



TRANSMISSÃO DA VIDA ÉTICA E MANIPULAÇÃO GÊNICA



OS FUNDAMENTOS DA HEREDITARIEDADE

EXPERIMENTO

- *Teste de paternidade*



Realização



Ministério da
Ciência e Tecnologia

Ministério
da Educação

1. Resumo

Essa aula propõe a simulação de um teste de paternidade por meio da análise de fragmentos de DNA da criança, de sua mãe falecida e de três homens, um deles o pai biológico da criança.

2. O experimento

2.1 Materiais

- Papel;
- Lápis ou caneta;
- Tesoura.

2.2 Procedimento

Orientar previamente os alunos para que realizem uma pesquisa em casa ou na biblioteca sobre como os testes de paternidade são atualmente realizados: qual material biológico costumam usar, o que extraem dele, se necessitam de grande quantidade de material e em que se baseia a análise dos resultados do teste.

Professor, inicie a atividade com uma discussão sobre os fundamentos da hereditariedade.

Cada pessoa tem um padrão DNA particular. Um filho herda 50% de suas moléculas de DNA da mãe e 50% do pai. No núcleo de cada célula somática (célula dos tecidos que constituem o corpo) há 23 pares de cromossomos homólogos: 23 desses cromossomos vieram do óvulo e os outros 23, do espermatozoide. A união do óvulo com o espermatozoide deu origem ao zigoto. Esse zigoto originou o embrião e depois o feto que um dia fomos.

Cada cromossomo é constituído de uma molécula de DNA e de proteínas, portanto, em cada célula somática há 46 moléculas de DNA.

O teste de paternidade compara o DNA dos pais com o do filho, com probabilidade de 99,9% de acerto para determinação da paternidade.

Simplificadamente, nessa técnica, o DNA dos indivíduos é isolado e multiplicado por meio de uma técnica denominada Reação em Cadeia da Polimerase - PCR, na qual são realizados ciclos de alteração de temperatura e usadas enzimas, fragmentos para iniciar a síntese de DNA e nucleotídeos que possibilitarão que uma pequena quantidade de DNA seja aumentada muitas vezes. Após essa etapa de amplificação, o DNA é quebrado em fragmentos através das chamadas enzimas de restrição, que são capazes de clivar regiões específicas das moléculas de DNA. Esses fragmentos são separados por tamanho e não por sua sequência de bases (ou nucleotídeos) através da técnica de eletroforese, gerando uma espécie de imagem fotográfica semelhante a um código de barras. Esse “código de barras” é a “impressão digital” do indivíduo. Os resultados são comparados, podendo identificar os pais indivíduo. Vale lembrar que o exame de DNA não compara a informação genética dos indivíduos, mas apenas os tamanhos dos fragmentos obtidos de suas moléculas de DNA.

O teste é feito pelo DNA com sangue, de onde são obtidos os leucócitos, ou fio de cabelo. Em caso de pai falecido, extrai-se o DNA dos ossos e dos dentes do corpo, desde que o material não tenha sido prejudicado pelo calor (cremação, por exemplo).

Nessa aula, será simulado um teste de paternidade, de maneira simplificada, com o objetivo de subsidiar a discussão sobre os princípios de transmissão de características hereditárias.

Teste de paternidade

Proponha um caso

Caio é um menino de 5 anos. Sua mãe faleceu há um ano atrás e três homens afirmam ser seu pai. Foi realizado um teste de paternidade para tirar a prova.

No anexo do Roteiro de Trabalho estão os supostos fragmento de DNA dos envolvidos (Filho, mãe, suposto pai 1 (P1), suposto pai 2 (P2) e suposto pai 3 (P3).

Peça para os alunos completarem as fitas de DNA com as respectivas bases complementares dos fragmentos dos DNA dos envolvidos (Anexo do Roteiro de Trabalho);

Os passos da simulação consistem em

1. Quebrar o DNA em fragmentos pela enzima de restrição.

Considere agora que a enzima de restrição utilizada reconhece a sequência de bases GG e que “corta” o DNA entre o primeiro e o segundo G.

Nota: Lembre-se que após a etapa de amplificação o “cromossomo”, uma estrutura identificável pela sua forma, tamanho e constituída de uma molécula de DNA específica, deixa de existir. No final desse processo, o que se obtém é uma mistura composta de todas as moléculas de DNA que constituíam todos os cromossomos das células do indivíduo.

