

Introducción a la Web Semántica

Web Semántica
Universidad de Valladolid
Curso 2016-2017

M. Mercedes Martínez
Dep. Informática (U. Valladolid, España)

RDF

RDF

- Proporciona un modelo de datos simple
- Se implementa sobre XML
- Sirve para describir recursos (web o no) y las relaciones entre esos recursos
- Trata los documentos como unidades elementales
- El modelo proporciona 3 elementos básicos:
 - Objetos
 - Propiedades (aplicables a los objetos)
 - Valor de las propiedades que se aplican a un objeto
- Se combinan en tripletas (*recurso, propiedad, valor*)

RDF

- *“Although often called a ‘language’ (...), RDF is essentially a data-model. Its basic building block is an object-attribute-value triple, called a statement. [...] Of course, an abstract data model needs a concrete syntax in order to be represented and transmitted, and RDF has been given a syntax in XML. As a result, it inherits the benefits associated with XML. However, it is important to understand that other syntactic representations of RDF, not based on XML, are also possible; XML-based syntax is not a necessary component of the RDF model.”*
[Antoniou04, p. 62]

Historia de RDF y los metadatos

- **RDF**
 - Propuesto en 1997 por el W3C.
 - Estabilizado en 1999: “*Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification.*” W3C Recommendation. (February 22, 1999)
 - Influido por:
 - Los metadatos HTML
 - La experiencia de la comunidad de bibliotecas
 - La comunidad que trabaja con documentos estructurados SGML y XML
 - La comunidad que trabaja con representación del conocimiento

Características de RDF

- RDF es una aplicación de XML
- Sirve para describir recursos Web (ficheros, páginas Web, sitios Web, ...) y no web (personas, conceptos, ..)
- Es estructurado: es comprensible para las máquinas
- Independiente del dominio de aplicación

¿Qué utilizamos con RDF?

- **Componentes:**
 - Recursos
 - Propiedades
 - Aserciones

- *Namespaces XML con RDF*
- Notaciones RDF
- Esquemas para expresar clasificaciones

Componentes RDF

- Recursos Web y descripciones asociadas
- Recursos Web: objetos que se identifican de forma unívoca mediante IRIs (International Resource Identifiers)
- Descripción
 - Colección de propiedades que se refieren al mismo recurso
 - Las propiedades expresan relaciones y toman valores
 - Los valores pueden ser:
 - Atómicos
 - Otros recursos, que a su vez tienen propiedades
- 3 componentes básicos en el modelo RDF: recursos, propiedades, aserciones

Componentes RDF

- **Recursos**

- **Recurso:** Cualquier cosa descrita mediante RDF
 - Páginas Web, sitios Web, ficheros, objetos que no están directamente accesibles en una página Web (por ej., un libro impreso)
- **Ejemplo:**

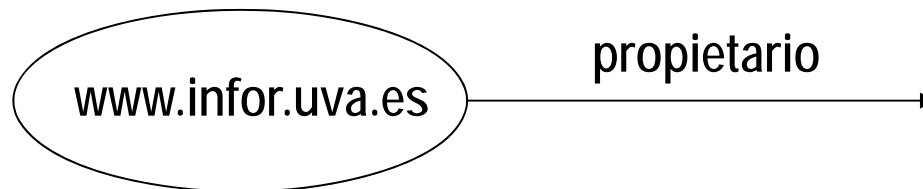


www.infor.uva.es

Componentes RDF

■ Propiedades

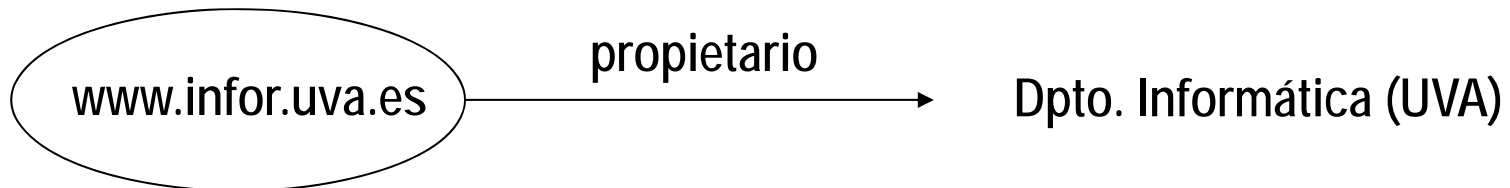
- Propiedad: característica, atributo o relación que describe un recurso.
- Cada propiedad
 - Tiene su propio significado
 - Toma valor entre un conjunto posible
 - Describe tipos de recursos
 - Se relaciona con otras propiedades
- Ejemplo:



Componentes RDF

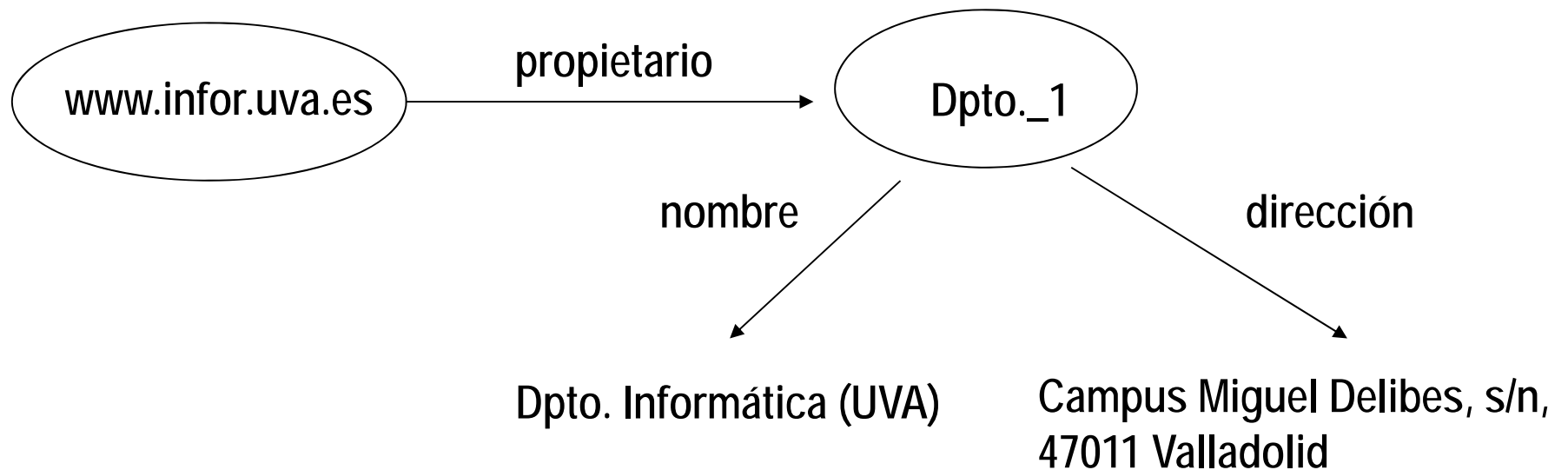
- **Aserciones**
 - **Aserción:** combinación de
 - un recurso (**sujeto**) que se describe
 - una propiedad (**predicado**) o relación entre el sujeto y el objeto
 - valor que toma la propiedad (**objeto**): un recurso o un literal
 - Dan lugar a las 'tripletas' RDF
 - Ejemplo:

El sitio web www.infor.uva.es pertenece al Dpto. de Informática (UVA)



Aserciones RDF

El sitio web www.infor.uva.es pertenece al Dpto. de Informática (UVA)

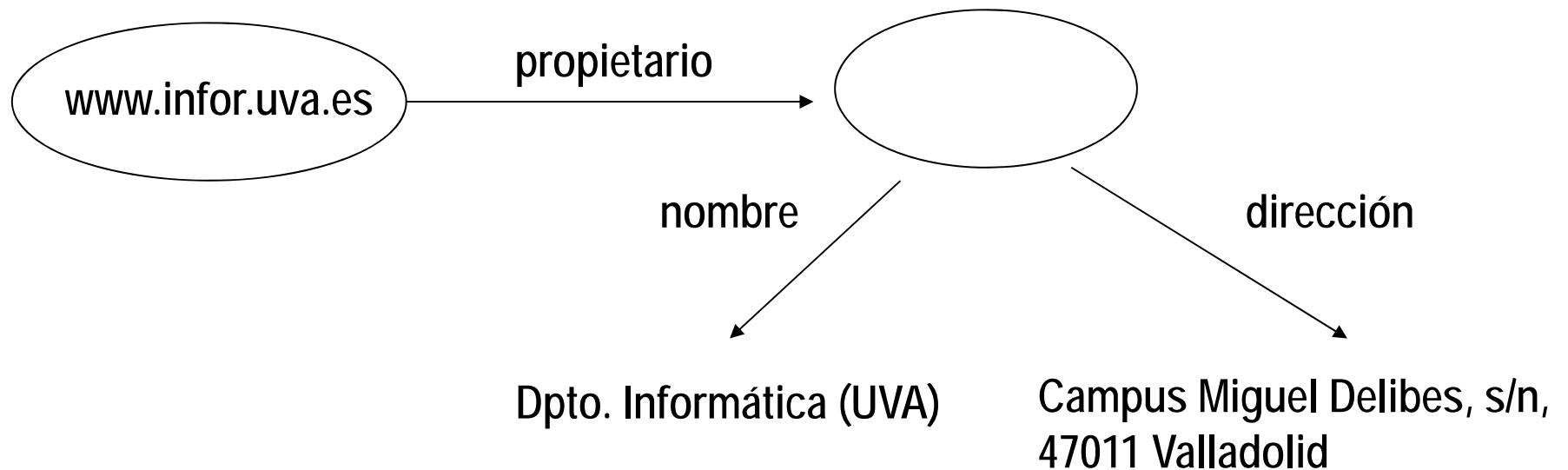


Recursos anónimos (*blank nodes*)

