

Programación Lógica

- PROLOG
 - Lenguaje de programación basado en lógica
 - Elementos fundamentales
 - Mecanismo de ejecución
 - Práctica en Prolog
- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
 - Lógica de 1er orden
 - Forma clausal
 - Deducción automática
 - SAT

SWI Prolog

- Intérprete Prolog libre
- Funciona en:
 - Linux,
 - Windows,
 - Mac OS
- Hay otros (ej., Sicstus, es pago)
- Usaremos swi, instalarlo (muy simple)

Prolog

- Introducción
- Hechos, reglas y consultas
- Sintáxis Prolog

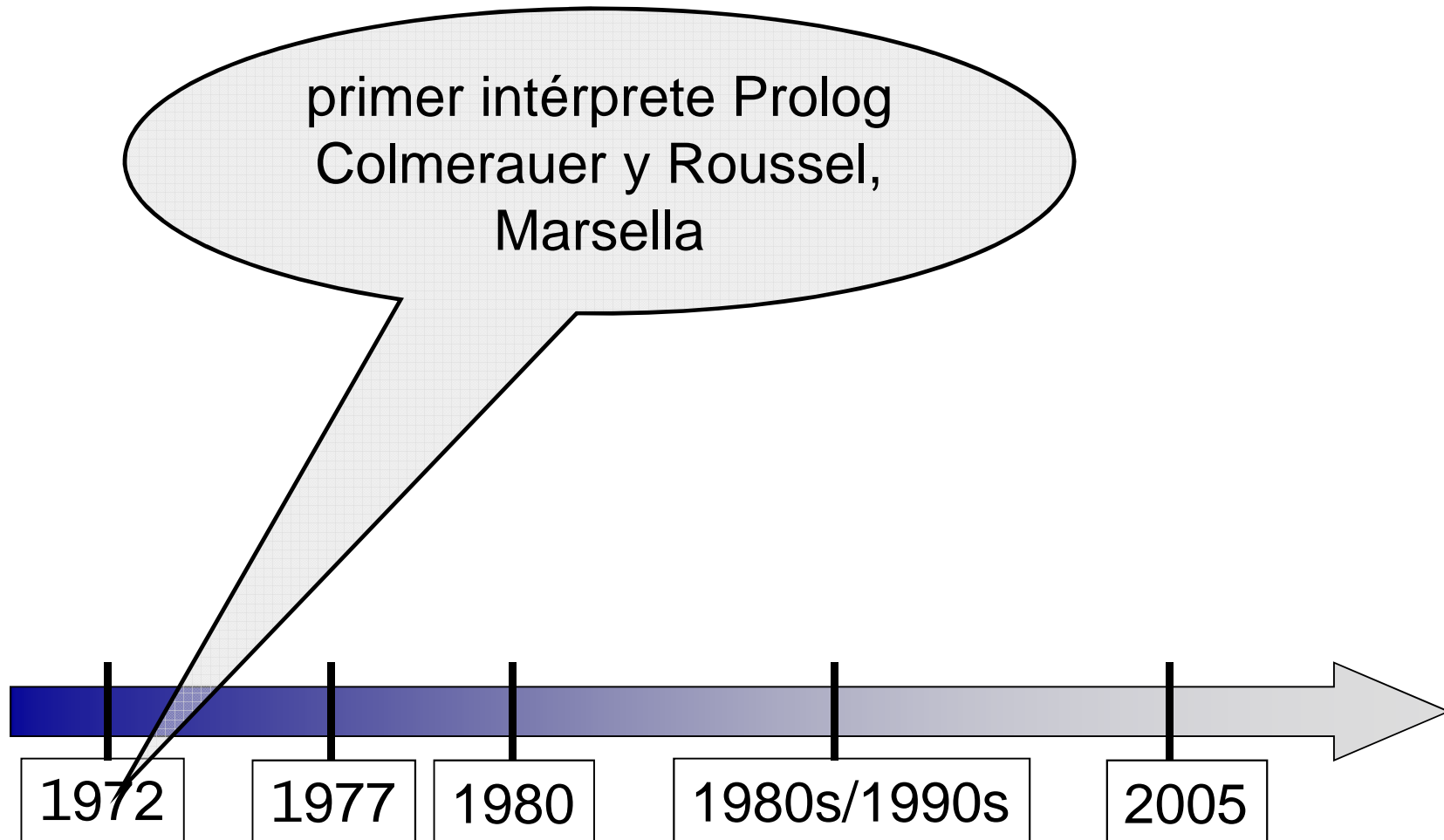
