FUNDAMENTOS LÓGICOS DE LA INFORMÁTICA

Octava sesión de prácticas

PRIMER CURSO DEL GRADO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

PRIMER CUATRIMESTRE

2020-21

Índice del documento

La Sintaxis de la Lógica de Predicados (I)

EL ALFABETO DE LA LÓGICA DE PREDICADOS

- **Constantes**. Son los símbolos reservados a verdadero (V) y falso (F), y secuencia de letras que representan Objetos Definidos: Términos Constantes.
- **Variables**. Secuencia de letras que representan Objetos Indefinidos. El conjunto de los posibles objetos que puede representar recibe el nombre de Dominio de la variable.
- **Funciones**. Secuencia de letras que representa una relación-función. En Lógica de Predicados las Funciones se tratan como Términos, ya sean variables o constantes.
- **Predicados**. Secuencia de letras que representa una propiedad o relación, que se aplica a términos.
- **Conectivas** u operadores entre predicados.
  - ✓ $\wedge$ Conjunción (y)
  - ✓ $\vee$ Disyunción (o)
  - ✓ $\neg$ Negación (no)
  - $\rightarrow$ Implicación (si, entonces)
  - $\leftrightarrow$ Doble implicación (si y sólo si)
- **Cuantificadores**. Se usan solo dos y se refieren a las variables.
  - ✓ Cuantificador universal: $\forall x$, se lee para cada x, o para todo x.
  - ✓ Cuantificador existencial: $\exists x$, se lee existe (al menos) un x.
- **Otros símbolos**. paréntesis ‘( )’, corchetes ‘[ ]’, llaves ‘{ }’.

La Sintaxis de la Lógica de Predicados (y II)

LA PRECEDENCIA DE CONECTIVAS Y LA SIMPLIFICACIÓN DE PARÉNTESIS

- Una f.b.f. es la que responde a la definición anterior.
- Pero al igual que en **L0**, se pueden considerar otras expresiones con menos paréntesis que representen a una f.b.f..
- Usaremos este consenso sobre la precedencia de conectivas u operadores:
    1. **1.** ¬, ∀, ∃ (con asociatividad por la derecha)
        - **a)** $\neg \forall x\, P(x) \rightarrow Q(x)$ <=> $(\neg(\forall x\, P(x)) \rightarrow Q(x))$, segunda x libre.
        - **b)** $\forall x \neg P(x) \rightarrow Q(x)$ <=> $((\forall x \neg P(x)) \rightarrow Q(x))$, segunda x libre.
    2. **2.** ∧, ∨ (con asociatividad por la izquierda)
    3. **3.** →, ↔ (con asociatividad por la izquierda)
- Si apareciesen paréntesis se aplicará la asociatividad que indiquen.

LOS TIPOS DE FÓRMULAS BIEN FORMADAS

- Una **variable está ligada** si está en una f.b.f. y está cuantificada, por ejemplo: **en $\forall x\, (C(x) \rightarrow R(x))$ la variable "x" está ligada.**
- Una **variable está libre** si está en una f.b.f y no está cuatificada, por ejemplo: **en $\forall x\, C(x) \rightarrow R(y)$ la variable "y" está libre.**
- **Una f.b.f. es cerrada** (o es una sentencia) si todas los símbolos variables están ligados. Ejemplo: $\forall x\, \forall y\, (C(x) \rightarrow M(y, f(x)))$
- **Una f.b.f. es abierta** si al menos una variable está libre. Ejemplo: $\forall x\, C(x) \rightarrow R(y)$
- **Una f.b.f se denomina instancia-base** si todos los términos de sus predicados, y los argumentos de las funciones, son constantes; representa, en realidad, una proposición. Ejemplos: $C(a)$, $R(d)$, $C(a) \rightarrow M(b, f(a))$
- **Un literal** es una expresión atómica o su negación: $P(x)$, $\neg P(y)$, $P(f(x))$, $\neg P(b)$
- **Una cláusula** es la dada por la disyunción de uno o más literales.

Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (I)

Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- Indicar su signatura especificando las funciones, predicados y su aridad.
- Construir su árbol sintáctico.
- Reescribir la expresión para que ningún cuantificador tenga asociado en mismo nombre de variable, ni existan variables libres con el mismo nombre que variables ligadas (cuantificadas). Determinar el conjunto de variables libres y el de variables ligadas de la nueva expresión.

Expresiones a tener en cuenta:

1. **$\forall x\, \exists y\, [R(x, y) \land \exists x\, I(y, g(x, x))]$**
2. **$\exists x\, [R(x, y) \land \forall y\, \neg I(g(y, c), x)]$**
3. **$\exists y\, [P(x) \land Q(x, y) \rightarrow \forall z\, \exists x\, R(x, y, z) \lor \forall z\, P(z)]$**

- **LA SIGNATURA**
  1. **{Predicados: R/2; I/2; Funciones: g/3}**
  2. **{Predicados: R/2; I/2; Funciones: g/3; c: una constante}**
  3. **{Predicados: P/1; Q/2; R/3}**