- Son recursos que no tienen asignada ninguna URI
- Denominados también *blank nodes* o *b-nodes*

Aserciones RDF

El sitio web www.infor.uva.es pertenece al Dpto. de Informática (UVA)



Namespaces en RDF

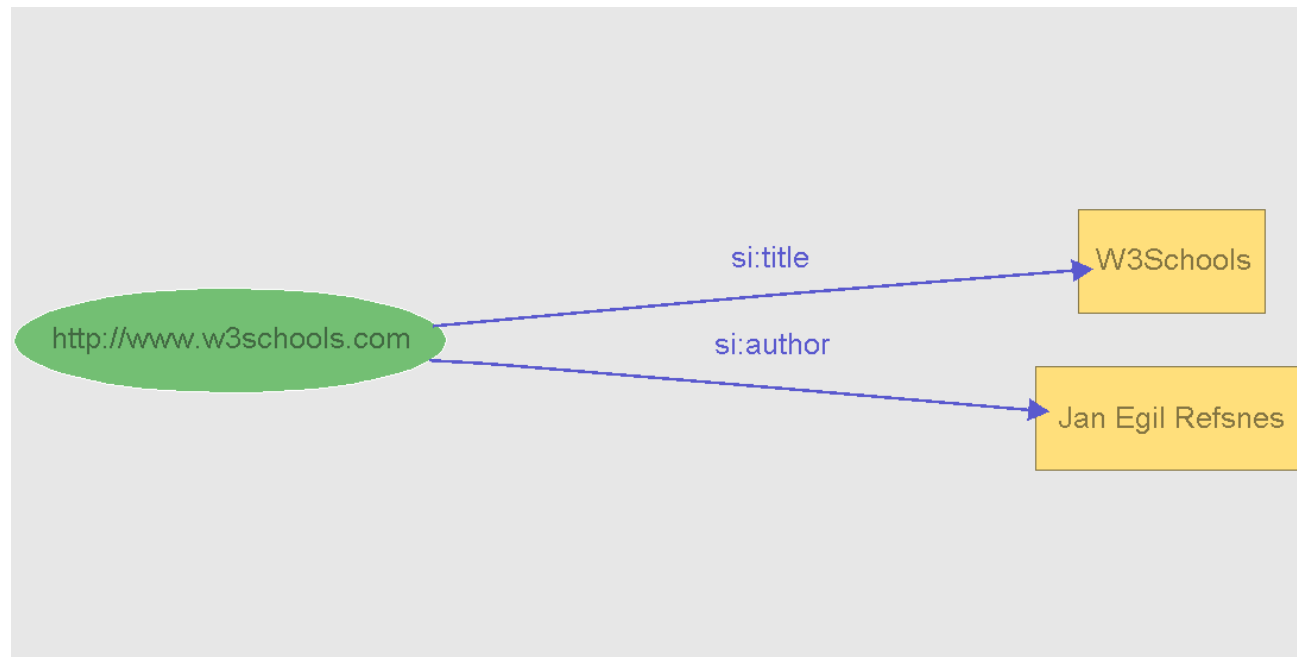
- Los namespaces permiten asignar significado a términos en vocabularios específicos
- Al utilizarlos con RDF se facilita el intercambio de semántica entre comunidades distintas
- Una de las aplicaciones más conocidas de RDF y los namespaces es la utilización combinada de RDF y Dublin Core. Se utiliza un prefijo (dc:...) para indicar que la propiedad del recurso en cuestión debe interpretarse según el significado que le atribuye el estándar Dublin Core.
 - Por ejemplo, el atributo 'dc:creator' del ejemplo de la transparencia siguiente tiene exactamente el significado que Dublin Core le atribuye. Por tanto, el software que manipule ese documento RDF debe actuar en consecuencia.

Dublin Core y RDF

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF PUBLIC "-//DUBLIN CORE//DCMES DTD 2002/07/31//EN"
  "http://dublincore.org/documents/2002/07/31/dcmes-xml/dcmes-xml-dtd.dtd">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.ilt.bristol.ac.uk/people/cmdjb/">
    <dc:title>Dave Beckett's Home Page</dc:title>
    <dc:creator>Dave Beckett</dc:creator>
    <dc:publisher>ILRT, University of Bristol</dc:publisher>
    <dc:date>2002-07-31</dc:date>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

(extraído de [Expressing Simple Dublin Core in RDF/XML. Dave Beckett, Erick Miller, Dan Brickley. 2002. <http://dublincore.org/documents/dcmes-xml/>])

Ejemplo 1: Grafo RDF



(Grafo correspondiente al ejemplo del tutorial de RDF del W3C [<http://www.w3schools.com/rdf/>])

