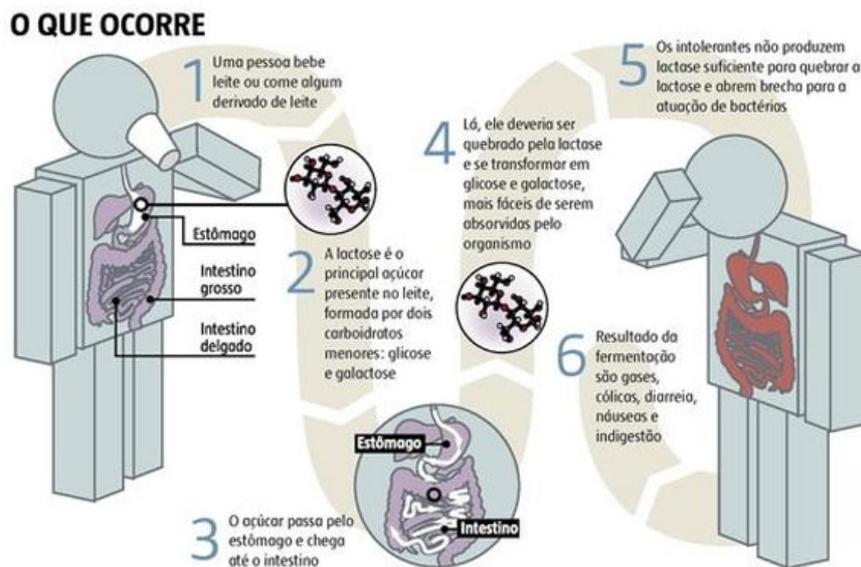


Parte do material apresentado a seguir foi traduzido do web-site HHMI Biointeractive.
<http://www.hhmi.org/biointeractive/making-fittest-got-lactase-co-evolution-genes-and-culture>

Intolerância à lactose



Atividade 1 - Questionário pré-curso

Sem consultar material algum sobre o tema, avalie as afirmações a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

1. Os filhotes de mamíferos dependem do leite materno para sobreviver.
2. O leite é um alimento saudável para gatos adultos.
3. Ao longo da história da humanidade, as pessoas sempre consumiram leite de outros animais.
4. Lactose é um açúcar presente no leite.
5. A maioria dos seres humanos adultos no mundo pode digerir a lactose. Apenas uma menor parte da população mundial não consegue fazer isso.
6. Digerir a lactose provoca um aumento no nível de glicose no sangue de uma pessoa.
7. A intolerância à lactose é uma alergia ao leite e aos produtos lácteos.
8. A intolerância à lactose é uma característica genética.

Atividade 2 - Assistir ao filme "Got lactase?"

Você deve assistir ao filme "Got lactase?" disponível no Youtube no endereço <https://youtu.be/MA9boI1qTuk>. O vídeo possui legendas em português que podem ser atividades na região inferior direita do vídeo. Ao longo do filme, verifique se suas respostas estavam corretas.

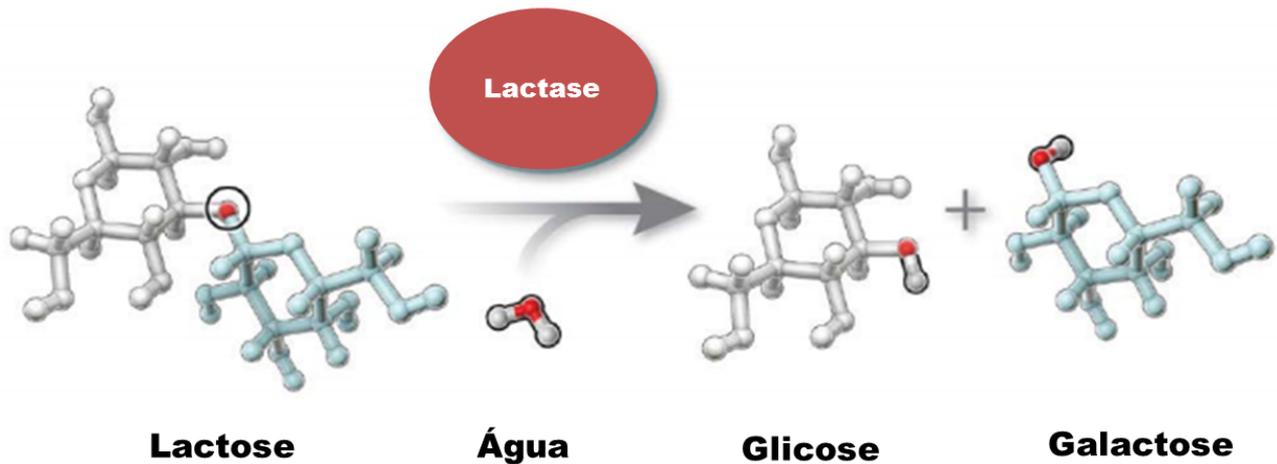
Atividade 3 - Reavaliar as afirmações

Assinale abaixo se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F). Registre também o que você havia respondido antes de assistir ao filme “Got lactase?”.

