

**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

**Critérios de Classificação**

11 Páginas

---

## CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO

A classificação a atribuir a cada resposta resulta da aplicação dos critérios gerais e dos critérios específicos apresentados para cada item e é expressa por um número inteiro.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Em caso de omissão ou de engano na identificação de uma resposta, esta pode ser classificada se for possível identificar inequivocamente o item a que diz respeito.

Se for apresentada mais do que uma resposta ao mesmo item, só é classificada a resposta que surgir em primeiro lugar.

### ITENS DE SELEÇÃO

Nos itens de escolha múltipla, a cotação do item só é atribuída às respostas que apresentem de forma inequívoca a opção correta. Todas as outras respostas são classificadas com zero pontos.

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, a transcrição do texto da opção escolhida é considerada equivalente à indicação da letra correspondente.

### ITENS DE CONSTRUÇÃO

Nos itens de resposta restrita, os critérios de classificação apresentam-se organizados por níveis de desempenho ou por etapas. A cada nível de desempenho e a cada etapa corresponde uma dada pontuação.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por níveis de desempenho resulta da pontuação do nível de desempenho em que forem enquadradas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.

A classificação das respostas aos itens cujos critérios se apresentam organizados por etapas resulta da soma das pontuações atribuídas às etapas apresentadas e da aplicação dos critérios de desvalorização definidos para situações específicas.

Nas respostas classificadas por níveis de desempenho, se permanecerem dúvidas quanto ao nível a atribuir, deve optar-se pelo nível mais elevado de entre os dois tidos em consideração. Qualquer resposta que não atinja o nível 1 de desempenho é classificada com zero pontos.

A classificação das respostas aos itens que envolvam a produção de um texto tem em conta a organização dos conteúdos e a utilização adequada do vocabulário específico da Matemática.

As respostas que não apresentem exatamente os termos ou expressões constantes nos critérios específicos de classificação são classificadas em igualdade de circunstâncias com aquelas que os apresentem, desde que o seu conteúdo seja cientificamente válido, adequado ao solicitado e enquadrado pelos documentos curriculares de referência.

A classificação das respostas aos itens que envolvam o uso obrigatório das potencialidades gráficas da calculadora tem em conta a apresentação, num referencial, do gráfico da função ou dos gráficos das funções visualizados.

No quadro seguinte, apresentam-se os critérios de classificação a aplicar, em situações específicas, às respostas aos itens de resposta restrita e de resposta extensa que envolvam cálculos ou justificações.

Situação	Classificação
1. Utilização de processos de resolução que não estão previstos no critério específico de classificação.	É aceite qualquer processo de resolução cientificamente correto, desde que enquadrado pelos documentos curriculares de referência da disciplina (ver nota 1). O critério específico é adaptado ao processo de resolução apresentado.
2. Utilização de processos de resolução que não respeitem as instruções dadas [exemplos: «sem recorrer à fórmula da probabilidade condicionada», «recorrendo à calculadora gráfica»].	A etapa em que a instrução não é respeitada e todas as etapas subsequentes que dela dependam são pontuadas com zero pontos.
3. Apresentação apenas do resultado final quando é pedida a apresentação de cálculos ou justificações.	A resposta é classificada com zero pontos.
4. Ausência de apresentação de cálculos ou de justificações necessários à resolução de uma etapa.	A etapa é pontuada com zero pontos.
5. Ausência de apresentação explícita de uma etapa que não envolva cálculos ou justificações.	Se a resolução apresentada permitir perceber inequivocamente que a etapa foi percorrida, esta é pontuada com a pontuação prevista. Caso contrário, a etapa é pontuada com zero pontos, bem como todas as etapas subsequentes que dela dependam.
6. Transcrição incorreta de dados do enunciado que não altere o que se pretende avaliar com o item.	Se a dificuldade da resolução do item não diminuir, é subtraído um ponto à soma das pontuações atribuídas. Se a dificuldade da resolução do item diminuir, o item é classificado do modo seguinte: – nas etapas em que a dificuldade da resolução diminuir, a pontuação máxima a atribuir é a parte inteira de metade da pontuação prevista; – nas etapas em que a dificuldade da resolução não diminuir, a pontuação é atribuída de acordo com os critérios específicos de classificação.
7. Transcrição incorreta de um número ou de um sinal, na resolução de uma etapa.	Se a dificuldade da resolução da etapa não diminuir, é subtraído um ponto à pontuação da etapa. Se a dificuldade da resolução da etapa diminuir, a pontuação máxima a atribuir a essa etapa é a parte inteira de metade da pontuação prevista. As etapas subsequentes são pontuadas de acordo com os efeitos do erro cometido (ver nota 2).
8. Ocorrência de um erro ocasional num cálculo, na resolução de uma etapa.	É subtraído um ponto à pontuação da etapa em que o erro ocorre. As etapas subsequentes são pontuadas de acordo com os efeitos do erro cometido (ver nota 2).
9. Ocorrência de um erro que revela desconhecimento de conceitos, de regras ou de propriedades, na resolução de uma etapa.	A pontuação máxima a atribuir a essa etapa é a parte inteira de metade da pontuação prevista. As etapas subsequentes são pontuadas de acordo com os efeitos do erro cometido (ver nota 2).
10. Resolução incompleta de uma etapa.	Se à resolução da etapa faltar apenas a passagem final, é subtraído um ponto à pontuação da etapa; caso contrário, a pontuação máxima a atribuir é a parte inteira de metade da pontuação prevista.