LA ARIDAD DE LAS FUNCIONES

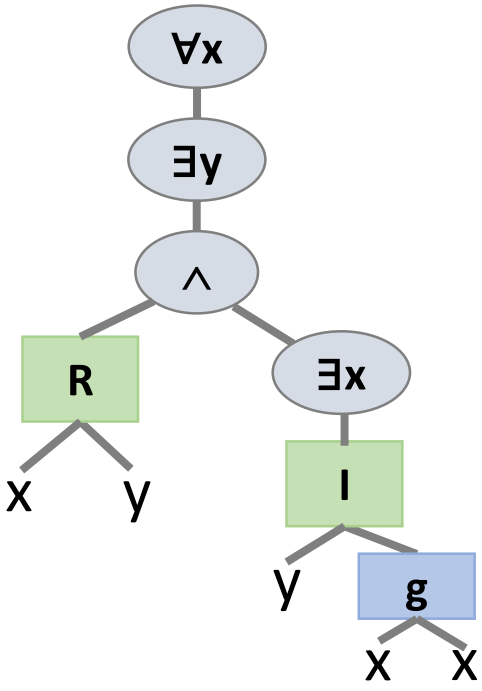
- Recordemos que f(x) = y es una relación en la que todo origen tiene una y sólo una imagen, pero que no deja de ser una relación binaria R(x, y).
- Por tanto, una función f(x), como término de un predicado tiene una aridad de 2.
- Las funciones, siempre estarán asociadas con Relaciones de aridad de cantidad uno más que sus argumentos

Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (II)

Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- **CONSTRUIR SU ÁRBOL SINTÁCTICO**

$\forall x\, \exists y\, [R(x, y) \wedge \exists x\, I(y, g(x, x))]$

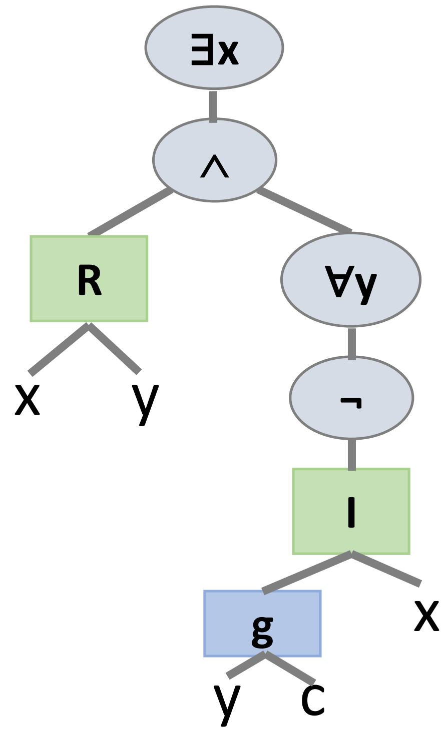


Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (III)

Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- **CONSTRUIR SU ÁRBOL SINTÁCTICO**

$\exists x\, [R(x, y) \land \forall y\, \neg I(g(y, c), x)]$

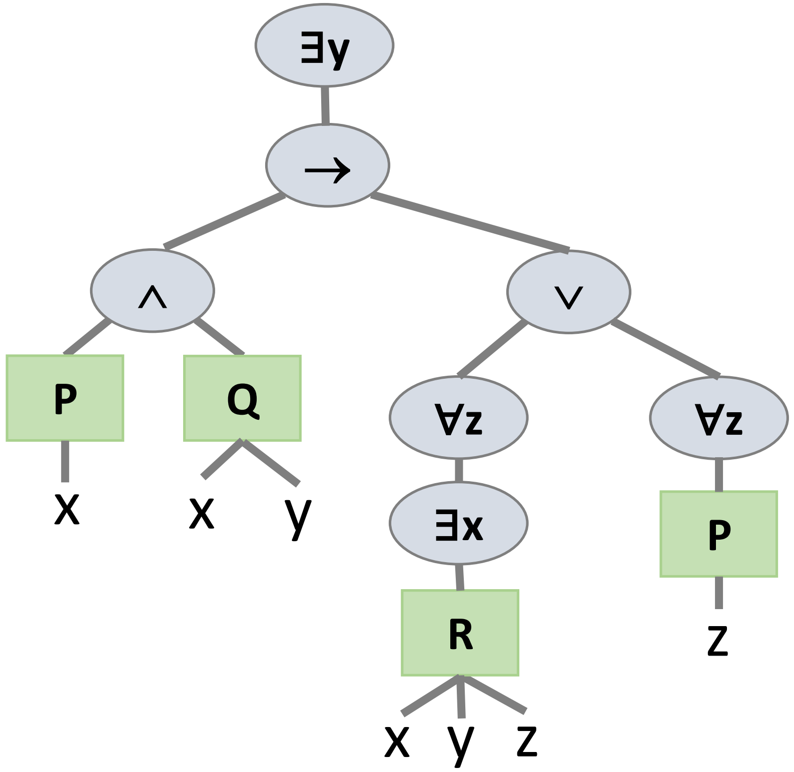


Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (IV)

Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- **<u>CONSTRUIR SU ÁRBOL SINTÁCTICO</u>**

$\exists y\ [P(x) \land Q(x, y) \rightarrow \forall z\ \exists x\ R(x, y, z) \lor \forall z\ P(z)]$

