Teste N.º 4

Matemática A

Duração do Teste: 90 minutos

12.º Ano de Escolaridade

Nome do aluno: ____ N.º: __ Turma: ___

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

O teste inclui um formulário.

As cotações encontram-se no final do enunciado da prova.

Para responder aos itens de escolha múltipla, não apresente cálculos nem justificações e escreva na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar

Na resposta aos itens de resposta aberta, 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.

Formulário

Geometria

Comprimento de um arco de circunferência

αr (α – amplitude, em radianos, do ângulo ao centro; r – raio)

Área de um polígono regular: Semiperímetro $\times$ Apótema

Área de um setor circular:

$\frac{\alpha r^2}{2}$ (α – 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: $\frac{1}{3} \times$ Área da base $\times$ Altura

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

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

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

Complexos

$\left(\rho e^{i\theta}\right)^n = \rho^n\, e^{in\theta}$

$\sqrt[n]{\rho e^{i\theta}} = \sqrt[n]{\rho}\, e^{i\frac{\theta+2k\pi}{n}}$ ($k \in \{0, \dots, n-1\}$ e $n \in \mathbb{N}$)

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

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

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

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

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

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

1. Uma loja que vende artigos de Carnaval tem para expor x fatos de princesas, y fatos de super-heróis e z fatos de animais, todos diferentes entre si.

Considerando quaisquer valores naturais de x, y e z, superiores a 1, de quantos modos pode o gerente da loja expor todos os fatos referidos, sendo que se pretende que os fatos de princesas fiquem todos juntos e os de super-heróis também?

(A) $x!\,y!\,z!$ **(B)** $x!\,y!\,z!\,2!$ **(C)** $x!\,y!\,(z+2)!$ **(D)** $x!\,y!\,z!\,3!$

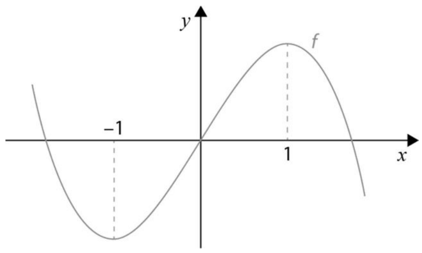
2. Num estudo realizado numa determinada escola, verificou-se que 10% dos alunos têm alergias alimentares e, destes, $\frac{3}{5}$ são do sexo masculino. De entre os alunos que não têm alergias alimentares, 7 em cada 10 são do sexo feminino. O Gonçalo é aluno dessa escola. Calcule a probabilidade de o Gonçalo ser um aluno com alergias alimentares.

Apresente a sua resposta sob a forma de fração irredutível.

3. Acerca de uma determinada linha do triângulo de Pascal, sabe-se que a diferença entre o terceiro termo e o segundo termo é igual a 77. Qual é o maior elemento dessa linha?

(A) 3003 **(B)** 3432 **(C)** 5005 **(D)** 6435

4. Na figura está representado, num referencial o.n. Oxy, o gráfico de uma função polinomial f de grau 3.



Tal como a figura sugere, a função f tem um mínimo relativo para $x=-1$ e tem um máximo relativo para $x=1$. A origem do referencial é ponto de inflexão do gráfico de f.

Sejam f' e f'' a primeira e a segunda derivadas da função f, respetivamente.

Qual é o conjunto-solução da condição $\frac{f'(x)}{f''(x)} \geq 0$?

(A) $[-1,0] \cup [1,+\infty[$ **(B)** $[-1,0[\cup [1,+\infty[$ **(C)** $]-\infty,-1] \cup [0,1]$ **(D)** $]-\infty,-1] \cup]0,1]$

5. De uma função f, sabe-se que $\lim_{x\to+\infty}(f(x)+2x-1)=0$. De uma função g, de domínio $\mathbb{R}^+$, sabe-se que a reta de equação $x=0$ é assíntota vertical ao seu gráfico.

