

# Espacios vectoriales

## Matemáticas para las ciencias aplicadas II

Aquino Chapa Armando Abraham y Merino Peña Kevin Ariel

13 de febrero de 2020

---

### 1. Definición de espacio vectorial

**Definición 1.1.** Definimos  $\mathbb{R}^2$  como el conjunto de pares ordenados  $(x, y)$  tal que  $x$  es un real y  $y$  es un real.

$$\mathbb{R}^2 = \{(x, y) | x \in \mathbb{R} \wedge y \in \mathbb{R}\}$$

**Definición 1.2. Campo**, conjunto no vacío con operaciones binarias  $(+, \cdot)$   $\cdot \ni \cdot$  cumplen las siguientes 11 propiedades

(I) Cerrado bajo la suma

$$x, y \in \mathbb{R} \implies x + y \in \mathbb{R}$$

(II) Cerrado bajo el producto

$$x, y \in \mathbb{R} \implies x \cdot y \in \mathbb{R}$$

(III) Conmutatividad para la suma

$$x, y \in \mathbb{R} \implies x + y = y + x$$

(IV) Conmutatividad para el producto

$$x, y \in \mathbb{R} \implies x \cdot y = y \cdot x$$

(V) Asociatividad para el producto

$$x, y, z \in \mathbb{R} \implies x \cdot y = y \cdot x$$

(VI) Asociatividad para la suma

$$x, y, z \in \mathbb{R} \implies x + (y + z) = y + (x + z)$$

(VII) Neutro aditivo

$$\exists 0 \in \mathbb{R} \cdot \ni \cdot \quad x + 0 = x$$

(VIII) Neutro multiplicativo

$$\exists 1 \in \mathbb{R} \cdot \ni \cdot \quad x \cdot 1 = x$$

(IX) Inverso aditivo

$$\exists n \in \mathbb{R} \cdot \ni \cdot \quad x + n = 0$$

(X) Inverso multiplicativo

$$\exists n \in \mathbb{R} \setminus \{0\} \cdot \ni \cdot \quad x \cdot n = 1$$

(XI) Distributividad

$$x, y, z \in \mathbb{R} \cdot \ni \cdot \quad x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$$

**Definición 1.3. Espacio vectorial** Sea  $\mathbb{V}$  un conjunto no vacío, con dos operaciones binarias y  $\mathbb{F}$  un campo, diremos que  $\mathbb{V}$  es espacio vectorial si cumple

(I) Conmutatividad para la suma

$$\vec{x}, \vec{y} \in \mathbb{V} \implies \vec{x} + \vec{y} = \vec{y} + \vec{x}$$

(II) Asociatividad para la suma

$$\vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \in \mathbb{V} \implies (\vec{x} + \vec{y}) + \vec{z} = (\vec{z} + \vec{y}) + \vec{x}$$

(III) Neutro Aditivo

$$\exists \vec{0} \in \mathbb{V} \quad \cdot \circ \cdot \quad \vec{x} + \vec{0} = \vec{x}$$

(IV) Inverso aditivo

$$\forall \vec{x} \in \mathbb{V} \quad \exists \vec{y} \in \mathbb{V} \quad \cdot \circ \cdot \quad \vec{x} + \vec{y} = 0$$

(v) Neutro multiplicativo

$$\forall \vec{x} \in \mathbb{V} \implies 1 \cdot \vec{x} = \vec{x}$$

(VI) Asociatividad para la multiplicación

$$\forall \alpha, \beta \in \mathbb{F} \wedge \vec{x} \in \mathbb{V} \implies (\alpha\beta)\vec{x} = \alpha(\beta\vec{x})$$

(VII) Distributividad entre escalares y vectores

$$\forall \alpha, \beta \in \mathbb{F} \wedge \vec{x} \in \mathbb{V} \implies (\alpha + \beta)\vec{x} = \alpha\vec{x} + \beta\vec{x}$$

(VIII) Distributividad entre vectores y escalares

$$\forall \alpha \in \mathbb{F} \wedge \vec{x} \in \mathbb{V} \implies \alpha(\vec{x} + \vec{y}) = \alpha\vec{x} + \alpha\vec{y}$$

### 1.1. Definición de las operaciones binarias en espacios vectoriales

1. Escribe el vector cero en  $M_{3 \times 4}(\mathbb{R})$

**Definición 1.4** (Matriz). Una **Matriz** es un arreglo rectangular de elementos de un campo  $\mathbb{F}(\mathbb{R})$  de la forma

$$A_{m,n} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{pmatrix}$$

A los elementos  $a_{i,j}$  con  $1 \leq j \leq n$  y  $1 \leq i \leq m$  se les llama entradas de la matriz, a las matrices las denotamos por  $\mathbb{A}$  (*letras mayúsculas*) y al conjunto de las matrices de  $m \times n$  se les denota por  $M_{m \times n}(\mathbb{F})$

De esta manera tenemos que el vector cero de la matriz de 3 renglones por 4 columnas es aquella cuyas entradas (todas) son 0 *i. e.*

$$A_{3 \times 4} = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & a_{1,4} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} & a_{2,4} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} & a_{3,4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2. Sea  $V$  el conjunto de todas las funciones diferenciables definidas en  $\mathbb{R}$ . Muestre que  $V$  es un espacio vectorial con las operaciones usuales de suma y multiplicación por un escalar para funciones.