
Paradigmas de Programación

Taller de Ejercicios¹

PROGRAMACIÓN LÓGICA

Francisco José Correa Zabala

Octubre 2010

¹Este taller es copia autorizada de uno elaborado por María Alpuente y María José Ramírez de la Universidad Politécnica de Valencia, España

UNIFICACIÓN

1. *Un unificador es:*

- ☐ A el teorema que justifica la ejecución de un lenguaje relacional y/o funcional.
- ☐ B una sustitución que hace iguales un conjunto de expresiones.
- ☐ C una sustitución que hace que dos términos sean básicos.
- ☐ D un operador definido sobre las ecuaciones del cálculo de predicados de primer orden.

2. *Indicar cuál es el mgu del siguiente conjunto de expresiones:*

$$\{p(f(Y), W, g(Z)), p(V, U, V)\}$$

- ☐ A $\{f(Y)/V, U/W, g(Z)/V\}$.
- ☐ B $\{V/f(Y), W/U, V/g(Z)\}$.
- ☐ C $\{V/f(Y), W/U, V/g(Z), f(Y)/g(Z)\}$.
- ☐ D no existe.

3. *Indicar cuál de las siguientes sustituciones corresponde a la composición de las dos sustituciones:*

$$\begin{aligned}\sigma &= \{X/f(Y), Y/Z\} \\ \theta &= \{Z/Y, X/a, Y/b\}\end{aligned}$$

- ☐ A $\sigma\theta = \{X/f(b), Z/Y\}$.
- ☐ B $\sigma\theta = \{X/f(b)\}$.
- ☐ C $\sigma\theta = \{X/a, Y/b, Z/Y\}$.
- ☐ D $\sigma\theta = \{X/f(Z)\}$.

4. *Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:*

- ☐ A $\{Y/f(X)\}$ es más general que $\{Y/f(a), X/a\}$.
- ☐ B $\{Y/f(X)\}$ es más general que $\{Y/f(a)\}$.
- ☐ C $\{Y/f(X)\}$ es más general que $\{Y/f(f(Z)), X/f(Z)\}$.
- ☐ D $\{\}$ es más general que $\{Y/f(a)\}$.

5. Indicar cuál de las siguientes sustituciones no es un unificador de $p(X, f(a))$ y $p(Y, Y)$:

- ☐ A $\{Y/f(a), X/f(a)\}$.
- ☐ B $\{X/f(a), Y/f(a)\}$.
- ☐ C $\{X/f(Z), Y/f(a), Z/a\}$.
- ☐ D $\{X/f(Z), Y/f(a)\}\{Z/a\}$.

6. Indicar cuál de las siguientes sustituciones es el mgu de los términos $\text{append}([b], [c, d], L)$ y $\text{append}([X|X_s], Y_s, [X|Z_s])$:

- ☐ A $\{X/[b], Y_s/[c, d], X_s/[], Z_s/[], L/[b]\}$.
- ☐ B $\{X/b, Y_s/[c, d], X_s/[], L/[b|Z_s]\}$.
- ☐ C $\{X/b, Y_s/[c, d], X_s/[], Z_s/[], L/[b|Z_s]\}$.
- ☐ D no existe ningún unificador porque $[b]$ y $[X|X_s]$ no unifican.

7. Indicar cuál de las siguientes sustituciones no es un unificador de $p(g(b), Z)$ y $p(Y, f(Y))$:

- ☐ A $\{Y/g(b), Z/f(g(b))\}$.
- ☐ B $\{Y/g(b), Z/f(Y)\}$.
- ☐ C $\{Y/g(b), Z/f(X)\}\{X/g(b)\}$.
- ☐ D $\{Y/X, Z/f(X)\}\{X/g(b)\}$.