O valor de $\lim_{x\to+\infty}\left(\frac{f(x)}{x}+f(x)+2x\right)-\lim_{x\to0^+}\frac{5}{g(x)}$ é:

(A) -1 **(B)** 1 **(C)** $-\infty$ **(D)** $+\infty$

6. Seja f a função, de domínio $\mathbb{R}$, definida por $f(x) = \frac{x\,e^x}{2}$.

6.1. Recorrendo a processos exclusivamente analíticos, mostre que existe, pelo menos, um ponto cuja abcissa pertença ao intervalo $]0,1[$ e no qual a reta tangente ao gráfico da função f nesse ponto seja perpendicular à bissetriz dos quadrantes pares.

6.2. Considere, num referencial o.n. Oxy, o gráfico da função f e o gráfico da função g definida por $g(x) = \ln(x+2) + 4$.

Sabe-se que:

- A é o ponto de interseção do gráfico da função f com o gráfico da função g, de abcissa positiva;
- B é o ponto de interseção do gráfico da função g com o eixo das ordenadas;
- O é a origem do referencial.

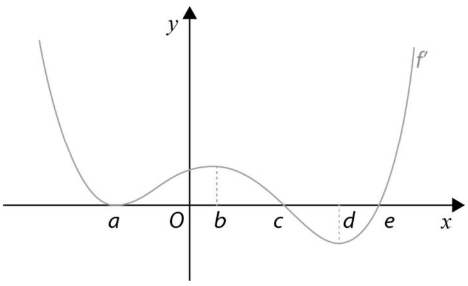
Recorrendo à calculadora gráfica, determine a área do triângulo $[OAB]$.

Na sua resposta deve:

- reproduzir o(s) gráfico(s) da(s) função(ões) que tiver necessidade de visualizar na calculadora, devidamente identificado(s), incluindo o referencial;
- assinalar os pontos O, A e B e representar o triângulo $[OAB]$;
- indicar a ordenada do ponto B, com arredondamento às centésimas;
- indicar as coordenadas do ponto A, com arredondamento às centésimas;
- apresentar o resultado pedido, com arredondamento às décimas.

7. Seja f uma função de domínio $\mathbb{R}$.

Na figura ao lado está representado o gráfico de f', primeira derivada da função f.



Tal como a figura sugere, a função f' tem:

- um mínimo relativo para $x = a$ e para $x = d$;
- um máximo relativo para $x = b$;
- três zeros: a, c e e.

Qual das afirmações seguintes é verdadeira?

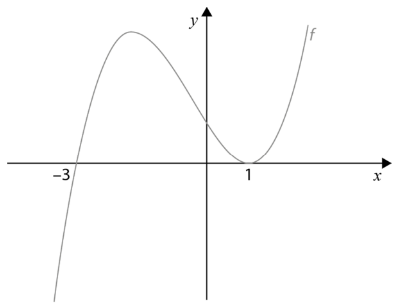
(A) f admite três extremos relativos.

(B) O gráfico de f admite três pontos de inflexão.

(C) A reta tangente ao gráfico de f com declive máximo é a reta tangente em $x = b$.

(D) O gráfico de f tem a concavidade voltada para cima em $]-\infty, a]$.

8. Na figura está representado, num referencial o.n. Oxy, o gráfico de uma função polinomial f de grau 3.



Sabe-se que:

- -3 e 1 são os únicos zeros da função f;
- a função f tem um mínimo relativo em $x = 1$;
- g', primeira derivada de uma função g, tem domínio $\mathbb{R}$ e é definida por $g'(x) = f(x) \times (x^2 + 1)$.

Considere as seguintes afirmações.

I. A função g tem dois extremos relativos.

II. O gráfico de g' não admite assíntotas verticais.

III. $g''(1) = 0$

Elabore uma composição, na qual indique, justificando, se cada uma das afirmações é verdadeira ou falsa. Na sua resposta, apresente três razões diferentes, uma para cada afirmação.

