

# Fundamentos de la Web Semántica

## Semántica de RDF



# Semántica de RDF

## Modelo de datos RDF

### Grafo dirigido:

- Nodos: **recursos**
- Arcos: **propiedades** que también son **recursos**.

<<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927>, <http://www.wikidata.org/prop/direct/P27>, <http://www.wikidata.org/entity/Q77> >



“Sabemos” que:

Sujeto (IRI): representa un recurso de información

Predicado (IRI): representa una propiedad del sujeto

Objeto (IRI ó literal): representa el valor que toma la propiedad para el sujeto.

# Semántica de RDF

## Modelo de datos RDF

### Grafo dirigido:

- Nodos: **recursos**
- Arcos: **propiedades** que también son **recursos**.

<<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927>, <http://www.wikidata.org/prop/direct/P27>, <http://www.wikidata.org/entity/Q77>>



**“Sabemos”** que:

Sujeto (IRI): que representa un recurso de información

Predicado (IRI): representa una propiedad del sujeto

Objeto (IRI ó literal): representa el valor que toma la propiedad para el sujeto.

**¿Qué significado tienen las triplas RDF en el mundo real?**

# Semántica de RDF

<<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927>, <http://www.wikidata.org/prop/direct/P27>, <http://www.wikidata.org/entity/Q77>>



¿<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927> es el mismo recurso en la realidad que el sujeto de la siguiente tripla?



<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927> representa a María Ricetto

# Semántica de RDF

Importancia de **definir formalmente** la semántica del lenguaje:

## Evitar ambigüedades

Las herramientas de consulta y cálculo de inferencias sobre grafos RDF van a tener una definición clara de qué criterios aplicar.

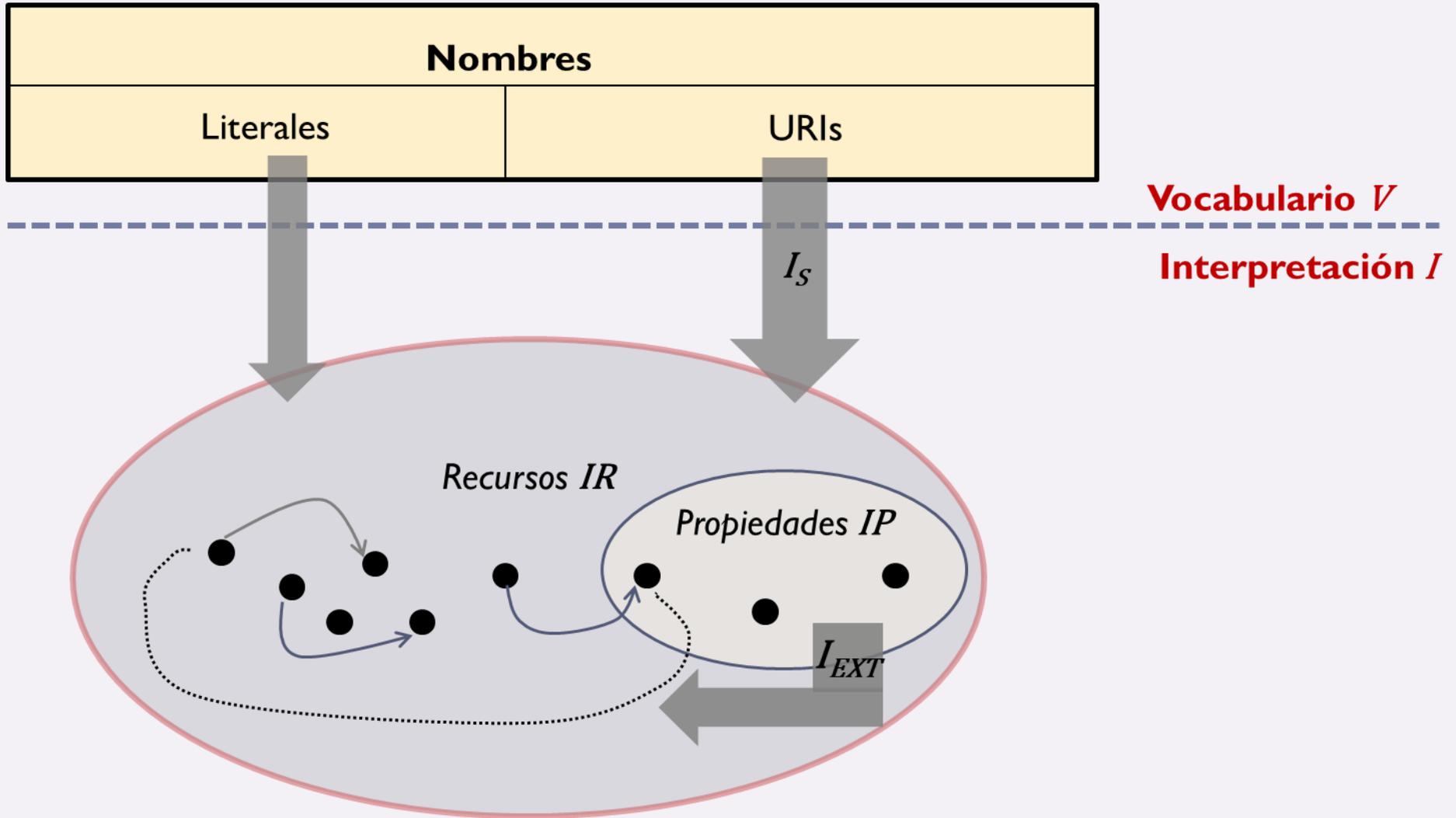
Introducir en forma precisa la intuición con respecto a los grafos RDF.