Situação	Classificação
11. Apresentação de cálculos intermédios com um número de casas decimais diferente do solicitado ou apresentação de um arredondamento incorreto.	É subtraído um ponto à soma das pontuações atribuídas, salvo se houver indicação em contrário no critério específico de classificação.
12. Apresentação do resultado final que não respeita a forma solicitada [exemplo: é pedido o resultado na forma de fração, e a resposta apresenta-se na forma decimal].	É subtraído um ponto à pontuação da etapa correspondente à apresentação do resultado final.
13. Utilização de valores exatos nos cálculos intermédios e apresentação do resultado final com aproximação quando deveria ter sido apresentado o valor exato.	É subtraído um ponto à pontuação da etapa correspondente à apresentação do resultado final.
14. Utilização de valores aproximados numa etapa quando deveriam ter sido usados valores exatos.	A pontuação máxima a atribuir a essa etapa, bem como a cada uma das etapas subsequentes que dela dependam, é a parte inteira de metade da pontuação prevista.
15. Apresentação do resultado final com um número de casas decimais diferente do solicitado, ou apresentação do resultado final incorretamente arredondado.	É subtraído um ponto à pontuação da etapa correspondente à apresentação do resultado final.
16. Omissão da unidade de medida na apresentação do resultado final.	A etapa relativa à apresentação do resultado final é pontuada com a pontuação prevista.
17. Apresentação de elementos em excesso face ao solicitado.	Se os elementos em excesso não afetarem a caracterização do desempenho, a classificação a atribuir à resposta não é desvalorizada.  Se os elementos em excesso afetarem a caracterização do desempenho, são subtraídos dois pontos à soma das pontuações atribuídas, salvo se houver indicação em contrário no critério específico de classificação.
18. Utilização de simbologias ou de expressões inequivocamente incorretas do ponto de vista formal.	É subtraído um ponto à soma das pontuações atribuídas, exceto: – se as incorreções ocorrerem apenas em etapas já pontuadas com zero pontos; – nos casos de uso do símbolo de igualdade em que, em rigor, deveria ter sido usado o símbolo de igualdade aproximada.

**Nota 1** – A título de exemplo, faz-se notar que não são aceites processos de resolução que envolvam a aplicação da regra de Cauchy, da regra de L'Hôpital ou de resultados da teoria de matrizes.

**Nota 2** – Se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes não diminuir, estas são pontuadas de acordo com os critérios específicos de classificação; se a dificuldade da resolução das etapas subsequentes diminuir, a pontuação máxima a atribuir a cada uma delas é a parte inteira de metade da pontuação prevista.

# CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE CLASSIFICAÇÃO

## Caderno 1

<b>1.1.</b>		<b>8 pontos</b>
	Opção <b>(B)</b>	
<b>1.2.</b>		<b>8 pontos</b>
	Opção <b>(B)</b>	
<b>2.1.</b>		<b>12 pontos</b>
	Escrever $\vec{QP} \cdot \vec{QR} = \ \vec{QP}\  \times \ \vec{QR}\  \times \cos(\widehat{PQR})$ .....	2 pontos
	Reconhecer que $\widehat{PQR} = 120^\circ$ .....	4 pontos
	Reconhecer que $\ \vec{QP}\  = \ \vec{QR}\  = 4$ .....	3 pontos
	Obter o valor pedido $(-8)$ .....	3 pontos
<b>2.2.</b>		<b>12 pontos</b>
	Este item pode ser resolvido por, pelo menos, dois processos.	
	<b>1.º Processo</b>	
	Escrever $(x, y, z) = (14, 5, 0) + k(2, 3, -1)$ , $k \in \mathbb{R}$ .....	2 pontos
	Escrever as coordenadas de um ponto genérico da reta $PS$ , em função de $k$ .....	2 pontos
	Obter uma equação na variável $k$ , substituindo $x$ , $y$ e $z$ na equação do plano $PQR$ pelas coordenadas de um ponto genérico da reta $PS$ .....	2 pontos
	Obter o valor de $k$ .....	2 pontos
	Determinar $\overline{PS}$ .....	2 pontos
	Obter a área lateral do prisma, com o arredondamento pedido $(179,6)$ .....	2 pontos
	<b>2.º Processo</b>	
	Escrever $\frac{x-14}{2} = \frac{y-5}{3} = \frac{z}{-1}$ .....	2 pontos
	Escrever $\begin{cases} \frac{x-14}{2} = \frac{y-5}{3} = \frac{z}{-1} \\ 2x + 3y - z - 15 = 0 \end{cases}$ .....	2 pontos
	Obter as coordenadas do ponto $P$ .....	4 pontos
	Determinar $\overline{PS}$ .....	2 pontos
	Obter a área lateral do prisma, com o arredondamento pedido $(179,6)$ .....	2 pontos

**2.3. .... 12 pontos**

Este item pode ser resolvido por, pelo menos, dois processos.

**1.º Processo**

- Apresentar o número de casos possíveis:  ${}^6C_2 \times {}^6C_2$  (ver nota 1) ..... 5 pontos
- Apresentar o número de casos favoráveis: 6 (ver nota 2) ..... 5 pontos
- Obter a probabilidade pedida (ver nota 3) (0,03) ..... 2 pontos

**2.º Processo**

- Apresentar o número de casos possíveis:  ${}^6A_2 \times {}^6A_2$  (ver nota 1) ..... 5 pontos
- Apresentar o número de casos favoráveis:  $2 \times 6 \times 2$  (ver nota 2) ..... 5 pontos
- Obter a probabilidade pedida (ver nota 3) (0,03) ..... 2 pontos

**Notas:**

1. Se a expressão apresentada não for equivalente a  ${}^6C_2 \times {}^6C_2$  (1.º processo de resolução) ou a  ${}^6A_2 \times {}^6A_2$  (2.º processo de resolução), a pontuação a atribuir nesta etapa é 0 pontos.
2. Se o número de casos favoráveis não for 6 (1.º processo de resolução) ou 24 (2.º processo de resolução), a pontuação a atribuir nesta etapa é 0 pontos.
3. Se a etapa relativa ao número de casos possíveis e a etapa relativa ao número de casos favoráveis tiverem sido pontuadas com 0 pontos, a pontuação a atribuir nesta etapa é 0 pontos. A mesma pontuação de 0 pontos deve ser atribuída caso o valor obtido não pertença ao intervalo  $[0,1]$

**3.1. .... 8 pontos**

Opção (D)

**3.2. .... 13 pontos**

Designemos por  $E$  o acontecimento «o aluno escolhido estuda Espanhol» e por  $I$  o acontecimento «o aluno escolhido estuda Inglês».

- Identificar o pedido com  $P(I|E)$  ..... 2 pontos
- Escrever  $P(E) = P(I)$  ..... 2 pontos
- Escrever  $P(E \cup I) = 4P(E \cap I)$  (ou equivalente) ..... 3 pontos
- Obter  $5P(E \cap I) = 2P(E)$  ..... 2 pontos
- Escrever  $P(I|E) = \frac{P(E \cap I)}{P(E)}$  ..... 1 ponto
- Obter  $P(I|E) = \frac{2}{5}$  ..... 2 pontos
- Responder ao problema (40%) ..... 1 ponto

4. .... 12 pontos

Equacionar o problema  $\left( (1 - \lambda)^6 e^{-3\lambda} = \frac{1}{2} \text{ ou equivalente} \right)$  ..... 6 pontos

Reproduzir o(s) gráfico(s) da(s) função(ões) visualizado(s) na calculadora que permite(m) resolver a equação (**ver nota**) ..... 3 pontos

Apresentar o valor pedido (0,075) ..... 3 pontos

**Nota** – Se não for apresentado o referencial, a pontuação a atribuir nesta etapa é desvalorizada em 1 ponto.

5. .... 8 pontos

Opção (B)

6. .... 12 pontos

Reconhecer que a razão da progressão é dada, em função de  $a$ , por

$\frac{a+6}{a}$  (ou por  $\frac{a+18}{a+6}$ ) ..... 3 pontos

Escrever  $\frac{a+6}{a} = \frac{a+18}{a+6}$  (ou equivalente) ..... 2 pontos

Obter o valor de  $a$  ..... 2 pontos

Obter o valor da razão da progressão ..... 2 pontos

Escrever  $381 = u_1 \times \frac{1-2^7}{1-2}$  ..... 1 ponto

Determinar o termo pedido (3) ..... 2 pontos

**Nota** – Se for apresentada apenas a condição  $381 = u_1 \times \frac{1 - \left(\frac{a+6}{a}\right)^7}{1 - \frac{a+6}{a}}$  (ou equivalente),

a classificação máxima a atribuir à resposta é 4 pontos.

