



4 ANÁLISE COMBINATÓRIA E

PROBABILIDADE Genética e Combinatória

NOME _____
 ESCOLA _____
 EQUIPE _____ SÉRIE _____
 PERÍODO _____ DATA _____

PROCEDIMENTO

Esta atividade deve ser desenvolvida sob orientação do professor. Os alunos deverão ler atentamente o texto abaixo, respondendo as questões apresentadas. Cada aluno deverá receber um roteiro.

O binômio de Newton é uma expressão que fornece o desenvolvimento de $(p+q)^n$, quando n é um número natural. Vejamos alguns casos particulares:

$$(p+q)^0 = 1$$

$$(p+q)^1 = p + q$$

$$(p+q)^2 = p^2 + 2 p q + q^2$$

$$(p+q)^3 = p^3 + 3 p^2 q + 3 p q^2 + q^3$$

$$(p+q)^4 = p^4 + 4 p^3 q + 6 p^2 q^2 + 4 p q^3 + q^4$$

Observamos que os coeficientes obtidos nas parcelas formam os primeiros números do triângulo de Pascal. A expressão geral do binômio de Newton é:

$$(p + q)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$

Deste modo os termos que comparecem no Triângulo de Pascal são precisamente os coeficientes binomiais:

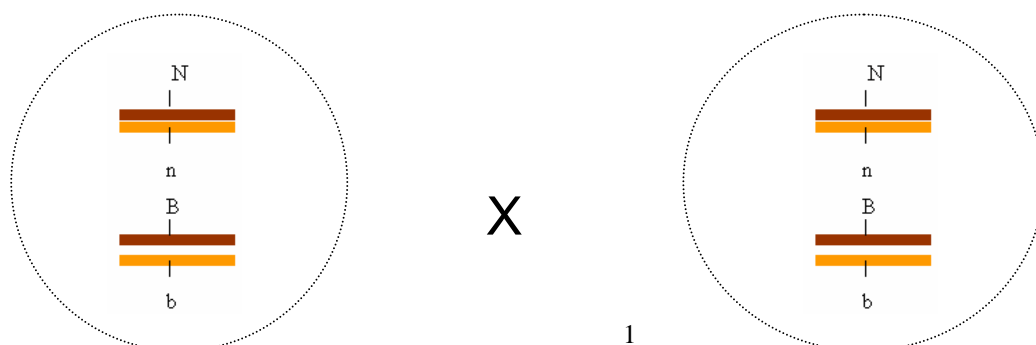
$$C(n,k) = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k! (n-k)!}$$

$C(n, k)$ é o número de combinações de n elementos, em k (k -ésimo número da n -ésima linha do Triângulo de Pascal) grupos.

APLICAÇÕES A GENÉTICA E A HERANÇA QUANTITATIVA

A cor da pele:

A cor da pele humana é resultado da concentração de um pigmento marrom chamado melanina a qual é determinada por no mínimo dois pares de genes, que indicaremos pelas letras Nn e Bb . Aqui N e B determinarão uma grande quantidade de melanina (são os alelos efetivos) e n e b uma pequena quantidade (alelos não efetivos). Com isto em mente, as pessoas $NNBB$ serão negras e as $nnbb$ serão brancas. Entre estes dois extremos teremos os mulatos com suas nuances: escuro, médio e claro. Os cruzamentos possíveis entre um casal de mulatos médios estão representados esquematicamente abaixo:



| | | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Pai → Mãe ↓ | NB | Nb | nB | nb |
| NB | NNBB Negro | NNBb Mulato escuro | NnBB Mulato escuro | NnBb Mulato médio |
| Nb | NNBb Mulato escuro | NNbb Mulato médio | NnBb Mulato médio | Nnbb Mulato claro |
| nB | NnBB Mulato escuro | NnBb Mulato médio | nnBB Mulato médio | nnBb Mulato claro |
| nb | NnBb Mulato médio | Nnbb Mulato claro | nnBb Mulato claro | nnbb Branco |

Proporção dos fenótipos:

Negro: 1/16

Mulato escuro: 4/16

Mulato médio: 6/16

Mulato claro: 4/16

Branco: 1/16

ou 1 : 4 : 6 : 4 : 1

Como esperado, há concentração maior em torno da média.

QUESTÕES

1) Compare os resultados obtidos no cruzamento acima com o Triângulo de Pascal.

Resposta:

2) Faça um histograma (gráfico de colunas) com estes resultados.

Resposta:

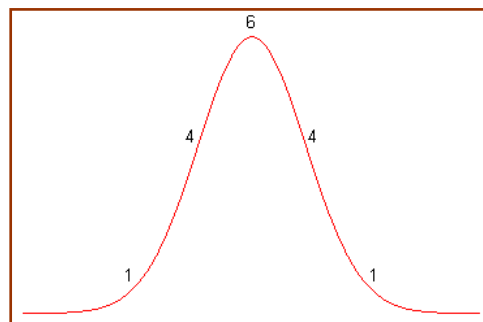
3) Faça um gráfico com os pontos que relacionam a cor da pele no eixo x e o número de indivíduos correspondente no eixo y. Verifique se estes pontos formam a curva normal de Gauss e tire suas conclusões.

Resposta:

Comentários sobre a atividade relacionada à cor da pele



Os números obtidos no numerador das proporções 1, 4, 6, 4, 1 formam a quarta linha do triângulo de Pascal e, quando colocados em um gráfico formam pontos sobre a curva normal de Gauss:



Se denotarmos por p os alelos efetivos (N e B), por q os alelos não efetivos (n e b) e desenvolvermos o binômio de Newton com $n = 4$ (número total de letras que representam os alelos), obteremos:

$$(p + q)^4 = 1 p^4 + 4 p^3 q + 6 p^2 q^2 + 4 p q^3 + 1 q^4$$



Note que além dos coeficientes darem as proporções, os expoentes podem ser interpretados da seguinte maneira: p^4 significa a presença de 4 alelos efetivos, p^3q a presença de 3 alelos efetivos e 1 não efetivo, e assim por diante. Você ainda deve se lembrar que os coeficientes da expansão binomial podem ser obtidos diretamente do triângulo de Pascal.