**Interpretación**

{IRIs, literales} ----- {recursos del mundo real}

**Correspondencia entre los elementos de la sintaxis (IRIs, literales) y el conjunto de recursos del mundo real.**

# Semántica de RDF



# Semántica de RDF

Dado un conjunto de IRI's y literales  $V = \text{Ur} \cup \text{Lit}$ , definimos una **interpretación simple  $I$**  de  $V$  como:

Un conjunto  $\text{IR}$  de **recursos** no vacío, llamado el **dominio de  $I$**

Un conjunto  $\text{IP}$  de **propiedades** en  $I$

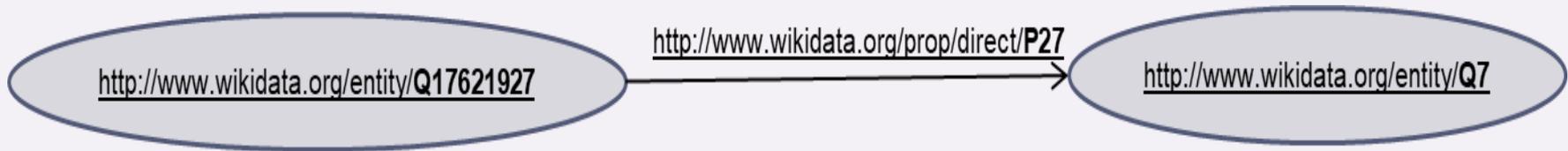
Una función  $I_S : \text{Ur} \rightarrow \text{IR} \cup \text{IP}$

Una función  $I_L : \text{Lit} \rightarrow \text{IR}$

Una función de extensión  $I_{EXT} : \text{IP} \rightarrow \mathcal{P}(\text{IR} \times \text{IR})$

$I_{EXT}$ : extensión de un recurso que representa una **propiedad**.

*Pares de recursos que satisfacen la propiedad, vinculados a través de ella.*



$\langle \text{http://www.wikidata.org/entity/Q17621927}^I, \text{http://www.wikidata.org/entity/Q7}^I \rangle$

$\in I_{EXT}(\text{http://www.wikidata.org/prop/direct/P27}^I)$

# Semántica de RDF (interpretación simple)

$V = Ur \cup Lit$ : conjunto de IRIs y literales

$IR$ : conjunto de recursos no vacío (dominio de  $I$ )