Quando a sequência GG for encontrada, faça um traço vertical separando G de G, como no exemplo da figura 1.

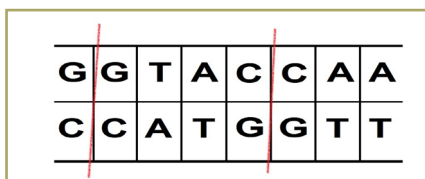


Figura 1: Sequência hipotética de DNA exemplificando o traço separando G de G. As duas sequências indicam as duas fitas de DNA da molécula.

Corte, com uma tesoura (representa a enzima de restrição), a fita de DNA onde foram feitos os traços verticais, obtendo, assim, fragmentos de DNA (Figura 2);

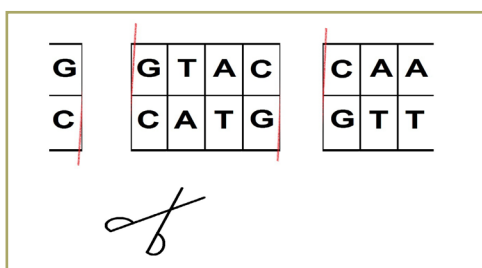


Figura 2: Sequência hipotética de DNA exemplificando o corte em que foram feitos os traços.

Conte o número de pares de bases nitrogenadas de cada fragmento e marque no verso da fita.

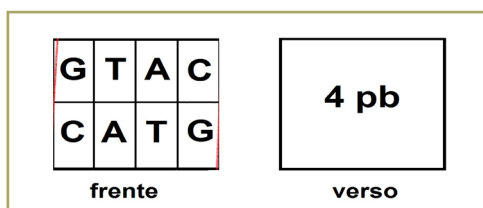


Figura 3: Frente e verso do fragmento formado pela quebra da sequência hipotética de DNA mostrada nas figuras 1 e 2.

2. Separação dos fragmentos por eletroforese:

Preparo do Gel

Professor, o gel é representado pela tabela 1.

Corrida do DNA

Após cortados os fragmentos, pintar os quadrados (representação das bandas) de acordo com os fragmentos originados, na coluna representativa do material de coleta recebido (Tabela 1).

O DNA possui uma carga negativa, logo, os pares de base (pb) se deslocarão no sentido de aproximação do cátodo (polo positivo) e afastamento do ânodo (polo negativo). Como os fragmentos possuem a mesma carga, eles serão separados por tamanho no gel. Quanto menor o fragmento, mais fácil passará nos espaços do gel e migrará mais rapidamente.

No caso proposto, o suposto pai é o sujeito 3. As bandas do DNA do filho que não correspondem ao DNA da mãe, correspondem ao DNA do suposto pai 3. Chame atenção para a banda do DNA da mãe que contém 5 pares de base (linha 5, coluna 1). Ela é mais grossa que as demais, pois é mais densa, ou seja, possuem vários fragmentos iguais.

Chame a atenção também para o fato de que há bandas presentes na mãe e no suposto pai, ausentes na criança. Como isso pode ser explicado?

E, se houvesse uma banda presente apenas na criança e ausente nos pais, como se explicaria isso?

AMOSTRAS DE DNA					
	MÃE	FILHO	P1	P2	P3
30					
29					
28					
27					
26					
25					
24					
23					
22					
21					
20					
19					
18					
17					
16					
15			■		
14				■	
13					
12			■		
11	■	■			
10				■	■
9	■				
8					
7		■			■
6				■	■
5	■	■			
4		■			■
3			■		
2		■			■
1		■			■

Tabela 1: Resultado da simulação da corrida da eletroforese com as amostras dos DNA dos envolvidos.

3. Sugestão de roteiro de trabalho

A seguir, sugerimos um roteiro de trabalho para ser utilizado na íntegra ou adaptado que poderá ser entregue aos alunos. Ele contém todas as orientações necessárias para o desenvolvimento da aula prática e também algumas questões que auxiliarão no encerramento da atividade.

