

$$\forall x \left[\boxed{\text{Animal}(x)} \Rightarrow \text{Loves}(J, x) \right] \xrightarrow{\text{premiado evaluado}} \text{átomo en LOG. PROP.}$$

FNC \equiv conjunción de cláusulas (conjunción)

CLÁUSULA \equiv disyunción de literales

$$\exists x \text{ Love}(J, x) \xrightarrow{\text{skolemización}} \text{Love}(J, SK_1) \quad \downarrow \text{constante de Skolem}$$

$$\xrightarrow{\quad} \forall y \text{ Loves}(SK_2, y)$$

$\forall y \exists x \text{ Loves}(x, y) \equiv$ "Todos tenemos a alguien que nos ama"

$\exists x \forall y \text{ Loves}(x, y) \equiv$ "Hay alguien que ama a todos"

$$\xrightarrow{\quad} \forall y \text{ Loves}(f(y), y) \quad \uparrow \text{función de Skolem}$$

"Todos tenemos padre y madre biológicos":

$$\forall x \exists y \exists z (\text{Padre}(y, x) \wedge \text{Madre}(z, x))$$

$$\xrightarrow{\quad} \forall x (\text{Padre}(p(x), x) \wedge \text{Madre}(m(x), x))$$

$$\Delta = \{ \text{Padre}(p(x), x), \text{Madre}(m(x), x) \}$$

"No hay dos sin tres"

$$\forall x \forall y \exists z T(x, y, z)$$

$$\xrightarrow{\quad} \forall x \forall y T(x, y, t(x, y))$$

mejora

$$\forall x, y [\neg \text{Iqual}(x, y) \Rightarrow \exists z T(x, y, z)]$$

$$\text{elim} \Rightarrow \forall x, y [\neg \text{Iqual}(x, y) \vee \exists z T(x, y, z)]$$

$$\text{elim } \neg \downarrow \Rightarrow \forall x, y [\text{Iqual}(x, y) \vee \exists z T(x, y, z)]$$

$$\text{skolem} \downarrow \Rightarrow \forall x, y [\text{Iqual}(x, y) \vee T(x, y, t(x, y))]$$

2^a mejora:

$$\forall x, y \left[\neg \text{Iguar}(x, y) \Rightarrow \exists z \left[\neg \text{Iguar}(z, x) \wedge \neg \text{Iguar}(z, y) \wedge T(x, y, z) \right] \right]$$

$$\forall x, y \left[\neg \neg \text{Iguar}(x, y) \vee \exists z \left[\neg \text{Iguar}(z, x) \wedge \neg \text{Iguar}(z, y) \wedge T(x, y, z) \right] \right]$$

$$\forall x, y \left[\text{Iguar}(x, y) \vee \exists z \left[\neg \text{Iguar}(z, x) \wedge \neg \text{Iguar}(z, y) \wedge T(x, y, z) \right] \right]$$

$$\Delta \xrightarrow{\text{Skolem}} \Delta_{\text{FNC}} \quad (\text{REFUTACIÓN + RESOLUCIÓN})$$

FNC \equiv conjunción (colección) de cláusulas

cláusulas \equiv disyunción de literales

Literales $\begin{cases} \text{positivo: } \exists j: \text{Loves}(x, y) \\ \text{negativo: } \exists j: \neg \text{Loves}(x, y) \end{cases}$

MODUS PONENS GENERALIZADO:

$$\begin{array}{l} \forall x \quad H(x) \Rightarrow M(x) \\ H(s) \end{array} \xrightarrow{x:=s} \begin{array}{l} H(s) \Rightarrow M(s) \\ \quad \quad \quad \downarrow \\ \quad \quad \quad M(s) \end{array}$$

M.P. generalizado

$x :=$

↑
asignación

($\langle \text{variable} \rangle := \langle \text{término} \rangle$)

$\left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{constante} \\ \rightarrow \text{variable} \\ \rightarrow \text{evaluación de una función} \end{array} \right\} \text{referencia a un objeto}$