$IP$ : conjunto de propiedades

$I_S : Ur \rightarrow IR \cup IP$

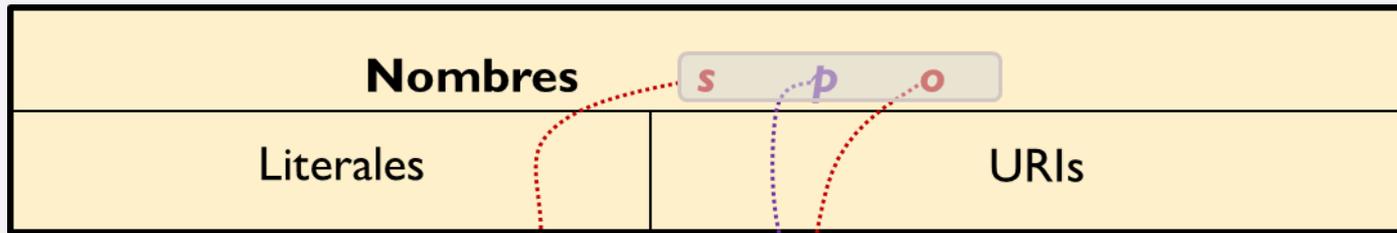
$I_L : Lit \rightarrow IR$

$I_{EXT} : IP \rightarrow \mathcal{P}(IR \times IR)$

Dada una tripla: **<s, p, o>**

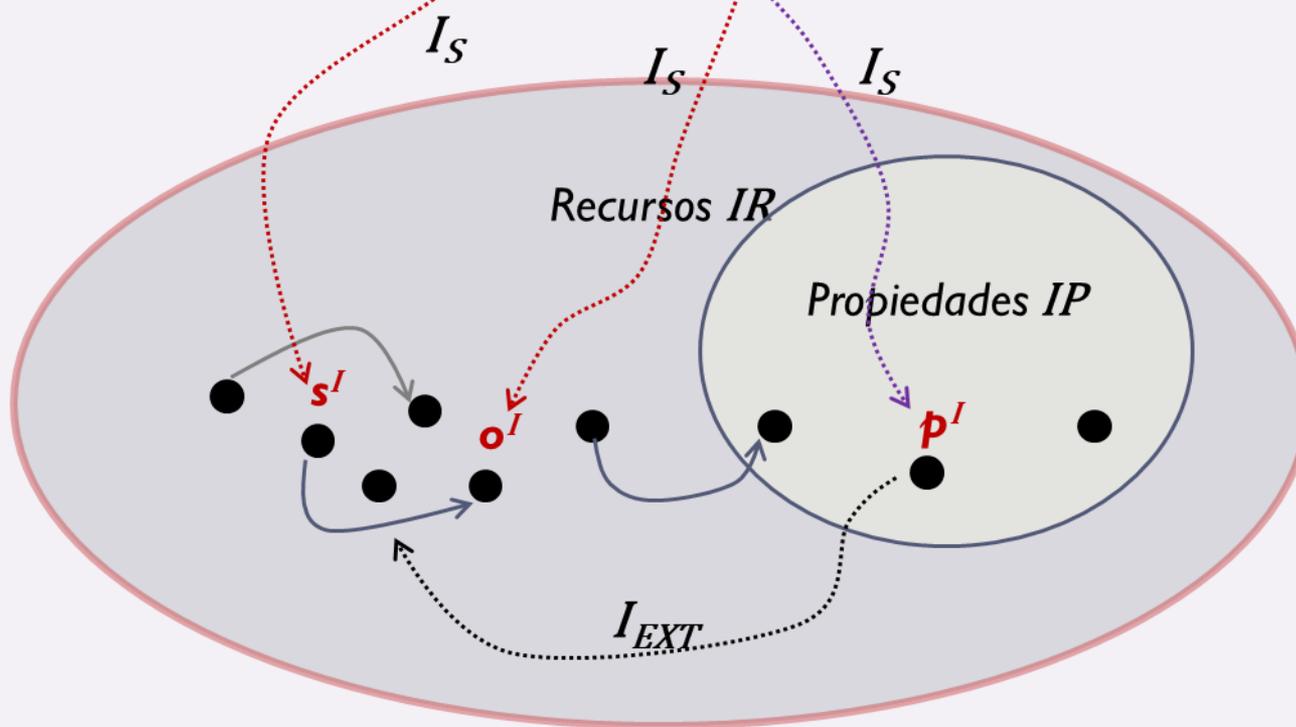
Qué se debe cumplir para que realmente estemos representando que **“el recurso s tiene una propiedad p que toma el valor o?”**