Objetivos

- Ejemplos simples de programas Prolog
- Discusión de las 3 construcciones básicas de Prolog:
 - Hechos
 - Reglas
 - Consultas
- Introducción de otros conceptos:
 - Variables lógicas
 - Unificación

Prolog

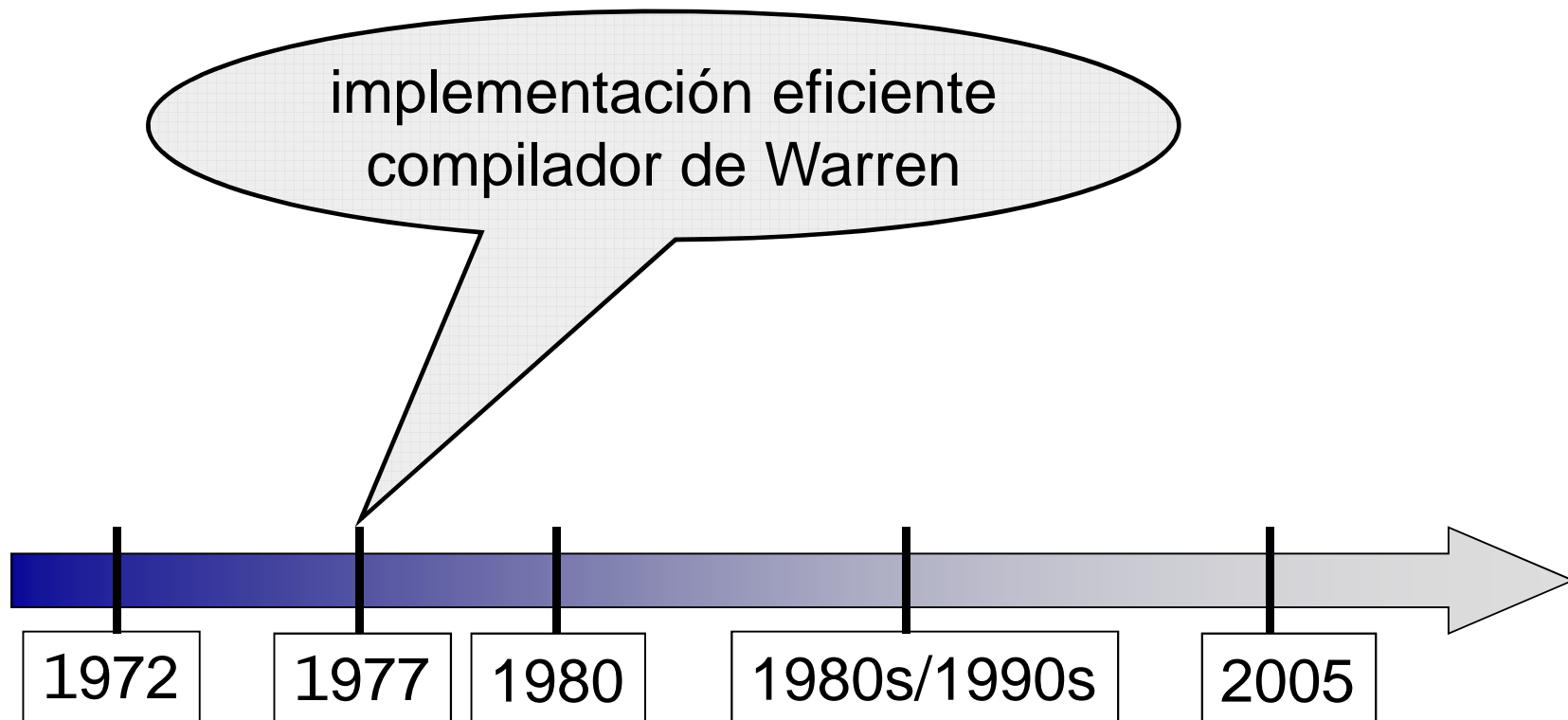
- Lenguaje declarativo
 - Lenguaje procedural: se especifican instrucciones para llegar a una solución de un problema
 - Lenguaje declarativo: se especifica el problema, se obtienen soluciones ejecutando un mecanismo deductivo general
- Puede haber costos en eficiencia
- Adecuado para prototipado