Δ :

$$\text{REGLAS} \left\{ \begin{array}{l} \forall x \text{ Comida}(x) \Rightarrow \text{Le Gusta}(x, \text{Ringo}) [1] \\ \forall x, p [(\neg \text{Muerto}(p) \wedge \text{Come}(p, x)) \Rightarrow \text{Comida}(x)] [2] \\ \forall x [\text{Come}(\text{Juan}, x) \Rightarrow \text{Come}(\text{Jorge}, x)] [3] \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \text{Restricción} \rightarrow [4] \text{ Come}(\text{Juan}, \text{cacahuètes}) \\ \rightarrow [5] \neg \text{Muerto}(\text{Juan}) \\ [6] \text{Comida}(\text{Manzana}) \\ [7] \text{Comida}(\text{Pollo}) \end{array} \quad \begin{array}{c} \swarrow \\ \text{Hechos} \\ \swarrow \end{array}$$

$$\begin{array}{l} [1] \\ [6] \end{array} \mid \text{M.P.} \text{ Le Gusta}(\text{Manzana}, \text{Ringo}) [8]$$

$$\text{conjunto de discrepancia } \{x, \text{Manzana}\} \mid \text{M.P.} \{ \text{Manzana} \}$$

$x := \text{Manzana}$

SUSTITUCIÓN que conduce a la UNIFICACIÓN del CONJUNTO de DISCREPANCIA

$$\begin{array}{l} [1] \\ [7] \end{array} \mid \text{M.P.} \text{ Le Gusta}(\text{Pollo}, \text{Ringo}) [9]$$

$$\begin{array}{l} [4] \\ [3] \end{array} \mid \text{M.P.} \text{ Come}(\text{Jorge}, \text{cacahuètes}) [10]$$

$$\begin{array}{l} [5] \\ [4] \end{array} \mid \wedge \text{ Come}(\text{Juan}, \text{cacahuètes}) \wedge \neg \text{Muerto}(\text{Juan}) [11]$$

$$\begin{array}{l} [11] \\ [2] \end{array} \mid \text{M.P.} \text{ Comida}(\text{cacahuètes}) [12]$$

$$\begin{array}{l} [1] \\ [12] \end{array} \mid \text{M.P.} \text{ Le Gusta}(\text{cacahuètes}, \text{Ringo}) [13]$$

$$\Gamma = \{ A(x, z, g(x, y, f(z))) , A(y, f(x), x) \}$$

$$\mathcal{D}_0 \equiv \{x, y\} \xrightarrow{\sigma_0 \equiv \{y := x\}} \mathcal{D}_0 \sigma_0 = \{x\}$$

$$\Gamma_1 = \{ A(x, z, g(x, x, f(z))) , A(x, f(x), x) \} = \Gamma \sigma_0$$

$$\mathcal{D}_1 \equiv \{z, f(x)\} \xrightarrow{\sigma_1 \equiv \{z := f(x)\}} \mathcal{D}_1 \sigma_1 = \{z\}$$

$$\Gamma_2 = \{ A(x, z, g(x, x, f(f(x)))) , A(x, z, x) \} = \Gamma_1 \sigma_1$$

$$\mathcal{D}_2 \equiv \{x, g(x, x, f^2(x))\} \quad x := g(x, x, f^2(x)) \quad \text{NO SE PUEDE HACER EL TÉRMINO DEPENDE TAMBIÉN DE X, SERÍA UNA ASIGNACIÓN INVÁLIDA}$$

Volviendo atrás:

$$\mathcal{D}_0 \equiv \{x, y\} \xrightarrow{\sigma'_0 \equiv \{x := y\}} \mathcal{D}_0 \sigma'_0 = \{y\} \quad \text{continuamos...}$$

$$\Delta \frac{\boxed{A \Rightarrow B} \quad A}{B} \text{ M.P.}$$

$$\frac{\forall x \ H(x) \Rightarrow M(s) \quad H(s)}{x := s \quad M(s)} \text{ M.P. (general.)}$$

INSTANCIACIÓN DEL UNIVERSAL

REGLAS DE EQUIVALENCIA ADICIONALES

$$\left. \begin{array}{l} \neg \forall x \ w(x) \equiv \exists x \ \neg w(x) \\ \neg \exists x \ w(x) \equiv \forall x \ \neg w(x) \end{array} \right\} \text{ "De Morgan generalizadas"}$$