# Semántica de RDF



**Vocabulario  $V$**

**Interpretación  $I$**



# Semántica de RDF

$I(<s, p, o>) = true$  si:

$s, p, o \in V$

$p^I \in IP$

$\langle s^I, o^I \rangle \in I_{EXT}(p^I)$

Si no,

$I(<s, p, o>) = false$

<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927>

<http://www.wikidata.org/prop/direct/P27>

<http://www.wikidata.org/entity/Q77>

$IR = \{MR, UY, \dots\}$

$IP = \{CC, \dots\}$

<http://www.wikidata.org/entity/Q17621927><sup>I</sup> = MR ∈ IR

<http://www.wikidata.org/prop/direct/P27><sup>I</sup> = CC ∈ IP

<http://www.wikidata.org/entity/Q77><sup>I</sup> = UY ∈ IR

$\langle \text{http://www.wikidata.org/entity/Q17621927}^I, \text{http://www.wikidata.org/entity/Q77}^I \rangle =$

$\langle MR, UY \rangle \in I_{EXT}(CC) = I_{EXT}(\text{http://www.wikidata.org/prop/direct/P27}^I)$

# Semántica de RDF

Dado un grafo (conjunto de triplas)  $E$ :

$E^I = \text{false}$  si  $t^I = \text{false}$  para alguna tripla  $t \in E$ ,

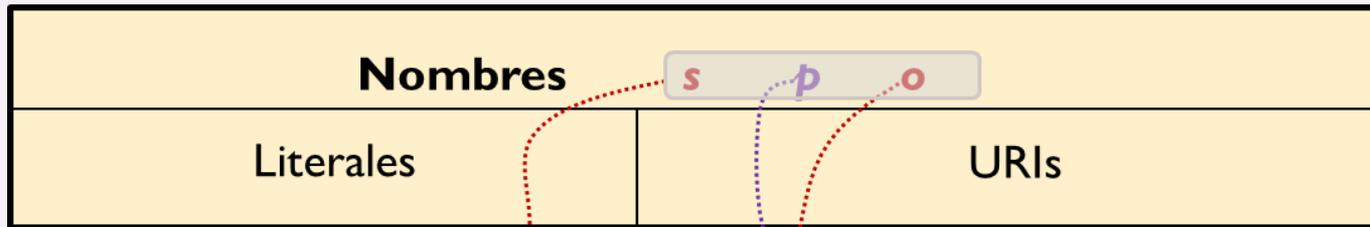
de lo contrario  $E^I = \text{true}$

Una interpretación  $I$  **satisface** un grafo  $E$  si  $E^I = \text{true}$

Un grafo  $E$  **es satisfactible** si existe una interpretación  $I$  que lo **satisface**,  
de lo contrario es **insatisfactible**.