Ejemplo 2: Grafo RDF

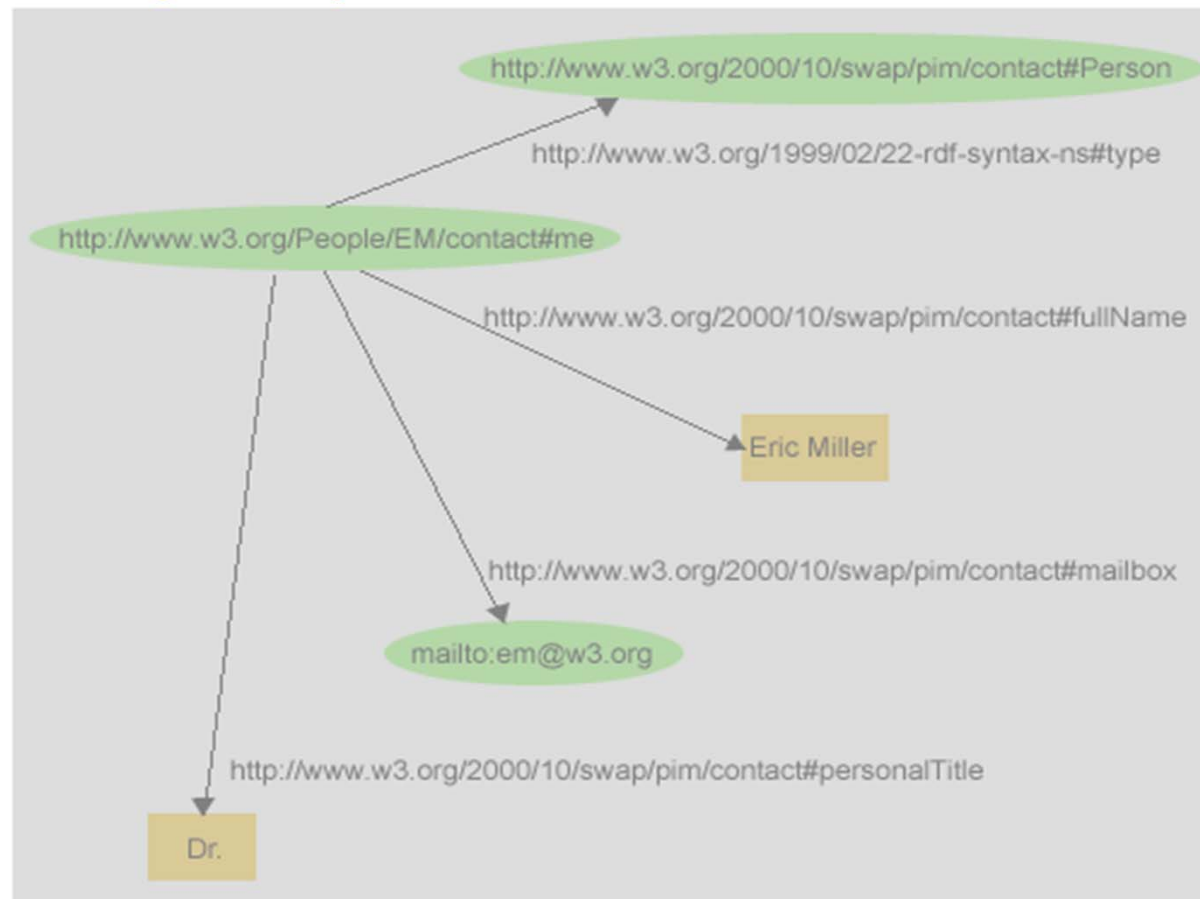
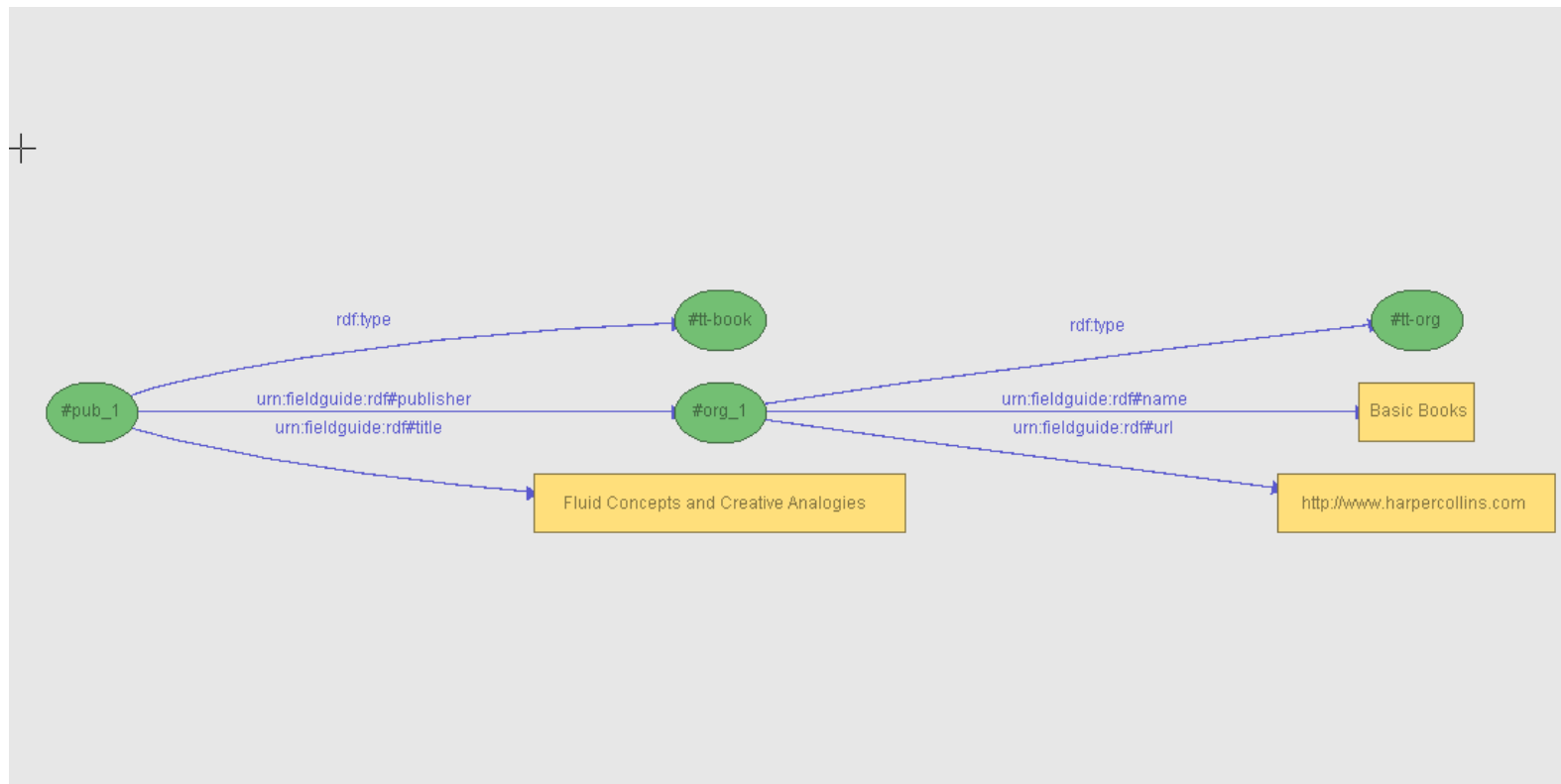


