene, a que chamamos de "*gene Herança*", que não tem manifestação visível (ou seja, não é uma característica fenotípica).

A hereditariedade aborda os processos biológicos que asseguram a passagem da informação genética de geração em geração. Toda essa informação está em células e cada uma contém 46 cromossomas. No núcleo celular encontramos o ADN onde se encontram os genes. Neles estão codificadas todas as características de um ser vivo, que são únicas em cada indivíduo.

A genética estuda a estrutura dos genes no organismo, a sua diversidade e a transmissão de características de pais para filhos. Herdamos de cada um dos nossos progenitores 23 cromossomas. Os genes são porções de ADN - a porção mais pequena de um cromossoma, que não permite a divisão ou rutura por recombinação e que condiciona a transmissão e a manifestação dos caracteres hereditários. O código genético é traduzido em proteínas, expressando-se desta forma determinada característica.

O alelo é uma variação específica de um mesmo gene, situada no mesmo locus (mesmo local do cromossoma). Corresponde a diferentes versões do mesmo gene.

O "gene herança", possui dois alelos: "H" e "h", sendo o alelo "H" de transmissão dominante e o alelo "h" de transmissão recessiva. Assim a característica "Herança", se for de transmissão dominante, basta um alelo dominante para se manifestar ("HH" ou "Hh"). Se tiver dois alelos recessivos ("hh"), não se manifestará. (nota: uma dada característica com transmissão for recessiva, só se manifestará se estiverem presentes 2 alelos recessivos).

Após a amplificação do gene de interesse, juntamos ao ADN uma enzima de restrição que corta a sequência num local específico existente apenas no alelo "h" do gene herança. Assim, sempre que existe um alelo "h" a enzima quebra o fragmento em duas partes. No caso de existir um alelo "H", a enzima não atua, mantendo-se a sequência completa.

Para separar os fragmentos de ADN amplificados e digeridos, usaremos a técnica de Eletroforese. Esta técnica consiste na separação de moléculas carregadas (o ADN tem carga negativa) conseguida pela aplicação de um campo elétrico. O ADN, previamente cortado, migrará num suporte físico (gel de agarose) de acordo com o seu tamanho. Moléculas menores percorrerão distâncias maiores do que moléculas mais pesadas. O tamanho/peso de cada fragmento é determinado por comparação com um marcador de peso molecular, que é incluído no mesmo gel.

Assim, sempre que estivermos na presença de um indivíduo homozigótico para o alelo "H" ("H" para cada um dos alelos desse gene) a enzima não vai cortar a sequência em nenhum local, resultando num único fragmento de DNA. Observa-se uma única banda, mais pesada. Se se tratar de um indivíduo homozigótico para o "h" ("h" para cada um dos alelos desse gene) a enzima vai cortar o ADN, resultando daí dois fragmentos por alelo, isto é, 4 pedaços em que cada 2 são iguais. Observam-se assim duas bandas de tamanhos menores que a resultante na presença do alelo "H".

No caso de um indivíduo heterozigótico, com um alelo "h" e um alelo "H", o resultado da restrição enzimática serão três fragmentos (observam-se 3 bandas) já que o alelo "H" fica intacto e o alelo "h" é cortado em dois fragmentos menores.

A análise integrada, contextualizada na história d'Os Maias de Eça de Queirós e dos resultados genéticos observados experimentalmente, permitirá estabelecer/verificar se as pessoas são familiares umas das outras.

Distribuir a cada aluno o mini-ependorf com o número correspondente à personagem
Realizar a parte experimental: simulação do corte com a enzima, fazer o gel de agarose, preenchimento dos poços, fazer a eletroforese

Nota prática: em função do tempo disponível pode-se, em sala de aula, fazer o passo relativo à digestão do ADN. Em alternativa os alunos podem ter acesso direto aos fragmentos já digeridos e prontos a carregar no gel.

INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Preencher os post-its da árvore com as bandas reveladas correspondentes

1. O senhor que afirma ser filho de Carlos, pode ser filho dele?
2. A Rosa pode ser filha da Maria Eduarda com uma das suas relações: McGren e Castro Gomes?
3. Algum destes senhores que dizem ser filhos bastardos de Pedro com a mulher desconhecida pode realmente ser filho deles?
4. O Carlos e a Maria Eduarda podem realmente ser filhos de Pedro e Maria Monforte?
5. Quem será o pai de Carlos Eduardo? Mais de um dos sujeitos analisados pode ser pai de Carlos. Porquê?

Numa análise de ADN por exemplo num teste de paternidade, não se usa um só marcador, mas vários, para uma comparação mais completa dos genes. Uma análise com base num único marcador é limitativa.

CONCLUSÕES

1. O senhor que afirma ser filho de Carlos, pode ser filho dele?

Sim, pode ser filho de Carlos e de Encarnacion. Não pode ser herdeiro uma vez que não é neto de Pedro da Maia.

2. A Rosa pode ser filha da Maria Eduarda com uma das suas relações: McGren e Castro Gomes?

A Rosa não pode ser filha de Maria Eduarda.

3. Algum destes senhores que dizem ser filhos bastardos de Pedro com uma mulher desconhecida pode realmente ser filho deles?

Sim, o Bastardo 3 pode ser filho de Pedro da Maia e da mulher desconhecida.

4. O Carlos e a Maria Eduarda podem realmente ser filhos de Pedro e Maria Monforte?

Podem ser ambos filhos de Maria Monforte, no entanto Carlos não é filho de Pedro da Maia

5. Quem será o pai de Carlos Eduardo? Mais de um dos sujeitos analisados pode ser pai de Carlos. Porquê?

Embora o Tancredo pela informação do gene h pudesse ser pai de Carlos, é pouco provável que o seja, uma vez que, segundo o romance, quando conhece Maria Monforte, já Carlos era nascido. Como tal, o mais provável é que o pai seja o outro candidato, o Alencar.