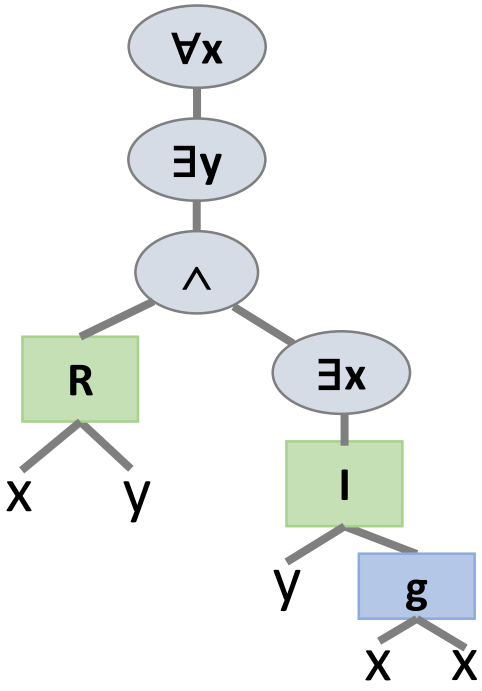


Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (V)

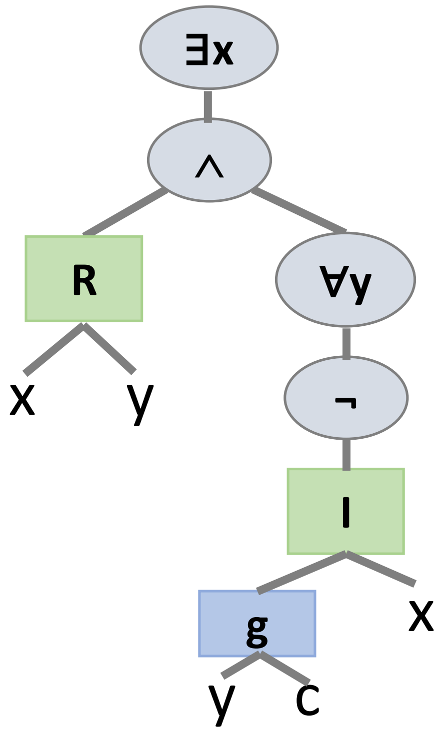
Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- **<u>CONSTRUIR SU ÁRBOL SINTÁCTICO</u>**

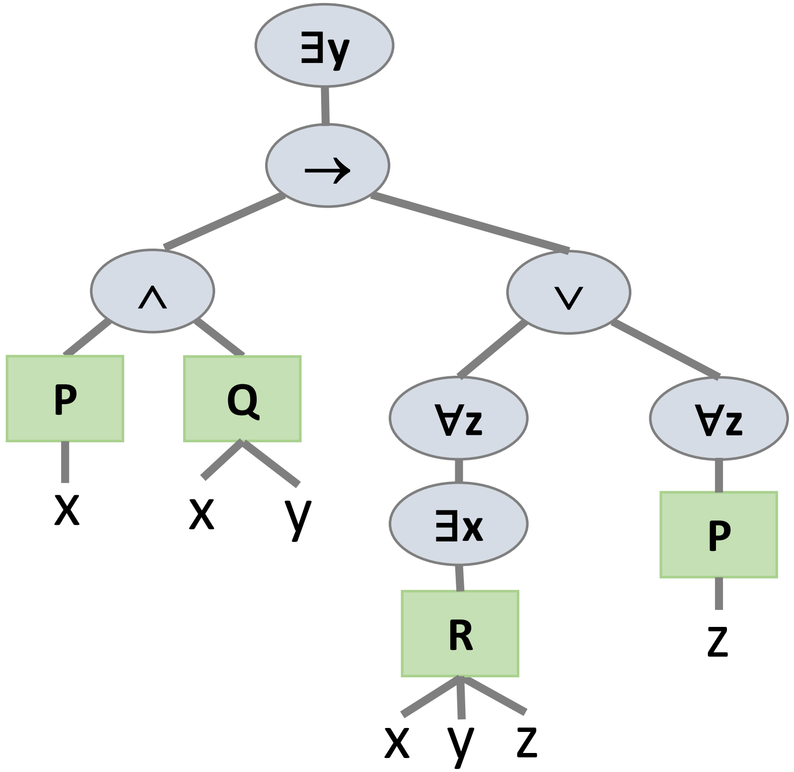
$\forall x\, \exists y\, [R(x, y) \land \exists x\, I(y, g(x, x))]$



$\exists x\, [R(x, y) \land \forall y\, \neg I(g(y, c), x)]$



$\exists y\, [P(x) \land Q(x, y) \rightarrow \forall z\, \exists x\, R(x, y, z) \lor \forall z\, P(z)]$



Ejercicio 17: f.b.f.s en L1 (y VI)

Realizar lo que se pide para cada una de las expresiones dadas

- Reescribir la expresión para que ningún cuantificador tenga asociado en mismo nombre de variable, ni existan variables libres con el mismo nombre que variables ligadas (cuantificadas). Determinar el conjunto de variables libres y el de variables ligadas de la nueva expresión.