Figure 1: An RDF Graph Describing Eric Miller

(extraído de [RDF Primer. W3C Recommendation 10 February 2004. Accesible en <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>])

Ejemplo 3: Grafo RDF

El libro titulado "Fluid Concepts and Creative Analogies" está publicado por un editor de nombre "Basic Books", cuya URL es <http://www.harpercollins.com>



(fuente: [Passin04; pag. 50])

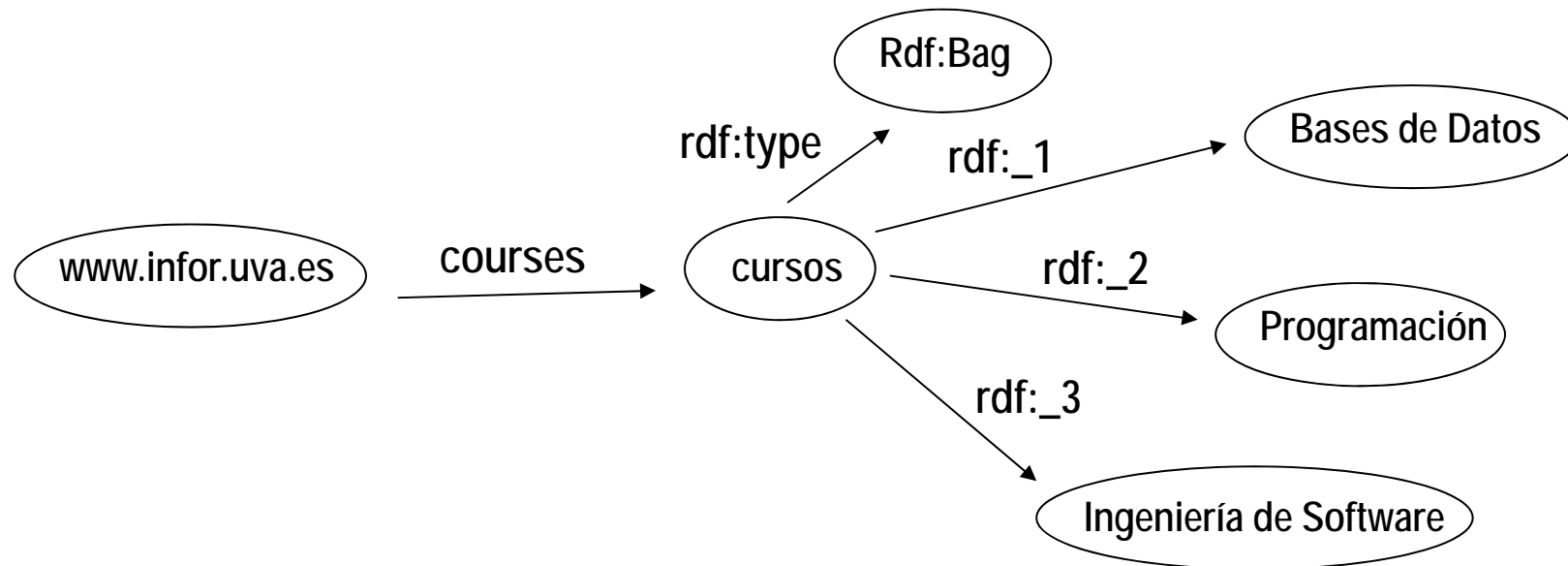
Contenedores RDF

- Se utilizan para representar colecciones de recursos
- Hay 3 tipos:
 - Mochila (Bag): lista no ordenada de recursos o literales
 - Secuencia (Sequence): lista ordenada de recursos o literales
