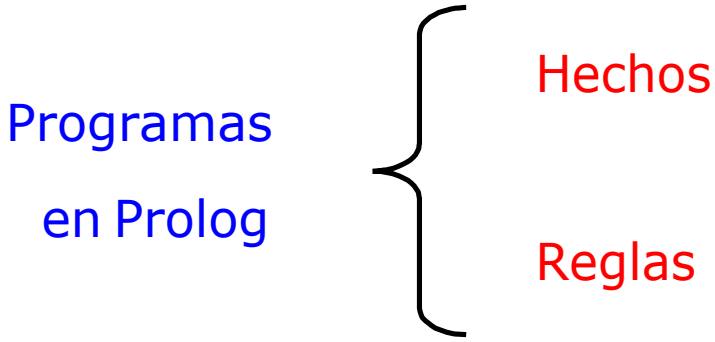
INTRODUCCIÓN A PROLOG

- Lenguaje declarativo (opuesto a procedimentales) basado en reglas de la lógica
- PROLOG = "Programming in Logic"
- Originado en Europa a principios de los 70's por Alain Colmerauer (Universidad de Marsella, Francia)



- La información se extrae por medio de *consultas*

HECHOS

- Proposiciones:
  - "Juan es un programador"
  - "El león es un mamífero"

```
programador(juan).
mamifero(leon).
```

- Nótese que se anota primero el *predicado* y entre paréntesis el sujeto de la proposición

SINTAXIS

- Variables: Mayúsculas.
- Constantes: Minúsculas.
- Cada afirmación debe terminar con un punto.
- No se aceptan constantes con espacios en blanco, en lugar de ello se usa el

guión bajo (_). P. ejem. `primer_ministro`.

- Los comentarios empiezan con el símbolo **%**

RELACIONES

- "Juan es el padre de Miguel"

```
padre(juan, miguel).
```

REGLAS

- Sentencias condicionales
- "Si el león come carne, entonces es carnívoro"

```
carnivoro(leon):- comecarne(leon)
```

CONJUNCIONES

- Emplea el operador lógico AND
- Se utiliza la coma (,)

```
tia(X,Y):-hermana(X,Z),padre(Z,Y).
```

Regla (Condición) AND

DISYUNCIONES

- Emplea el operador lógico OR
- Se utiliza el punto y coma (;)

```
hijo(X,Y):-padre(Y,X);madre(Y,X).
```

Regla (Condición) OR

CONSULTAS

- No es necesario programar el mecanismo de búsqueda
- Utiliza la *resolución* en sus derivaciones (generalización del *modus ponendo ponens* junto con la *unificación*)
- P. ejem.

```
lagarto(iguana).
serpiente(vibora).
mamifero(conejo).
```

Las consultas pueden ser interactivas mediante el indicador de comandos (**?-**):

?- lagarto(iguana).	¿Una iguana es un lagarto? (Termine la expresión con punto)
Yes.	Respuesta de Prolog

?-	Indicador que espera el sig. Comando
?-serpiente(conejo).	¿Un conejo es serpiente?
no.	Respuesta de Prolog

Se pueden usar variables en las consultas:

?- lagarto(X).	Nombre de un lagarto (Note la X mayúscula)
X=iguana	Respuesta de Prolog
Yes	(Oprima ENTER para terminar la consulta o ESPACIO para buscar otra ocurrencia)

Otro ejemplo:

```
pais(usa).
pais(canada).
pais(mexico).
capital(usa,washington).
capital(canada,ottawa).
capital(mexico,cd_mexico).
```

Consultas realizadas:

```
?- pais(mexico).
yes.

?- capital(canada,washington).
no.

?- pais(japon).
no.

?- pais(X).
X=usa
X=canada
X=mexico
yes.
```

?- capital(canada,B).
B=ottawa
yes.

?- capital(R,washington).
R=usa
yes.

BACKTRACKING (RETROCESO)

- Las consultas pueden tener una o varias metas
- Consideremos el sig. ejemplo:

```
compra(X,Y):-sevende(Y),gusta(X,Y),bueno(Y).

   sevende(vestido).
   sevende(sombrero).
   sevende(zapatos).
   gusta(jaime,zapatos).
   gusta(maria,vestido).
   gusta(maria,sombrero).
   bueno(sombrero).
```

- La regla *compra* tiene éxito si todas sus metas tienen éxito.

- Prolog intenta satisfacer las metas de la consulta de izquierda a derecha y para cada meta va probando las cláusulas correspondientes

1er. Intento:

```
compra(Z,vestido):-
sevende(vestido),gusta(Z,vestido),bueno
(vestido).
```

- Busca la cláusula para sustituir Z (de izq. a der.), teniendo a vestido como segundo argumento y encuentra `gusta(maria,vestido)`
- Se tiene ahora:

```
compra(maria,vestido):-
sevende(vestido),gusta(maria,vestido),
bueno(vestido).
```

- La regla fracasa porque no hay regla que satisfaga `bueno(vestido)`

- Esto no significa que `compra(maria,vestido)` haya fracasado, sino que se ha seleccionado una cláusula que no conduce a la solución.
- Por esa razón es necesario aplicar un *retroceso* (*backtracking*).

