Universidad de la República **Matemática Discreta 2**
Facultad de Ingeniería **Curso 2021**
Instituto de Matemática y Estadística

PRÁCTICO 7: TEORÍA DE GRUPOS - CONCEPTOS BÁSICOS.

Ejercicio 1. Investigar si los siguientes conjuntos con las respectivas operaciones que se definen son grupos:

a. El conjunto $M_{n\times n}(\mathbb{R})$ con la operación el producto usual de matrices: $A * B = AB$.

b. El conjunto $M_{n\times n}(\mathbb{R})$ con la operación: $A * B = AB + BA$.

c. El conjunto $\mathbb{R}^2$ con la operación: $(x_1, x_2) * (y_1, y_2) = (x_1 y_1, x_2 y_1 + y_2)$.

d. $G = \left\{ \left(\begin{smallmatrix} 1 & a & c \\ 0 & 1 & b \\ 0 & 0 & 1 \end{smallmatrix} \right) : a, b, c \in \mathbb{Z} \right\}$ y $*$ el producto matricial.

e. El conjunto $\{a, b, c\}$ con la operación $*$ definida mediante la tabla:

$*$	a	b	c
a	a	b	c
b	b	c	a
c	c	a	b

f. El conjunto $\{a, b, c, d\}$ con la operación $*$ definida mediante la tabla:

$*$	a	b	c	d
a	a	b	c	d
b	b	c	a	a
c	c	a	b	b
d	d	a	b	c

.

g. El conjunto $\mathbb{Z}$ con la operación $\otimes$ definida por : $a \otimes b = ab - 2(a + b) + 6$.

Ejercicio 2. Sea $G = \{e, a, b, c, d, f\}$ tal que $(G, \cdot)$ es un grupo. Completar la tabla de Cayley si se tiene la información parcial siguiente:

·	e	a	b	c	d	f
e	e	a	b	c	d	f
a	a		e			
b	b			f		d
c	c				b	a
d	d					b
f	f			b		

Ejercicio 3. Sea G un grupo. Probar las siguientes afirmaciones:

a. El neutro de G es único.

b. El inverso de $g \in G$ es único.

c. $(ab)^{-1} = b^{-1}a^{-1}$ para todo $a, b \in G$.

d. Si $xg = xh \Rightarrow g = h$.

e. Si $gx = hx \Rightarrow g = h$.

f. $(ab)^{-1} = a^{-1}b^{-1}$ para todo $a, b \in G \Leftrightarrow G$ es abeliano.

g. $(ab)^2 = a^2b^2$ para todo $a, b \in G \Leftrightarrow G$ es abeliano.

h. Si $(ab)^3 = e_G$ entonces $(ba)^3 = e_G$.

i. $(a^n)^{-1} = (a^{-1})^n$ para todo $a \in G$, $n \in \mathbb{N}$.

Ejercicio 4. Para cada uno de los grupos G, investigar si H es un subgrupo de G:

a. $G = (\mathbb{Z}, +)$ y $H = n\mathbb{Z}$ el conjunto de los enteros múltiplos de n (para $n \in \mathbb{Z}$ dado).

b. $G = \mathbb{R}\backslash\{0\}$ con el producto y $H = \mathbb{R}^+$ el conjunto de los reales positivos.

c. $G = GL_2(\mathbb{R})$ (matrices invertibles 2×2 con coeficientes reales) con el producto usual de matrices y $H = \left\{ \left(\begin{smallmatrix} a & b \\ 0 & c \end{smallmatrix} \right) \in M_{2\times 2}(\mathbb{R}) : ac \neq 0 \right\}$.

d. $G = GL_2(\mathbb{R})$ y $H = \{M \in G : \det(M) = 1\}$.

e. $G = \mathbb{Q}^+$ con el producto y $H = \left\{ \frac{a}{b} \in \mathbb{Q} : a \equiv 0 \pmod 7,\ \mathrm{mcd}(b, 7) = 1 \right\}$.

f. $G = D_3$ el grupo dihedral y $H = \left\{ \mathrm{id}, r, r^2s, s \right\}$ (r es una rotación y s una simetría axial).

g. $G = S_3$ el grupo de permutaciones y $H = \{ \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{smallmatrix} \right) \}$.

h. $G = S_3$ y $H = \{ \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{smallmatrix} \right) \}$.

i. $G = S_4$ y $H = \{ \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{smallmatrix} \right), \left(\begin{smallmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{smallmatrix} \right) \}$.

Ejercicio 5. Sean H_1 y H_2 dos subgrupos de un grupo G.

a. Probar que $H_1 \cap H_2$ es un subgrupo de G.

b. ¿Es $H_1 \cup H_2$ necesariamente un subgrupo de G?

Ejercicio 6. Probar que si G es un grupo **abeliano** entonces H es un subgrupo de G para los siguientes casos:

a. $H = \{a \in G : a^2 = e_G\}$.

b. $H = \{a^n : a \in G\}$ donde n es un entero positivo dado.

Ejercicio 7. Sean a y b dos elementos de un grupo G tales que: $a \neq e_G$, $b \neq e_G$, $a^7 = e_G$, $b^3 = e_G$ y $ab = ba^2$.

a. Probar que G no es conmutativo.

b. Probar que $(ab)^2 = b^2a^6$.

c. Probar que $(ab)^3 = e_G$.