



Guia do Professor

Áudio

Genoma longo

Série Rádio Cangália

Objetivos

1. Apresentar uma notícia sobre os avanços das pesquisas sobre o genoma humano
2. Discutir as combinações possíveis na formação do genoma
3. Apresentar a quantidade exponencial de ascendentes que contribuem para o genoma de cada pessoa.

ATENÇÃO Este Guia do Professor serve apenas como apoio ao áudio ao qual este guia se refere e não pretende esgotar o assunto do ponto de vista matemático ou pedagógico.

LICENÇA Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons 

Genoma longo

Série

Rádio Cangália

Conteúdos

Números e funções. Contagem.
Combinatória. Exponenciais.

Duração

Aprox. 10 minutos.

Objetivos

1. Apresentar uma notícia sobre os avanços das pesquisas sobre o genoma humano
2. Discutir as combinações possíveis na formação do genoma
3. Apresentar a quantidade exponencial de ascendentes que contribuem para o genoma de cada pessoa

Sinopse

O programa apresenta uma notícia sobre a possibilidade de vivermos mais de 150 anos se as pesquisas sobre o genoma continuarem. Com isso, Leumas mostra como somos únicos ao estimar que há quatro elevado a três bilhões combinações possíveis de genoma. Além disso, o programa apresenta a quantidade exponencial de pessoas que contribuíram com o genoma de cada um.

Material relacionado

Vídeos: *A aparição, Pandemia, Xeque mate, Overdose, Juros divididos – dívida crescente, Cara ou coroa;*

Experimento: *Eliminando quadrados, De quantas maneiras posso amarrar o meu cadarço.*



Introdução

Sobre a série

A série *Rádio Cangália* apresenta programas descontraídos de variedades que usualmente abordam uma informação ou notícia de conhecimentos gerais, com comentários de um professor de matemática. Os temas não são tratados em profundidade, mas oferecem oportunidade de o professor trabalhar assuntos interdisciplinares em sala de aula ou em atividades extraclasse. O programa pode trazer também uma piada ou uma frase célebre, sem preocupações maiores além de oferecer motivos de discussão em torno de um conteúdo e reforçar a descontração.

Sobre o programa

O programa foi desenvolvido a partir das seguintes falas:

- Olá queridos ouvintes. Esta é mais uma Edição da Rádio Cangália e eu sou Ivone.
- Olá queridos ouvintes. Esta é mais uma Edição da Rádio Cangália e eu sou Ivone.
- Obrigada, Henrique. E aqui temos conosco o professor Leumas!
- (imitação) Obrigada, Henrique. E aqui temos conosco o professor Leumas!
- Saudações, ouvintes!
- Mas, Henrique, por que está imitando a Ivone?
- Calma, professor, isso é só uma brincadeira.
- Na verdade eu fiz essa brincadeira toda só para dizer a seguinte frase...
- (com a voz mais grossa) “Nenhuma pessoa no mundo é igual a qualquer outra... nem mesmo irmãos gêmeos, ou um imitador da mais perfeita interpretação”.
- Ah... agora eu entendi! Isso porque vamos falar a notícia sobre o genoma, não é mesmo?



- Exatamente, professor! Vamos primeiro ouvir a notícia de hoje para depois discutirmos...
- Pesquisas feitas pelo engenheiro da NASA, José Luis Cordeiro, revelam que os seres humanos poderão ter, futuramente, uma expectativa de vida de até 150 anos!
- Isso mesmo. Esse aumento de 30 anos na expectativa de vida das pessoas poderá ser conquistado caso o nível de pesquisas continue se desenvolvendo com certa rapidez.
- O entendimento cada vez maior sobre o funcionamento do genoma humano está possibilitando cientistas e médicos de evitarem certas doenças como Mal de Parkinson e Alzheimer, aumentando a longevidade...
- Mas, essa possibilidade de se trabalhar com o genoma humano é, para alguns, motivo de polêmica.
- Principalmente devido às questões éticas e sociais que, neste caso mais específico, o aumento da longevidade pode trazer.
- (Fala baixinho como se estivesse lendo) Blábláblá, genoma. (Tom de voz normal) Então, eu li aqui no roteiro tudo certinho. Mas vou confessar fiquei meio em dúvida com esse tal de genoma.
- É mesmo, professor, dá pra explicar um pouco? Se não, fica difícil entender a notícia. Vou confessar que também boiei nesse assunto.
- Vou explicar melhor. (Pausadamente) Todas as formas vivas do planeta têm um DNA, que é constituído por cromossomos que possuem milhões de pares de bases nitrogenadas que podem ser AT ou CG. É bom lembrar que qualquer mudança no número de pares, na sequência ou nos tipos das bases é suficiente para determinar um diferente tipo de cromossomo.
- Professor, mas nós recebemos esta sequência como herança do pai ou da mãe?
- Recebemos dois genomas. Um do pai E outro da mãe.
- Então, esse genoma é tipo uma “receita” de como fazer você, eu ou a Ivone... ou todo o ser do mundo, certo?
- Humm [em dúvida], podemos dizer isso, Henrique. Ou melhor, o genoma é o conjunto de todas as instruções codificadas nos genes existentes no núcleo de cada célula.
- Então, deixa me ver se entendi. O que os cientistas estão fazendo com o genoma humano é descobrir qual o papel deles no nosso corpo e de determinado ponto da sequência... e ...