8. Indicar el resultado de la composición de las siguientes sustituciones:
 $\theta = \{Z/W, W/g(a)\}$ $\sigma = \{W/h(b)\}$:

- ☐ A $\theta\sigma = \{Z/g(a), W/g(a)\}$.
- ☐ B $\theta\sigma = \{W/h(b)\}$.
- ☐ C $\theta\sigma = \{Z/h(b), W/g(a)\}$.
- ☐ D $\theta\sigma = \{Z/W, W/g(a)\}$.

9. Indicar cuál de las siguientes sustituciones es un mgu (unificador más general) del par de términos $h(f(X), g(a, Y))$ y $h(f(f(Z)), g(a, X))$:

- ☐ A $\{Y/X, X/f(Z)\}$.
- ☐ B $\{X/f(a), Y/f(a), Z/a\}$.
- ☐ C $\{X/f(Z), Y/f(Z)\}$.
- ☐ D ninguna de las anteriores.

10. Indicar cuál de las siguientes acciones debe realizarse, de acuerdo con el algoritmo de unificación, cuando la ecuación seleccionada es de la forma: $f(s_1, \dots, s_n) = f(t_1, \dots, t_n)$

- ☐ A parar con fallo.
- ☐ B eliminar la ecuación y continuar con el cálculo.
- ☐ C reemplazar por la ecuación $f(t_1, \dots, t_n) = f(s_1, \dots, s_n)$ y continuar con el cálculo.
- ☐ D reemplazar por las ecuaciones $\{s_1 = t_1, \dots, s_n = t_n\}$ y continuar con el cálculo.

11. Indicar cuál es la instancia de la expresión $E \equiv p(X, Y, f(W))$ por la sustitución $\{X/Y, Y/X, W/Z, Z/X\}$:

- ☐ A $p(X, X, f(X))$.
- ☐ B $p(Y, X, f(Z))$.
- ☐ C $p(Y, Z, f(Z))$.
- ☐ D $p(X, Y, f(X))$.

12. Obtener el unificador más general de los términos:

$$f(g(X, X), a) \text{ y } f(g(b, Z), Z)$$

- ☐ A $\{X/b, Z/a\}$.
- ☐ B $\{X/b, Z/X\}$.
- ☐ C $\{X/Z, Z/a\}$.
- ☐ D no existe.

13. Indicar cuál de las siguientes sustituciones no es un unificador de los términos $f(g(X, Y), X)$ y $f(Z, a)$:

- ☐ A $\{X/a, Z/g(a, Y), W/g(a, Y)\}$.
- ☐ B $\{Z/g(a, Y), Y/a, X/a\}$.
- ☐ C $\{Z/g(a, Y), X/a\}$.
- ☐ D $\{Z/g(a, h(a)), X/a, Y/h(a)\}$.

14. El algoritmo de unificación:

- ☐ A computa el unificador más general de un conjunto de expresiones, si éste existe.
- ☐ B es un procedimiento para componer sustituciones.
- ☐ C es una descripción operacional de la regla de *SLD-resolución*.
- ☐ D utiliza una estrategia de búsqueda *top_to_bottom* en profundidad.

15. El unificador más general del conjunto de expresiones $\{Z, g(X), g(h(X))\}$ es:

- ☐ A no existe.
- ☐ B $\{Z/g(X), X/h(X)\}$.
- ☐ C $\{Z/g(h(X)), X/h(X)\}$.
- ☐ D ninguna de las anteriores.

16. Dados los términos $t : f(X, g(a, Y))$ y $t' : f(Z, g(X, a))$, indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:

- ☐ A $\{Z/a, Y/a, X/a\}$ es un unificador de t y t' .
- ☐ B $\{Z/a, Y/X\}\{X/a\}$ es un unificador de t y t' .
- ☐ C $\{Z/X, Y/a, X/a\}$ es el *mgu* de t y t' .
- ☐ D $\{Z/X, Y/a\}\{X/a\}$ es el *mgu* de t y t' .

