**Práctica 1: Lógica proposicional y de primer orden**

Comisión: Rodrigo Cossio-Pérez y Leonardo Lattenero

1. Demostrar que las siguientes relaciones son de equivalencia, indicar sus clases de equivalencia y el conjunto cociente.

   (a) La relación $\sim = \{(x, y) \in \mathbb{Z}^2 \mid \exists k \in \mathbb{Z} \ \ (x - y = 2k)\}$ donde $x \sim y$ se lee como "$x$ tiene la misma paridad que $y$".

   (b) La relación $\sim = \{(x, y) \in \mathbb{Z}^2 \mid x^2 = y^2\}$ donde $x \sim y$ se lee como "$x$ tiene el mismo cuadrado que $y$".

   (c) Considerando un rectángulo $L_1$ de lados $a$ y $b$ con área $a.b$ y otro rectángulo $L_2$ de lados $c$ y $d$ con área $c.d$, donde $a, b, c, d \in (0, +\infty)$. Se define la relación $\sim = \{(L_1, L_2) \mid a.b = c.d \}$ donde $L_1 \sim L_2$ se lee como "$L_1$ tiene la misma área que $L_2$".

   (d) Considerando la fracción $q_1$ representada por $\frac{a}{b}$ y otra fracción $q_2$ representada por $\frac{c}{d}$, con $a, c \in \mathbb{Z}$ y $b, d \in \mathbb{Z} \setminus \{0\}$. Se define la relación: $\sim = \{(q_1, q_2) \mid a.d = c.b\}$ donde $q_1 \sim q_2$ se lee como "$q_1$ es una fracción equivalente a $q_2$".

2. Averiguar si las siguientes relaciones son de orden amplio u orden estricto y demostrarlo

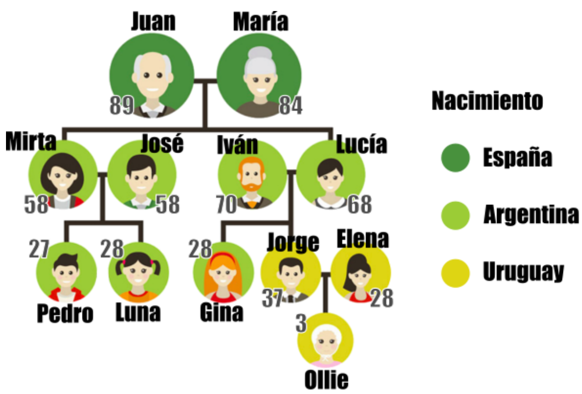
   (a) Dada la relación $R$ definida en $\mathbb{R}$, se establece la relación como "$x$ es menor o igual que $y$" donde $x \; R \; y$ se anota $x \leq y$ definida de la forma $R = \{(x, y) \mid \exists k \in [0, +\infty) \ \ (y = x + k)\}$

   (b) Dada la relación $R$ definida en $\mathbb{R}$, se establece la relación como "$x$ es divisor de $y$" donde $x \; R \; y$ se anota $x \mid y$ definida de la forma $R = \{(x, y) \mid \exists n \in \mathbb{N} \ \ (y = n.x)\}$

   (c) Dados dos conjuntos $A$ y $B$ se define la relación "$A$ es subconjunto de en $B$" donde $x \; R \; y$ se anota $A \subseteq B$ definida de la forma $R = \{(A, B) \mid \forall x \in A \ \ (x \in A \to x \in B)\}$

   (d) Dada la relación $R$ definida en $\mathbb{R}$, se establece la relación "$x$ es menor que $y$" donde $x \; R \; y$ se anota $x < y$ definida de la forma $R = \{(x, y) \mid \exists k \in (0, +\infty) \ \ (y = x + k)\}$

3. Considerando el siguiente árbol genealógico:




   (a) Verificar que la relación "x tiene el mismo color de pelo que y" es una relación de equivalencia y representarla con un grafo. Indicar las clases de equivalencia y el conjunto cociente.

   (b) Verificar que la relación "x nació en el mismo país que y" es una relación de equivalencia y representarla con un grafo. Indicar las clases de equivalencia y el conjunto cociente.

(c) Verificar que la relación “x es descendiente de y” es una relación de orden estricto parcial. Representar la relación en un diagrama de Hasse.

(d) Explicar porque la relación “x es de la misma edad o mayor que y” NO ES una relación de orden amplio.

4. Resolver los siguientes ejercicios variados

   (a) Sean $R_1$ y $R_2$ dos relaciones de equivalencia en $A$. Averiguar si $R_1 \cap R_2$ y $R_1 \cap R_2$ son relaciones de equivalencia en $A$.

   (b) Sea R una relación definida en el conjunto de número reales tal que $xRy$ si y solo si $x$ e $y$difieron por menos de 1, es decir, $|x - y| < 1$. Demostrar que $R$ no es una relación de equivalencia.

   (c) En $\mathbb{Z}$ se define la relación $R$ mediante: $(a, b) \in R \Leftrightarrow a^2 + a = b^2 + b$. Clasificar $R$.