- (Interrompe) E eles tentam entender como o DNA atua! É isso! E com essas informações, os cientistas podem evitar certas doenças.
- Por aí, Henrique, cientistas começam a entender o que alguns genes fazem ou deixam de fazer. Mas os dilemas éticos, religiosos e sociais logo aparecem com essas descobertas.
- Pode nos dar um exemplo de situação polêmica, professor?
- Bem, um exemplo é que pode ser que, no futuro, os pais possam escolher as características do filho. O que para muitos não é correto.
- Nossa, professor, muito interessante! Bom saber que você além de saber tudo sobre matemática, ainda é super bom em Biologia e Atualidades!
- (Imitando Ivone) Bom saber que você além de saber tudo sobre matemática, ainda é super bom em Biologia e Atualidades.
- Obrigada, Ivone, mas estou longe de saber de tudo. Agora também sei que...
- (continua) “Nenhuma pessoa no mundo é igual a qualquer outra... nem mesmo irmãos gêmeos, ou um imitador da mais perfeita interpretação”.
- E você, professor ouvinte, colete o máximo de opiniões possíveis e discuta sobre o tema com os alunos! Voltamos já já.
- Estamos de volta. Este é o segundo e último bloco da Rádio Cangália sobre Genoma.
- Então vamos à piada do dia!
- (Desconfortável) Ah... a piada é... bem: por que a cigarra e a formiga não se dão bem?
- Não sei, professor...
- (Mais desconfortável ainda) Porque falta combinatória.
- Professor, tá certo que suas piadas são sem graça, mas isso não é nem uma piada! Não é nem uma frase, direito!
- Desculpe-me, mas eu não tinha uma piada para hoje, inventei agora, não gostaram?
- Eu gostei professor. O que vale é a intenção. Vamos ver se eu entendi: Falta combinatória entre a formiga e a cigarra! Olha que engraçado!
- Então, hoje nosso assunto é combinatória e função exponencial e sua aplicação será exemplificada com o estudo de genoma.
- É mesmo, professor, e como a combinatória se aplica nesse assunto?



- Henrique. O estudo de combinatória, na matemática, envolve várias técnicas de contagem, que não aprofundarei hoje, tais como permutação, arranjo.
- Que tipo de contagem é feita com o genoma, professor Leumas?
- Vamos pegar o exemplo dos cromossomos:
- (continua pausadamente) O ser humano tem vinte e três cromossomos, sendo que cada um deles tem bilhões de pares das tais bases nitrogenadas.
- Então... é praticamente impossível contar quantos genomas de seres humanos podem existir.
- Mas existem apenas quatro bases nitrogenadas: Adenina, Timina, Citosina e Guanina.
- Exatamente, Henrique! Agora imagine quantas opções podem acontecer em uma sequência com três bilhões de entradas em que cada entrada pode ter quatro letras A, T, C e G.
- Quatro elevado a três bilhões! Muito interessante, professor! Além de ser super útil nas pesquisas do genoma.
- Isso mesmo, Ivone! Não é que seja útil. É interessante! É impressionante!
- Mas, professor, onde entra a função exponencial nesses estudos do genoma?
- É simples, Henrique. Lembra que falei que recebemos o genoma do lado paterno e do materno?
- Sim.
- Já seu pai e sua mãe herdaram os genomas cada dos seus quatro avós
- Ah...
- Se aplicarmos a mesma função ao longo de seus bisavós, tataravós, o número de pessoas vai crescendo: 2 pais, 4 avós, 8 bisavôs, 16 tataravos e assim por diante...
- Nossa professor, então conforme as gerações vão passando, cada vez temos mais antepassados colaborando com a formação do nosso genoma?
- Isso mesmo, Ivone. Aí que entra a função exponencial. O número de pessoas que colaboraram com a formação do seu código genético cresce exponencialmente! Isto é 2 elevado à 1 é igual a dois pais. 2 elevado à 2 é igual a 4 avos...
- (Interrompe) e 2 elevado a 3 dá 8 bisavos! E 2 elevado à quarta dá 16 tataravos!