Antes	Depois	Afirmações
		1. Os filhotes de mamíferos dependem do leite materno para sobreviver.
		2. O leite é um alimento saudável para gatos adultos.
		3. Ao longo da história da humanidade, as pessoas sempre consumiram leite de outros animais.
		4. Lactose é um açúcar presente no leite.
		5. A maioria dos seres humanos adultos no mundo pode digerir a lactose. Apenas uma menor parte da população mundial não consegue fazer isso.
		6. Digerir a lactose provoca um aumento no nível de glicose no sangue de uma pessoa.
		7. A intolerância à lactose é uma alergia ao leite e aos produtos lácteos.
		8. A intolerância à lactose é uma característica genética.

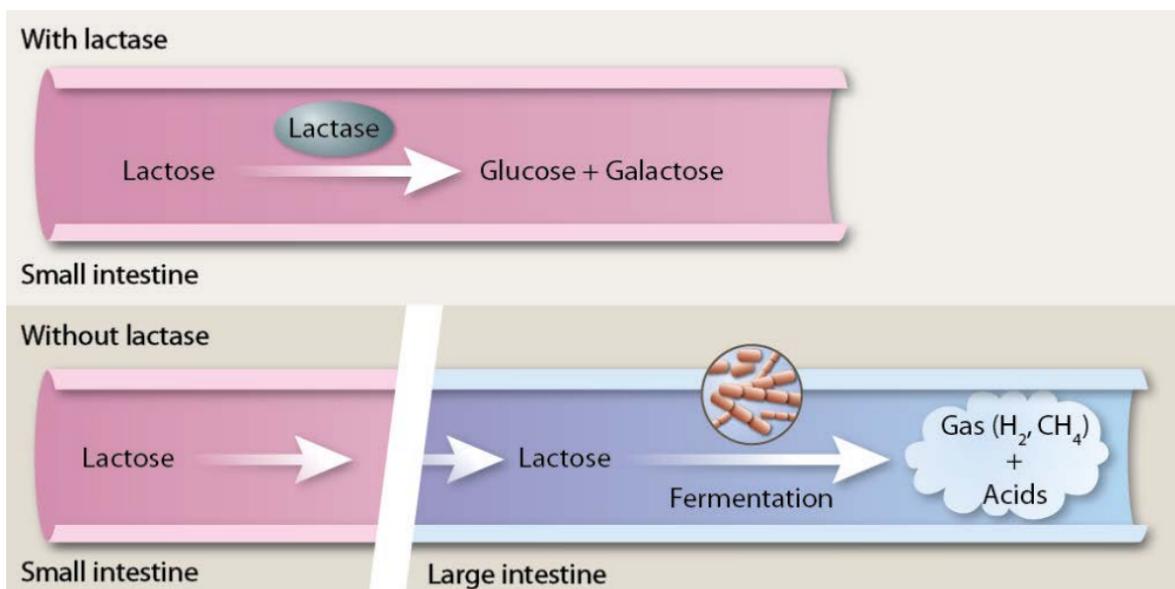
Atividade 4 - Primeiras ideias

O leite materno é rico em proteínas, gorduras e carboidratos. Ele garante a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento dos filhotes dos mamíferos. A lactose é o açúcar principal presente no leite. Ela pode ser quebrada em dois açúcares mais simples, glicose e galactose, pela ação da lactase, uma enzima produzida no intestino delgado. Os dois açúcares menores são prontamente absorvidos pela parede intestinal, passando para a corrente sanguínea e, em seguida, distribuídos às células do organismo, onde são utilizados para a produção de energia.



Depois do desmame dos filhotes, a produção de lactase é desligada, presumivelmente porque não é mais necessária. Esta condição é chamada lactase não-persistente, ou seja, a produção da enzima lactase não persiste na idade adulta. A condição geral para os mamíferos é não consumir leite após o desmame e passam a ser lactase não-persistentes. Em menor frequência, os adultos de algumas populações de seres humanos continuam a consumir leite de outros mamíferos (vacas, por exemplo).

Se uma pessoa que é lactase não-persistente bebe o leite, a lactose não digerida passa do intestino delgado para o intestino grosso, onde é fermentada por bactérias anaeróbias. A fermentação produz vários gases no intestino grosso, o que pode causar dor abdominal, distensão abdominal, flatulência e diarreia - sintomas de intolerância à lactose.



