



# CICLO DIAGNÓSTICO - MATEMÁTICA

TURMA IME-ITA

2022



## GABARITO

1. 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79, 89, 99

2. a.  $\frac{49}{38}$   
b. 20

3.  $1 + \sqrt{5}$

4. -

5. a.  $\frac{1}{24}$   
b.  $\frac{11}{24}$

### 1ª QUESTÃO

Valor: 2,00

Sejam  $P(n)$  e  $S(n)$  o produto e a soma, respectivamente, dos dígitos do número inteiro  $n$ . Por exemplo,  $P(23) = 6$  e  $S(23) = 5$ .

Suponha que  $N$  seja um número de dois dígitos tal que  $N = P(N) + S(N)$ .

Determine todos os possíveis valores de  $N$  de acordo com as condições enunciadas.

### Gabarito

Utilizando a representação de um número de dois dígitos na base 10, obtemos:

$$10a + b = ab + a + b$$

$$ab = 9a$$

$$b = 9$$

Dessa forma, o número  $N$  de dois algarismos deve terminar com 9. Como o seu primeiro algarismo pode variar, obtemos as seguintes possibilidades:

$$\left\{ \begin{array}{l} N = 19 \Rightarrow P(19) + S(19) = 9 + 10 = 19 \\ N = 29 \Rightarrow P(29) + S(29) = 18 + 11 = 29 \\ N = 39 \Rightarrow P(39) + S(39) = 27 + 12 = 39 \\ N = 49 \Rightarrow P(49) + S(49) = 36 + 13 = 49 \\ N = 59 \Rightarrow P(59) + S(59) = 45 + 14 = 59 \\ N = 69 \Rightarrow P(69) + S(69) = 54 + 15 = 69 \\ N = 79 \Rightarrow P(79) + S(79) = 63 + 16 = 79 \\ N = 89 \Rightarrow P(89) + S(89) = 72 + 17 = 89 \\ N = 99 \Rightarrow P(99) + S(99) = 81 + 18 = 99 \end{array} \right.$$

### 2ª QUESTÃO

Valor: 2,00

Seja o sistema:

$$\begin{cases} ax + by = 3 \\ ax^2 + by^2 = 7 \\ ax^3 + by^3 = 16 \\ ax^4 + by^4 = 42 \end{cases}$$

Calcule o valor numérico de

a)  $a + b$

b)  $ax^5 + by^5$

### Gabarito

Tomando a primeira equação e multiplicando por  $(x + y)$ :

$$(ax + by)(x + y) = ax^2 + by^2 + xy(a + b) \Rightarrow 3(x + y) = 7 + xy(a + b)$$

Fazendo o mesmo com a segunda equação:

$$(ax^2 + by^2)(x + y) = ax^3 + by^3 + xy(ax + by) \Rightarrow 7(x + y) = 16 + 3xy$$

E com a terceira equação

$$(ax^3 + by^3)(x + y) = ax^4 + by^4 + xy(ax^2 + by^2) \Rightarrow 16(x + y) = 72 + 7xy$$

Das duas últimas equações obtidas:

$$\begin{cases} 7(x + y) = 16 + 3xy \\ 16(x + y) = 42 + 7xy \end{cases}$$

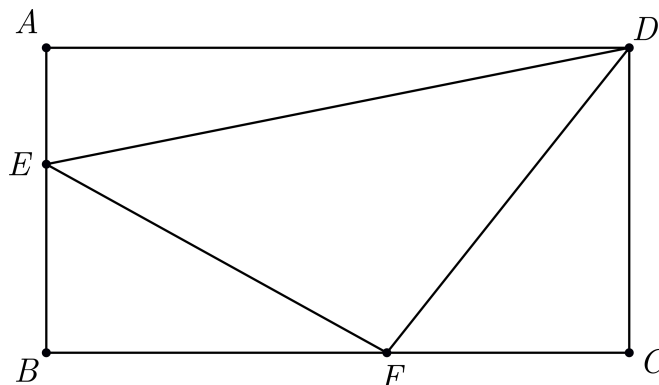
1. Na primeira equação obtida:

$$3(-14) = 7 - 38(a + b) \Rightarrow a + b = \frac{49}{38}$$

### 3ª QUESTÃO

Valor: 2,00

No retângulo  $ABCD$  abaixo, os triângulos  $ADE$ ,  $BEF$  e  $CDF$  possuem áreas iguais, e a medida do segmento  $CF$  é de 2 unidades.