Historia de Prolog



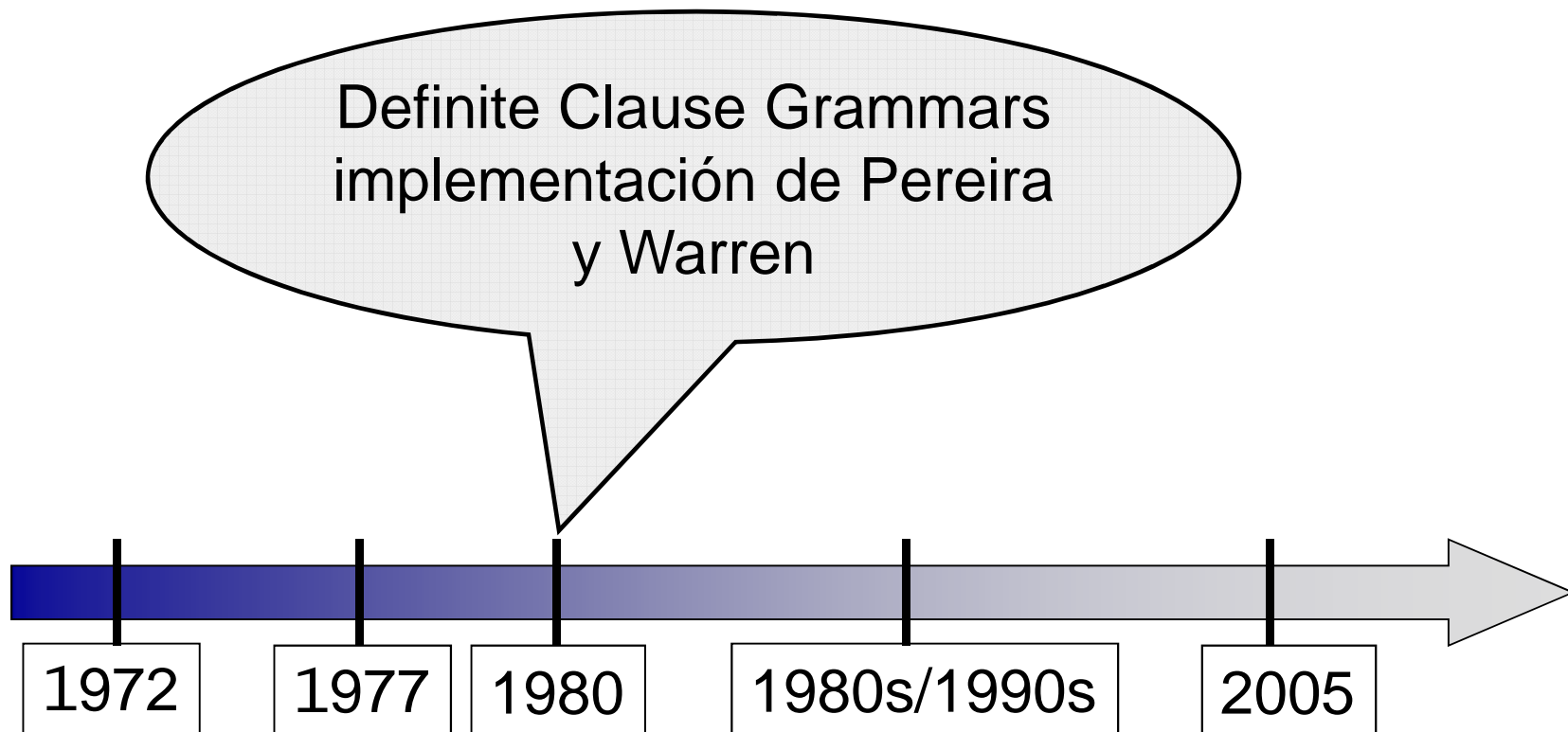
Historia de Prolog

Programación Lógica, InCo - Adaptado de LPN, Bos at al.