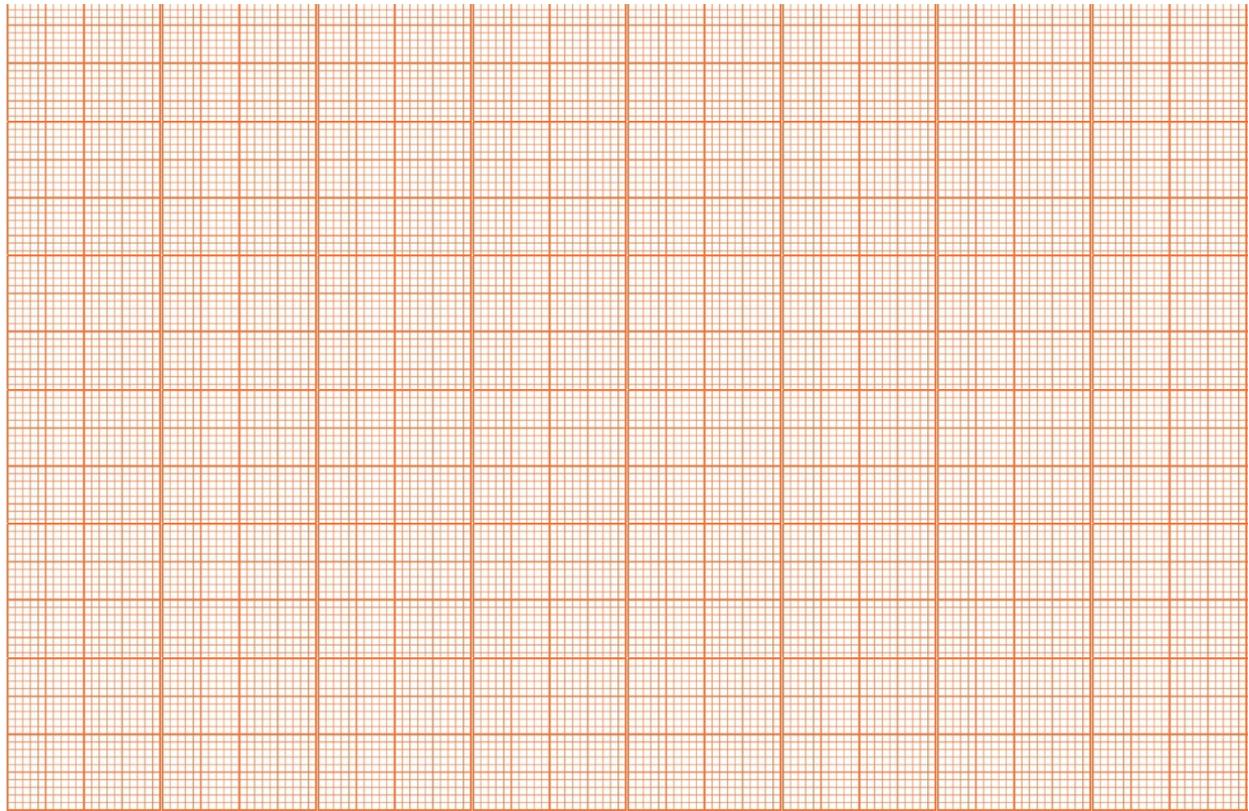
Critérios			
Finalismo	não apresenta nenhuma ideia finalista 2 pts		apresenta ideias finalistas 0 pt
Variação	apresenta a variação como uma etapa inicial do processo evolutivo 3 pts	apresenta apenas o surgimento da variação “adaptativa” em resposta a um problema ambiental 1 pt	não expressa nenhuma ideia sobre a variação da característica estudada ou em um momento inadequado do processo evolutivo 0 pt
Pressão seletiva	descreve corretamente o fator seletivo e explica de que forma ele afeta a sobrevivência da espécie 3 pts	descreve corretamente o fator seletivo, mas não explica de modo adequado a forma pela qual ele afeta a sobrevivência da espécie 1 pt	não descreve claramente o fator seletivo 0 pt
Adaptação	explicita qual é a adaptação da espécie 2 pts		não explicita qual é a adaptação estudada 0 pt

Atividade 5 - Gráficos

Analise os dados apresentados na tabela a seguir. Eles mostram os níveis de glicose no sangue de seis indivíduos testados no laboratório da Dra. Sarah Tishkoff. No tempo 0, cada pessoa bebeu um litro de leite e teve o seu nível de glicose no sangue medido e registrado. Os níveis de glicose no sangue foram medidos novamente aos 15, 30, 45 e 60 minutos para todos os pacientes após a ingestão do leite.

Indivíduos	Nível de glicose no sangue (mg/dL) ao longo do tempo (min)				
	0	15	30	45	60
Saulo	117	128	146	160	152
Pedro	97	111	135	154	143
Raquel	96	99	105	101	98
Catarina	95	97	99	101	102
Sara	108	116	129	141	139
Michel	94	109	128	143	140
Artur	97	96	94	83	88

1. Construa um gráfico para facilitar a interpretação dos dados apresentados na tabela.



2. Por qual motivo mensurar o nível de glicose no sangue pode indicar a atividade da lactase?

3. A partir dos resultados observados, separe os indivíduos testados em dois grupos.

Grupo A:

Grupo B:

4. Qual foi o critério utilizado para agrupá-los?

5. Qual grupo (A ou B) deve ser lactase persistente? _____

6. Qual grupo (A ou B) deve ser lactase não-persistente? _____

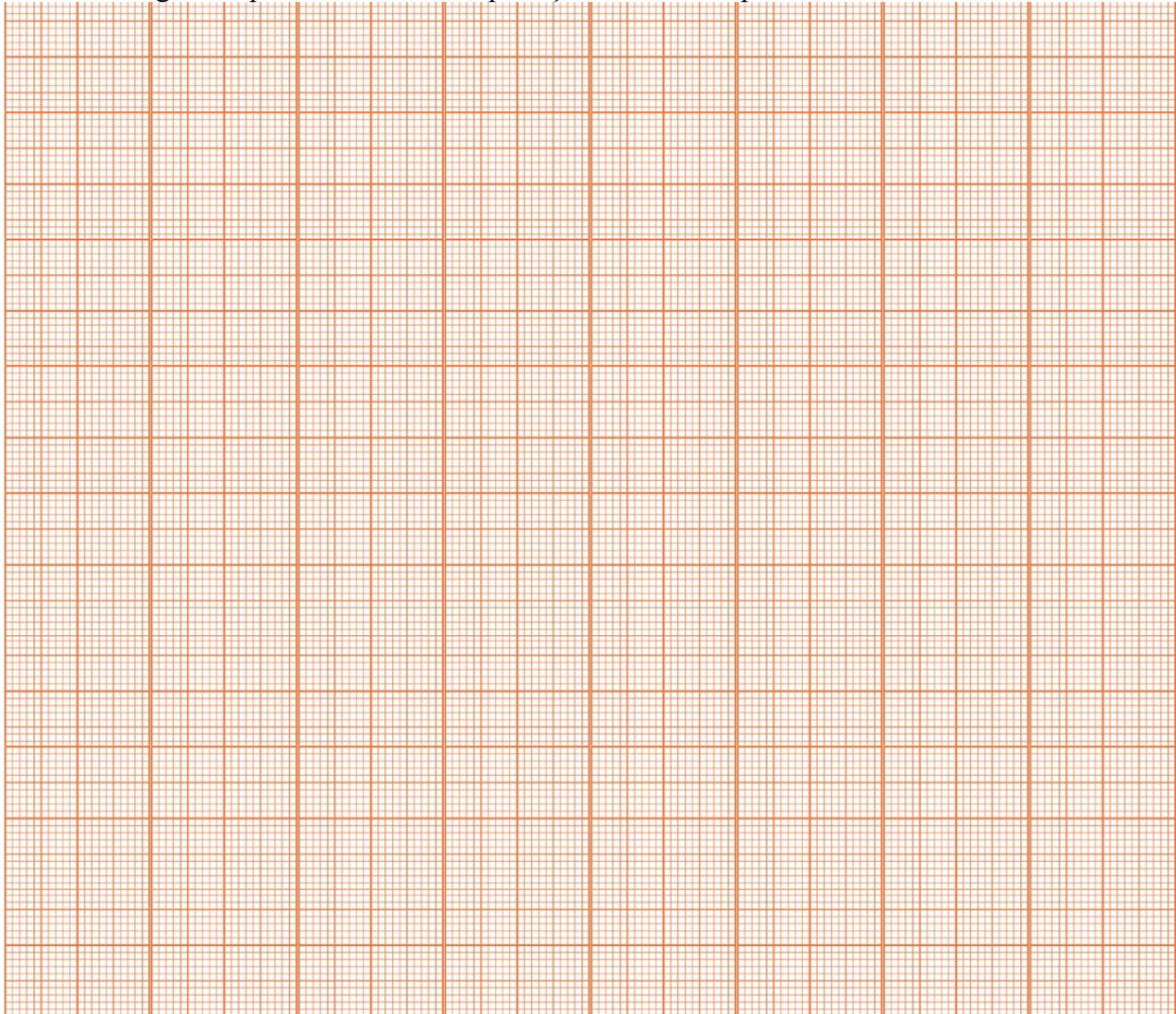
7. Se esse teste fosse feito com os Maasai do Quênia, os resultados seriam similares aos do grupo A ou B? Por qual motivo você acredita nisso?

8. Quando uma pessoa vai fazer um exame que mede os níveis de glicose no sangue, ela deve jejuar. Por qual motivo você acredita que isso é necessário?

A atividade da lactase pode ser avaliada de outras formas. No quadro a seguir, por exemplo, os níveis de gás H_2 expirado por quatro indivíduos foram registrados em diferentes momentos. Novamente, o tempo 0 representa o momento inicial, antes da ingestão do leite.