PRÁTICA LABORATORIAL DE BIOLOGIA

Teste de paternidade



Nome: _____ N° _____ Série: _____ Data: _____

Objetivo da aula prática

Essa aula propõe a simulação de um teste de paternidade por meio da análise de fragmentos de DNA da criança, de sua mãe falecida e de três homens, um deles o pai biológico da criança.

Procedimento

Abaixo, propomos um caso para ser resolvido, simulando um teste de paternidade.

Caso

Caio é um menino de 5 anos Sua mãe faleceu e três homens afirmam ser seu pai. Foi realizado um teste de paternidade para tirar a prova.

Em anexo estão os supostos fragmento de DNA dos envolvidos (Filho, mãe, suposto pai 1 (P1), suposto pai 2 (P2) e suposto pai 3 (P3).



1. Completar as fitas de DNA com as respectivas bases complementares dos fragmentos dos DNA dos envolvidos (Anexo);

2. Quebrar em fragmentos pela enzima de restrição:

Considere agora que a enzima de restrição utilizada reconhece a sequência de bases GG e que “corta” o DNA entre o primeiro e o segundo G.

Nota: Lembre-se que após a etapa de amplificação o “cromossomo”, uma estrutura identificável pela sua forma, tamanho e constituída de uma molécula de DNA específica, deixa de existir. No final desse processo, o que se obtém é uma mistura composta de todas as moléculas de DNA que constituíam todos os cromossomos das células do indivíduo.

Quando a sequência GG for encontrada, faça um traço vertical separando G de G;
Corte, com uma tesoura (representa a enzima de restrição), a fita de DNA em que foram feitos os traços verticais, obtendo, assim, fragmentos de DNA;

Conte o número de pares de bases nitrogenadas de cada fragmento e marque no verso da fita.

3. Separação dos fragmentos por eletroforese:



Preparo do Gel

O gel é representado pela tabela 1.

Corrida do DNA

Após cortados os fragmentos, pintar os quadrados (representação das bandas) de acordo com os fragmentos originados, na coluna representativa do material de coleta recebido (Tabela 1).

O DNA possui uma carga negativa, logo, os pares de base se deslocarão no sentido de aproximação do cátodo e afastamento do ânodo. Como os fragmentos possuem a mesma carga, eles serão separados por tamanho no gel. Quanto menor o fragmento, mais fácil passará nos espaços do gel e migrará mais rapidamente.

Tabela 1: Quadro representativo de um gel de eletroforese. Os códigos horizontais na primeira linha da tabela representam as amostras a serem aplicadas no gel. Os números de 1 a 30 representam os pares de bases (pb) que ficarão retidos no gel.

		AMOSTRAS DE DNA				
		MÃE	FILHO	P1	P2	P3
pb	30					
	29					
	28					
	27					
	26					
	25					
	24					
	23					
	22					
	21					
	20					
	19					
	18					
	17					
	16					
	15					
	14					
	13					
	12					
	11					
	10					
	9					
	8					
	7					
	6					
	5					
	4					
	3					
	2					
	1					



Questões:

1. Como é transmitido o material genético dos pais para os filhos?

2. Por que metade das bandas dos pais coincidem com as do filho?

3. No caso proposto, quais fragmentos do DNA (quantidade de pares de base) do filho são herdados do pai? E da mãe?



4. Quem é o suposto pai?

5. Cite algumas características humanas que você considera que são hereditárias. Justifique sua resposta.



Anexo

A	T	A	G	C	T	C	C	A	T	G	G	C	C	C	A	A	C	T	A	G	C	T	A	C	C	T	C	G	A

FILHO

FILHO

C	G	A	A	A	A	T	G	C	C	A	A	A	C	C	A	A	C	T	A	G	C	T	A	C	C	T	C	G	A

MÃE

A	A	G	G	C	T	A	C	A	T	A	G	A	T	C	C	T	T	C	A	A	C	T	A	T	G	T	C	G	A

P1

T	A	T	G	C	G	G	A	A	C	T	G	A	A	A	C	T	T	G	C	C	G	T	A	T	G	T	C	G	A

P2

A	T	A	G	C	T	C	C	A	T	G	G	C	C	C	T	T	T	C	G	G	C	T	A	C	G	T	C	G	A

P3

4. Referências complementares

1. Teste de Paternidade. Determinação pelo DNA. Site da Universidade Federal de Viçosa com explicações sobre o teste de paternidade.

Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/BIO240/TP122.htm>

Acesso em: 16/03/2010.

2. Como as pesquisas genéticas estão presentes no cotidiano. Site da UOL Educação, área Biologia genética.

Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/biologia/ult1698u19.jhtm>

Acesso em: 16/03/2010.

3. Calculadora de paternidade sem o uso de testes ou exames de DNA. Site que utiliza cálculos de probabilidade para supor a paternidade através de características físicas dos indivíduos.

Disponível em: <http://www.exame-paternidade-dna.com.br/>

Acesso em: 16/03/2010.

4. Paternidade consciente e consciência da paternidade. Artigo que apresenta reflexões e questionamentos éticos a respeito da paternidade por meio da avaliação do exame de DNA. Companhia da Escola.

Disponível em: http://www.integral.br/zoom/imprimir_materia.asp?materia=35

Acesso em: 16/03/2010.

5. A DNA fingerprint Simulation. Different, simple, effective. Artigo em inglês sobre uma aula prática de simulação de DNA. Reed, E. The American Biology Teacher, vol. 63, n.6, 2001.

6. Animação, com texto em inglês, mostrando as etapas da realização de um teste de paternidade.

Disponível em: <http://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/paternitytesting.html>

Acesso em: 16/03/2010.

7. Vídeo do programa Globo Repórter sobre o teste de paternidade, em linguagem simples.

Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=t9I8JDQK0mY>

Acesso em: 16/03/2010.

8. Site que disponibiliza vários links para animações de biologia molecular:

Um desses links mostra, de forma didática, as etapas da amplificação do DNA por PCR.

Disponível em: <http://www.biomolweb.kit.net/pcrr.swf>.

Há também um link que mostra a técnica de eletroforese em gel.

Disponível em: <http://www.biomolweb.kit.net/eletoforese.swf>

Acesso em: 16/03/2010.

FICHA TÉCNICA



Universidade Estadual de Campinas

Reitor: Fernando Ferreira Costa.

Vice-reitor: Edgar Salvadori de Decca.

Pró-reitor de pós-graduação: Euclides de Mesquita Neto.

Instituto de Biologia

Diretora: Shirlei Maria Recco Pimentel.

Diretor Associado: Flavio Antonio Maës dos Santos.

EXECUÇÃO



Projeto EMBRIO

Coordenação geral: Eduardo Galembeck.

Coordenação de Mídia - Audiovisuais: Eduardo Paiva.

Coordenação de Mídia - Software: Eduardo Galembeck.

Coordenação de Mídia - Experimentos: Helika A. Chikuchi, Marcelo J. de Moraes e Bayardo B. Torres.

Apoio Logístico/Administrativo: Eduardo K. Kimura, Gabriel G. Hornink, Juliana M. G. Geraldi.

OBJETO DE APRENDIZAGEM

Teste de paternidade

Coordenação do Experimento: Bianca Caroline Rossi Rodrigues.

Redação: Bianca Caroline Rossi Rodrigues, Eric Dias da Silva, Helika A. Chikuchi e Eduardo Galembeck.

Pesquisa: Bianca Caroline Rossi Rodrigues, Eric Dias da Silva.

Revisão de Conteúdo: Daniela Kiyoko Yokaichiya e Helika A. Chikuchi.

Adequação Linguística: Lígia Francisco Arantes de Souza .

Diagramação: Thais Goes.



A Universidade Estadual de Campinas autoriza, sob licença Creative Commons - Atribuição 2.5 Brasil - cópia, distribuição, exibição e execução do material desenvolvido de sua titularidade, sem fins comerciais, assim como a criação de obras derivadas, desde que se atribua o crédito ao autor original da forma especificada por ele ou pelo licenciante. Toda obra derivada deverá ter uma Licença idêntica a esta. Estas condições podem ser renunciadas, desde que se obtenha permissão do autor. O não cumprimento desta licença acarretará nas penas previstas pela Lei nº 9.610/98.



Laboratório de Tecnologia Educacional

Laboratório de Tecnologia Educacional

Departamento de Bioquímica

Instituto de Biologia - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Rua Monteiro Lobato, 255

CEP 13083-862, Campinas, SP, Brasil