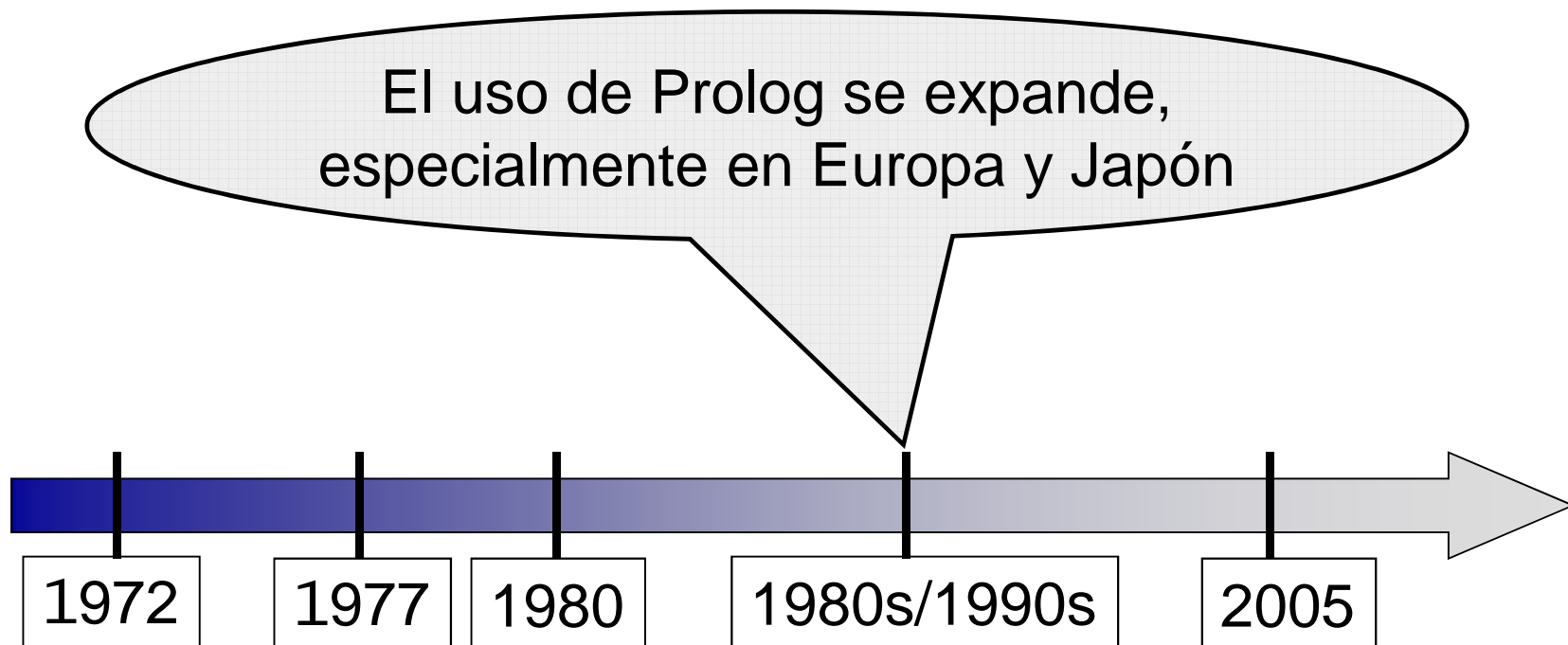


Historia de Prolog

Programación Lógica, InCo - Adaptado de LPN, Bos at al.