17. Indicar cuál de las siguientes sustituciones no es un unificador de los términos $f(g(a), h(X, Y))$ y $f(Z, h(X, f(Z, X)))$:

- ☐ A $\{X/a, Y/f(g(a), a), Z/g(a)\}$.
- ☐ B $\{Y/f(g(a), X), Z/g(X)\}\{X/a\}$.
- ☐ C $\{X/a, Z/g(a)\}\{Y/f(Z, a)\}$.
- ☐ D $\{X/a, Y/f(Z, a)\}\{Z/g(a)\}$.

Resolución SLD

18. *La resolución es:*

- ☐ A un mecanismo inductivo.
- ☐ B un mecanismo deductivo.
- ☐ C un tipo de deducción.
- ☐ D un algoritmo de unificación.

19. *Indicar cuál de las siguientes sustituciones sería la respuesta computada para el objetivo $\leftarrow p(Z)$, respecto del programa lógico $p(f(Y))$:*

- ☐ A $\{Z/f(a)\}$.
- ☐ B $\{Z/f(Y)\}$.
- ☐ C $\{Z/g(f(Y))\}$.
- ☐ D $\{Z/f(g(Y))\}$.

20. *Qué significa el término SLD-resolución?:*

- ☐ A resolución selectiva con función de alineación para cláusulas definidas.
- ☐ B resolución lineal con función de selección para cláusulas definidas.
- ☐ C resolución lineal con s-factorización simple para cláusulas definidas.
- ☐ D resolución lineal con función de factorización para cláusulas definidas.

21. *Indicar la respuesta computada θ para el siguiente programa lógico:*

$p(Y) \leftarrow q.$

$q \leftarrow r(Y).$

$r(0).$

con el objetivo: $\leftarrow p(X).$

- ☐ A $\theta = \{X/0, Y/0\}$.
- ☐ B $\theta = \{X/Y\}$.
- ☐ C $\theta = \{X/0\}$.
- ☐ D $\theta = \{Y/0\}$.

22. Indicar cuál de los siguientes conjuntos es el conjunto de respuestas computadas para el siguiente programa con el objetivo: $\leftarrow p(X, Y)$:

$$\begin{aligned} p(X, Y) &\leftarrow q(Y), r(X, Y). \\ q(a). \\ q(b). \\ r(X, X) &\leftarrow q(X). \end{aligned}$$

- ☐ A $\{\{X/a, Y/a\}, \{X/a, Y/b\}\}$.
- ☐ B $\{\{X/a, Y/a\}, \{X/b, Y/b\}\}$.
- ☐ C $\{\{X/a, Y/a\}, \{X/b, Y/a\}, \{X/b, Y/b\}\}$.
- ☐ D $\{\{X/a, Y/a\}, \{X/a, Y/b\}, \{X/b, Y/a\}, \{X/b, Y/b\}\}$.

23. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones referentes a un árbol SLD es cierta:

- ☐ A su geometría espacial depende del orden de selección de las cláusulas del programa.
- ☐ B el coste de recorrerlo entero depende de la estrategia de búsqueda adoptada.
- ☐ C el número de ramas infinitas depende de la estrategia de búsqueda adoptada.
- ☐ D su profundidad sólo depende del número de átomos que componen el objetivo raíz.

24. En un árbol de búsqueda asociado a un programa lógico,

- ☐ A los nodos representan hechos y las ramas reglas.
- ☐ B una rama entre dos nodos representa un paso de resolución.
- ☐ C a un mismo nodo puede accederse por distintas ramas.
- ☐ D una rama entre dos nodos representa un paso de unificación.

25. Dado el siguiente programa lógico:

$$P = \{ \begin{array}{l} p(X, Y) \leftarrow q(X), p(X, Y) \\ p(a, a) \leftarrow \\ p(b, b) \leftarrow \\ q(a) \leftarrow \\ q(b) \leftarrow \end{array} \}$$

y el objetivo $G \equiv \leftarrow p(X, Y)$. Completa correctamente G_4 en la siguiente secuencia de objetivos obtenidos por resolución SLD para $P \cup \{G\}$, asumiendo las reglas de búsqueda y de computación de Prolog:

$$\begin{array}{l} G_1 \equiv \leftarrow p(X, Y) \\ G_2 \equiv \leftarrow q(X'), p(X', Y') \\ G_3 \equiv \leftarrow p(a, Y') \\ G_4 \equiv \leftarrow \end{array}$$