 - Alternancia (Alternate): lista de recursos o literales que son alternativas posibles para el valor de una propiedad.

Contenedores RDF

- Ejemplo:

El departamento de Informática (UVA) ofrece cursos de Bases de Datos, Programación, Ingeniería de Software

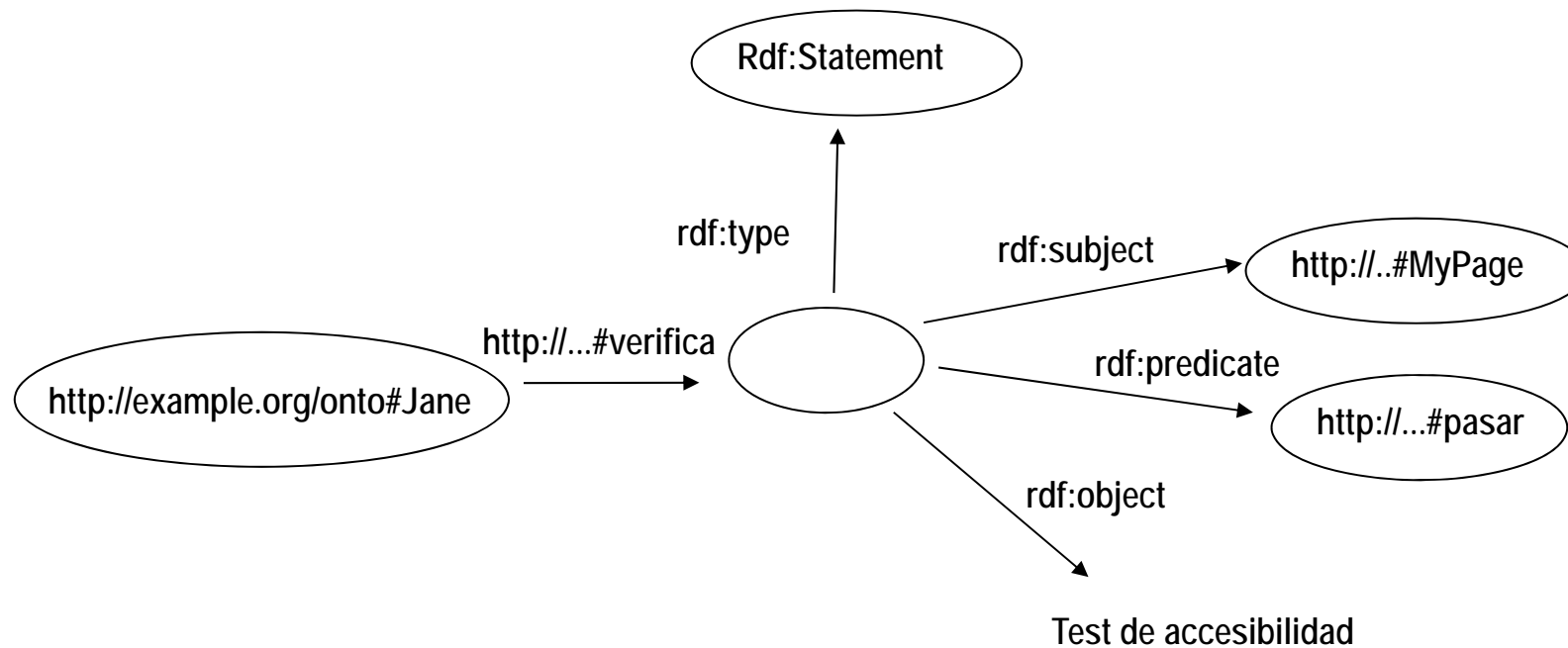


Reificación: Aserciones sobre aserciones

- Es posible afirmar cosas sobre afirmaciones hechas previamente.
- En estos casos la aserción original (sobre la que vamos a hacer una nueva afirmación) debe modelarse como un recurso con 4 propiedades:
 - Sujeto
 - Predicado
 - Objeto
 - Tipo (del nuevo recurso)
- Muy útiles para hacer anotaciones sobre el trabajo de otros