	Níveis de H_2 expirado (ppm) ao longo do tempo (min)				
Indivíduos	0	30	60	90	120
Elisa	5	6	9	8	5
Daniel	4	9	8	29	35
Cintia	6	8	10	31	32
Breno	4	7	6	9	6

9. Construa um gráfico para facilitar a interpretação dos dados apresentados na tabela.



10. Quais indivíduos devem ser lactase persistente?

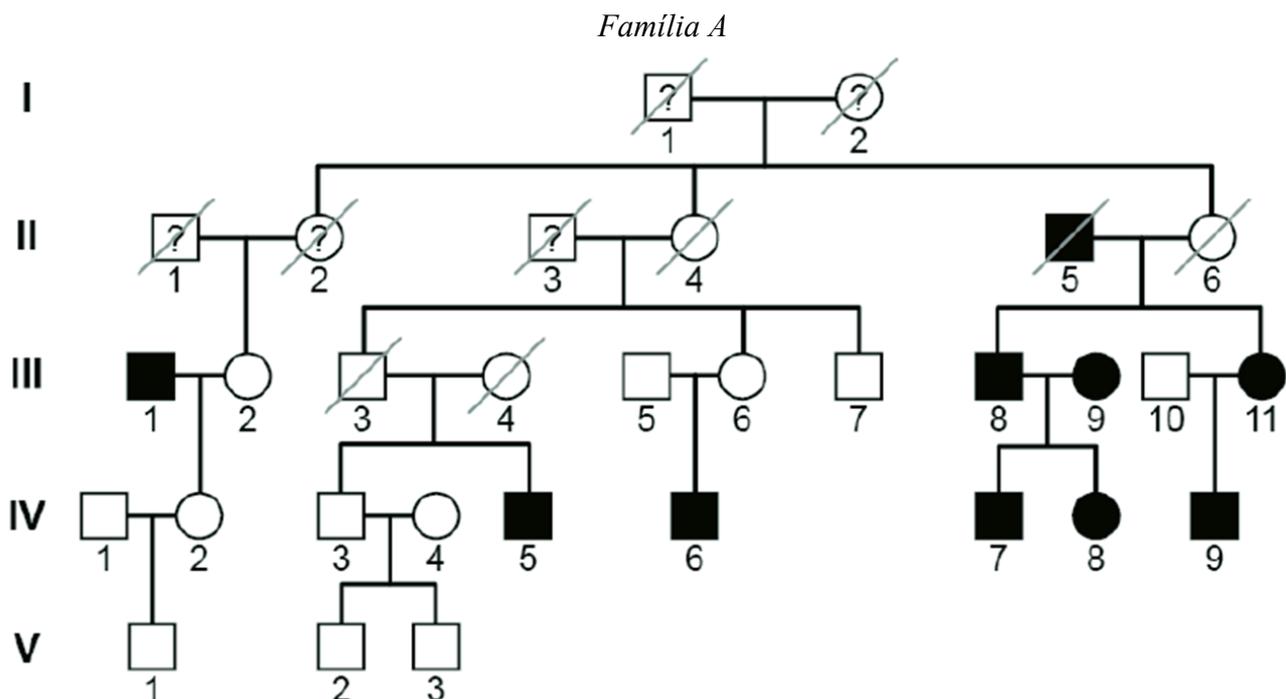
11. Quais indivíduos devem ser lactase não-persistente?

12. Explique como foi feito esse agrupamento.

13. Descreva brevemente outro tipo de teste para determinar a condição da lactase de uma pessoa.

Atividade 6 - Aspectos genéticos da característica

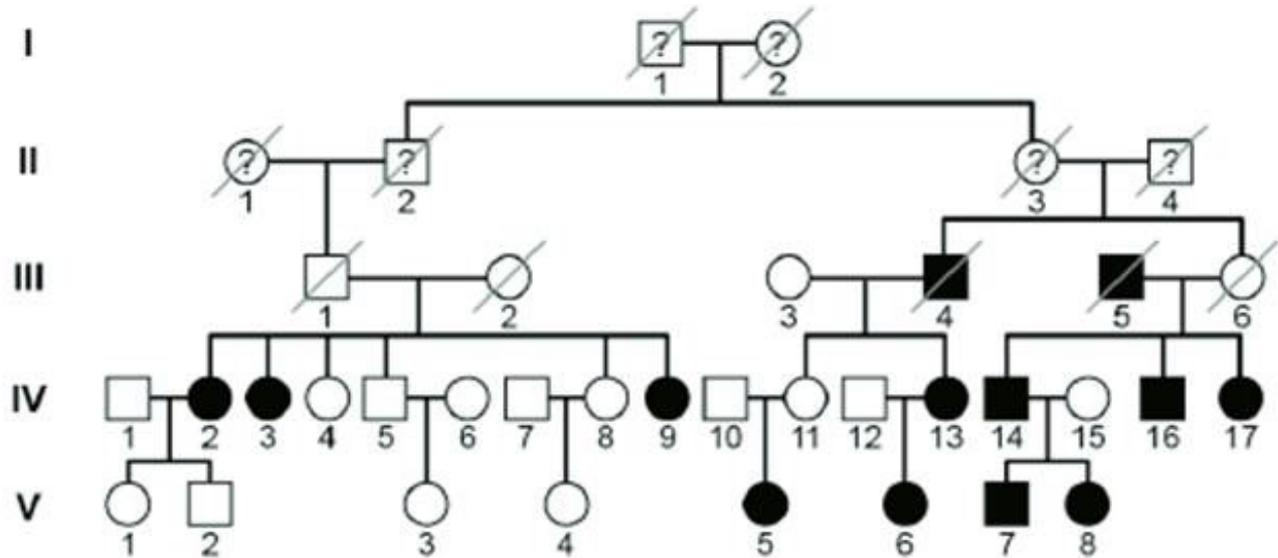
Para determinar como a tolerância ou intolerância à lactose é herdada, os investigadores examinaram nove famílias finlandesas ao longo de cinco gerações. A seguir, o heredograma de uma dessas famílias é apresentado.