- ☐ A $G_4 \equiv \leftarrow$
- ☐ B $G_4 \equiv \leftarrow p(a, a)$
- ☐ C $G_4 \equiv \leftarrow q(a), p(a, Y'')$
- ☐ D $G_4 \equiv \leftarrow q(a), p(a, Y''), p(a, Y')$

26. Una derivación que termina en la cláusula vacía es:

- ☐ A un error de ejecución.
- ☐ B un fallo.
- ☐ C un éxito.
- ☐ D una resolución.

SEMÁNTICA DECLARATIVA: TEORÍA DE MODELOS

27. El Universo de Herbrand para el siguiente programa lógico P :

$$\begin{aligned} & p(X). \\ & p(f(Y)) \leftarrow p(Y). \end{aligned}$$

es el siguiente:

- ☐ A $\{X, f(X), f(f(X)), \dots, f^n(X)\}.$
- ☐ B $\{X, Y, f(Y), f(f(Y)), \dots, f^n(Y)\}.$
- ☐ C $\{X, Y, f(X), f(Y), f(f(X)), f(f(Y)), \dots, f^n(X), f^n(Y)\}.$
- ☐ D $\{a, f(a), f(f(a)), \dots, f^n(a)\}.$

28. Dado el siguiente programa lógico P :

$$\begin{aligned} & p(f(X)) \leftarrow p(X). \\ & q(0). \end{aligned}$$

indicar cuál de los siguientes conjuntos representa el modelo mínimo de Herbrand de P :

- ☐ A $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0))\}.$
- ☐ B $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0)), q(0)\}.$
- ☐ C $\{q(0)\}.$
- ☐ D $\{p(f(0)), \dots, p(f^n(0)), q(0)\}.$

29. Indicar cuál de los siguientes conjuntos es el Universo de Herbrand de las cláusulas:

$$\begin{aligned} & p(X) \leftarrow q(f(X), g(X)). \\ & r(Y). \end{aligned}$$

- ☐ A $\{X, f(X), g(X), f(f(X)), g(g(X)), f(g(X)), g(f(X)), \dots\}.$
- ☐ B $\{a, r(a), q(a, a), p(a), p(f(a)), p(g(a)), q(a, f(a)), q(f(a), a), \dots\}.$
- ☐ C $\{a, f(a), g(a), f(f(a)), g(g(a)), f(g(a)), g(f(a)), \dots\}.$
- ☐ D $\{r(Y)\}.$

30. Indica cuál de los siguientes conjuntos representa la Base de Herbrand del programa lógico:

$$\begin{aligned} p(Y) &\leftarrow q(X) \\ q(a) &\leftarrow \\ r(b) &\leftarrow \end{aligned}$$

- ☐ A $\{q(a), q(b), r(a), r(b), p(a), p(b)\}$
- ☐ B $\{q(a), r(b), p(a), p(b)\}$
- ☐ C $\{r(b), q(a), p(Y)\}$
- ☐ D $\{r(b), q(a), p(a)\}$

31. Dada la interpretación de Herbrand $\mathcal{I} = \{q\}$, indicar de cuál de los siguientes programas P no es modelo \mathcal{I} :

- ☐ A $P = \{q \leftarrow .\}$.
- ☐ B $P = \{p \leftarrow r.\}$.
- ☐ C $P = \{p \leftarrow q.\}$.
- ☐ D $P = \{q \leftarrow q.\}$.

32. Indicar cuál de los siguientes conjuntos de fórmulas representa el significado del siguiente programa lógico:

$$\begin{aligned} p(Y) &\leftarrow q. \\ q &\leftarrow r(Y). \\ r(f(0)). \end{aligned}$$

- ☐ A $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0)), q, r(f(0))\}$.
- ☐ B $\{p(Y), q, r(f(0))\}$.
- ☐ C $\{p(f(0)), q, r(f(0))\}$.
- ☐ D $\{q(f(0))\}$.