2o. Intento:

```
compra(Z,sombrero):-
sevende(sombrero),gusta(Z,sombrero),
bueno(sombrero).
```

- Busca la cláusula para sustituir Z (de izq. a der.), teniendo a vestido como segundo argumento y encuentra `gusta(maria,sombrero)`

- Se tiene ahora:

```
compra(maria,sombrero):-
sevende(sombrero),gusta(maria,sombrero,
bueno(sombrero).
```

- La regla tiene éxito porque se hace una prueba satisfactoria a `bueno(sombrero)`

ENTRADA Y SALIDA

- Se usa el comando `write` para desplegar un texto o una variable en la pantalla

```
write('Hola…').
```

```
saludo:- nl, tab(4),write('Hola '),
nl, tab(20), write(X).
```

- Se usa el comando `read` para capturar desde el teclado

```
name:- write('Anote su nombre:'),
  read(Nombre), nl, write('Hola
  '),write(Nombre).
```

- Nótese que la variable `Nombre` inicia con mayúscula.

ESTRUCTURAS

- Se pueden utilizar varios datos a la vez:

```
nacimiento(pedro, fecha(23,ago,1970)).
```

```
?- nacimiento(pedro, X).
X=fecha(23, ago, 1970)
yes.
```

- Consultas de todas las personas nacidas en Agosto:

```
?- nacimiento(X, fecha(Y, ago, Z)).
X=pedro
yes.
```

ARITMÉTICA

- Se usa el predicado `is`

```
?- X is 3+4
X=7
yes.
```

- Uso de operaciones aritméticas en predicados:

```
suma(A, B, C):- C is A + B.
```

```
?- suma(3, 4, 7).
yes.

?- suma(3, 4, X).
X=7
yes.
```

CICLOS

- En Prolog, casi no se usan ciclos, en lugar de ellos se aplica recursividad; sin embargo, se pueden implementar.
- P. ejem. Para imprimir los numeros del 1 al 10 se usa …

```
lista(M, N):- M<N, nl, write(M),
NuevoM is M+1, lista(NuevoM, N).
```

LISTAS

- En Prolog no hay matrices, en su lugar se usan Listas.

```
[maria, javier, juan]
[]    %lista vacía
```

CABEZA Y COLA DE LISTAS

- Si se tiene la lista `[a, b, c, d]`, la `a` es la cabeza y la cola es la lista `[b, c, d]`
- Una lista cuya cabeza es A y cola es B se anota como `[A | B]`
- El predicado

```
primer_elemento(X, [X|_]).
```

tiene éxito si X es el primer elemento de la lista.

IMPRIMIR LOS ELEMENTOS DE UNA LISTA

- Si la lista no está vacía, primero se imprime la cabeza y luego la cola:

```
imprimir( [A | B] ):- write(A),
        imprimir(B).
```

AGREGAR ELEMENTOS A UNA LISTA

- Este predicado tiene tres listas: A, B y C, donde A y B se fusionan en el mismo orden y generan C:

```
agregar([], B, B).
agregar([A | ColaA], B,[A | ColaC]):-
    agregar(ColaA, B, ColaC).
```

LA NEGACIÓN COMO FRACASO

- El predicado `\+` tiene éxito sólo si fracasa su argumento.
- Considere los siguientes hechos:

```
roja(rosa).
verde(hierba).
blanca(margarita).
```

- Suponga la siguiente consulta:

```
?- roja(amapola).
no.
```

- Esto no significa que las amapolas no sean rojas, sino que no hay hechos que lo confirmen. O sea que

```
?- \+roja(amapola).
yes.
```

```
?- \+roja(rosa).
no.
```

CORTES

- Es un predicado que cuando se invoca detiene las inferencias y fija las decisiones tomadas hasta ese momento.
- Impide el retroceso
- Se denota por el símbolo !
- No se puede rehacer ninguna meta que precede al corte
- Sólo se permite el retroceso a las metas ubicadas después del corte

```
melodia(X):- la(X),!, re(X), mi(X).
```

- Una vez que `la(X)` tiene éxito, se hace el corte y esto fija todas las opciones.
- No se puede rehacer `la(X)`
- Cualquier otra meta que tenga el predicado `melodia(X)` se excluirá de las consideraciones posteriores

El predicado assert

- Este predicado toma un argumento que debe ser instanciado a una cláusula.
- Agrega un hecho a la base de conocimiento.

- Tiene dos variantes:
- `asserta(X)` coloca la cláusula instanciada a `X` **antes** de otra cláusula del mismo predicado
- `assertz(X)` coloca la cláusula instanciada a `X` **después** de otra cláusula del mismo predicado

```
?- asserta(hombre(juan)).
yes.

?- hombre(X).
X=juan.
```

EL PREDICADO RETRACT

- Este predicado toma un argumento que debe ser eliminado de una cláusula.
- Elimina un hecho de la base de conocimiento.

```
?- asserta(hombre(juan)).
yes.

?- asserta(hombre(pedro)).
yes.

?- hombre(X).
X=juan;
X=pedro
yes.

?- retract(hombre(juan)).
yes.

?- hombre(X).
X=pedro
yes.
```

ENCONTRAR
EL CAMINO ENTRE VARIOS NODOS

```
% regla 1
path(Node, Node, _, [Node]).

% regla 2
path(Start, Finish, Visited, [Start | Path]) :-
        mov(Start, X),
        not(member(X, Visited)),
        path(X, Finish, [X | Visited], Path).
```

EJERCICIO

- Elabore un programa en Prolog con el espacio de estados que comienza con el número 1 y la función sucesor para el estado *n* devuelve 2 estados, los números *2n* y *2n+1*.
- Dibuje la porción del espacio de estados para los estados del 1 al 15. Supongamos que el estado meta es el 11.
- Programe los predicados con las reglas necesarias para encontrar el orden en que serán visitados los nodos en profundidad y amplitud.