Expresiones a tener en cuenta:

1. **$\forall x\ \exists y\ [R(x, y) \land \exists x\ I(y, g(x, x))]$**
2. **$\exists x\ [R(x, y) \land \forall y\ \neg I(g(y, c), x)]$**
3. **$\exists y\ [P(x) \land Q(x, y) \rightarrow \forall z\ \exists x\ R(x, y, z) \lor \forall z\ P(z)]$**

<u>EXPRESIONES REESCRITAS:</u>

1. **$\forall x\ \exists y\ [R(x, y) \land \exists z\ I(y, g(z, z))]$** se renombra la variable "x" (en rojo) cuantificada existencialmente del interior del corchete, que está en el segundo predicado de la conjunción.
2. **$\exists x\ [R(x, z) \land \forall y\ \neg I(g(y, c), x)]$** se renombra la variable "y" (en rojo) del predicado R(x, y) dado que aparece libre, estando cuantificada universalmente en el segundo predicado de la conjunción.
3. **$\exists y\ [P(w) \land Q(w, y) \rightarrow \forall z\ \exists x\ R(x, y, z) \lor \forall z\ P(z)]$** se renombra la variable "x" (en rojo) de los predicados de la conjunción del antecedente de la implicación al estar libre

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- Se siguen las mismas pautas que ya hemos utilizado en L0 y en LC, pero en L1 debemos representar formalmente en f.b.f. algunos aspectos diferenciales.

- LO SIMPLE
  - **Objetos concretos**. Si se mencionan objetos con “nombres y apellidos” se formalizan con una constante de término. Así, si la frase establece una relación entre José y Mercedes, José se puede formalizar por “a” y Mercedes por ”b”. Si la relación es la de “ser hermanos”, el predicado que representa la relación podría formalizarse por **H(x, y)**, “x es hermano de y”. Y con ello, la relación concretada o fijada a José y Mercedes se formalizaría por **H(a, b)**.
  - **Categorías**. Las propiedades quedan formalizadas por un predicado monádico (aridad uno o unario), al igual que en LC. Así, la categoría de “vehículos de motor” se formalizaría por el predicado **V(x)**, representando a los individuos representados por la variable de término que pertenecen a esa categoría. Se puede leer: “Son vehículos de motor” o “x es un vehículo de motor”.
  - **Relaciones**. Las relaciones entre objetos se formaliza con predicados de aridad mayor o igual a 2. Por ejemplo, las frases con verbos transitivos. Podemos formalizar el hecho de que “una persona compra comida”, que se formalizaría por **C(x, y)** donde la variable de término “x” representa a cualquier persona y la variable de término “y” representa a cualquier tipo de comida. C(x; y) se leería como: “x compra y”. O, instanciando, **C(juan, queso)**, es decir, **“Juan compra queso”**.

La Formalización en Lógica de Predicados (II)

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (I)
- **Variables Libres**. Para hacer referencia a un objeto que puede tomar diferentes valores (es variable), y la fórmula dice algo concerniente a esos valores de la variable sin informar sobre su cantidad (es desconocida).
  - **Algunas personas se relacionan** (con desconocido). Se puede formalizar de la siguiente manera: **$\exists x\ (P(x) \wedge R(x, y))$**, la variable “y” queda libre, las personas que se relacionan (algunas) se formaliza por la variable “x” que queda ligada por el cuantificador existencial (al menos existe una persona que se relaciona con otra por determinar)

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (II)
- **Variables Libres**. Para hacer referencia a un objeto que puede tomar diferentes valores (es variable), y la fórmula dice algo concerniente a esos valores de la variable sin informar sobre su cantidad (es desconocida).

  - **Todos son mas bajos que él** (desconocido). Se puede formalizar como sigue: **∀x B(x, y)**, la variable "y" queda libre, representa al individuo que es el máximo en altura aunque no sabemos quién es. Es el máximo pues todos los demás son más bajos. La variable "x" representa a todos estos individuos por lo que se cuantifica con el universal.

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (III)
- **Variables Libres**. Para hacer referencia a un objeto que puede tomar diferentes valores (es variable), y la fórmula dice algo concerniente a esos valores de la variable sin informar sobre su cantidad (es desconocida).

  - **El cuadrado del número (desconocido) es 4**. Aquí debemos introducir el predicado que relaciona dos objetos iguales, denotado por **“I(x, y)”**. El primer término del predicado es una función, dado que se indica como “el cuadrado de un número”, podría formalizarse por **“f(x)”**. El segundo término del predicado es el término constante **“4”**. De esta manera, la formalización sería: **I (f (x), 4).**

La Formalización en Lógica de Predicados (V)

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (IV)
- **Variables Ligadas**. Si hay indicios de cuántos objetos cumplen un predicado. Introducir palabras como “cada”, “todo”, “alguno”, “hay”, “existe uno”, …
    - **Todas son figuras cuadradas.** Indica que todos los objetos que están en mi universo son figuras (geométricas) y son de forma cuadrada: **$\forall x\ (P(x) \land C(x))$**. Hemos de advertir que esta expresión predicativa no es una proposición categórica!!!