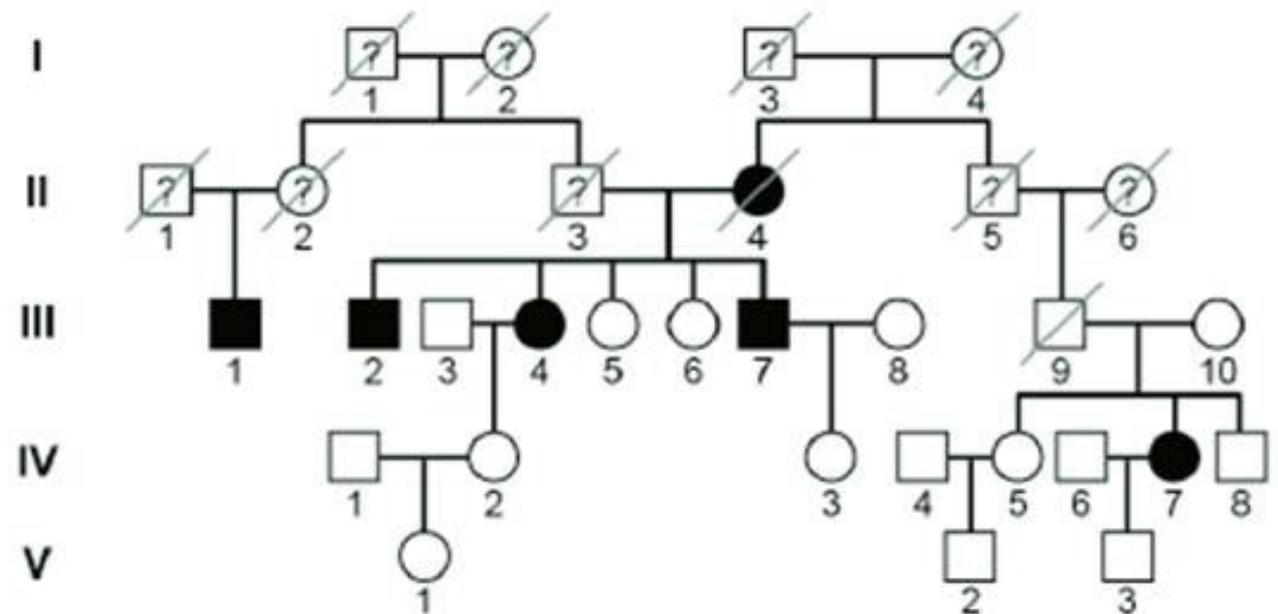
1. A partir dos dados disponíveis dessa família, a intolerância à lactose (símbolos preenchidos) é dominante ou recessiva? Quais são as evidências que você utilizou para realizar essa escolha.

Analise o heredograma de outras famílias estudadas.

