

**Exame Final Nacional de Matemática A**  
**Prova 635 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2018**

12.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

Caderno 1

Duração da Prova (Caderno 1 + Caderno 2): 150 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

7 Páginas

---

**Caderno 1: 75 minutos. Tolerância: 15 minutos.**  
**É permitido o uso de calculadora.**

---

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

É permitido o uso de régua, compasso, esquadro e transferidor.

Só é permitido o uso de calculadora no Caderno 1.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

A prova inclui um formulário.

As cotações dos itens de cada caderno encontram-se no final do respetivo caderno.

---

---

Na resposta aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

Na resposta aos restantes itens, apresente todos os cálculos que tiver de efetuar e todas as justificações necessárias. Quando, para um resultado, não é pedida a aproximação, apresente sempre o valor exato.

---

Nos termos da lei em vigor, as provas de avaliação externa são obras protegidas pelo Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos. A sua divulgação não suprime os direitos previstos na lei. Assim, é proibida a utilização destas provas, além do determinado na lei ou do permitido pelo IAVE, I.P., sendo expressamente vedada a sua exploração comercial.

# Formulário

---

## Geometria

### Comprimento de um arco de circunferência:

$\alpha r$  ( $\alpha$  – amplitude, em radianos, do ângulo ao centro;  $r$  – raio)

**Área de um polígono regular:**  $\text{Semiperímetro} \times \text{Apótema}$

### Área de um sector circular:

$\frac{\alpha r^2}{2}$  ( $\alpha$  – amplitude, em radianos, do ângulo ao centro;  $r$  – raio)

**Área lateral de um cone:**  $\pi r g$  ( $r$  – raio da base;  $g$  – geratriz)

**Área de uma superfície esférica:**  $4\pi r^2$  ( $r$  – raio)

**Volume de uma pirâmide:**  $\frac{1}{3} \times \text{Área da base} \times \text{Altura}$

**Volume de um cone:**  $\frac{1}{3} \times \text{Área da base} \times \text{Altura}$

**Volume de uma esfera:**  $\frac{4}{3}\pi r^3$  ( $r$  – raio)

## Progressões

Soma dos  $n$  primeiros termos de uma progressão  $(u_n)$ :

**Progressão aritmética:**  $\frac{u_1 + u_n}{2} \times n$

**Progressão geométrica:**  $u_1 \times \frac{1 - r^n}{1 - r}$

## Trigonometria

$\text{sen}(a + b) = \text{sen} a \cos b + \text{sen} b \cos a$

$\text{cos}(a + b) = \text{cos} a \cos b - \text{sen} a \text{sen} b$

$\frac{\text{sen} A}{a} = \frac{\text{sen} B}{b} = \frac{\text{sen} C}{c}$

$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$

## Complexos

$(\rho \text{cis } \theta)^n = \rho^n \text{cis}(n\theta)$  ou  $(\rho e^{i\theta})^n = \rho^n e^{in\theta}$

$\sqrt[n]{\rho \text{cis } \theta} = \sqrt[n]{\rho} \text{cis}\left(\frac{\theta + 2k\pi}{n}\right)$  ou  $\sqrt[n]{\rho e^{i\theta}} = \sqrt[n]{\rho} e^{i\frac{\theta + 2k\pi}{n}}$

$(k \in \{0, \dots, n-1\} \text{ e } n \in \mathbb{N})$

## Probabilidades

$\mu = p_1 x_1 + \dots + p_n x_n$

$\sigma = \sqrt{p_1 (x_1 - \mu)^2 + \dots + p_n (x_n - \mu)^2}$

Se  $X$  é  $N(\mu, \sigma)$ , então:

$P(\mu - \sigma < X < \mu + \sigma) \approx 0,6827$

$P(\mu - 2\sigma < X < \mu + 2\sigma) \approx 0,9545$

$P(\mu - 3\sigma < X < \mu + 3\sigma) \approx 0,9973$

## Regras de derivação

$(u + v)' = u' + v'$

$(u v)' = u' v + u v'$

$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' v - u v'}{v^2}$

$(u^n)' = n u^{n-1} u'$  ( $n \in \mathbb{R}$ )