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (V)
- **Variables Ligadas**. Si hay indicios de cuántos objetos cumplen un predicado. Introducir palabras como "cada", "todo", "alguno", "hay", "existe uno", …

  - **En toda pareja de vecinos existe algún maleducado**. Esta frase es idéntica a decir que cualquiera que sean "x" e "y", si son vecinos, entonces o bien "x" es maleducado, o bien "y" es maleducado, o bien ambos los son. Nos fijamos que dice que en toda pareja, es decir, para todo "x" y para todo "y" que sean vecinos. Por tanto podemos formalizarlo por: $\forall x\, \forall y\, (V(x, y) \rightarrow M(x) \vee M(y))$

La Formalización en Lógica de Predicados (VII)

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

- UN POCO MÁS COMPLEJO (y VI)
- **Variables Ligadas**. Si hay indicios de cuántos objetos cumplen un predicado. Introducir palabras como "cada", "todo", "alguno", "hay", "existe uno", …

- **Si hay ambigüedad sobre la cuantificación**, dejar la variable libre (si no crea una ambigüedad mayor). Un ejemplo: "Todos aman": **$\forall x A(x, y)$**. ¿a todos o a algunos? ¿también a ellos mismos? Lo adecuado es dejar la variable "y" libre. Otro ejemplo: "Si son piezas de museo, son de alto valor": **$P(x) \rightarrow V(x)$** ¿todas o algunas? Podría decirse que existen algunas, **$\exists x (P(x) \rightarrow V(x))$**, o para todas, **$\forall x (P(x) \rightarrow V(x))$**. En general, la pregunta a hacerse es siempre la misma: **¿necesito CUANTIFICADOR?**

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

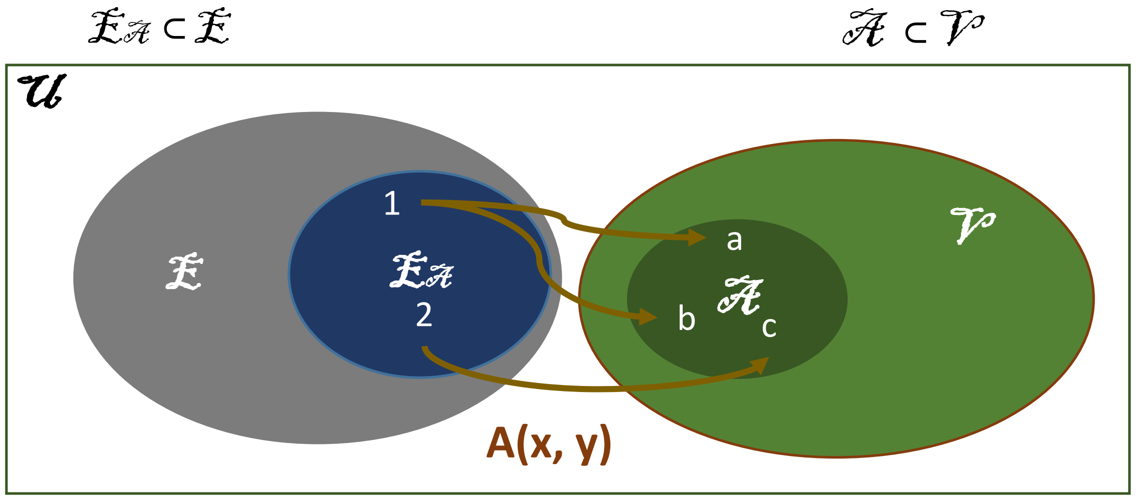
LO COMPLEJO (I)

- La oración: **No existe nadie que sea banquero y no sea millonario**
  - Estamos hablando de un universo de personas que tienen las características de ser banqueros o de ser millonarios. Formalizamos estas características como predicados monádicos o unarios (de aridad uno). Así, ser banquero lo formalizamos por **B(x)**, que se lee "x es banquero". Por otra parte, ser millonario por **M(x)** que se lee "x es millonario".
  - Lo que parece decir la frase es que la conjunción de las características de ser banquero y de no ser millonario no la cumple nadie, es decir, negando la Forma Normal Particular Negativa, "no existe un banquero que no sea millonario", escribimos nuestra formalización: $\neg\exists x\ (B(x) \wedge \neg M(x))$
  - También podíamos haber escrito, aludiendo a esas dos características, que sea cual sea la persona (por tanto para toda persona considerada) esa conjunción de características no se cumple, y así: $\forall x\ \neg(B(x) \wedge \neg M(x))$
  - O bien, haciendo uso de la equivalencia lógica de la negación de la conjunción (D'Morgan) en esta última expresión: $\forall x\ (B(x) \rightarrow M(x))$, que resulta ser la Forma Normal Universal Afirmativa, "todos los banqueros son millonarios".

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (II)

- La oración: **Algunos estudiantes de Informática sólo son amigos de los aficionados a los videojuegos**
  - Estamos hablando de un universo de personas que tienen las características de ser estudiantes de informática, o bien ser aficionados a los videojuegos. Por añadidura se dice que las personas, en general, mantienen la relación de amistad entre ellas. Por tanto tenemos tres predicados, dos monádicos y uno binario o de relación.
  - Formalicemos: **E(x)**, que se lee "x es estudiante de informática"; **V(y)**, que se lee "y es aficionado a los videojuegos"; y, finalmente, **A(x, y)** que se lee "x es amigo de y".



LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (III)

- La oración: **Algunos estudiantes de Informática sólo son amigos de los aficionados a los videojuegos**
  - Lo que parece decir la frase es que existe algún "x" que es estudiante y que sólo es amigo de los "y" que sean aficionados a los videojuegos. Y si esto es así, ello equivale a decir que para todo "y", si "x" es amigo de él, entonces ese "y" debe ser aficionado a los videojuegos.
  - Escribimos la formalización: $\exists x\ (E(x) \land \forall y\ (A(x, y) \rightarrow V(y)))$
  - En este caso, la estructura de la f.b.f. consiste en la conjunción de dos características, una de ellas con la atribución (consecuencia de) a una relación.