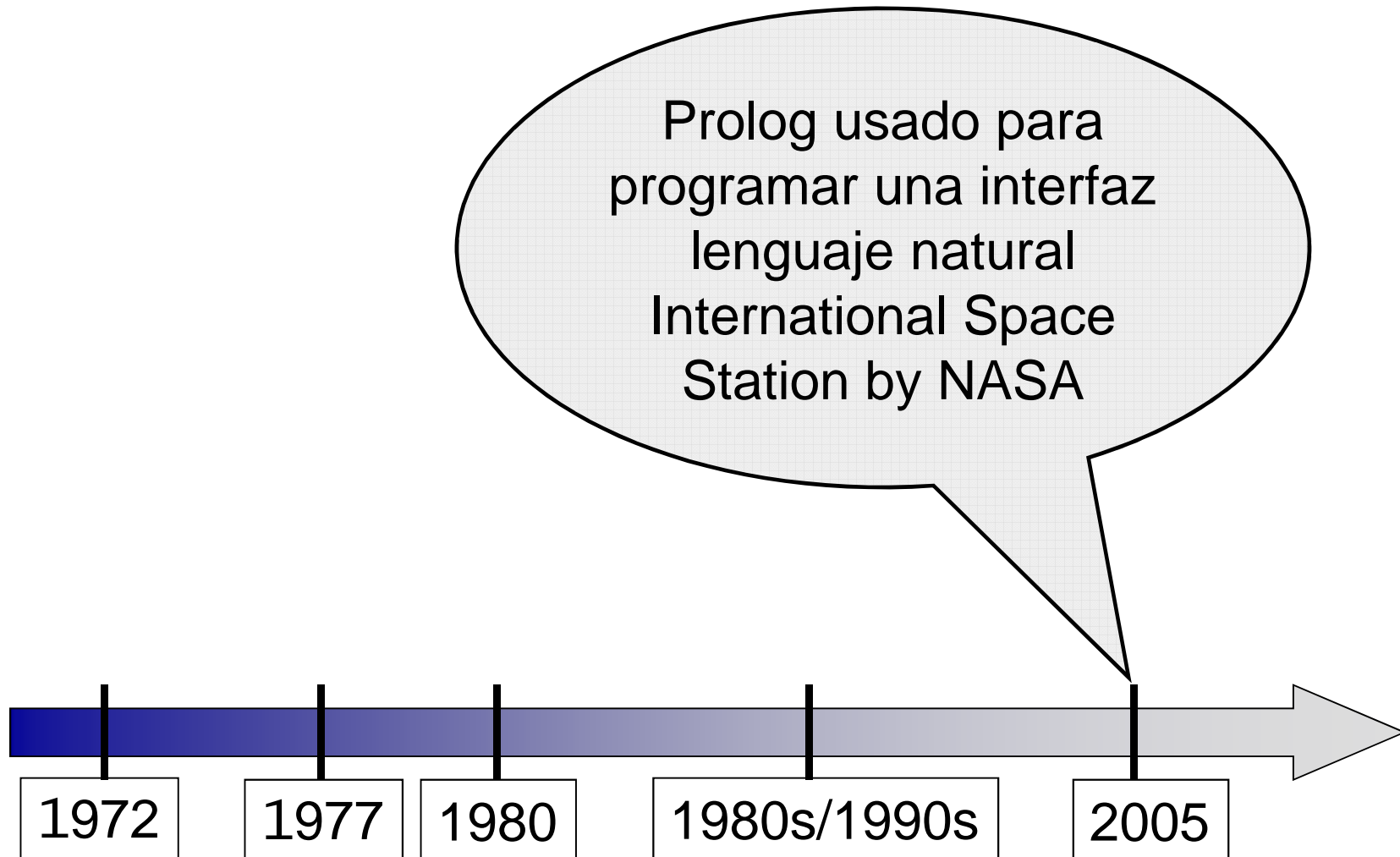


Historia de Prolog



Historia de Prolog

Programación Lógica, InCo - Adaptado de LPN, Bos at al.



Idea básica de Prolog

- Describir una situación de interés
- Realizar una pregunta
- Prolog deduce nuevos hechos acerca de la situación descrita
- Prolog nos devuelve sus deducciones como respuestas

Consecuencias

- Pensar declarativamente, no proceduralmente
 - Es un desafío
 - Implica un modo distinto de enfocar problemas
- Lenguaje de alto nivel
 - Hay más eficientes
 - Bueno para prototipar rápidamente
 - Útil en muchas aplicaciones de Inteligencia Artificial

Base de Conocimientos (BC) 1

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).  
tocaGuitarra(julia).  
fiesta.
```

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?-

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- mujer(mia).

Base de Conocimientos (BC) 1

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).  
tocaGuitarra(julia).  
fiesta.
```

```
?- mujer(mia).  
yes  
?-
```


Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- mujer(mia).
yes
?- tocaGuitarra(julia).