9. Para cada número real k, considere a função f, de domínio $\left[-\frac{\pi}{2}, +\infty\right[$, definida por:

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{2 - 2\cos x}{\operatorname{sen}(x^2)} & \text{se} \quad -\dfrac{\pi}{2} \leq x < 0 \\ k & \text{se} \quad x = 0 \\ \dfrac{2x}{2e^x - 2} & \text{se} \quad x > 0 \end{cases}$$

9.1. Determine o valor de k para o qual a função f é contínua em $x = 0$.

9.2. Estude o gráfico da função f quanto à existência de assíntotas não verticais, e, caso existam, escreva as suas equações.

9.3. Em $\left[-\frac{\pi}{2}, 0\right[$, considere a função h definida por $h(x) = f(x) \times \frac{\operatorname{sen}(x^2)}{2} \times \operatorname{sen} x$.

Estude a função h quanto à monotonia e determine, caso existam, os extremos relativos.

FIM

COTAÇÕES

Item												
Cotação (em pontos)												
1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.1.**	**6.2.**	**7.**	**8.**	**9.1.**	**9.2.**	**9.3.**	**Total**
8	20	8	8	8	25	25	8	20	20	25	25	**200**

TESTE N.º 4 – Proposta de resolução

1. Opção (C)

$$\underbrace{[\_\_\ \ \_\_\ \cdots\ \_\_]}_{x\text{ fatos de princesas}}\quad \underbrace{[\_\_\ \ \_\_\ \cdots\ \_\_]}_{y\text{ fatos de super-heróis}}\quad \underbrace{\underbrace{\_\_}\ \underbrace{\_\_}\ \cdots\ \underbrace{\_\_}}_{z\text{ fatos de animais}}$$

Existem $x!$ formas de ordenar os x fatos de princesas. Por cada uma destas formas, existem $y!$ maneiras de ordenar os y fatos de super-heróis.

Por cada uma das formas de ordenar os fatos de princesas e de super-heróis entre si, existem $(z+2)!$ maneiras de permutar os z fatos de animais entre si e também com os dois blocos dos fatos de princesas e dos fatos de super-heróis.

Uma resposta é, então, $x! \times y! \times (z+2)!$.

2. Sejam A e M os acontecimentos:

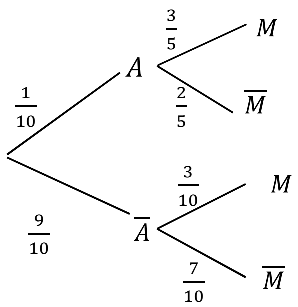
A: "o aluno tem alergias alimentares"

M: "o aluno é do sexo masculino"

Sabe-se que:

- $P(A) = \frac{1}{10}$
- $P(M|A) = \frac{3}{5}$
- $P(\overline{M}|\overline{A}) = \frac{7}{10}$

Pretende-se determinar o valor de $P(A|M)$:



$$P(A \cap M) = \frac{1}{10} \times \frac{3}{5} = \frac{3}{50}$$

$$P(A \cap \overline{M}) = \frac{1}{10} \times \frac{2}{5} = \frac{1}{25}$$

$$P(\overline{A} \cap M) = \frac{9}{10} \times \frac{3}{10} = \frac{27}{100}$$

$$P(\overline{A} \cap \overline{M}) = \frac{9}{10} \times \frac{7}{10} = \frac{63}{100}$$

$$P(A|M) = \frac{P(A \cap M)}{P(M)} = \frac{\frac{3}{50}}{\frac{3}{50} + \frac{27}{100}} = \frac{\frac{3}{50}}{\frac{33}{100}} = \frac{2}{11}$$

3. Opção (B)

Seja n a linha do triângulo de Pascal, da qual se sabe que a diferença entre o terceiro termo e o segundo termo é igual a 77.

Assim:

$$ {}^{n}C_2 - {}^{n}C_1 = 77 \Leftrightarrow \frac{n!}{2!\,(n-2)!} - n = 77 \Leftrightarrow \frac{n \times (n-1)}{2} - n = 77 $$

$$ \Leftrightarrow n^2 - n - 2n - 154 = 0 $$

$$ \Leftrightarrow n^2 - 3n - 154 = 0 $$

$$ \Leftrightarrow n = \frac{3 \pm \sqrt{(-3)^2 - 4 \times 1 \times (-154)}}{2 \times 1} $$

$$ \Leftrightarrow n = 14 \quad \vee \quad n = -11 \notin \mathbb{N} $$

O maior elemento da linha é o elemento central. Assim, o maior elemento da linha $n = 14$ é ${}^{14}C_7 = 3432$.