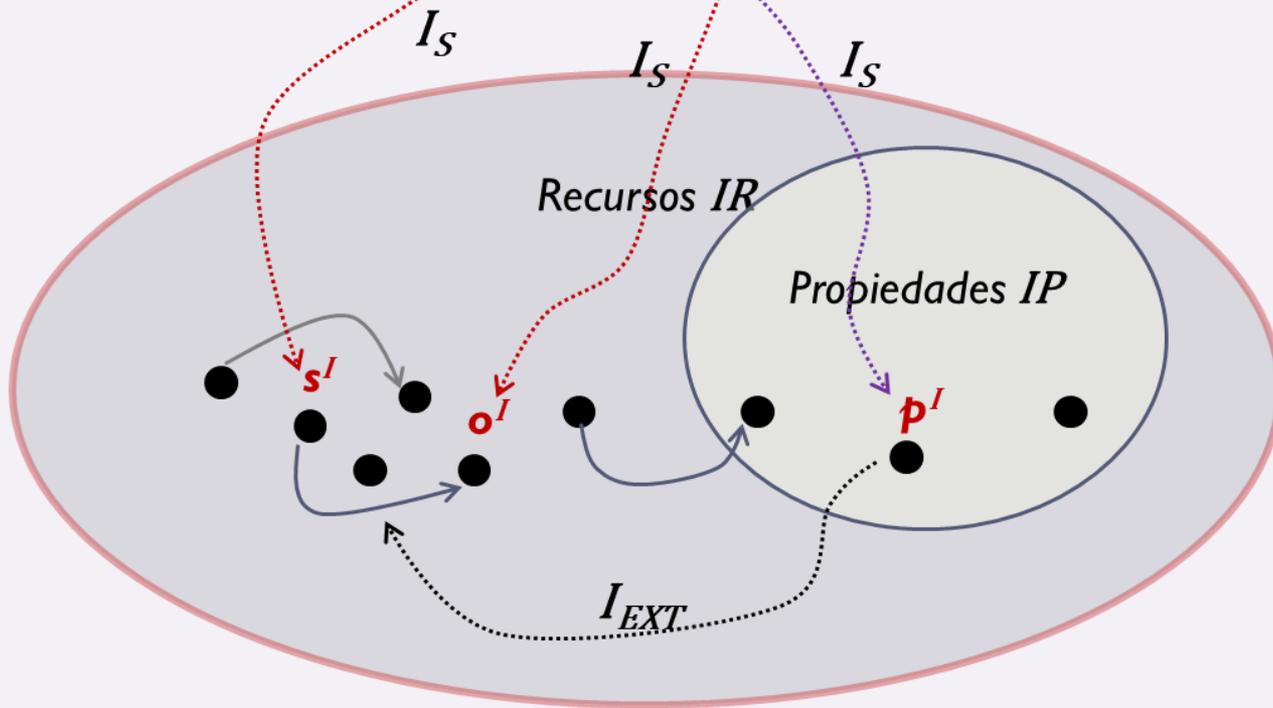
Un grafo  $G$  **implica** (“entails”) un grafo  $E$  si cada interpretación que **satisface**  $G$  también **satisface**  $E$ .

# Semántica de RDF



**Vocabulario  $V$**

**Interpretación  $I$**



# Ejercicio

<ej:ReginaM, ej:dictaCurso, ej:FWebSem> <ej:RMotz, ej:dirigeGrupo, ej:SisInfSem>

**Int. 1:** IR = {Regina Motz, a, b, c, d} IP = {a, c}

ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

$I_{EXT}(a) = \{<Regina Motz, b>\}$

ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

ej:RMotz<sup>I</sup> = Regina Motz

$I_{EXT}(c) = \{<Regina Motz, d>\}$

ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

**Int. 2:** IR = {Regina Motz, a, b, Rosa Motz, c, d} IP = {a, c}

ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

$I_{EXT}(a) = \{<Regina Motz, b>\}$

ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

ej:RMotz<sup>I</sup> = Rosa Motz

$I_{EXT}(c) = \{<Rosa Motz, d>\}$

ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

Quién dicta el curso Fundamentos de la Web Semántica?

Quién dirige el grupo Sistemas de Información Semánticos?

# Ejercicio

<ej:ReginaM, ej:dictaCurso, ej:FWebSem> <ej:RMotz, ej:dirigeGrupo, ej:SisInfSem>

**Int. 1:**  $IR = \{\text{Regina Motz}, a, b, c, d\}$   $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Regina Motz}, b \rangle\}$

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Regina Motz}, d \rangle\}$

**Int. 2:**  $IR = \{\text{Regina Motz}, a, b, \text{Rosa Motz}, c, d\}$   $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Rosa Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Regina Motz}, b \rangle\}$

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Rosa Motz}, d \rangle\}$

**Int. 3:**  $IR = \{\text{Regina Motz}, a, b, \text{Rosa Motz}, c, d\}$   $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Rosa Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Regina Motz}, b \rangle\}$

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Rosa Motz}, d \rangle\}$

# Ejercicio

<ej:ReginaM, ej:dictaCurso, ej:FWebSem>    <ej:RMotz, ej:dirigeGrupo, ej:SisInfSem>