Base de Conocimientos (BC) 1

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).  
tocaGuitarra(julia).  
fiesta.
```

```
?- mujer(mia).  
yes  
?- tocaGuitarra(julia).  
yes  
?-
```

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- mujer(mia).
yes
?- tocaGuitarra(julia).
yes
?-tocaGuitarra(mia).
no

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- tieneTatuajes(julia).

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- tieneTatuajes(julia).
no
?-

Base de Conocimientos (BC) 1

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).  
tocaGuitarra(julia).  
fiesta.
```

```
?- tieneTatuajes(julia)  
ERROR: predicate tieneTatuajes/1 not defined.  
?-
```

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- fiesta.

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- fiesta.
yes
?-

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- conciertoRock.

Base de Conocimientos (BC) 1

mujer(mia).
mujer(julia).
mujer(yolanda).
tocaGuitarra(julia).
fiesta.

?- conciertoRock.
no
?-

BC 2

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

BC 2

feliz(yolanda).

hecho

escuchaMusica(mia).

escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).

tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).

tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).

BC 2

The diagram shows a list of Prolog facts and rules. Two blue speech bubbles with the word 'hecho' (meaning 'fact' or 'true') point to the first two lines of the code. The first bubble points to 'feliz(yolanda).', and the second bubble points to 'escuchaMusica(mia).'. The code is as follows:

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

BC 2

feliz(yolanda).

hecho

escuchaMusica(mia).

hecho

escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).

regla

tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).

tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).

BC 2

feliz(yolanda).

hecho

escuchaMusica(mia).

hecho

escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).

regla

tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).

regla

tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).

BC 2

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

cabeza

cuerpo

BC 2

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

?-

BC 2

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

```
?- tocaGuitarra(mia).  
yes  
?-
```

BC 2

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

```
?- tocaGuitarra(mia).  
yes  
?- tocaGuitarra(yolanda).  
yes
```

Cláusulas

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

*Hay 5 cláusulas en la Base de Conocimientos:
2 hechos y 3 reglas.*

El fin de una cláusula se marca con un punto.

Predicados

```
feliz(yolanda).  
escuchaMusica(mia).  
escuchaMusica(yolanda):- feliz(yolanda).  
tocaGuitarra(mia):- escuchaMusica(mia).  
tocaGuitarra(yolanda):- escuchaMusica(yolanda).
```

*Hay 3 predicados
en la Base de Conocimientos:
feliz, escuchaMusica, y tocaGuitarra*

BC 3

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan).  
tocaGuitarra(juan):- escuchaMusica(juan).
```

Conjunción

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan).  
tocaGuitarra(juan):- escuchaMusica(juan).
```

La coma "," expresa la conjunción en Prolog

BC 3

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan).  
tocaGuitarra(juan):- escuchaMusica(juan).
```

```
?- tocaGuitarra(vicente).  
no  
?-
```


BC 3

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan).  
tocaGuitarra(juan):- escuchaMusica(juan).
```

```
?- tocaGuitarra(juan).  
yes  
?-
```

Disyunción

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan).  
tocaGuitarra(juan):- escuchaMusica(juan).
```

```
feliz(vicente).  
escuchaMusica(juan).  
tocaGuitarra(vicente):- escuchaMusica(vicente), feliz(vicente).  
tocaGuitarra(juan):- feliz(juan); escuchaMusica(juan).
```

Prolog y Lógica

- Prolog tiene algo que ver con la lógica
- Operadores
 - Implicación :-
 - Conjunción $,$
 - Disyunción $;$
- Uso de modus ponens
- Negación

BC 4

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

Variables Prolog

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).
```

Instanciación de Variables

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).  
X=mia
```

Soluciones Alternativas

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).  
X=mia;
```

Soluciones Alternativas

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).  
X=mia;  
X=julia
```


Soluciones Alternativas

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).  
X=mia;  
X=julia;  
X=yolanda
```