4. Opção (B)

x	$-\infty$	-1		0		1	$+\infty$
Sinal de f'	$-$	0	$+$	$+$	$+$	0	$-$
Sinal de f''	$+$	$+$	$+$	0	$-$	$-$	$-$
Sinal de $\frac{f'}{f''}$	$-$	0	$+$	n.d.	$-$	0	$+$

$$ \frac{f'(x)}{f''(x)} \geq 0 \Leftrightarrow -1 \leq x < 0 \quad \vee \quad x \geq 1 $$

$\text{C.S.} = [-1,0[\cup [1, +\infty[$

5. Opção (A)

Sabe-se que a reta de equação $x = 0$ é assíntota vertical ao gráfico de g, logo $\lim_{x \to 0^+} g(x) = \pm\infty$.

Sabe-se, também, que a reta de equação $y = -2x + 1$ é assíntota oblíqua ao gráfico de f quando $x \to +\infty$. Logo, concluímos que:

$$ \lim_{x \to +\infty} \frac{f(x)}{x} = -2 \quad \text{e} \quad \lim_{x \to +\infty} (f(x) + 2x) = 1 $$

Assim:

$$ \lim_{x \to +\infty} \left(\frac{f(x)}{x} + f(x) + 2x \right) - \lim_{x \to 0^+} \frac{5}{g(x)} = \lim_{x \to +\infty} \frac{f(x)}{x} + \lim_{x \to +\infty} (f(x) + 2x) - \lim_{x \to 0^+} \frac{5}{g(x)} = $$

$$ = -2 + 1 - \frac{5}{\pm\infty} = $$

$$ = -2 + 1 - 0 = $$

$$ = -1 $$

6.

6.1. $f'(x) = \frac{1}{2}(xe^x)' = \frac{1}{2}(e^x + xe^x) = \frac{e^x}{2}(1+x)$

$D_{f'} = \mathbb{R}$

- f' é uma função contínua, por se tratar do produto de duas funções contínuas. Em particular, f' é contínua em [0, 1].
- $f'(0) = \frac{e^0}{2}(1+0) = \frac{1}{2} < 1$

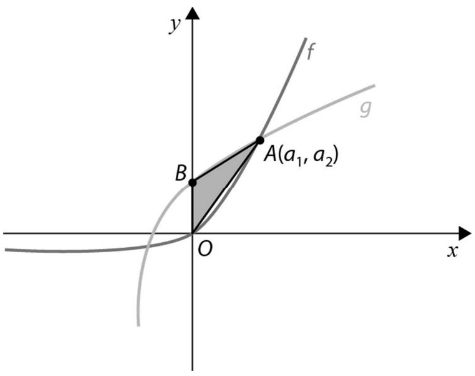
$f'(1) = \dfrac{e^1}{2}(1+1) = e > 1$

$f'(0) < 1 < f'(1)$

Logo, pelo teorema de Bolzano-Cauchy, concluímos que $\exists c \in]0,1[: f'(c) = 1$, isto é, existe, pelo menos, um ponto cuja abcissa pertence ao intervalo $]0,1[$, no qual a reta tangente ao gráfico da função f nesse ponto tem declive igual a 1, ou seja, é perpendicular à bissetriz dos quadrantes pares ($y = -x$).

