

## Ejercicio 11

### Consigna

Se considera  $V$  un espacio vectorial de dimensión finita y  $\mathcal{A}$  y  $\mathcal{B}$  dos bases de  $V$ . Sea  $T : V \rightarrow V$ , lineal,  $T \neq Id$ . Indicar, justificando, si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

1. Si  ${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{B}} = I_n$  (matriz identidad), entonces  $\mathcal{A} = \mathcal{B}$ .
2. Si  ${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{A}} = {}_{\mathcal{B}}(T)_{\mathcal{B}}$ , entonces  $\mathcal{A} = \mathcal{B}$ .
3. Si  ${}_{\mathcal{A}}(Id)_{\mathcal{B}} = I_n$ , entonces  $\mathcal{A} = \mathcal{B}$ .

### Resolución

#### Afirmación #1

Busquemos un contraejemplo, es decir una TL  $T : V \rightarrow V$  tal que  ${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{B}} = (Id)$ , pero  $\mathcal{A} \neq \mathcal{B}$

Sea  $V = \mathbb{R}^2$ ,  $\mathcal{A} = \{a_1, a_2\}$ ,  $\mathcal{B} = \{b_1, b_2\}$ . Entonces sabemos que:

- $coord_{\mathcal{A}}(T(b_1)) = (Id) \cdot coord_{\mathcal{B}}(b_1) = (1, 0)$
- $coord_{\mathcal{A}}(T(b_2)) = (Id) \cdot coord_{\mathcal{B}}(b_2) = (0, 1)$

Esto implica:

- $T(b_1) = a_1$
- $T(b_2) = a_2$

Por lo que buscamos dos bases  $\mathcal{A}$ ,  $\mathcal{B}$  y una transformación  $T$  tal que el transformado de la base de partida nos de su correspondiente en la base de llegada.

Bajo estas restricciones, primero establecemos las bases:

- $\mathcal{A} = \mathcal{E} = \{(1, 0), (0, 1)\}$
- $\mathcal{B} = \{(1, 1), (0, 1)\}$

### REPASO

Verifiquemos que  $\mathcal{B}$  es LI con el siguiente sistema:

$$\begin{array}{cc|c} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{array}$$

Cómo la única solución a este sistema es la trivial (todas las incógnitas son 0), podemos decir que el conjunto  $\mathcal{B}$  es LI, y por tanto es base de  $\mathbb{R}^2$

Ahora que tenemos las bases diferentes, solo debemos encontrar una transformación lineal que cumpla con lo que precisamos, por ejemplo:

$$T(x, y) = (x, -x + y)$$

Esto verifica lo que buscábamos:

- $T(b_1) = T(1, 1) = (1, 0) = a_1$
- $T(b_2) = T(0, 1) = (0, 1) = a_2$

Para finalizar podemos ver que  $\text{coord}_{\mathcal{A}}(b_i) = a_i$  porque la base  $\mathcal{A}$  es la canónica. Entonces la matriz asociada es:

$${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{B}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Entonces esta afirmación es **FALSA**.

### Afirmación #2

Busquemos un contraejemplo, es decir, dos bases de  $V$  tal que:

$${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{A}} = {}_{\mathcal{B}}(T)_{\mathcal{B}} \text{ pero } \mathcal{A} \neq \mathcal{B}$$

Consideremos  $V = \mathbb{R}^2$ ; sean:

- $\mathcal{A} = \{a_1, a_2\}$
- $\mathcal{B} = \{b_1, b_2\}$

Veamos que implica la hipótesis:

- $\text{coord}_{\mathcal{A}}(T(a_1)) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(b_1))$
- $\text{coord}_{\mathcal{A}}(T(a_2)) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(b_2))$

Siguiendo el mismo razonamiento de la parte anterior, elegimos dos bases diferentes:

- $\mathcal{A} = \mathcal{E} = \{(1, 0), (0, 1)\}$
- $\mathcal{B} = \{(1, 1), (0, 1)\}$

Observemos que como  $\mathcal{A}$  es la base canónica, las anteriores afirmaciones se transforman a:

- $T(a_1) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(b_1))$
- $T(a_2) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(b_2))$

Sea  $T(x, y) = (x, y + x)$

- $T(1, 0) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(1, 1)) \Rightarrow (1, 1) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(1, 2) \Rightarrow (1, 1) = (1, 1)$
- $T(0, 1) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(T(0, 1)) \Rightarrow (0, 1) = \text{coord}_{\mathcal{B}}(0, 1) \Rightarrow (0, 1) = (0, 1)$

Entonces, encontramos un contraejemplo. Veamos esto construyendo las matrices asociadas:

$${}_{\mathcal{A}}(T)_{\mathcal{A}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$${}_{\mathcal{B}}(T)_{\mathcal{B}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Entonces esta afirmación, también es **FALSA**.

### Afirmación #3

Esta afirmación es **VERDADERA**, encontré la prueba en internet, pero no pude entenderla muy bien.