**Int. 1:**     $IR = \{\text{Regina Motz, a, b, c, d}\}$      $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Regina Motz, b} \rangle\}$

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Regina Motz, d} \rangle\}$

**Int. 2:**     $IR = \{\text{Regina Motz, a, b, Rosa Motz, c, d}\}$      $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Rosa Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Regina Motz, b} \rangle\}$

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Rosa Motz, d} \rangle\}$

**Int. 3:**     $IR = \{\text{Regina Motz, a, b, Rosa Motz, c, d}\}$      $IP = \{a, c\}$

Ej:ReginaM<sup>I</sup> = Regina Motz

Ej:dictaCurso<sup>I</sup> = a

Ej:FWebSem<sup>I</sup> = b

Ej:RMotz<sup>I</sup> = Rosa Motz

Ej:dirigeGrupo<sup>I</sup> = c

Ej:SisInfSem<sup>I</sup> = d

$I_{EXT}(c) = \{\langle \text{Regina Motz, b} \rangle\}$

$I_{EXT}(a) = \{\langle \text{Rosa Motz, d} \rangle\}$

**No satisface la semántica  
definida para RDF!!**

# Semántica de RDF

## Constructores RDF tienen una interpretación en el dominio

Dado un conjunto de IRI's y literales  $V = \text{Ur} \cup \text{Lit}$  y el conjunto  $\text{rdfV}$  (vocabulario RDF, URI's en el  $\text{rdf: namespace}$ ), una **RDF-interpretación de V** es una interpretación simple  $I$  de  $V \cup \text{rdfV}$  que satisface:

Para  $p \in V \cup \text{rdfV}$ ,  $p^I \in \text{IP}$  sii  $\langle p^I, \text{rdf:Property}^I \rangle \in I_{EXT}(\text{rdf:type}^I)$



$\langle \underline{\text{http://www.wikidata.org/prop/direct/P27}}^I, \text{rdf:Property}^I \rangle \in I_{EXT}(\text{rdf:type}^I)$