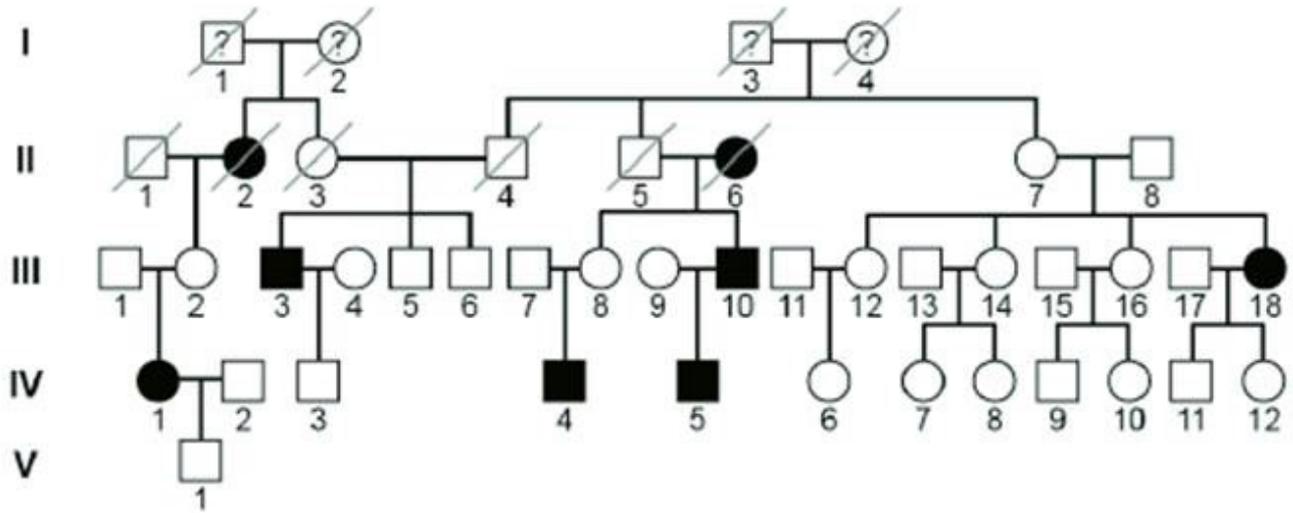
Família B



Família C



Família D



2. As informações apresentadas nesses heredogramas concordam com a sua resposta anterior?

3. Determine o genótipo dos indivíduos listados a seguir:

- o indivíduo IV-3 na família C;
- o pai do indivíduo IV-4 na família D;
- o indivíduo IV-8 na família B;
- os pais do indivíduo IV-9 na família B;

4. Qual é a probabilidade do indivíduo IV-4 na família B ser heterozigoto?

5. Dois trechos do gene da intolerância à lactose de alguns dos indivíduos dessas famílias foram sequenciados. Preencha o quadro a seguir e, a partir da análise dos resultados obtidos, identifique a mutação que originou o fenótipo dominante.

Table 1. DNA Sequence 1 from Lactose-Tolerant and -Intolerant Individuals

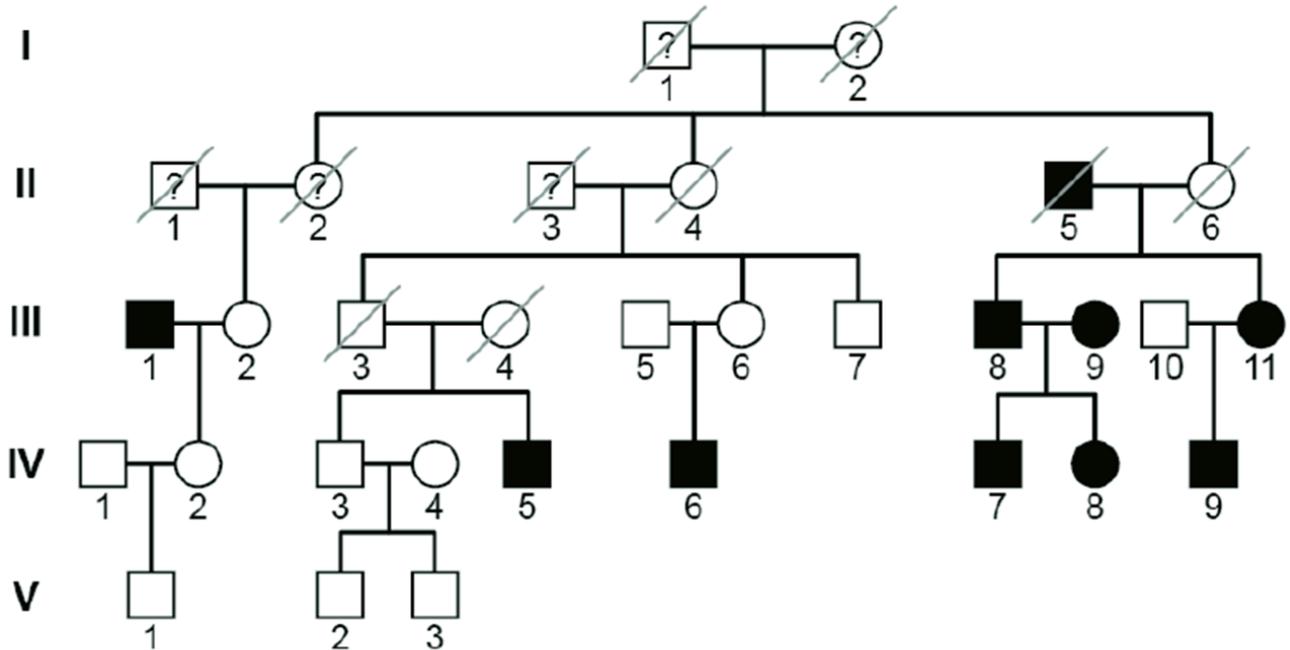
Individual	Phenotype	Sequence 1*
A IV-3		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG
B IV-4		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG
B IV-8		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG
B IV-9		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG
C IV-3		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG
D IV-4		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> TAAGATAATGTAGCCCTGG