7. .... 8 pontos

Opção (C)

## Caderno 2

8.1. .... 8 pontos

Opção (A)

8.2. .... 8 pontos

Opção (A)

9. .... 12 pontos

Este item pode ser resolvido por, pelo menos, dois processos.

**1.º Processo**

- Identificar  $i^5$  com  $i$  ..... 1 ponto
- Obter  $w = 1 - \sqrt{3}i$  ..... 4 pontos
- Determinar  $w \times i$  na forma algébrica ..... 3 pontos
- Determinar o número complexo pedido na forma pedida  $\left(2 \operatorname{cis} \frac{\pi}{6} \text{ ou } 2e^{i\frac{\pi}{6}}\right)$  .... 4 pontos

**2.º Processo**

- Identificar  $i^5$  com  $i$  ..... 1 ponto
- Obter  $w = 1 - \sqrt{3}i$  ..... 4 pontos
- Escrever  $w$  na forma trigonométrica ..... 3 pontos
- Determinar o número complexo pedido na forma pedida  $\left(2 \operatorname{cis} \frac{\pi}{6} \text{ ou } 2e^{i\frac{\pi}{6}}\right)$  .... 4 pontos

10.1. .... 8 pontos

Opção (D)

10.2. .... 8 pontos

Opção (D)

11. .... 13 pontos

Este item pode ser resolvido por, pelo menos, dois processos.

**1.º Processo**

- Obter  $b = a^4$  ..... 2 pontos
- Obter  $a^x \geq a^{\frac{4}{x}}$  ..... 2 pontos
- Concluir que  $a^x \geq a^{\frac{4}{x}} \Leftrightarrow x \geq \frac{4}{x}$  ..... 2 pontos
- Resolver a condição  $x \geq \frac{4}{x}$  (**ver nota**) ..... 7 pontos
- Escrever  $x \geq \frac{4}{x} \Leftrightarrow \frac{x^2 - 4}{x} \geq 0$  ..... 1 ponto
- Apresentar um quadro de sinais ..... 4 pontos
- Concluir que  $x \in [-2, 0[ \cup [2, +\infty[$  ..... 2 pontos

**2.º Processo**

Escrever  $a^x \geq b^{\frac{1}{x}} \Leftrightarrow \ln(a^x) \geq \ln\left(b^{\frac{1}{x}}\right)$  ..... 2 pontos

Escrever  $\ln(a^x) \geq \ln\left(b^{\frac{1}{x}}\right) \Leftrightarrow x \ln a \geq \frac{1}{x} \ln b$  ..... 1 ponto

Escrever  $x \ln a \geq \frac{1}{x} \ln b \Leftrightarrow x \ln a \geq \frac{1}{x} \times 4 \ln a$  ..... 2 pontos

Escrever  $x \ln a \geq \frac{1}{x} \times 4 \ln a \Leftrightarrow x \geq \frac{4}{x}$  ..... 1 ponto

Resolver a condição  $x \geq \frac{4}{x}$  (**ver nota**) ..... 7 pontos

Escrever  $x \geq \frac{4}{x} \Leftrightarrow \frac{x^2 - 4}{x} \geq 0$  ..... 1 ponto

Apresentar um quadro de sinais ..... 4 pontos

Concluir que  $x \in [-2, 0[ \cup [2, +\infty[$  ..... 2 pontos

**Nota** – Se, erradamente, for considerada a equivalência

$x \geq \frac{4}{x} \Leftrightarrow x^2 - 4 \geq 0$ , a pontuação máxima a atribuir nesta etapa é 3 pontos.