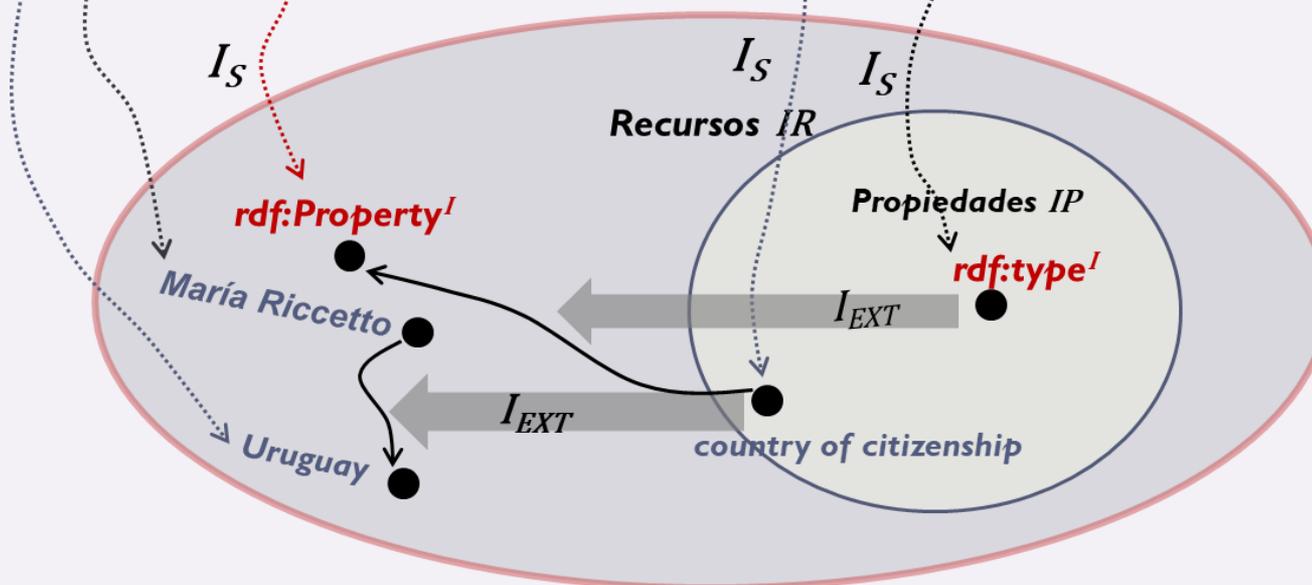
# Semántica de RDF

< <http://www.wikidata.org/prop/direct/P27>>, <rdf\_type>, <rdf:Property>

< <http://www.wikidata.org/prop/direct/P27><sup>I</sup>, [rdf:Property](http://www.wikidata.org/prop/direct/P27)<sup>I</sup> > ∈ I<sub>EXT</sub>([rdf:type](http://www.wikidata.org/prop/direct/P27)<sup>I</sup>)