$(\text{sen } u)' = u' \cos u$

$(\cos u)' = -u' \text{sen } u$

$(\text{tg } u)' = \frac{u'}{\cos^2 u}$

$(e^u)' = u' e^u$

$(a^u)' = u' a^u \ln a$  ( $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$ )

$(\ln u)' = \frac{u'}{u}$

$(\log_a u)' = \frac{u'}{u \ln a}$  ( $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$ )

## Limites notáveis

$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$  ( $n \in \mathbb{N}$ )

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{sen } x}{x} = 1$

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x} = 1$

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x} = 0$

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^p} = +\infty$  ( $p \in \mathbb{R}$ )

1.

---

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 1.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 1.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

---

**P2001/2002**

1.1. Na Figura 1, está representado um dado tetraédrico equilibrado, com as faces numeradas de 1 a 4

Lança-se dez vezes esse dado e, em cada lançamento, regista-se o número da face que fica voltada para baixo.

Qual é a probabilidade, arredondada às milésimas, de sair exatamente seis vezes a face com o número 3 ?

- (A) 0,146                      (B) 0,016                      (C) 0,008                      (D) 0,007

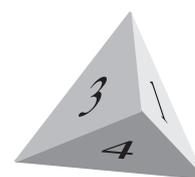


Figura 1

**PMC2015**

1.2. Seja  $f$  uma função diferenciável no intervalo  $[0,2]$  tal que:

- $f(0) = 1$
- $\forall x \in [0,2], 0 < f'(x) < 9$

O teorema de Lagrange, aplicado à função  $f$  em  $[0,2]$ , permite concluir que:

- (A)  $0 < f(2) < 18$   
(B)  $1 < f(2) < 19$   
(C)  $2 < f(2) < 20$   
(D)  $3 < f(2) < 21$

2. Na Figura 2, está representado, num referencial o.n.  $Oxyz$ , um prisma hexagonal regular.

Sabe-se que:

- $[PQ]$  e  $[QR]$  são arestas de uma das bases do prisma;
- $\overline{PQ} = 4$

2.1. Determine o produto escalar  $\overrightarrow{QP} \cdot \overrightarrow{QR}$

2.2. Sabe-se ainda que:

- o plano  $PQR$  tem equação  $2x + 3y - z - 15 = 0$
- uma das arestas laterais do prisma é o segmento de reta  $[PS]$ , em que  $S$  é o ponto de coordenadas  $(14, 5, 0)$

Determine a área lateral do prisma.

Apresente o resultado arredondado às décimas.

Se, em cálculos intermédios, proceder a arredondamentos, conserve, no mínimo, três casas decimais.

2.3. Escolhem-se, ao acaso, dois vértices de cada uma das bases do prisma.

Determine a probabilidade de esses quatro pontos pertencerem a uma mesma face lateral do prisma.

Apresente o resultado na forma de dízima, arredondado às centésimas.

3. Uma escola dedica-se ao ensino de Espanhol e de Inglês, entre outras línguas.

3.1. Doze alunos dessa escola, quatro de Espanhol e oito de Inglês, dispõem-se lado a lado em linha reta para tirar uma fotografia.

De quantas maneiras se podem dispor os doze alunos, de modo que os alunos da mesma disciplina fiquem juntos?

(A) 40 320

(B) 80 640

(C) 967 680

(D) 1 935 360

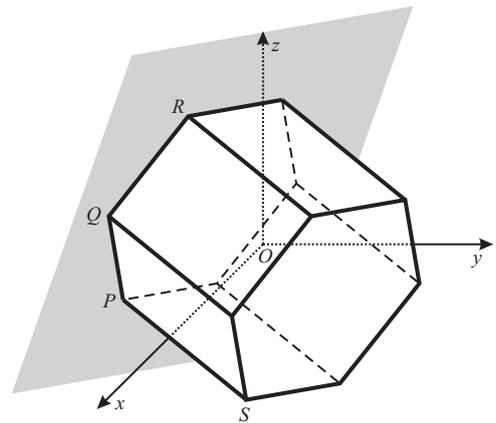


Figura 2

3.2. Relativamente a essa escola, sabe-se que:

- o número de alunos que estudam Espanhol é igual ao número de alunos que estudam Inglês;
- o número de alunos que estudam, pelo menos, uma das duas línguas é o quádruplo do número de alunos que estudam as duas línguas.

