

## Mates con Rodrolo

## Prueba Parcial de Determinantes

Curso: 2024 - 2025

Materia: Matemáticas II

## Instrucciones Generales y Calificación

Después de leer atentamente el examen, responda razonadamente a todas las preguntas formuladas en esta prueba. Todas las respuestas deberán estar debidamente justificadas.

**Calificación:** Cada pregunta se calificará sobre 2 puntos.

**Tiempo:** 75 minutos.

## Pregunta 1 (Calificación máxima: 2 puntos)

Un museo ofrece entradas con tarifas distintas: adulto, niño y jubilado. La suma de las tarifas de adulto y jubilado es cinco veces la tarifa de niño. Además, se sabe que un grupo de 5 adultos, 3 niños y 3 jubilados, ha pagado 222 € ; y otro grupo de 3 adultos, 2 niños y 4 jubilados, 168 € . Resuelva el problema **utilizando la regla de Cramer**.

## Pregunta 2 (Calificación máxima: 2 puntos)

Sea la matriz

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 & 5 \\ 5 & 0 & 3 & 1 \\ 2 & 5 & 6 & 3 \\ -1 & 2 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

- (a) (0.5 puntos) Calcule  $|A|$ .
- (b) (1.5 puntos) Calcule  $A^{-1}$  utilizando determinantes.

## Pregunta 3 (Calificación máxima: 2 puntos)

Estudie el rango de la siguiente matriz en función del parámetro  $\lambda$ :

$$A = \begin{pmatrix} 3 - \lambda & 3 & 2\lambda \\ -2 & 0 & -1 \\ 1 & 3 & 2 + \lambda \\ \lambda + 2 & 0 & \lambda \end{pmatrix}.$$

## Pregunta 4 (Calificación máxima: 2 puntos)

Dado el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} (k+1)x + 3y + kz = 1 \\ 3x + (k+1)y + 2z = k-1 \\ kx + 2y + kz = 2 \end{cases}$$

- (a) (1.5 puntos) Discuta el sistema en función de los valores del parámetro real  $k$ .
- (b) (0.5 puntos) Resuelva el sistema para  $k = -3$ .

## Pregunta 5 (Calificación máxima: 2 puntos)

Resuelva el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{cases} x + 3z = 0 \\ y - t = 0 \\ x + y + 2t = 0 \\ 2x + 2y + 3z + t = 0 \end{cases}$$

## Mates con Rodrolo

## Prueba Parcial de Determinantes

Curso: 2024 - 2025

Materia: Matemáticas II

## Criterios de Calificación

Todos los ejercicios serán calificados con múltiplos de **0.25 puntos**, siendo la máxima calificación posible por ejercicio de **2 puntos**.

## Pregunta 1 (Calificación máxima: 2 puntos)

- (a) Planteamiento correcto del problema: **0.75 puntos** (0.25 puntos por cada ecuación bien planteada)
- (b) Cálculo correcto del determinante: **0.5 puntos**.
- (c) Justificación de la presencia de una solución única aplicando el teorema de Rouché – Fröbenius: **0.25 puntos**.
- (d) Aplicación correcta utilizando la regla de Cramer: **0.5 puntos**.

## Pregunta 2 (Calificación máxima: 2 puntos)

- (a) Cálculo correcto del determinante: **0.5 puntos**.
- (b) Cálculo correcto de la matriz de adjuntos: **1 punto**.
- (c) Cálculo correcto de la matriz inversa: **0.5 puntos**.

## Pregunta 3 (Calificación máxima: 2 puntos)

- (a) Cálculo correcto del determinante: **0.5 puntos**.
- (b) Hallar el valor de  $\lambda$  para el que el  $|A| = 0$ : **0.25 puntos**.
- (c) Estudio y justificación correcta de los rangos dependiendo de  $\lambda$ : **1.25 puntos**.

Pregunta 4 (Calificación máxima: 2 puntos)

- (a) Cálculo correcto del determinante: **0.25 puntos**.
- (b) Justificación de un sistema compatible determinado en  $k \neq \pm 2$ : **0.25 puntos**.
- (c) Justificación de un sistema compatible indeterminado en  $k = -2$ : **0.5 puntos**.
- (d) Justificación de un sistema incompatible en  $k = 2$ : **0.5 puntos**.
- (e) Resolución correcta del sistema en  $k = -3$ : **0.5 puntos**.

Pregunta 5 (Calificación máxima: 2 puntos)

- (a) Hallar el menor que haga que  $\text{ran}(A) = 3$ : **0.25 puntos**.
- (b) Justificación de que es un sistema compatible indeterminado aplicando el teorema de Rouché - Fröbenius: **0.5 puntos**.
- (c) Correcta resolución del sistema: **1.25 puntos**.