Determine a medida do segmento  $BF$ .

## Gabarito

Considere a medida do segmento  $CD$  igual a  $y$  unidades e a do segmento  $BF$  pedido de  $x$  unidades. Obtemos, assim, as seguintes áreas para os triângulos equivalentes:

1.  $[CDF] = \frac{2y}{2} = y$  2.  $[BEF] = y \Rightarrow \frac{BE \cdot x}{2} = y \Rightarrow BE = \frac{2y}{x}$  3.  $[ADE] = y \Rightarrow \frac{AD \cdot DE}{2} = y$

Logo:

$$\frac{(x+2)\left(y - \frac{2y}{x}\right)}{2} = y$$
$$(x+2)(x-2) = 2x$$
$$x^2 - 2x - 4 = 0$$

Assim,

$$x = \frac{2 \pm \sqrt{20}}{2} = 1 \pm \sqrt{5}$$

Como a medida deve ser um valor real positivo, então:

$$BF = x = 1 + \sqrt{5}$$

## 4ª QUESTÃO

Valor: 2,00

Sejam os inteiros positivos  $n$  e  $k$  tais que  $n \geq 2$  e  $1 \leq k \leq n$ . Dessa forma, definimos o polinômio  $P$  de grau  $n - 1$  por:

$$P(x) = \frac{(x+1)(x+2) \dots (x+n)}{(x+k)}$$

- Determine o polinômio correspondente a  $n = 5$  e  $k = 3$ .
- Construa todos os possíveis polinômios tais que  $n = 4$ .
- Certo polinômio possui o coeficiente de  $x^{n-2}$  igual a 67, determine os valores de  $n$  e  $k$  para tal polinômio.
- Calcule a soma de todos os coeficientes de todos os possíveis polinômios de grau 5.
- Para um polinômio de grau  $n$ , determine a expressão do menor coeficiente possível de  $x^{n-3}$ .

## Gabarito

1. Substituindo na expressão para  $P$  obtemos:

$$P(x) = (x+1)(x+2)(x+4)(x+5) = \boxed{x^4 + 12x^3 + 49x^2 + 78x + 40}.$$

2. Para  $n = 4$ , temos a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{(x+1)(x+2)(x+3)(x+4)}{(x+k)}$$

Abrindo nos casos para os valores de  $k$ :

$$\begin{cases} k = 1 : P(x) = (x+2)(x+3)(x+4) = x^3 + 9x^2 + 26x + 24 \\ k = 2 : P(x) = (x+1)(x+3)(x+4) = x^3 + 8x^2 + 19x + 12 \\ k = 3 : P(x) = (x+1)(x+2)(x+4) = x^3 + 7x^2 + 14x + 8 \\ k = 4 : P(x) = (x+1)(x+2)(x+3) = x^3 + 6x^2 + 11x + 6 \end{cases}$$

3. Como o polinômio  $P$  possui grau  $n-1$ , o coeficiente de  $x^{n-2}$  é dado pela soma:

$$1 + 2 + \dots + (k-1) + (k+1) + \dots + n = 1 + \dots + n - k = \frac{(1+n)n}{2} - k.$$

Testando os possíveis valores para  $n$  que mais aproximam a soma acima de 67:

$$\begin{cases} n = 10 : \frac{11 \cdot 10}{2} - k = 67 \Rightarrow k = -12 \\ n = 11 : \frac{12 \cdot 11}{2} - k = 67 \Rightarrow k = -1 \\ n = 12 : \frac{13 \cdot 12}{2} - k = 67 \Rightarrow k = 11 \\ n = 13 : \frac{14 \cdot 13}{2} - k = 67 \Rightarrow k = 24 \end{cases}$$

Como  $k$  é um inteiro positivo menor ou igual a  $n$ , temos que  $\boxed{n = 12}$  e  $\boxed{k = 11}$ .