Escolhe-se, ao acaso, um aluno dessa escola.

Determine a probabilidade de esse aluno estudar Inglês, sabendo que estuda Espanhol.

Apresente o resultado na forma de percentagem.

4. Um feixe de luz incide perpendicularmente sobre um conjunto de três placas sobrepostas, homogêneas e iguais, feitas de um material transparente. A Figura 3 ilustra a situação.

Admita que a potência,  $L$ , da luz transmitida, após atravessar o conjunto de placas, é dada por

$$L = I(1 - R)^6 e^{-3\lambda}$$

em que:

- $I$  é a potência da luz incidente;
- $R$  é o coeficiente de reflexão do material ( $0 < R < 1$ )
- $\lambda$  é o coeficiente de absorção do material, por centímetro ( $\lambda > 0$ )

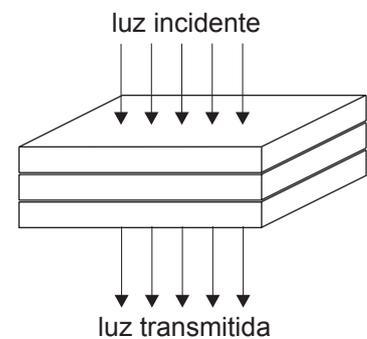


Figura 3

Relativamente ao material de que as placas são feitas, sabe-se que o coeficiente de reflexão,  $R$ , e o coeficiente de absorção,  $\lambda$ , têm o mesmo valor numérico.

Sabe-se ainda que a potência da luz transmitida é igual a metade da potência da luz incidente.

Determine, recorrendo à calculadora gráfica, o valor comum dos coeficientes de absorção e de reflexão do material, sabendo-se que esse valor existe e é único.

Não justifique a validade do resultado obtido na calculadora.

Na sua resposta:

- equacione o problema;
- reproduza, num referencial, o(s) gráfico(s) da(s) função(ões) visualizado(s) na calculadora que lhe permite(m) resolver a equação;
- apresente o valor pedido arredondado às milésimas.

5. Para um certo número real  $x$ , pertencente ao intervalo  $\left]0, \frac{\pi}{12}\right[$ , o número complexo  $z = (\cos x + i \operatorname{sen} x)^{10}$  verifica a condição  $\operatorname{Im}(z) = \frac{1}{3} \operatorname{Re}(z)$

Qual é o valor de  $x$  arredondado às centésimas?

- (A) 0,02                      (B) 0,03                      (C) 0,12                      (D) 0,13

6. Seja  $a$  um número real.

Sabe-se que  $a$ ,  $a + 6$  e  $a + 18$  são três termos consecutivos de uma progressão geométrica.

Relativamente a essa progressão geométrica, sabe-se ainda que a soma dos sete primeiros termos é igual a 381

Determine o primeiro termo dessa progressão.

7. Na Figura 4, está representada, num referencial o.n.  $xOy$ , uma circunferência de centro na origem e que passa nos pontos  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$  e  $F$

Sabe-se que:

- o ponto  $A$  pertence ao semieixo positivo  $Ox$  e tem abcissa igual a 2
- os pontos  $B$  e  $F$  têm ambos abcissa igual a 1
- os pontos  $C$ ,  $D$  e  $E$  são, respetivamente, os simétricos dos pontos  $B$ ,  $A$  e  $F$  relativamente ao eixo  $Oy$

Qual das condições seguintes define o domínio plano representado a sombreado?