Mates con Rodrolo

**Prueba Parcial de Determinantes**

**Curso:** 2024 - 2025

**Materia:** Matemáticas II

**Soluciones**

Para poder realizar una autoevaluación de la prueba válida, se recomienda seguir los criterios de calificación citados en las páginas anteriores y evaluar cada punto mencionado en los mismos con rigurosidad.

**LAS SOLUCIONES COMIENZAN EN LA SIGUIENTE PÁGINA**

## Pregunta 1 (Calificación máxima: 2 puntos)

Primero de todo, planteamos el sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{cases} 5y = x + z \\ 5x + 3y + 3z = 222 \\ 3x + 2y + 4z = 168 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x - 5y + z = 0 \\ 5x + 3y + 3z = 222 \\ 3x + 2y + 4z = 168 \end{cases}$$

Ahora transformamos este sistema de ecuaciones en una matriz:

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & -5 & 1 & 0 \\ 5 & 3 & 3 & 222 \\ 3 & 2 & 4 & 168 \end{array} \right)$$

Por el teorema de Rouché - Fröbenius justificamos que se trata de un sistema compatible determinado (SCD), teniendo solo una solución única:

$$|A| = \begin{vmatrix} 1 & -5 & 1 \\ 5 & 3 & 3 \\ 3 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 62 \neq 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 3$$

$$|A^*| = \begin{vmatrix} 1 & -5 & 0 \\ 5 & 3 & 222 \\ 3 & 2 & 168 \end{vmatrix} = 930 \neq 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 3$$

$$\text{ran}(A) = \text{ran}(A^*) = n^{\circ} \text{ de incógnitas} = 3 \rightarrow \text{Sistema Compatible Determinado (SCD)}$$

Y ahora, utilizando la regla de Cramer como nos pide el ejercicio, resolvemos el sistema:

$$|A_x| = \begin{vmatrix} 0 & -5 & 1 \\ 222 & 3 & 3 \\ 168 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 1860 \rightarrow x = \frac{1860}{62} = 30$$

$$|A_y| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 5 & 222 & 3 \\ 3 & 168 & 4 \end{vmatrix} = 558 \rightarrow y = \frac{558}{62} = 9$$

$$|A_z| = \begin{vmatrix} 1 & -5 & 0 \\ 5 & 3 & 222 \\ 3 & 2 & 168 \end{vmatrix} = 930 \rightarrow z = \frac{930}{62} = 15$$

**Solución:** la tarifa de adulto será de 30 €, la tarifa de niño será de 9 € y la tarifa de jubilado será de 15 €.

Pregunta 2 (Calificación máxima: 2 puntos)

**Apartado a**

Primero de todo, vamos a hacer una fila o columna de tres ceros y un uno. En este caso, será la fila 2 ( $F_2$ ) :

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 & 5 \\ 5 & 0 & 3 & 1 \\ 2 & 5 & 6 & 3 \\ -1 & 2 & 3 & 2 \end{pmatrix} \xrightarrow{\substack{C_1 = C_1 - 5C_4 \\ C_3 = C_3 - 3C_4}} \begin{pmatrix} -24 & 3 & -17 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -13 & 5 & -3 & 3 \\ -11 & 2 & -3 & 2 \end{pmatrix}$$

Ahora sacamos un menor de orden 3 anulando la fila 2 ( $F_2$ ) y la columna 4 ( $C_4$ ) de esta matriz transformada:

$$\begin{pmatrix} -24 & 3 & -17 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -13 & 5 & -3 & 3 \\ -11 & 2 & -3 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -24 & 3 & -17 \\ -13 & 5 & -3 \\ -11 & 2 & -3 \end{pmatrix}$$

Y calculamos el adjunto  $A_{24}$  porque es el que tiene un 1 en la fila 2 ( $F_2$ )

$$A_{24} = 1 \cdot (-1)^{2+4} \cdot \begin{vmatrix} -24 & 3 & -17 \\ -13 & 5 & -3 \\ -11 & 2 & -3 \end{vmatrix} = -295$$

**Solución:** el determinante de la matriz A es -295.

**Apartado b**

Procedemos a calcular la matriz de adjuntos:

$A_{11} = (-1)^{1+1} \cdot \begin{vmatrix} 5 & 6 & 3 \\ 2 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -9$	$A_{12} = (-1)^{1+2} \cdot \begin{vmatrix} 5 & 3 & 1 \\ 2 & 6 & 3 \\ -1 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -6$	$A_{13} = (-1)^{1+3} \cdot \begin{vmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 2 & 5 & 3 \\ -1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 29$	$A_{14} = (-1)^{1+4} \cdot \begin{vmatrix} 5 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 6 \\ -1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = -42$
$A_{21} = (-1)^{2+1} \cdot \begin{vmatrix} 3 & -2 & 5 \\ 5 & 6 & 3 \\ 2 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -32$	$A_{22} = (-1)^{2+2} \cdot \begin{vmatrix} 1 & -2 & 5 \\ 2 & 6 & 3 \\ -1 & 3 & 2 \end{vmatrix} = 77$	$A_{23} = (-1)^{2+3} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 5 & 3 \\ -1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = -28$	$A_{24} = (-1)^{2+4} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 2 & 5 & 6 \\ -1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = -51$
$A_{31} = (-1)^{3+1} \cdot \begin{vmatrix} 3 & -2 & 5 \\ 0 & 3 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -25$	$A_{32} = (-1)^{3+2} \cdot \begin{vmatrix} 1 & -2 & 5 \\ 5 & 3 & 1 \\ -1 & 3 & 2 \end{vmatrix} = -115$	$A_{33} = (-1)^{3+3} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 5 & 0 & 1 \\ -1 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 15$	$A_{34} = (-1)^{3+4} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 5 & 0 & 3 \\ -1 & 2 & 3 \end{vmatrix} = 80$
$A_{41} = (-1)^{4+1} \cdot \begin{vmatrix} 3 & -2 & 5 \\ 0 & 3 & 1 \\ 5 & 6 & 3 \end{vmatrix} = 76$	$A_{42} = (-1)^{4+2} \cdot \begin{vmatrix} 1 & -2 & 5 \\ 5 & 3 & 1 \\ 2 & 6 & 3 \end{vmatrix} = 149$	$A_{43} = (-1)^{4+3} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 5 & 0 & 1 \\ 2 & 5 & 3 \end{vmatrix} = -81$	$A_{44} = (-1)^{4+4} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 5 & 0 & 3 \\ 2 & 5 & 6 \end{vmatrix} = -137$

$$Adj(A) = \begin{pmatrix} -9 & -6 & 29 & -42 \\ -32 & 77 & -28 & -51 \\ -25 & -115 & 15 & 80 \\ 76 & 149 & -81 & -137 \end{pmatrix}$$

Y por último, calculamos la inversa siguiendo la siguiente fórmula:

$$A^{-1} = \frac{(Adj(A))^T}{|A|}$$

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{-9}{-295} & \frac{-32}{-295} & \frac{-25}{-295} & \frac{76}{-295} \\ \frac{-6}{-295} & \frac{77}{-295} & \frac{-115}{-295} & \frac{149}{-295} \\ \frac{29}{-295} & \frac{-28}{-295} & \frac{15}{-295} & \frac{-81}{-295} \\ \frac{-42}{-295} & \frac{-51}{-295} & \frac{80}{-295} & \frac{-137}{-295} \end{pmatrix}$$

## Pregunta 3 (Calificación máxima: 2 puntos)

Cogemos un menor de orden 3, ya que el rango máximo de esta matriz va a ser 3, y calculamos su determinante:

$$|A| = \begin{vmatrix} 3-\lambda & 3 & 2\lambda \\ -2 & 0 & -1 \\ 1 & 3 & 2+\lambda \end{vmatrix} = -9\lambda + 18$$

Calculamos los valores de  $\lambda$  para los que  $|A| = 0$  :

$$-9\lambda + 18 = 0 \rightarrow 9(-\lambda + 2) = 0 \rightarrow \lambda = 2$$

- Si  $\lambda \neq 2$ , entonces  $|A| \neq 0$  y  $\text{ran}(A) = 3$
- Si  $\lambda = 2$ , entonces  $|A| = 0$  y  $\text{ran}(A) < 3$

$$|A| = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ -2 & 0 \end{vmatrix} = -6 \neq 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 2$$



## Pregunta 4 (Calificación máxima: 2 puntos)

**Apartado a**

Transformamos el sistema de ecuaciones en una matriz

$$\begin{cases} (k+1)x + 3y + kz = 1 \\ 3x + (k+1)y + 2z = k-1 \\ kx + 2y + kz = 2 \end{cases} \rightarrow A = \left( \begin{array}{ccc|c} k+1 & 3 & k & 1 \\ 3 & k+1 & 2 & k-1 \\ k & 2 & k & 2 \end{array} \right)$$

Calculamos el determinante de la matriz de coeficientes y evaluamos para que valor de  $k$  el determinante es igual a 0:

$$|A| = \begin{vmatrix} k-1 & 3 & k \\ 3 & k+1 & 2 \\ k & 2 & k \end{vmatrix} = k^2 - 4$$

$$k^2 - 4 = 0 \rightarrow k^2 = 4 \rightarrow k = \pm 2$$

- Si  $k \neq \pm 2$ , entonces  $|A| \neq 0$  y  $\text{ran}(A) = \text{ran}(A^*) = \text{n}^{\circ}$  de incógnitas = 3  $\rightarrow$  Sistema Compatible Determinado (SCD)
- Si  $k = 2$ , entonces  $|A| \neq 0$  y  $\text{ran}(A) < 3$

$$|A| = \begin{vmatrix} 3 & 3 & 2 \\ 3 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 2$$

$$|A^*| = \begin{vmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 2$$

Por el teorema de Rouché - Fröbenius, justificamos que es un sistema compatible indeterminado (SCI) por lo siguiente:

$$\text{ran}(A) = \text{ran}(A^*) = 2 \neq \text{n}^{\circ} \text{ de incógnitas} = 3$$