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (IV)

- La oración: **Sólo los futbolistas admiran a los futbolistas**
  - Lo que dice la frase es que cualquiera que sean “x” e “y”, si “x” admira a “y”, y este “y” es futbolista, entonces “x” es también futbolista (ya que los futbolistas son solo admirados por los futbolistas). Si **F(x)** se lee “x es futbolista”, y **A(x, y)** se lee “x admira a y”.
  - La formalización es: $\forall x \, \forall y \, (A(x, y) \land F(y) \rightarrow F(x))$
- La oración: **Los futbolistas sólo admiran a los futbolistas**
  - Advirtamos la diferencia entre esta formalización y la de la oración anterior.
  - Es este caso parece que lo se pretende decir es que un individuo que sea futbolista sólo tendrá personas admiradas entre colegas futbolistas, es decir, que todos sus admirados son necesariamente futbolistas, no pudiendo admirar a personas que se dediquen a otra cosa.
  - La formalización será: $\forall x \, \forall y \, (F(x) \land (A(x, y) \rightarrow F(y)))$

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (V)

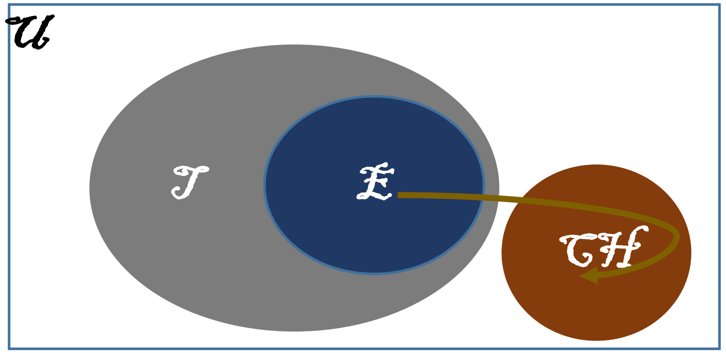
- Con las dos últimas formalizaciones debemos entender que tenemos dos patrones diferentes:
  - **El patrón gramatical "Solo los M son S"** (por ejemplo, sólo los buenos móviles son smartphones) en el que smartphone es la condición suficiente para ser buen móvil, y por tanto, su formalización es: $\forall x\,(S(x) \rightarrow M(x))$
  - **El patrón gramatical "Sólo son M los S"** (por ejemplo, sólo son buenos móviles los smartphones) en el que smartphone es la condición necesaria para ser buen móvil, y por tanto, su formalización es: $\forall x\,(M(x) \rightarrow S(x))$
- La oración "sólo los futbolistas admiran a los futbolistas" sigue el primer patrón en el que la característica de los individuos admirados pertenece a la condición suficiente y la de los que admiran, a la condición necesaria, en ambos casos la de ser futbolista.
- La oración "Los futbolistas sólo admiran a los futbolistas" y la oración "Algunos estudiantes de Informática sólo son amigos de los aficionados a los videojuegos", con independencia de sus cuantificadores, pertenecen al segundo patrón gramatical, según el cual la característica de los individuos admirados, o de los individuos de los que se es amigo, están en la condición necesaria.

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (VI)

- La oración: **Sólo los tontos se dejan engañar por los charlatanes**
  - **Esta oración sigue el patrón gramatical: Sólo los M son S (M: tontos, y S: engañados)**
  - En esta frase se dice que cualquiera que sean "x" e "y", si "x" se deja engañar por "y", y este "y" es un charlatán, entonces "x" es un tonto". Y lo es necesariamente porque si no fuera tonto no se dejaría engañar (ya sea por los charlatanes, como en este caso). Si **T(x)** se lee "x es tonto", **E(x, y)** se lee "x se deja engañar por y", y **CH(y)** se lee "y es un charlatán".
  - La formalización es: $\forall x \, \forall y \, (E(x, y) \wedge CH(y) \rightarrow T(x))$
  - También podríamos formalizarla por: $\forall y \, (CH(y) \rightarrow \forall x \, (E(x, y) \rightarrow T(x))$