   (d) En $\mathbb{R}^2$ se define la relación $\sim$ mediante: $(x, y) \sim (x', y') \Leftrightarrow y = y'$. Probar que $\sim$ es de equivalencia, determinar las clases de equivalencia y el conjunto cociente.

   (e) En $A = \{1, 2, 4, 6, 8\}$ se define la siguiente relación: $xRy \Leftrightarrow 3|x + y$. Definir $R$ por extensión, clasificarla y realizar su gráfico o esquema.

   (f) En $\mathbb{N}^2$ se define la siguiente relación: $(a, b) = (a', b') \Leftrightarrow a + b' = a' + b$. Demostrar que es de equivalencia, obtener las clases de equivalencia, el conjunto cociente y representarla indicando las clases.

   (g) El conjunto $\{\{a\}, \{b, c\}, \{d\}\}$ es una partición de $A$. Obtener la relación de equivalencia asociada a la partición.

   (h) En el conjunto $A = \{1, 2, 3, 4, 5\} \subseteq B$ se considera la relación de menor o igual. Determinr, si los hubiere, los elementos maximales y minimales, el conjunto de cotas superiores e inferiores, y el supremo e ínfimo.

   (i) En R, ordenado por la relación de menor o igual, se define el conjunto $A = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x = \frac{1}{n} \wedge n \in \mathbb{N}\right\}$. Averiguar si $A$ tiene primer y ultimo elemento, si es un conjunto bien ordenado, y en el caso de que admita cotas, si tiene supremo e ínfimo.

   (j) Sea $R$ una relación definida en el conjunto de personas tal que $xRy$ si y solo si $x$ es mayor (en edad) que $y$. Averiguar si $R$ es una relación de orden amplio/estricto total/parcial.

5. Obtener, si existen, el conjunto de cotas superiores e inferiores de los siguientes conjuntos y el supremo e ínfimo, considerando el superconjunto y la relación de orden dados.

   (a) $A = (0, 1] \subseteq \mathbb{R}$ con la relación $\leq$ (menor o igual).

   (b) $B = [-6, 5] \subseteq \mathbb{R}$ con la relación $\leq$ (menor o igual).

   (c) $C = (-6, 5) \subseteq \mathbb{R}$ con la relación $\leq$ (menor o igual).

   (d) $\mathcal{P}(A) \subseteq \mathcal{P}(B)$ con la relación $\subseteq$ (subconjunto de) con $A = \{1, 2, 3, 4$ y $B = 1, 2, 3$.

**RESPUESTAS**

1. (a) —

   (b) —

   (c) —

(d) Reflexividad: $\forall a, b : \left(\frac{a}{b}\right) R \left(\frac{a}{b}\right)$ ya que $a.b = a.b$.

Simetría: $\forall a, b, c, d : \left(\frac{a}{b}\right) R \left(\frac{c}{d}\right) \rightarrow \left(\frac{c}{d}\right) R \left(\frac{a}{b}\right)$ ya que $a.d = c.b \rightarrow c.b = a.d$.

Transitividad: $\forall a, b, c, d, e, f : \left(\frac{a}{b}\right) R \left(\frac{c}{d}\right) \wedge \left(\frac{c}{d}\right) R \left(\frac{e}{f}\right) \rightarrow \left(\frac{a}{b}\right) R \left(\frac{e}{f}\right)$

ya que $(a.d = c.b) \wedge (c.f = e.d) \quad \Rightarrow \quad (a.d = c.b) \wedge (c = \frac{e.d}{f}) \quad \Rightarrow \quad a.d = \frac{e.d}{f}.b \quad \Rightarrow \quad a = \frac{e}{f}.b \quad \Rightarrow \quad af = eb$

2. (a) Relación de orden amplio (transitiva, antisimétrica, reflexiva)

   (b) Relación de orden amplio (transitiva, antisimétrica, reflexiva)

   (c) Relación de orden amplio (transitiva, antisimétrica, reflexiva)

   (d) Relación de orden estricto (transitiva, asimétrica e irreflexiva)

3. (a) —

   (b) —

   (c) —

   (d) Porque no es antisimétrica. (Mirta)$R$(José) $\wedge$ (José)$R$(Mirta) pero José$\neq$Mirta. También se puede verificar con Luna, Gina y Elena, que tienen la misma edad.

4. (a) $R_1 \cap R_2$ es de equivalencia mientras que no necesariamente lo es $R_1 \cap R_2$.

   (b) $R$ es reflexiva porque $|x - x| = 0 < 1$.

   $R$ es simétrica ya que $|x - y| = |y - x|$ por lo que $|x - y| < 1 \;\Rightarrow\; |y - x| < 1$.

   $R$ NO es transitiva. Contraejemplo: $x = 2.8$, $y = 1.9$, y $z = 1.1$, donde se ve que $|2.8 - 1.9| = 0.9 < 1$, $|1.9 - 1.1| = 0.8 < 1$, pero $|2.8 - 1.1| = 1.7 > 1$.

   Por lo tanto, $R$ no es una relación de equivalencia.

   (c) —

   (d) —

   (e) —

   (f) —

   (g) —

   (h) —

   (i) —

   (j) —

5. —