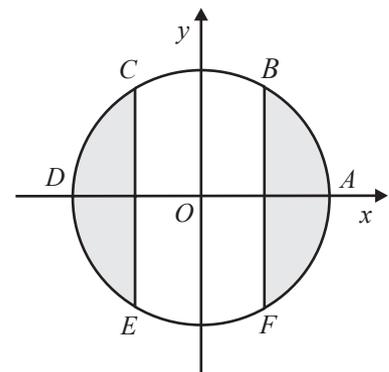


Figura 4

- (A)  $x^2 + y^2 \leq 2 \wedge |x| \geq 1$
- (B)  $x^2 + y^2 \leq 4 \wedge |x| \leq 1$
- (C)  $x^2 + y^2 \leq 4 \wedge |x| \geq 1$
- (D)  $x^2 + y^2 \leq 2 \wedge |x| \leq 1$

**FIM DO CADERNO 1**

## COTAÇÕES (Caderno 1)

Item											
Cotação (em pontos)											
1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.	5.	6.	7.	
8		12	12	12	8	13	12	8	12	8	<b>105</b>

**Prova 635**  
1.<sup>a</sup> Fase  
CADERNO 1

**Exame Final Nacional de Matemática A**  
**Prova 635 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2018**

12.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

**Caderno 2**

Duração da Prova (Caderno 1 + Caderno 2): 150 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

**6 Páginas**

---

**Caderno 2:** 75 minutos. Tolerância: 15 minutos.  
Não é permitido o uso de calculadora.

8.

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 8.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 8.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

**P2001/2002**

8.1. Considere, num referencial o.n.  $Oxyz$ , a reta  $r$  definida pela condição

$$\frac{x+1}{2} = \frac{y-2}{-1} \wedge z = 3$$

Qual das seguintes equações vectoriais define a reta  $r$  ?

(A)  $(x,y,z) = (3,0,3) + k(2,-1,0)$ ,  $k \in \mathbb{R}$

(B)  $(x,y,z) = (3,0,3) + k(2,-1,3)$ ,  $k \in \mathbb{R}$

(C)  $(x,y,z) = (-1,2,0) + k(2,-1,3)$ ,  $k \in \mathbb{R}$

(D)  $(x,y,z) = (-1,2,0) + k(2,-1,0)$ ,  $k \in \mathbb{R}$

**PMC2015**

8.2. Qual é o valor de  $\arcsen(1) + \arccos\left(-\frac{1}{2}\right)$  ?

(A)  $\frac{7\pi}{6}$

(B)  $\frac{\pi}{6}$

(C)  $\frac{3\pi}{4}$

(D)  $\frac{\pi}{4}$

9. Em  $\mathbb{C}$ , conjunto dos números complexos, considere  $w = 1 + \frac{2\sqrt{3} - \sqrt{3}i^5}{1+2i}$

Sabe-se que  $w$  é uma raiz quarta de um certo complexo  $z$

Determine a raiz quarta de  $z$  cujo afixo (imagem geométrica) pertence ao primeiro quadrante.

Apresente o resultado na forma trigonométrica, com argumento pertencente ao intervalo  $\left]0, \frac{\pi}{2}\right[$

10.

---

Os **dois** itens que se apresentam a seguir são itens em alternativa.

O **item 10.1.** integra-se nos Programas de Matemática A, de 10.º, 11.º e 12.º anos, homologados em 2001 e 2002 (**P2001/2002**).

O **item 10.2.** integra-se no Programa e Metas Curriculares de Matemática A, homologado em 2015 (**PMC2015**).

Responda apenas a um dos dois itens.

Na sua folha de respostas, identifique claramente o item selecionado.

---

**P2001/2002**

**10.1.** Num saco, encontram-se quatro bolas indistinguíveis ao tato, numeradas de 0 a 3

Retiram-se, ao acaso, sucessivamente e sem reposição, duas bolas do saco.

Seja  $X$  a variável aleatória «produto dos números saídos».

Para um certo valor de  $k$ , tem-se que  $P(X = k) = \frac{1}{2}$

Qual é o valor de  $k$ ?

- (A) 6                      (B) 2                      (C) 3                      (D) 0

**PMC2015**

**10.2.** Seja  $k$  um número real.

Considere a sucessão convergente  $(u_n)$  definida por  $u_n = \left(\frac{n+k}{n}\right)^n$

Sabe-se que o limite de  $(u_n)$  é solução da equação  $\ln\left(\frac{x}{e}\right) = 3$

Qual é o valor de  $k$ ?