Soluciones Alternativas

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- mujer(X).  
X=mia;  
X=julia;  
X=yolanda;  
no
```

BC 4

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- quiere(marcelo,X), mujer(X).
```

BC 4

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- quiere(raul,X), mujer(X).
```

BC 4

```
mujer(mia).  
mujer(julia).  
mujer(yolanda).
```

```
quiere(vicente, mia).  
quiere(marcelo, mia).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
?- quiere(raul,X), mujer(X).  
no  
?-
```

BC 5

```
quiere(vicente,mia).
```

```
quiere(mia,marcelo).
```

```
quiere(ana,raul).
```

```
quiere(raul,ana).
```

```
celoso(X,Y):- quiere(X,Z), quiere(Z,Y).
```

BC 5

```
quiere(vicente,mia).  
quiere(mia,marcelo).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
celoso(X,Y):- quiere(X,Z), quiere(Z,Y).
```

```
?- celoso(vicente,W).
```

BC 5

```
quiere(vicente,mia).  
quiere(mia,marcelo).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
celoso(X,Y):- quiere(X,Z), quiere(Z,Y).
```

```
?- celoso(vicente,W).  
W=marcelo  
?-
```


BC 5

```
quiere(vicente,mia).  
quiere(mia,marcelo).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
celoso(X,Y):- quiere(X,Z), quiere(Z,Y).
```

```
?- celoso(vicente,W).  
W=marcelo  
?- celoso(vicente,X).
```

BC 5

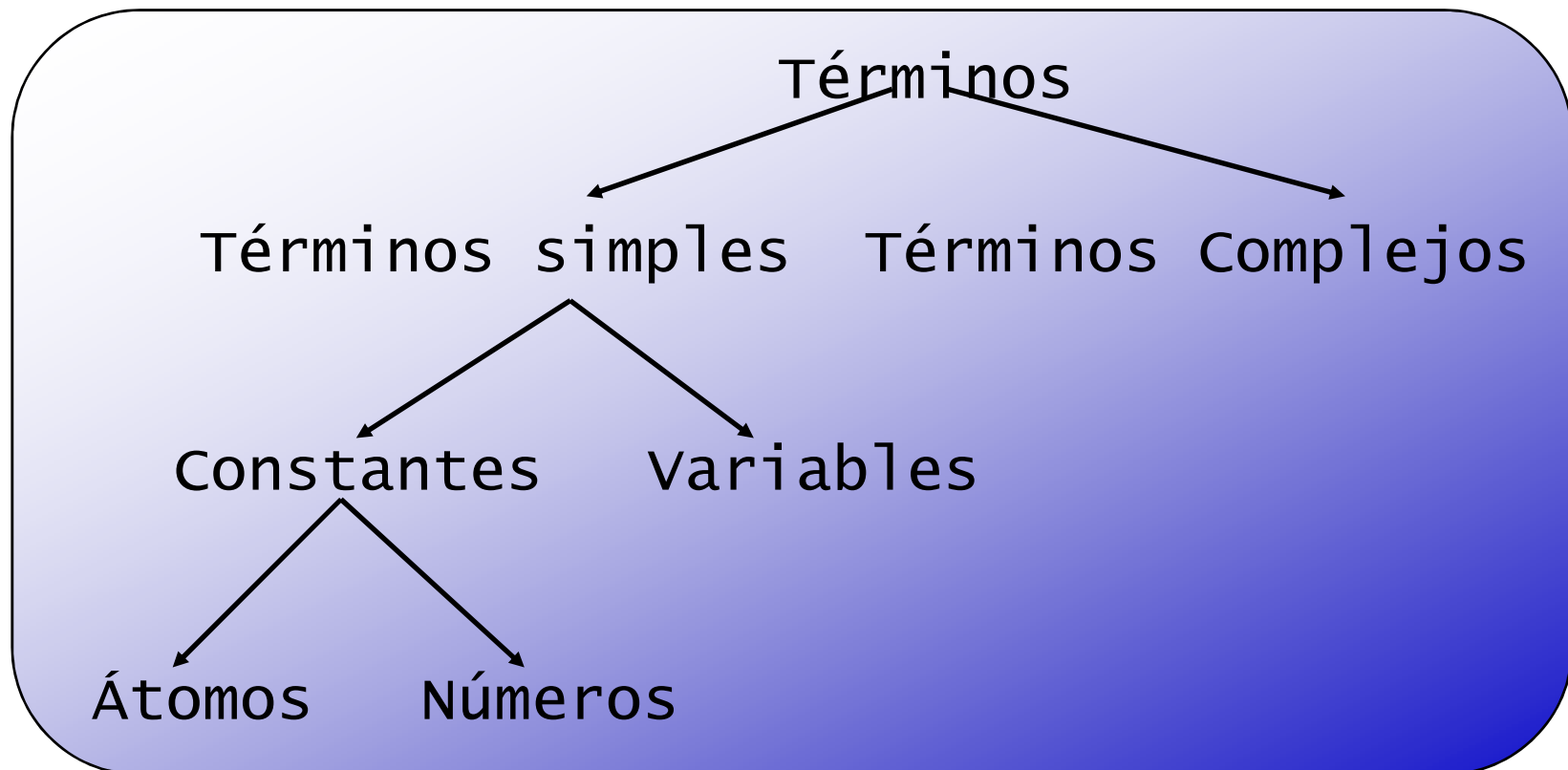
```
quiere(vicente,mia).  
quiere(mia,marcelo).  
quiere(ana,raul).  
quiere(raul,ana).
```