33. Indica cuál de los siguientes conjuntos es el modelo mínimo de Herbrand del programa lógico:

$$\begin{aligned} \text{par}(\text{s}(\text{X})) &\leftarrow \text{impar}(\text{X}) \\ \text{impar}(\text{s}(\text{X})) &\leftarrow \text{par}(\text{X}) \\ \text{par}(0) &\leftarrow \end{aligned}$$

- ☐ A $\{\text{par}(0), \text{par}(\text{s}(\text{s}(0))), \dots, \text{impar}(\text{s}(0)), \text{impar}(\text{s}(\text{s}(\text{s}(0))))\dots\}$
- ☐ B $\{\text{X}, \text{s}(\text{X}), \text{par}(\text{X}), \text{impar}(\text{s}(\text{X}))\}$
- ☐ C $\{\text{par}(0), \text{impar}(\text{s}(0))\}$
- ☐ D $\{\text{par}(0)\}$

34. Indicar cuál de los siguientes conjuntos no es modelo del programa lógico:

$$P = \{ \begin{aligned} &p(X) \leftarrow q(X), r(Y). \\ &q(a). \\ &r(f(X)) \leftarrow p(X). \end{aligned} \}$$

- ☐ A $\{q(a)\}.$
- ☐ B $\{q(a), p(a), r(a)\}.$
- ☐ C $\{q(a), p(a), p(f(a)), \dots, p(f^n(a)), r(f(a)), \dots, r(f^n(a))\}.$
- ☐ D $\{q(a), p(a), r(f(a)), \dots, r(f^n(a))\}.$

35. Indicar cuál de las siguientes interpretaciones no es un modelo de Herbrand para el siguiente programa lógico P :

$$\begin{aligned} &p(X, b). \\ &q(a). \end{aligned}$$

- ☐ A $\{q(a), p(a, a), p(a, b), p(b, a), p(b, b)\}.$
- ☐ B $\{q(a), p(X, b)\}.$
- ☐ C $\{q(a), q(b), p(a, b), p(b, b)\}.$
- ☐ D $\{q(a), p(a, b), p(b, b)\}.$

36. Indica cuál de las siguientes interpretaciones no es modelo del programa lógico:

$$\begin{aligned} p(X) &\leftarrow q(X) \\ q(a) &\leftarrow \\ r(b) &\leftarrow \end{aligned}$$

- A $\{q(b), r(b), p(a), p(b)\}$
- B $\{q(a), q(b), r(a), r(b), p(a), p(b)\}$
- C $\{q(a), r(b), p(a), p(b)\}$
- D $\{q(a), r(b), p(a)\}$

37. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**?:

- A el modelo mínimo de Herbrand de un programa lógico de cláusulas definidas se puede obtener como la intersección de todos sus modelos de Herbrand.
- B el Universo de Herbrand para un programa lógico está formado por todos los términos básicos que se pueden formar con las constantes y funciones del lenguaje.
- C una interpretación de Herbrand para un programa lógico es un subconjunto de la Base de Herbrand que contiene aquellos elementos de la base que hacen ciertas las cláusulas del programa.
- D una interpretación de Herbrand para un programa lógico es un subconjunto de la Base de Herbrand formado por aquellos átomos que son ciertos según esa interpretación.

SEMÁNTICA DECLARATIVA: TEORÍA DEL PUNTO FIJO

38. Indicar cuál de los siguientes conjuntos representa el menor punto fijo del operador T_P de consecuencias lógicas para el siguiente programa lógico P :

$$\begin{array}{l} p(f(X)) \leftarrow p(X). \\ q(0). \end{array}$$

- ☐ A $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0))\}$.
- ☐ B $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0)), q(0)\}$.
- ☐ C $\{q(0)\}$.
- ☐ D $\{p(f(0)), \dots, p(f^n(0)), q(0)\}$.