Vocabulario  $V$   
Interpretación  $I$



# Semántica de RDF

En particular,

rdf:type

rdf:subject

rdf:predicate

rdf:object

rdf:first

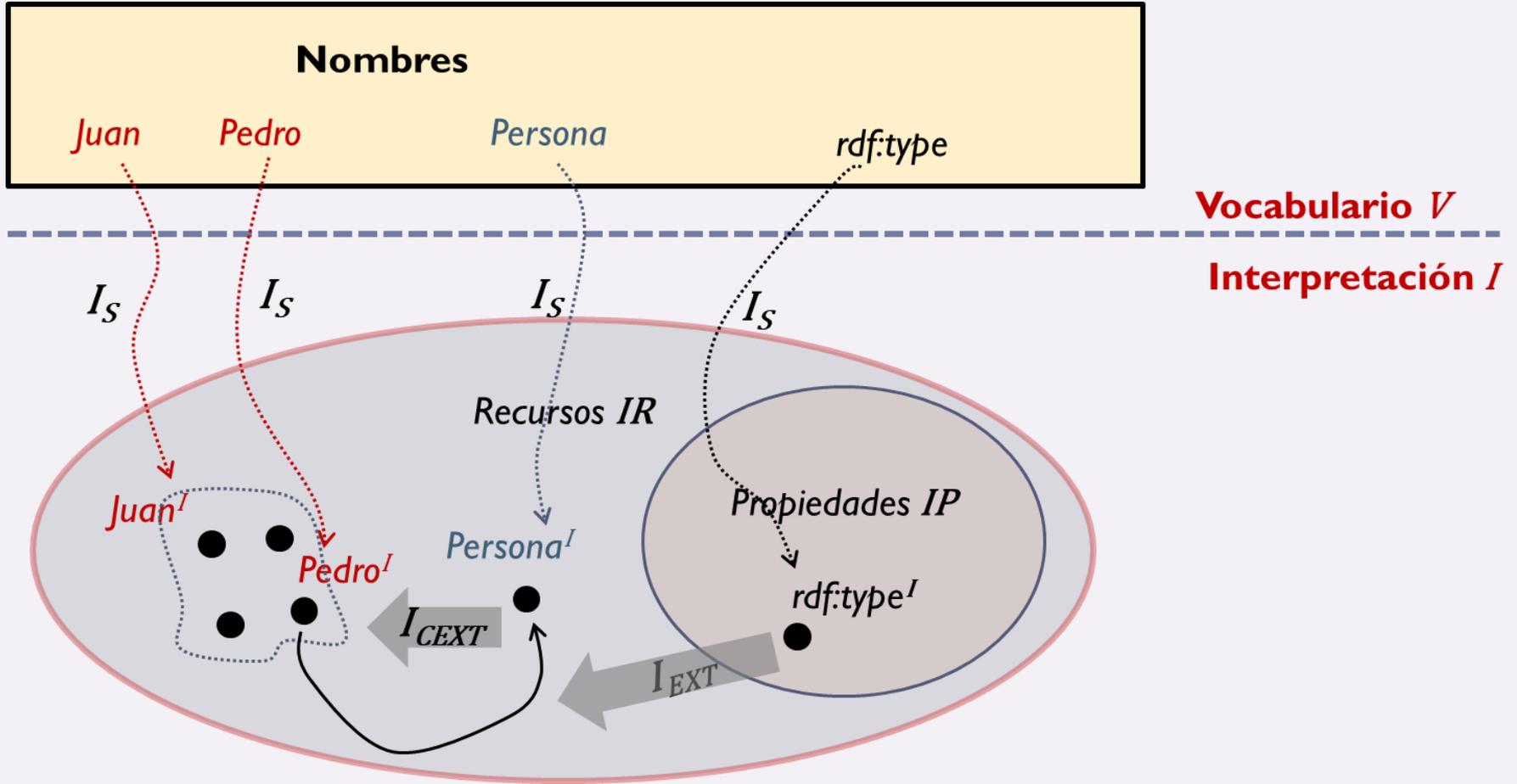
rdf:rest

.....



rdf:type rdf:Property

# Semántica de RDFS



# Semántica de RDFS

Dados  $\mathit{rdfV}$ , un conjunto de IRI's y literales  $\mathbf{V} = \mathbf{Ur} \cup \mathbf{Lit}$  y el conjunto  $\mathit{rdfsV}$  (vocabulario RDFS, URI's en el  $\mathit{rdfs}$ : namespace), una **RDFS-interpretación de  $\mathbf{V}$**  es una RDF-interpretación **de  $\mathbf{V} \cup \mathit{rdfV} \cup \mathit{rdfsV}$**  con:

Un conjunto  $\mathbf{IC}$ , el conjunto de **clases en  $\mathbf{I}$**

$I_{CEXT} : \mathbf{IC} \rightarrow \mathcal{P}(\mathbf{IR})$

que satisface (con  $x, y$  URI's en  $\mathbf{V} \cup \mathit{rdfV} \cup \mathit{rdfsV}$ )

$x^I \in I_{CEXT}(y^I)$  sii  $\langle x^I, y^I \rangle \in I_{EXT}(\mathit{rdf:type}^I)$



$\mathbf{MatemáticaDiscreta}^I \in I_{CEXT}(\mathbf{Curso}^I)$

$\langle \mathbf{MatemáticaDiscreta}^I, \mathbf{Curso}^I \rangle \in I_{EXT}(\mathit{rdf:type}^I)$

# Semántica de RDFS

Dados  $\mathbf{rdfV}$ , un conjunto de IRI's y literales  $\mathbf{V} = \mathbf{Ur} \cup \mathbf{Lit}$  y el conjunto  $\mathbf{rdfsV}$  (vocabulario RDFS, URI's en el `rdfs:` namespace), una **RDFS-interpretación de  $\mathbf{V}$**  es una RDF-interpretación **de  $\mathbf{V} \cup \mathbf{rdfV} \cup \mathbf{rdfsV}$**  con (continuación):

$\mathbf{IR} = I_{CEXT}(\mathbf{rdfs:Resource}^I)$

$\langle x^I, y^I \rangle \in I_{EXT}(\mathbf{rdfs:domain}^I)$  y  $\langle u^I, v^I \rangle \in I_{EXT}(x^I) \rightarrow u^I \in I_{CEXT}(y^I)$

$\langle x^I, y^I \rangle \in I_{EXT}(\mathbf{rdfs:range}^I)$  y  $\langle u^I, v^I \rangle \in I_{EXT}(x^I) \rightarrow v^I \in I_{CEXT}(y^I)$

$I_{EXT}(\mathbf{rdfs:subPropertyOf}^I)$  es una función reflexiva y transitiva en  $\mathbf{IP}$

$\langle x^I, y^I \rangle \in I_{EXT}(\mathbf{rdfs:subPropertyOf}^I) \rightarrow x^I, y^I \in \mathbf{IP}$  y  $I_{EXT}(x^I) \subseteq I_{EXT}(y^I)$

$I_{EXT}(\mathbf{rdfs:subClassOf}^I)$  es una función reflexiva y transitiva en  $\mathbf{IC}$

$\langle x^I, y^I \rangle \in I_{EXT}(\mathbf{rdfs:subClassOf}^I) \rightarrow x^I, y^I \in \mathbf{IC}$  y  $I_{CEXT}(x^I) \subseteq I_{CEXT}(y^I)$

..... ver <http://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf11-mt-20140225/>