Table 2. DNA Sequence 2 from Lactose-Tolerant and -Intolerant Individuals

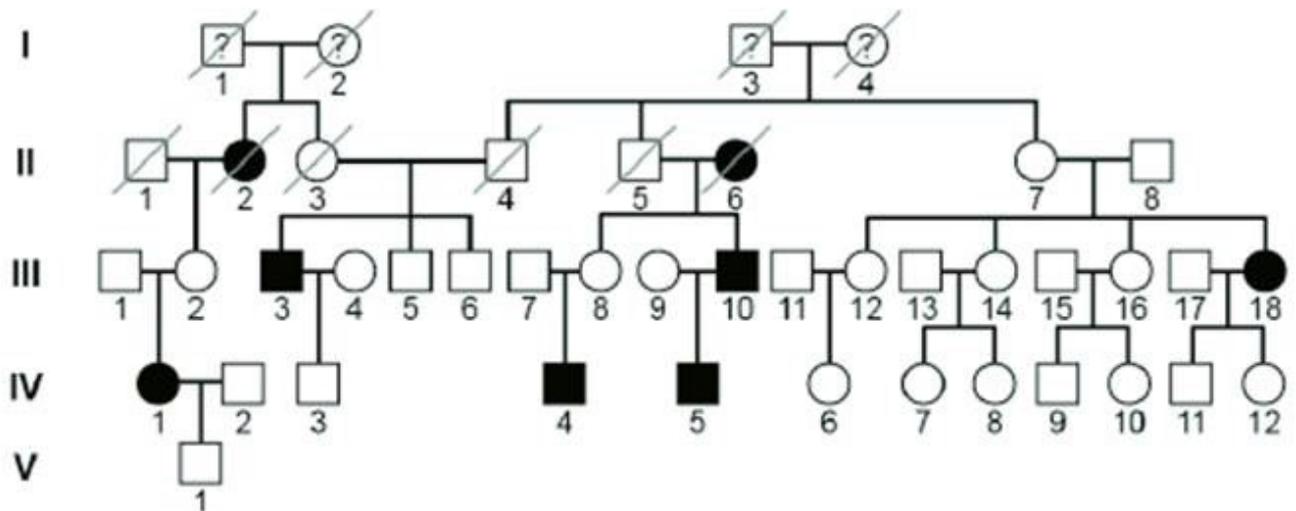
Individual	Phenotype	Sequence 2*
A IV-3		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA
B IV-4		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA
B IV-8		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACGCTCTTGACAA
B IV-9		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACGCTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACGCTCTTGACAA
C IV-3		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA
D IV-4		<i>Copy 1, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA <i>Copy 2, Chromosome 2:</i> ATAAAGGACTCTTGACAA

Q1. Sabendo que a intolerância à lactose é uma característica autossômica recessiva, responda:

Família A



Família D



a) A partir da análise dos heredogramas das famílias A e D, é possível excluir a hipótese de que o gene da intolerância à lactose esteja no cromossomo X? Se sim, apresente apenas um casal e o(a) filho(a) que nos permitem excluir essa hipótese. Identifique a família (A ou D) e o número dos indivíduos envolvidos e explique de que forma eles permitem chegar a essa conclusão.

b) Considerando a característica como monogênica, autossômica e recessiva, calcule a chance de o casal formado pela mulher III-12 da família D e pelo homem IV-3 da família A ter uma criança com intolerância à lactose. Explícite seus cálculos.

Q2. Há nove mil anos, nossos ancestrais ingeriam apenas leite materno, e nos primeiros anos de vida. A implementação do leite de animais na alimentação humana foi ocorrer somente após a domesticação do gado. A partir daí, ocorreu uma mutação no *Homo sapiens*, a fim de que o organismo pudesse “tolerar” essa substância nova ao sistema digestivo, significando uma vantagem seletiva. Em época de condições naturais adversas, quando caçar e pescar era difícil e o que era plantado não vingava, sobreviviam e conseguiam reproduzir-se aqueles que tinham animais domesticados e podiam usar o líquido branco como alimento.

Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/portaldapesquisa/conhecimentoesociedade/?p=331>>. Acesso em: 10 out. 2015.

Uma correta explicação neodarwinista para o surgimento dos indivíduos lactase persistentes é que

- a) o consumo de leite provocou a mutação em um gene que resultou na produção de enzimas que digerem a lactose ao longo da vida adulta.
- b) o consumo de leite provocou a mutação em um gene que resultou na ausência de enzimas que digerem a lactose ao longo da vida adulta.
- c) a mutação em um gene que resultou na produção de enzimas que digerem a lactose ao longo de toda a vida foi selecionada em um ambiente com falta de recursos alimentares vegetais.
- d) a mutação em um gene que resultou na ausência de enzimas que digerem a lactose ao longo de toda a vida foi selecionada em um ambiente com falta de recursos alimentares vegetais.
- e) a mutação em um gene que resultou na ausência de enzimas que digerem a lactose ao longo de toda a vida foi selecionada em um ambiente com abundância de recursos alimentares vegetais.

Q3. O mapa a seguir apresenta a frequência de indivíduos intolerantes à lactose pelo planeta. Como é possível explicar a baixa frequência desses indivíduos por determinadas regiões do planeta?