- Si  $k = -2$ , entonces  $|A| \neq 0$  y  $\text{ran}(A) < 3$

$$|A| = \begin{vmatrix} -1 & 3 & -2 \\ 3 & -1 & 2 \\ -2 & 2 & -2 \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 2$$

$$|A^*| = \begin{vmatrix} 3 & -2 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \\ 2 & -2 & 2 \end{vmatrix} = 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 2$$

Por el teorema de Rouché - Fröbenius, justificamos que es un sistema compatible indeterminado (SCI) por lo siguiente:

$$\text{ran}(A) = \text{ran}(A^*) = 2 \neq \text{n}^{\circ} \text{ de incógnitas} = 3$$

**Apartado b**

Vamos a resolver el sistema para  $k = -3$  por la regla de Cramer:

$$|A| = \begin{vmatrix} -2 & 3 & -3 \\ 3 & -2 & 2 \\ -3 & 2 & -3 \end{vmatrix} = 5 \rightarrow \text{ran}(A) = 3$$

$$|A^*| = \begin{vmatrix} 3 & -3 & 1 \\ -2 & 2 & -4 \\ 2 & -3 & 2 \end{vmatrix} = -10 \rightarrow \text{ran}(A^*) = 3$$

Por el teorema de Rouché - Fröbenius, justificamos que se trata de un sistema compatible determinado (SCD), habiendo una solución única:

$$\text{ran}(A) = \text{ran}(A^*) = \text{n}^{\circ} \text{ de incógnitas} = 3$$

Resolvemos usando la regla de Cramer por comodidad:

$$|A_x| = \begin{vmatrix} 1 & 3 & -3 \\ -4 & -2 & 2 \\ 2 & 2 & -3 \end{vmatrix} = -10 \rightarrow x = \frac{-10}{5} = -2$$

$$|A_y| = \begin{vmatrix} -2 & 1 & -3 \\ 3 & -4 & 2 \\ -3 & 2 & -3 \end{vmatrix} = 5 \rightarrow y = \frac{5}{5} = 1$$

$$|A_z| = \begin{vmatrix} -2 & 3 & 1 \\ 3 & -2 & -4 \\ -3 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 10 \rightarrow z = \frac{10}{5} = 2$$

**Solución:**  $x = -2, y = 1, z = 2$ .

## Pregunta 5 (Calificación máxima: 2 puntos)

Transformamos el sistema en una matriz:

$$\begin{cases} x + 3z = 0 \\ y - t = 0 \\ x + y + 2t = 0 \\ 2x + 2y + 3z + t = 0 \end{cases} \rightarrow A = \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 3 & 1 & 0 \end{array} \right)$$

Calculamos el determinante de un menor de orden 3, ya que no se va a cumplir  $\text{ran}(A^*) = 4$  porque hay una columna de 0 en la matriz ampliada:

$$|A| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix} = -3 \neq 0 \rightarrow \text{ran}(A) = 3$$

$$\text{ran}(A) = 3 < \text{n}^\circ \text{ de incógnitas} = 4 \rightarrow \text{SCI}$$

Ahora damos a  $t$  el valor  $\lambda$  ( $t = \lambda$ ) y calculamos usando la regla de Cramer, descartando la última fila porque no la hemos usado para calcular el determinante y despejando  $t$ :

$$\begin{cases} x + 3z = 0 \\ y = t \\ x + y = -2t \end{cases} \rightarrow A = \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \lambda \\ 1 & 1 & 0 & -2\lambda \end{array} \right)$$

$$|A_x| = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 3 \\ \lambda & 1 & 0 \\ -2\lambda & 1 & 0 \end{vmatrix} = 3\lambda - (-6\lambda) = 9\lambda \rightarrow x = \frac{9\lambda}{-3} = -3\lambda$$

$$|A_y| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 1 & -2\lambda & 0 \end{vmatrix} = 3\lambda \rightarrow y = \frac{3\lambda}{3} = \lambda$$

$$|A_z| = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \lambda \\ 1 & 1 & -2\lambda \end{vmatrix} = -2\lambda - \lambda = -3\lambda \rightarrow z = \frac{-3\lambda}{-3} = \lambda$$

**Solución:**  $x = -3\lambda, y = \lambda, z = \lambda, t = \lambda$ .