39. Indicar cuál de los siguientes conjuntos representa el mínimo punto fijo del operador T_P de consecuencias inmediatas para el siguiente programa lógico P :

$$\begin{array}{l} p(X) \leftarrow p(f(X)). \\ p(f(0)). \end{array}$$

- ☐ A $\{p(0), p(f(0)), \dots, p(f^n(0))\}$.
- ☐ B $\{p(f(0)), \dots, p(f^n(0))\}$.
- ☐ C $\{p(f(0))\}$.
- ☐ D $\{p(f(0)), p(0)\}$.

40. Indicar cuál de los siguientes conjuntos representa el mínimo punto fijo del operador T_P de consecuencias inmediatas para el siguiente programa lógico P :

$$\begin{array}{l} p(X) \leftarrow q(f(X)). \\ p(0). \\ q(0). \\ q(f(f(0))). \end{array}$$

- ☐ A $\{p(0), p(f(f(0))), q(0), q(f(f(0)))\}$.
- ☐ B $\{p(0), p(f(0)), q(0), q(f(f(0)))\}$.
- ☐ C $\{q(f(f(0)))\}$.
- ☐ D $\{p(0), q(0)\}$.

41. Indicar cuál de las siguientes interpretaciones representa el menor punto fijo del operador T_P de consecuencias lógicas inmediatas para el siguiente programa lógico P :

$$P = \{ \begin{array}{l} p(X) \leftarrow p(f(X)). \\ p(f(X)). \end{array} \}$$

- ☐ A $\{p(a), p(f(a)), \dots, p(f^n(a))\}.$
- ☐ B $\{p(f(a)), \dots, p(f^n(a))\}.$
- ☐ C $\{p(X), p(f(X))\}.$
- ☐ D $\{p(f(a))\}.$

42. Indica cuál de los siguientes conjuntos representa la semántica de punto fijo del programa lógico:

$$\begin{array}{l} \text{par}(0) \\ \text{par}(s(X)) \leftarrow \text{impar}(X) \end{array}$$

- ☐ A $\{\text{par}(0)\}$
- ☐ B $\{\text{par}(0), \text{impar}(s(0))\}$
- ☐ C $\{\text{par}(0), \text{par}(s(s(0))), \dots, \text{impar}(s(0)), \text{impar}(s(s(s(0))))\dots\}$
- ☐ D $\{0, s(0), \text{par}(0), \text{impar}(s(0))\}$

PROGRAMACIÓN LÓGICA

43. *El significado declarativo de un programa lógico P es:*

- ☐ A el conjunto de átomos básicos de la Base de Herbrand B_P del programa.
- ☐ B el conjunto de átomos no básicos de la Base de Herbrand B_P del programa.
- ☐ C la unión de todos los modelos de Herbrand del programa.
- ☐ D la intersección de todos los modelos de Herbrand del programa.

44. *Dados los siguientes programas lógicos*

$$P_1 = \{ \quad p(X). \} \quad P_2 = \{ \quad p(X). \\ \quad \quad \quad p(a). \}$$

*indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:*

- ☐ A los programas tienen idéntica semántica por teoría de modelos, i.e. idéntico modelo mínimo de Herbrand: $\mathcal{M}(P_1) = \mathcal{M}(P_2) = \{p(a)\}$.
- ☐ B los programas tienen idéntica semántica operacional: $SS(P_1) = SS(P_2) = \{p(a)\}$.
- ☐ C los programas tienen distinta semántica operacional, ya que: $SS(P_1) = \{p(a)\}$ mientras que $SS(P_2) = \{p(X), p(a)\}$.
- ☐ D aún teniendo la misma semántica (teoría de modelos y operacional) los programas no son equivalentes desde un punto de vista operacional, en el sentido de que, por ejemplo, el objetivo $\leftarrow p(Y)$ computa diferentes respuestas en P_1 que en P_2 .