6.2. $f(x) = \frac{xe^x}{2}$ $\quad\quad$ $g(x) = \ln(x+2) + 4$

$D_f = \mathbb{R}$ $\quad\quad$ $D_g =]-2, +\infty[$



$B(0, b)$

$b \approx 4{,}69$

$A(a_1, a_2)$

$a_1 \approx 1{,}79$

$a_2 \approx 5{,}33$

$$A_{[OAB]} = \frac{\overline{OB} \times \text{abcissa de } A}{2} \approx \frac{4{,}69 \times 1{,}79}{2} \approx 4{,}2 \text{ u.a.}$$

7. Opção (B)

A partir da representação do gráfico de f', conseguimos obter as informações seguintes:

x		a		c		e	$+\infty$
Sinal de f'	+	0	+	0	−	0	+
Variação de f	↗		↗	Máx.	↘	mín.	↗

Daqui, concluímos que f admite dois extremos relativos. Logo, a opção (A) é falsa.

x	$-\infty$	a		b		d	$+\infty$
Sinal de f''	$-$	0	$+$	0	$-$	0	$+$
Variação de f'	↘	mín.	↗	Máx.	↘	mín.	↗

x		a		b		d	$+\infty$
Sinal de f''	$-$	0	$+$	0	$-$	0	$+$
Sentido das concavidades do gráfico de f	∩	P.I.	∪	P.I.	∩	P.I.	∪

Daqui, concluímos que o gráfico de f admite três pontos de inflexão. Logo, a afirmação (B) é verdadeira.

Em $]-\infty, a]$, o gráfico de f tem a concavidade voltada para baixo. Logo, a opção (D) é falsa.

Apesar de $f'(b)$ ser máximo, não é máximo absoluto, como se pode observar pela representação gráfica de f', logo a afirmação (C) é falsa.

8. Estudemos a monotonia e a existência de extremos da função g na tabela abaixo:

x	$-\infty$	-3		1	$+\infty$
Sinal de f	$-$	0	$+$	0	$+$
x^2+1	$+$	$+$	$+$	$+$	$+$
Sinal de g'	$-$	0	$+$	0	$+$
Variação de g	↘	mín.	↗		↗

Concluímos, assim, que a função g tem apenas um extremo relativo, logo a afirmação I é falsa.

A função g' é contínua em $\mathbb{R}$, por se tratar do produto de duas funções contínuas (f é uma função polinomial e $x \mapsto x^2+1$ também é uma função polinomial).

Logo, o seu gráfico não admite assíntotas verticais. A afirmação II é verdadeira.

Determinemos, agora, o valor de $g''(1)$.

$g''(x) = f'(x) \times (x^2+1) + f(x) \times 2x$

$g''(1) = f'(1) \times (1^2+1) + f(1) \times 2 = 0 \times 2 + 0 \times 2 = 0$

Sabemos que $f'(1) = 0$, pois a reta tangente ao gráfico de f é uma reta horizontal, isto é, tem declive 0. Concluímos, assim, que a afirmação III é verdadeira.

9.

9.1. f é contínua em $x = 0$ se e só se existir $\lim\limits_{x\to 0} f(x)$, isto é, $\lim\limits_{x\to 0^-} f(x) = \lim\limits_{x\to 0^+} f(x) = f(0)$.

- $\lim\limits_{x\to 0^-} f(x) = \lim\limits_{x\to 0^-} \frac{2-2\cos x}{\operatorname{sen}(x^2)} \overset{\left(\frac{0}{0}\right)}{=} \lim\limits_{x\to 0^-} \frac{2(1-\cos x)}{\operatorname{sen}(x^2)} =$

$$= 2\lim_{x\to 0^-} \frac{1-\cos^2 x}{\operatorname{sen}(x^2)(1+\cos x)} =$$

$$= 2\lim_{x\to 0^-} \frac{\operatorname{sen}^2 x}{\operatorname{sen}(x^2)} \times \lim_{x\to 0^-} \frac{1}{1+\cos x} =$$

$$= 2 \times \lim_{x\to 0^-} \frac{\frac{\operatorname{sen}^2 x}{x^2}}{\frac{\operatorname{sen}(x^2)}{x^2}} \times \frac{1}{1+1} =$$

$$= 2 \times \frac{\lim\limits_{x\to 0^-} \left(\frac{\operatorname{sen} x}{x}\right)^2}{\lim\limits_{x\to 0^-} \frac{\operatorname{sen}(x^2)}{x^2}} \times \frac{1}{2} =$$