**12.1.** ..... **8 pontos**

Opção (A)

**12.2.** ..... **13 pontos**

Determinar  $\lim_{x \rightarrow 0^-} g(x)$  ..... 5 pontos

Escrever  $\lim_{x \rightarrow 0^-} g(x) = \lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{e^{2x} - 1}{4x}$  ..... 1 ponto

Escrever  $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{e^{2x} - 1}{4x} = \frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{e^{2x} - 1}{2x}$  ..... 2 pontos

Escrever  $\frac{1}{2} \lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{e^{2x} - 1}{2x} = \frac{1}{2} \lim_{y \rightarrow 0^-} \frac{e^y - 1}{y}$  ..... 1 ponto

Obter  $\lim_{x \rightarrow 0^-} g(x) = \frac{1}{2}$  ..... 1 ponto

Determinar  $\lim_{x \rightarrow 0^+} g(x)$  ..... 2 pontos

Escrever  $\lim_{x \rightarrow 0^+} g(x) = \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{2 - \sin(2x)}$  ..... 1 ponto

Obter  $\lim_{x \rightarrow 0^+} g(x) = \frac{1}{2}$  ..... 1 ponto

Obter  $g(0) = \frac{1}{2}$  ..... 2 pontos

Justificar a continuidade da função  $g$  no ponto 0 («A função  $g$  é contínua no ponto 0, porque existe  $\lim_{x \rightarrow 0} g(x)$ » **OU** «A função  $g$  é contínua no ponto 0,

porque  $\lim_{x \rightarrow 0^+} g(x) = \lim_{x \rightarrow 0^-} g(x) = g(0)$ ») ..... 4 pontos

<b>12.3.</b> .....	<b>13 pontos</b>
Determinar $g'(x)$ em $]0, \pi]$ ( <b>ver nota</b> ) .....	3 pontos
Escrever $g'(x) = 0$ .....	1 ponto
Obter os zeros de $g'$ em $]0, \pi]$ .....	3 pontos
Apresentar um quadro de sinal de $g'$ e de monotonia de $g$ em $]0, \pi]$ (ou equivalente) .....	3 pontos
Determinar $g\left(\frac{\pi}{4}\right)$ , $g\left(\frac{3\pi}{4}\right)$ e $g(\pi)$ $\left(1, \frac{1}{3}$ e $\frac{1}{2}\right)$ ..... (1 + 1 + 1) .....	3 pontos

**Nota** – Se for evidente a intenção de determinar a derivada da função, a pontuação mínima a atribuir nesta etapa é 1 ponto.

<b>13.</b> .....	<b>8 pontos</b>
Opção ( <b>B</b> )	

<b>14.</b> .....	<b>12 pontos</b>
Este item pode ser resolvido por, pelo menos, dois processos.	

**1.º Processo**

Determinar o declive da reta  $PQ$ , em função de  $a$   $\left(\frac{\ln \frac{2}{a}}{2a^2}$  ou equivalente) . 2 pontos

Escrever  $\frac{\ln \frac{2}{a}}{2a^2} = 1$  ..... 2 pontos

Referir que a função  $f$  definida por  $f(a) = \frac{\ln \frac{2}{a}}{2a^2}$  é contínua em  $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$  ..... 1 ponto

Determinar  $f\left(\frac{1}{2}\right)$  ..... 1 ponto

Justificar que  $f\left(\frac{1}{2}\right) > 1$  ..... 2 pontos

Determinar  $f(1)$  ..... 1 ponto

Justificar que  $f(1) < 1$  ..... 2 pontos

Invocar o teorema de Bolzano-Cauchy (ou teorema de Bolzano) para concluir o pretendido ..... 1 ponto

**2.º Processo**

Determinar o declive da reta  $PQ$ , em função de  $a$   $\left(\frac{\ln \frac{2}{a}}{2a^2}$  ou equivalente) . 2 pontos

Determinar a equação reduzida da reta que passa nos pontos do gráfico de  $h$  de abscissas  $a$  e  $2a$  ..... 1 ponto

Determinar a abscissa do ponto de intersecção da reta com o eixo  $Ox$ , em função de  $a$  ..... 1 ponto

- Referir que a função  $g$  definida por  $g(a) = b(a) + c(a)$  é contínua em  $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$ , sendo  $b(a)$  a ordenada na origem da reta, em função de  $a$ , e  $c(a)$  a abcissa do ponto de intersecção da reta com o eixo  $Ox$ , em função de  $a$  ..... 1 ponto
- Determinar  $g\left(\frac{1}{2}\right)$  ..... 1 ponto
- Justificar que  $g\left(\frac{1}{2}\right) < 0$  ..... 2 pontos
- Determinar  $g(1)$  ..... 1 ponto
- Justificar que  $g(1) > 0$  ..... 2 pontos
- Invocar o teorema de Bolzano-Cauchy (ou teorema de Bolzano) para concluir o pretendido ..... 1 ponto

### COTAÇÕES

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>
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>
TOTAL											<b>200</b>