$\mathcal{E} \subset \mathcal{T}$



LA REPRESENTACIÓN DEL PATRÓN MEDIANTE CONJUNTOS

$\mathcal{T}$ = { x | x es Tonto, o bien, T(x) }

$\mathcal{E}$ = { x | x es engañado por otro individuo y, o bien, E(x, y) }

$\mathcal{CH}$ = { y | y es un charlatán engañador, o bien, CH(y) }

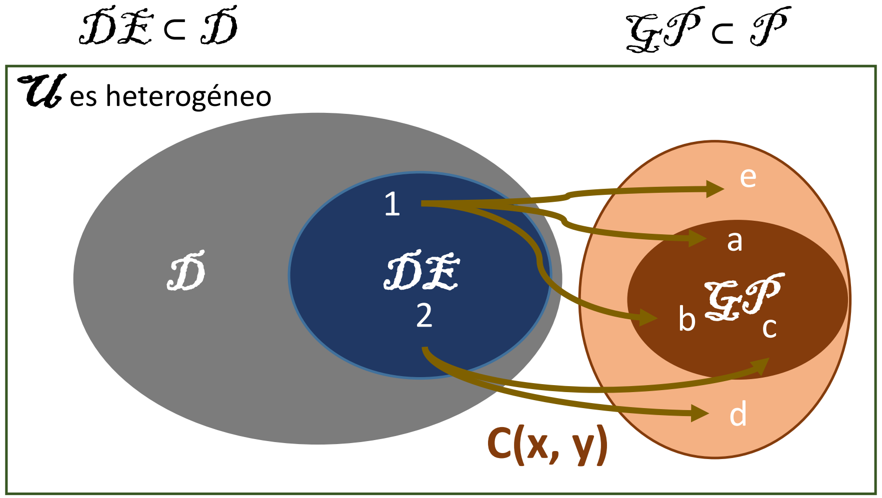
En LC, $\forall x \, (E(x) \rightarrow T(x))$, teniendo en cuenta que para ser "x" engañado se tiene que dar la existencia de "y" perteneciente al conjunto $\mathcal{CH}$. Por tanto, sea quien sea el charlatán, si eres engañado por él es que necesariamente eres tonto.

Otra forma de verlo es que: "dado cualquier charlatan, no existe una persona que siendo engañada por él no sea tonta".

LA FORMALIZACIÓN EN LA LÓGICA DE PRIMER ORDEN (L1)

LO COMPLEJO (y VII)

- La oración: **Todos los deportistas de élite compiten anualmente en algún gran premio**
  - La oración habla de los deportistas de élite, que pertenecen a la categoría $\mathcal{DE}$, y de los grandes premios, eventos que pertenecen a la categoría $\mathcal{GP}$. Por añadidura, todo aquél que es deportista de élite es competitivo, pero participa o compite de una cierta forma: anualmente lo hace en alguno de los eventos de la categoría de grandes premios.
  - La formalización es: $\forall x\,(DE(x) \rightarrow \exists y\,(GP(y) \land C(x, y)))$
  - También podríamos formalizarla por: : $\forall x\, \exists y\,(DE(x) \rightarrow GP(y) \land C(x, y))$



Ejercicio 18: Formalizar oraciones en L1 (I)

FORMALIZA las siguientes oraciones en L1

- Dada la signatura **{A/2; P/1}**. **A(x, y): "x es amigo de y"; P(x): "x es alpinista"; J: "Juan"**
  - Todos los amigos de Juan son alpinistas
  - Algunos alpinistas son amigos (se entiende que entre sí)
  - Hay alpinistas que no tienen amigos
  - Miguel es amigo de Juan y alpinista

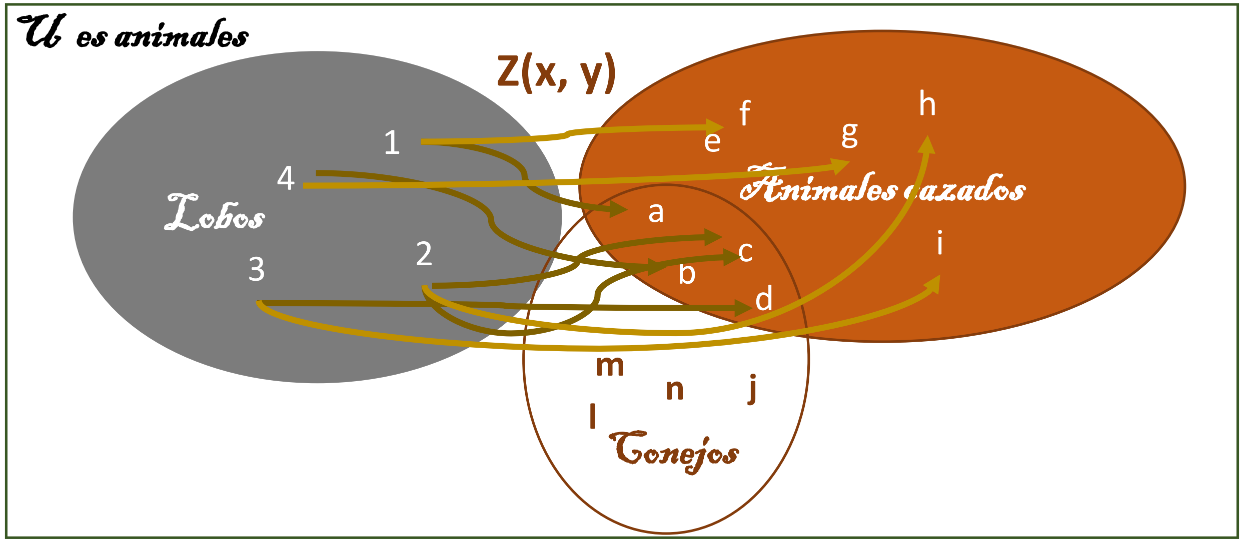
- Ha de incorporarse a la signatura el hecho de que **M: "Miguel"**

- Las formalizaciones que nos piden, son:
  - La primera oración tiene la siguiente formalización: $\forall x\, (A(x, J)) \rightarrow P(x))$
  - La segunda oración tiene la siguiente formalización: $\exists x\, \exists y\, (P(x) \land P(y) \land A(x, y))$
  - La tercera oración tienen la siguiente formalización: $\exists x\, \forall y\, (P(x) \land \neg A(y, x)) \equiv \exists x\, (P(x) \land \forall y\, \neg A(y, x)) \equiv \exists x\, (P(x) \land \neg \exists y\, A(y, x))$
  - La cuarta oración tiene la siguiente formalización: $A(M,J) \land P(M)$
- Adviertan que en la tercera formalización el predicado A(y, x) tiene los términos alterados.