4. Se o grau é 5, então  $n-1 = 5 \Rightarrow n = 6$ . Dessa forma:  $P(x) = \frac{(x+1)(x+2)(x+3)(x+4)(x+5)(x+6)}{(x+k)}$ . Observe que, para obter a soma dos coeficientes de um polinômio, basta impor  $x = 1$ :

$$P(1) = \frac{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7}{(1+k)} = \frac{7!}{(1+k)}.$$

Finalmente, para obter a soma dos coeficientes de todos os possíveis polinômios  $P$ , basta variar  $k$  de 1 a 6 e ir somando os resultados:

$$7! \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} \right) = \boxed{8028}.$$

5. Sabendo que o polinômio de grau  $n$  é representado por:

$$P(x) = \frac{(x+1)(x+2)\dots(x+n)(x+n+1)}{(x+k)},$$

com  $1 \leq k \leq n+1$ . O coeficiente líder corresponde ao monômio  $x^{n-1}$  e o coeficiente de  $x^{n-3}$  será formado pelo produto dois a dois. Para obter o menor coeficiente possível, basta impor  $k = n+1$ :

$$P(x) = (x+1)(x+2)\dots(x+n).$$

Portanto:

$$1 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + \dots + n \cdot (n-1) = \frac{(1 + \dots + n)^2 - (1^2 + \dots + n^2)}{2} = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{(1+n)n}{2} \right)^2 - \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \right].$$

### 5ª QUESTÃO

Valor: 2,00

Na escola de Carlos, um conceito A vale 4 pontos, um B vale 3 pontos, um C vale 2 pontos e um D vale apenas 1 ponto. Sua média final nos quatro cursos que ele está matriculado é calculada como a soma total de pontos dividida por 4. Ele tem certeza de que obterá A's em Matemática e em Ciências, e pelo menos um C em Inglês e História. Ele acha que tem uma chance de  $\frac{1}{6}$  de obter um A em Inglês e uma chance de  $\frac{1}{4}$  de obter um B. Em História, ele tem  $\frac{1}{4}$  de chance de conseguir um A e  $\frac{1}{3}$  de chance de obter um B, independentemente do que ele recebe em Inglês.

Dessa forma, responda:

- Qual a probabilidade de Carlos obter média final igual a 4?
- Se para ser aprovado a média final deve ser de ao menos 3,5, qual a probabilidade de Carlos obter aprovação?

### Gabarito

Sejam  $e$  e  $h$  suas respectivas pontuações em Inglês e em História: 1. Se a média final for de 4 pontos, significa que Carlos obteve conceito A em todos os cursos. Dado que o conceito A já era garantido em Matemática e em Ciências, para que consiga A também em Inglês e em História tem-se:

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{24}.$$

2. Para obter aprovação final, de acordo com as condições:

$$\frac{4 + 4 + e + h}{4} \geq 3,5 \Rightarrow e + h \geq 6$$

Portanto, sabendo que Carlos não tirará um D, abrimos em casos:

$$\begin{cases} e = h = 3 : & \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{12} \text{ de probabilidade} \\ e = 4 \text{ e } h = 2, 3, 4 : & \frac{1}{6} \text{ de probabilidade} \\ h = 4 \text{ e } e = 2, 3, 4 : & \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \text{ de probabilidade} \\ e = h = 3 : & \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{12} \text{ de probabilidade} \end{cases}$$

O caso  $e = h = 4$  foi contado duas vezes:  $\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{24}$  de probabilidade. Logo, obtemos como a probabilidade de a média ser de ao menos 3,5:

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} - \frac{1}{24} = \frac{11}{24}$$