```
celoso(X,Y):- quiere(X,Z), quiere(Z,Y).
```

```
?- celoso(vicente,W).  
W=marcelo  
?- celoso(vicente,X).  
X=marcelo
```

Sintaxis Prolog

- Cómo se construyen exactamente los hechos, reglas y consultas?



Átomos

- Una secuencia de caracteres que pueden ser letras minúsculas, mayúsculas, dígitos, o *underscore*, comenzando con una letra minúscula
 - *Ejemplos:* **juan, tocaGuitarra**
- Una secuencia arbitraria de caracteres encerrada entre comillas simples
 - *Ejemplos:* **'Vicente', 'Mi perro se llama Fido', '@\$%'**
- Una secuencia de caracteres especiales
 - *Ejemplos:* **: , ; . :-**

Números

- Enteros: 12, -34, 22342
- Punto flotante: 34573.3234

Variables

- Una secuencia de caracteres que pueden ser letras minúsculas, mayúsculas, dígitos, o *underscore*, comenzando con una letra mayúscula o *underscore*
- Ejemplos:

X, Y, Variable, Vicente, _nombre, _

Términos Complejos

- Se construyen por aplicación de un functor a argumentos.
- Los argumentos van entre paréntesis, separados por comas.
- Cada argumento es un término
- El functor es un átomo.

Ejemplos de términos complejos

- Ejemplos ya vistos
 - tocaGuitarra(julia)
 - quiere(vicente, mia)
 - celoso(vicente, W)
- Términos complejos anidados:
 - quiere(X, hijo(hijo(Y)))

Aridad

- La cantidad de argumentos de un término complejo es su aridad
- Ejemplos:

mujer(mia)

aridad 1

quiere(vicente,mia)

aridad 2

hijo(hijo(juan))

aridad 1

Aridad

- En Prolog podemos definir 2 predicados con el mismo functor y distinta aridad
- Prolog los trata como 2 predicados diferentes
- En la documentación se indica la aridad con el sufijo "/" seguido por el número que indica la aridad

Aridad, ejemplos

mujer(mia).

mujer(julia).

mujer(yolanda).

quiere(vicente, mia).

quiere(marcelo, mia).

quiere(ana,raul).

quiere(raul,ana).

- mujer/1
- quiere/2

Resumen

- Ejemplos simples de programas Prolog
- Se introdujeron 3 construcciones básicas de Prolog:
 - hechos
 - reglas
 - consultas
- Se discutieron otros conceptos:
 - el rol de la lógica
 - variables y unificación
- Se definieron elementos de Prolog:
 - términos, átomos y variables

Próxima clase

- Unificación en Prolog
- Estrategia de búsqueda en Prolog