Aserciones sobre aserciones

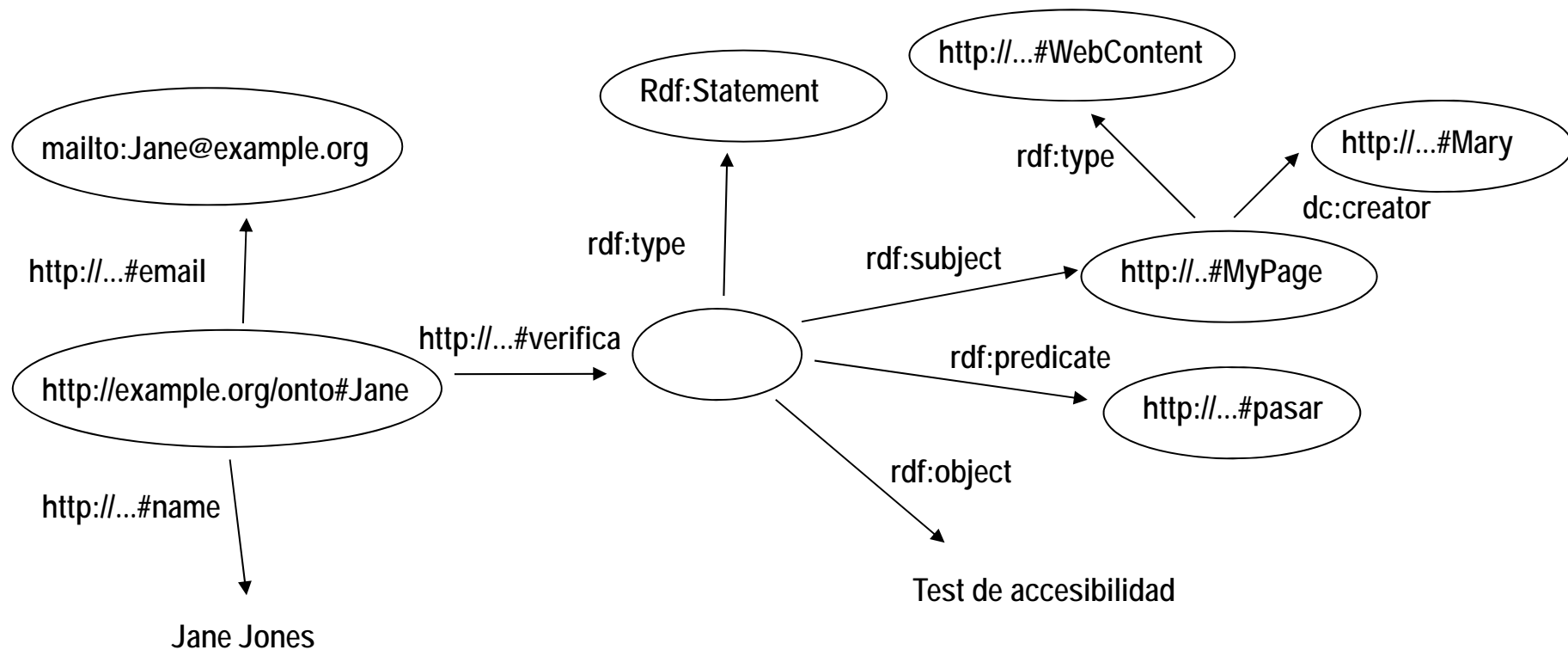
Jane verifica que la página de Mary pasa el test de accesibilidad



[Daconta03]

Aserciones sobre aserciones

Jane verifica que la página de Mary pasa el test de accesibilidad



[Daconta03]

Named graphs

- Grafos a los que se le asigna un nombre (IRI)
- Son una alternativa a la reificación
- Son útiles en las consultas SPARQL, para indicar de qué grafo (con nombre) se quieren obtener los datos

Grafos RDF y N-Quads

- Para poder indicar a qué grafo pertenece cada sentencia RDF se utiliza el formato *N-Quads* (ver Recomendación del W3C)

```
_:subject1 <http://an.example/predicate1> "object1" <http://example.org/graph1> .
```

GRAFO

(Extraído de la Recomendación *RDF 1.1 N-Quads* [<https://www.w3.org/TR/n-quads/>])

Modos de expresar el conocimiento

RDF

- **Varios formatos alternativos permiten expresar conocimientos en forma de tripletas**
 - Formato RDF/XML (apropiado para los procesadores)
 - Lenguaje natural (característico de la expresión humana)
 - Notación N3, Turtle y N-triples
 - Notación alternativa a RDF/XML; más asequible para las personas; hay herramientas que traducen automáticamente de esta notación a RDF/XML
 - Turtle: subconjunto de N3, centrado en la representación de RDF (no incluye representación de reglas)

Modos de expresar RDF

- **Ejemplo:**
 - **Lenguaje natural:**
 - Buddy posee un negocio
 - El negocio tiene un sitio Web accesible en <http://www.c2i2.com/~budstv>
 - Buddy es el padre de Lynn
 - **Notación N3:**
 - <#Buddy> <#posee> <#negocio> .
 - <#negocio> <#tiene-website> <http://www.c2i2.com/~budstv> .
 - <#Buddy> <#padre-de> <#Lynne> .