- (A)  $\frac{1}{4}$                       (B) 3                      (C)  $\frac{1}{3}$                       (D) 4

**11.** Sejam  $a$  e  $b$  números reais superiores a 1 tais que  $\ln b = 4 \ln a$

Determine o conjunto dos números reais que são soluções da inequação  $a^x \geq b^{\frac{1}{x}}$

Apresente a resposta usando a notação de intervalos de números reais.

12. Seja  $g$  a função, de domínio  $]-\infty, \pi]$ , definida por

$$g(x) = \begin{cases} \frac{e^{2x} - 1}{4x} & \text{se } x < 0 \\ \frac{1}{2 - \sin(2x)} & \text{se } 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$$

12.1. Qual das afirmações seguintes é verdadeira?

- (A) A função  $g$  não tem zeros.
- (B) A função  $g$  tem um único zero.
- (C) A função  $g$  tem exatamente dois zeros.
- (D) A função  $g$  tem exatamente três zeros.

12.2. Averigue se a função  $g$  é contínua no ponto  $0$

Justifique a sua resposta.

12.3. Estude a função  $g$  quanto à monotonia no intervalo  $]0, \pi]$  e determine, caso existam, os extremos relativos.

13. Considere a função  $f$  definida em  $]0, \pi[$  por  $f(x) = \frac{x}{\sin x}$

Qual das equações seguintes define uma assíntota do gráfico da função  $f$  ?

- (A)  $x = 0$                       (B)  $x = \pi$                       (C)  $x = 1$                       (D)  $x = \frac{\pi}{2}$

14. Na Figura 5, está representada, num referencial o.n.  $xOy$ , parte do gráfico da função  $h$ , de domínio  $\mathbb{R}^+$ , definida por  $h(x) = \frac{\ln x}{x}$

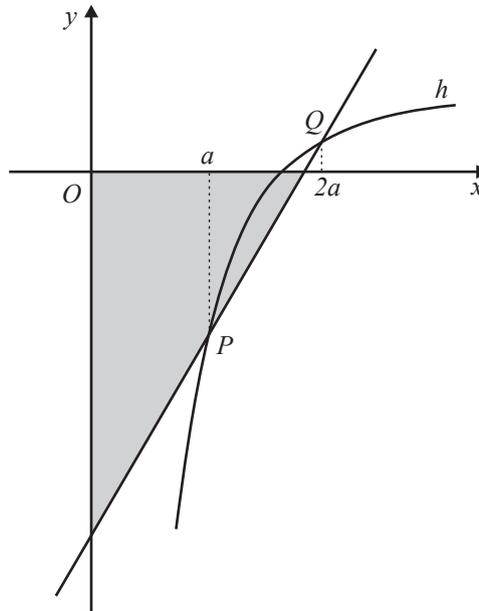


Figura 5

Para cada número real  $a$  pertencente ao intervalo  $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$ , sejam  $P$  e  $Q$  os pontos do gráfico da função  $h$  de abscissas  $a$  e  $2a$ , respetivamente.

Tal como a figura sugere, a reta  $PQ$  define, com os eixos coordenados, um triângulo retângulo.

Mostre que existe, pelo menos, um número real  $a$  pertencente ao intervalo  $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$  para o qual esse triângulo é isósceles.

**Sugestão:** comece por identificar o valor do declive da reta  $PQ$  para o qual o triângulo é isósceles.

**FIM**

## COTAÇÕES (Caderno 2)

Item											
Cotação (em pontos)											
8.1.	8.2.	9.	10.1.	10.2.	11.	12.1.	12.2.	12.3.	13.	14.	
8		12		8	13	8	13	13	8	12	<b>95</b>

<b>TOTAL (Caderno 1 + Caderno 2)</b>	<b>200</b>
--------------------------------------	------------

ESTA PÁGINA NÃO ESTÁ IMPRESSA PROPOSITADAMENTE

**Prova 635**  
1.<sup>a</sup> Fase  
CADERNO 2