REGLAS DE INFERENCIA ADICIONALES

$$\forall x \ w(x) \mid \text{I.V.} \quad w(x_0) \quad x_0 \in \text{dominio de } x$$

$$w(x_0) \mid \exists x \ w(x) \xrightarrow{\text{Skolem}} w(sk)$$

¿Hay algún mortal?

$$W := \exists y M(y)$$

$$\neg W := \neg \exists y M(y) \equiv \forall y \neg M(y)$$

$$\alpha_{\text{GREEN}} = \left\{ \Delta_{\text{FNC}}, \neg M(y) \vee \text{Ans}(y) \right\}$$

1) $\neg H(x) \vee M(x)$	$\frac{x := S}{\text{RES}_{H(S)}} M(S)$	$\frac{y := S}{\text{RES}_{M(S)}} \text{Ans}(S)$
2) $H(S)$		
3) $\neg M(y) \vee \text{Ans}(y)$		

Hechos: A, B

RAZONAMIENTO ENCADENADO HACIA DELANTE [EXPLORACIÓN] (FORWARD CHAINING)

Reglas:

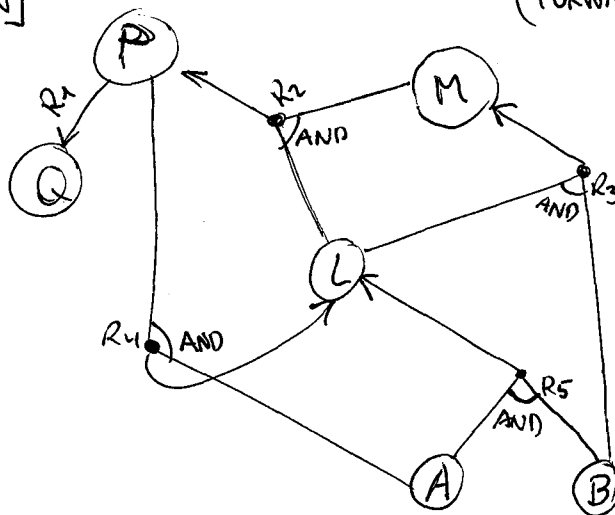
$$\checkmark R_1: P \Rightarrow Q$$

$$\checkmark R_2: (L \wedge M) \Rightarrow P$$

$$\checkmark R_3: (B \wedge L) \Rightarrow M$$

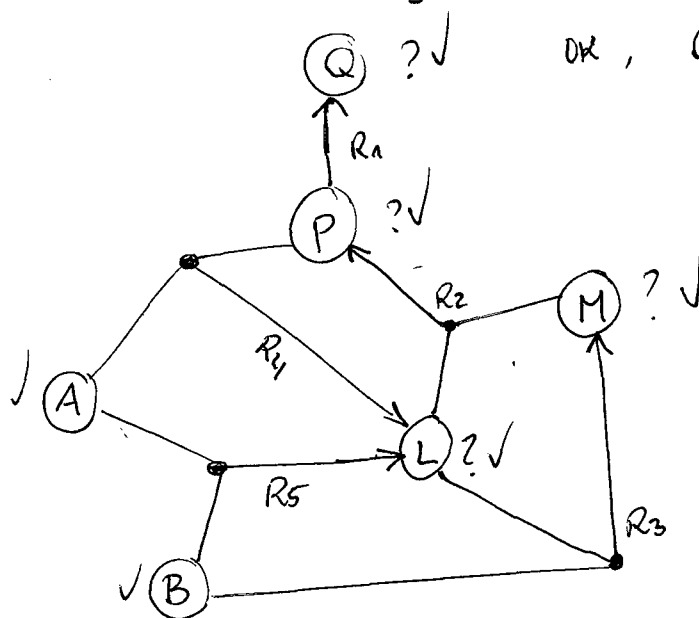
$$\checkmark R_4: (A \wedge P) \Rightarrow L$$

$$\checkmark R_5: (A \wedge B) \Rightarrow L$$



Colección: A, B, [L, M, P, Q]

RAZONAMIENTO ENCADENADO HACIA ATRÁS [DIRIGIDO POR LA META]



OK, Q es cons. lógica de Δ_{HORN}