Ejercicio 18: Formalizar oraciones en L1 (II)

Determina la signatura y formaliza las siguientes oraciones en L1

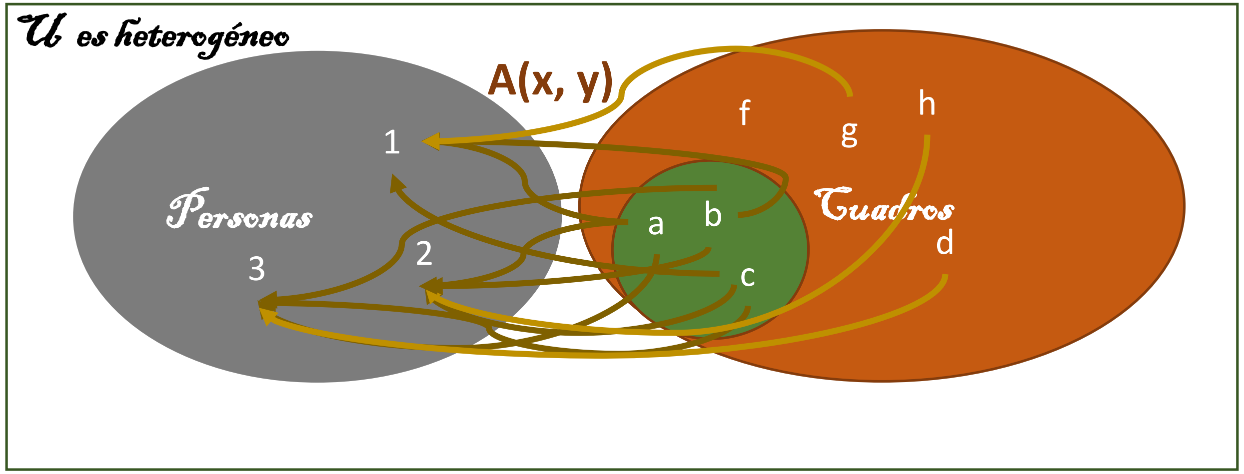
- Todos los lobos son cazadores de algún conejo
  - La signatura es: **{L/1; C/1; Z/2}. L(x): "x es un lobo"; C(y): "y es un conejo"; Z(x, y): "x es cazador de y", o bien, "x caza a y"**
  - Hemos visto un patrón similar en el ejemplo de clase de los deportistas de élite. Véanlo.
  - La oración tiene la siguiente formalización: **$\forall x\ (L(x) \rightarrow \exists y\ (Z(x, y)) \wedge C(y)))$**



Ejercicio 18: Formalizar oraciones en L1 (III)

Determina la signatura y formaliza las siguientes oraciones en L1

- Algunos cuadros son admirados por todas las personas
  - La signatura es: **{C/1; P/1; A/2}**. **C(x): "x es un cuadro"; P(y): "y es una persona"; A(x, y): "x es admirado por y"**
  - La oración quiere decir que todas las personas admiran ciertos cuadros, es decir, que existen algunos cuadros que son tan relevantes que todo el mundo los admira. Pues expongamos esta idea. La formalización, será: $\exists x\, (C(x) \wedge \forall y\, (P(y) \rightarrow A(x, y))) \equiv \exists x\, \forall y\, (C(x) \wedge (P(y) \rightarrow A(x, y)))$



Ejercicio 18: Formalizar oraciones en L1 (y IV)

Determina la signatura y formaliza las siguientes oraciones en L1

- No se puede hacer clic sobre una carpeta del sistema cada vez que haya un usuario conectado al ordenador principal
    - La signatura es: **{U/1; T/1; C/2; Z/2}**. **U(x): "x es un usuario"; T(y): "y es una carpeta del sistema"; C(x, y): "x está conectado a y"; Z(x, y): "x hace clic sobre y"; OP: "ordenador principal" (es una constante)**
    - La oración quiere decir que: "**SI** existe un usuario conectado al ordenador principal, **ENTONCES** en cualquier carpeta del sistema no se puede hacer clic (sobre ella)". Por tanto, es una oración condicional y vamos a formalizar su antecedente y su consecuente por separado.
    - El antecedente dice: "existe un usuario conectado al ordenador principal". Su formalización, es: $\exists x\, (U(x) \wedge C(x, OP))$
    - El consecuente dice: "Sobre ninguna carpeta del sistema se puede hacer clic". Su formalización, es: $\forall y\, (T(y) \rightarrow \neg Z(x, y)))$
    - **La formalización completa, será:** $\exists x\, (U(x) \wedge C(x, OP)) \rightarrow \forall y\, (T(y) \rightarrow \neg Z(x, y)))$
    - Al estar en U(x) ∧ C(x, OP) la variable "x" ligada y en Z(x, y) libre, podemos renombrarla.