45. *Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:*

- ☐ A la Base de Herbrand de un programa lógico P es el modelo mínimo de Herbrand M_P .
- ☐ B el modelo mínimo de Herbrand de un programa lógico P es la intersección de todos los modelos del programa.
- ☐ C la base de Herbrand es siempre modelo del programa.
- ☐ D en un enfoque declarativo, el significado de un programa lógico P es el conjunto de átomos básicos que son consecuencia lógica de P .

46. El significado operacional de un programa lógico P es:

- ☐ A $\{A \in B_P \mid P \cup \{\leftarrow A\} \rightarrow_{SLD}^* \square\}$.
- ☐ B $\{A \in B_P \mid P \rightarrow_{SLD}^* \{\leftarrow A\}\}$.
- ☐ C $\{A \in B_P \mid P \models A \leftrightarrow P \vdash A\}$.
- ☐ D $\{A \in B_P \mid P \rightarrow_{SLD}^* A\}$.

47. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:

- ☐ A el algoritmo de unificación no siempre termina. Cuando termina, produce un *mgu* de las expresiones a unificar.
- ☐ B el algoritmo de unificación termina con fallo o produce un *mgu* de las expresiones a unificar.
- ☐ C el operador de consecuencias inmediatas T_P es continuo sobre el retículo $(2^{B_P}, \subseteq)$ (conjunto potencia de la base de Herbrand B_P con el orden estándar \subseteq de inclusión entre conjuntos).
- ☐ D el algoritmo de unificación es indeterminista; el *mgu* que computa es único, salvo renombre de las variables.

48. Sea M_P el modelo de Herbrand mínimo de un programa lógico P y sea T_P el operador de consecuencias inmediatas asociado. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**:

- ☐ A M_P es el menor punto fijo de T_P .
- ☐ B $M_P = T_P \uparrow \omega$.
- ☐ C M_P es el conjunto de éxitos básicos de P (conjunto de átomos (sin variables) $A \in B_P$ tales que $P \cup \{\leftarrow A\}$ tiene una SLD-refutación).
- ☐ D M_P es el mínimo conjunto que contiene todas las consecuencias lógicas (básicas o no) de P .

49. Sea P un programa lógico y A un átomo básico. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones no es equivalente al resto:

- ☐ A A está en el conjunto de éxitos de P .
- ☐ B $A \in T_P \uparrow \omega$.
- ☐ C $P \models \neg A$.
- ☐ D cualquier árbol SLD de derivación para el programa P que tenga $(\leftarrow A)$ como raíz contiene necesariamente una hoja etiquetada con la cláusula vacía.

50. Indicar cuál de las siguientes interpretaciones representa el conjunto de éxitos del siguiente programa lógico P :

$$P = \{ \begin{array}{l} p(X) \leftarrow p(f(X)). \\ p(f(X)). \end{array} \}$$

- ☐ A $\{p(a), p(f(a)), \dots, p(f^n(a))\}.$
- ☐ B $\{p(f(a)), \dots, p(f^n(a))\}.$
- ☐ C $\{p(X), p(f(X))\}.$
- ☐ D $\{p(f(a))\}.$

51. Indicar cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**, de acuerdo con la interpretación procedural de la programación lógica:

- ☐ A cada cláusula de programa se interpreta como una definición de procedimiento.
- ☐ B cada átomo en un objetivo se interpreta como la llamada a un subprograma.
- ☐ C cada átomo en el cuerpo de una cláusula se interpreta como la llamada a una rutina externa.
- ☐ D el procedimiento de unificación puede verse como un mecanismo de pase de parámetros.

52. La semántica operacional (conjunto de éxitos) de un programa lógico:

- ☐ A depende de la regla de computación escogida.
- ☐ B depende del orden de las cláusulas en el programa
- ☐ C depende del objetivo a resolver, puesto que la semántica del programa es el conjunto de las respuestas computadas para un objetivo dado.
- ☐ D es independiente de la regla de computación y del orden de las cláusulas en el programa.