- Certo, Henrique! Tanto combinatória, quanto função exponencial são conteúdos muito importantes, usados no dia a dia e nas pesquisas sobre genoma humano.
- Que legal saber disso, professor! Qual é a frase do dia?
- Então vamos à frase do dia! “Nenhuma pessoa no mundo...”
- (em côro, ironia como se estivessem cansados de repetir a frase) “...é igual a qualquer outra... nem mesmo irmãos gêmeos, ou um imitador da mais perfeita interpretação.
- Aliás, Henrique, de quem é esta frase?
- Ah, é minha!
- Sua? Mas todas as frases do programa devem ser de pensadores importantes!
- Ué não achei frase para o tema de hoje... eu inventei na hora. Você também não trouxe a piada que deve trazer todo o programa!
- Tudo bem, Henrique, eu gostei. O que vale é a intenção.
- Obrigada, Ivone!
- (continuação) ... só achei que você é um péssimo imitador...
- Eu concordo! Exponencialmente!
- (Imitando) Eu concordo! Expone... o que?
- Exponencialmente, Henrique!
- Ah ta... entendi.
- Muito obrigada, mais uma vez, professor Leumas, e também ouvintes! Até o episódio do nosso programa Cangália.

Sugestões de atividades

Antes da execução

Revisar os conceitos de contagem, permutações, combinatória e da função exponencial.

Princípio Fundamental da Contagem ou Princípio Multiplicativo

Se um evento E_1 pode acontecer de p modos e, qualquer que seja este evento, o evento E_2 pode acontecer de q modos, então o *número de modos* que ambos os eventos E_1 e E_2 podem ocorrer consecutivamente é igual a pq , se os eventos forem independentes.



Exemplo

As placas dos carros no Brasil consistem de sete símbolos, sendo os três primeiros de letras do alfabeto e os quatro demais de dígitos de 0 a 9. Vamos assumir que todos os símbolos que compõem as placas são independentes. Assim, o número total de placas vai ser o produto dos modos distintos e independentes que cada letra ou número podem compor a placa, isto é, $26^3 \times 10^4 = 175.760.000$. Em outras palavras, seria possível ter mais de cento e setenta e cinco milhões de placas de automóveis distintos. Na prática, nem todas as possibilidades estão disponíveis – as placas com os dígitos 0000 não são emitidas, por exemplo – e não consideramos as divisões das letras para determinados estados.

Exponencial

Toda função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_+^*$ tal que $f(x) = a^x$ para $x \in \mathbb{R}, a > 1$ é chamada de função exponencial.

Exemplo

O número de nossos antepassados pode ser expresso por uma função exponencial, cuja base é 2.

- $2^0 = 1$. Nós mesmos.
- $2^1 = 2$. Nossos pais biológicos.
- $2^2 = 4$. Nossos avôs.
- $2^3 = 8$. Nossos bisavôs.
- Etc.

Depois da execução

Problema

Quantos antepassados participaram de sua formação genética há 10 gerações e em que época eles viveram?

Solução.

Se não houvesse repetições de antepassados, a sua formação genética teria a contribuição de $2^{10} = 1.024$ pessoas. Observe, no entanto que pode acontecer que os antepassados se repitam. Por exemplo, se os



pais são primos diretos entre eles, então os avôs maternos e paternos vão coincidir.

Uma geração a outra leva em média 25 anos (a maioria das mulheres férteis reproduz entre 15 e 35 anos). Dez gerações significariam 250 anos. Assim os nossos primitivos antepassados de 10 gerações passadas viveram em torno de 1750.

É fácil perceber que a quantidade de repetições de antepassados é significativa. Vejam o seguinte argumento.

A população atual é da ordem de 7 bilhões de pessoas. Podemos assumir há pelos menos um bilhão de pais distintos e se cada um desses tivesse da ordem de mil antepassados, a população da Terra no século XVIII deveria ser da ordem de trilhões, mas os dados apontam não mais que um bilhão de pessoas por volta de 1750.

Sugestões de leitura

M. Paiva (2002). **MATEMÁTICA: CONCEITOS, LINGUAGEM E APLICAÇÕES**. Editora Moderna. Vol 1, caps 22.

A. Paenza (2009). **MATEMÁTICA, CADÊ VOCÊ? SOBRE NÚMEROS, PERSONAGENS, PROBLEMAS E CURIOSIDADES**; trad. Maria A. B. Lemos, Civilização Brasileira. P. 190

Ficha técnica

Autor *Samuel Rocha de Oliveira*

Coordenação de Mídias Audiovisuais *Prof. Dr. Eduardo Paiva*

Coordenação Geral *Prof. Dr. Samuel Rocha de Oliveira*

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 Matemática, Estatística e Computação Científica

Diretor *Caio José Colletti Negreiros*

Vice-diretor *Verónica Andrea González-López*