Considerando a mudança de variável $x^2 = y$: se $x \to 0^-$, então $y \to 0^+$.

$$= \frac{\left(\lim\limits_{x\to 0^-} \frac{\operatorname{sen} x}{x}\right)^2}{\lim\limits_{y\to 0^+} \frac{\operatorname{sen} y}{y}} =$$

$$= \frac{1^2}{1} =$$

$$= 1$$

- $\lim\limits_{x\to 0^+} f(x) = \lim\limits_{x\to 0^+} \frac{2x}{2e^x-2} = \lim\limits_{x\to 0^+} \frac{2x}{2(e^x-1)} =$

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

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

$$= \frac{1}{\lim\limits_{x\to 0^+} \frac{e^x-1}{x}} =$$

$$= \frac{1}{1} =$$

$$= 1$$

- $f(0) = k$

  Logo, $k = 1$.

9.2. Como o domínio de f é limitado inferiormente, só faz sentido procurar assíntota não vertical quando $x \to +\infty$.

$$m = \lim_{x\to +\infty} \frac{f(x)}{x} = \lim_{x\to +\infty} \frac{\frac{2x}{2e^x-2}}{x} = \lim_{x\to +\infty} \frac{2x}{2x(e^x-1)} =$$

$$= \lim_{x\to +\infty} \frac{1}{e^x-1} =$$

$$= \frac{1}{+\infty-1} =$$

$$= 0$$

$$b=\lim_{x\to+\infty}(f(x)-mx)=\lim_{x\to+\infty}\frac{2x}{2e^x-2}=\lim_{x\to+\infty}\frac{x}{e^x-1}=\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{\frac{e^x}{x}-\frac{1}{x}}=$$

$$=\frac{1}{\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{e^x}{x}-\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{1}{x}}=$$

$$=\frac{1}{+\infty-0}=$$

$$=\frac{1}{+\infty}=$$

$$=0$$

A reta de equação $y=0$ é assíntota horizontal ao gráfico de f quando $x\to+\infty$.

9.3. $h(x)=f(x)\times\operatorname{sen}(x^2)\times\frac{\operatorname{sen}x}{2}=$

$$=\frac{2-2\cos x}{\operatorname{sen}(x^2)}\times\operatorname{sen}(x^2)\times\frac{\operatorname{sen}x}{2}=$$

$$=(1-\cos x)\operatorname{sen}x$$

$D_h=\left[-\frac{\pi}{2},0\right[$

$h'(x)=(1-\cos x)'\operatorname{sen}x+(1-\cos x)(\operatorname{sen}x)'=$

$$=\operatorname{sen}x\operatorname{sen}x+(1-\cos x)\cos x=$$

$$=\operatorname{sen}^2x+\cos x-\cos^2x=$$

$$=\cos x-(\cos^2x-\operatorname{sen}^2x)=$$

$$=\cos x-\cos(2x)$$

$h'(x)=0$

$\cos x-\cos(2x)=0\Leftrightarrow\cos x=\cos(2x)$

$$\Leftrightarrow x=2x+2k\pi\ \vee\ x=-2x+2k\pi,k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow x-2x=2k\pi\ \vee\ x+2x=2k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow -x=2k\pi\ \vee\ 3x=2k\pi,\ k\in\mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow x=-2k\pi\ \vee\ x=\frac{2k\pi}{3},\ k\in\mathbb{Z}$$

Em $\left[-\frac{\pi}{2},0\right[$ $h'(x)=0$ é uma equação impossível.

x	$-\frac{\pi}{2}$		0
Sinal de h'	$+$	$+$	n. d.
Variação de g	mín.	$\nearrow$	n. d.

Cálculos auxiliares

$h'\left(-\frac{\pi}{2}\right)=\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)-\cos(-\pi)=0+1=1>0$

$h\left(-\frac{\pi}{2}\right)=(1-0)\times(-1)=-1$

h é estritamente crescente em $\left[-\frac{\pi}{2},0\right[$ e -1 é mínimo relativo para $x=-\frac{\pi}{2}$.