Notación N3: Un ejemplo

En notación RDF/XML

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfschema="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <rdf:Description rdf:about="http://dbpedia.org/resource/Love_and_Theft">
    <rdfschema:label xml:lang="es">"Love and Theft"</rdfschema:label>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

En notación N3

```
<http://dbpedia.org/resource/Love_and_Theft> <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label>
  "\Love and Theft"@es .
```

Serialización RDF

- RDF se puede implementar sobre varios lenguajes.
- La opción más extendida para su utilización con herramientas automáticas es XML. A esta notación se la denomina RDF/XML.

Patrón para un documento RDF/XML

```
<?xml version="1.0"?>  
<RDF xmlns= http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#  
    xmlns:X="URI">  
  <Description about="URI">  
    <X:Property 1>  
    <X:Property 2>  
  </Description>  
</RDF>
```

Documentos RDF/XML (I)

- Un documento RDF contiene una o más “descripciones” de recursos
- Una descripción es un conjunto de aserciones sobre un recurso
- El elemento `<rdf:Description>` contiene un atributo `rdf:about` en el que se indica el recurso que se describe; todos los valores deben ser URI
- Las propiedades del recurso se describen en los elementos hijos

Ejemplo 1 en notación RDF/XML

```
<?xml version="1.0"?>  
  
<rdf:RDF  
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"  
  xmlns:si="http://www.w3schools.com/rdf/">  
  
  <rdf:Description rdf:about="http://www.w3schools.com">  
    <si:title>W3Schools</si:title>  
    <si:author>Jan Egil Refsnes</si:author>  
  </rdf:Description>
```

Ejemplo RDF/XML

(extraído de [RDF tutorial. Accesible en <http://www.w3schools.com/rdf>])

Dublin Core y RDF

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF PUBLIC "-//DUBLIN CORE//DCMES DTD 2002/07/31//EN"
  "http://dublincore.org/documents/2002/07/31/dcmes-xml/dcmes-xml-dtd.dtd">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.ilt.bristol.ac.uk/people/cmdjb/">
    <dc:title>Dave Beckett's Home Page</dc:title>
    <dc:creator>Dave Beckett</dc:creator>
    <dc:publisher>ILRT, University of Bristol</dc:publisher>
    <dc:date>2002-07-31</dc:date>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

(extraído de [Expressing Simple Dublin Core in RDF/XML. Dave Beckett, Erick Miller, Dan Brickley. 2002. <http://dublincore.org/documents/dcmes-xml/>])

Ejemplo RDF/XML

El sitio web www.infor.uva.es pertenece al Dpto. de Informática (UVA)

```
<?xml version = "1.0">
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:my="http://mymetadata.org/schema/">
  <rdf:Description about=http://www.infor.uva.es>
    <my:Title>Departamento de Informática</my:Title>
    <my:Description>
      Página de presentación del departamento de Informática
      de la Universidad de Valladolid.
    </my:Description>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Documentos RDF/XML (II)

- Alternativamente a *rdf:about* se puede usar *rdf:id*, que permite referirse a un recurso sin usar una URI completa, asignándole un identificador
- Es posible declarar un espacio de nombres (namespace) por defecto; cualquier elemento que no utilice ningún namespace se considera dentro de éste

Ejemplo 3 en notación RDF/XML; variante 1

El libro titulado "Fluid Concepts and Creative Analogies" está publicado por un editor de nombre "Basic Books", cuya URL es <http://www.harpercollins.com>

```
<rdf:RDF xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
  xmlns='urn:fieldguide:rdf#'>
  <rdf:Description rdf:ID='pub_1'>
    <rdf:type rdf:resource='#tt-book'/>
    <publisher rdf:resource='#org_1'/>
    <title>Fluid Concepts and Creative Analogies</title>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:ID='org_1'>
    <rdf:type rdf:resource='#tt-org'/>
    <name>Basic Books</name>
    <url>http://www.harpercollins.com</url>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

(fuente: [Passin04; pag. 50])

Documentos RDF/XML (III)

- Se pueden anidar las descripciones RDF, de modo que un recurso se describa simultáneamente a su utilización como objeto de una propiedad de otro recurso
- Los recursos anónimos se caracterizan por la ausencia de un atributo *rdf:about* o *rdf:ID* en su descripción

Ejemplo 3 en notación RDF/XML; variante 2

El libro titulado "Fluid Concepts and Creative Analogies" está publicado por un editor de nombre "Basic Books", cuya URL es <http://www.harpercollins.com>

```
<rdf:RDF xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
  xmlns='urn:fieldguide:rdf#'>
  <rdf:Description rdf:ID='pub_1'>
    <rdf:type rdf:resource='#tt-book'/>
    <publisher>
      <rdf:Description rdf:ID='org_1' rdf:type='#tt-org'>
        <name>Basic Books</name>
        <url>http://www.harpercollins.com</url>
      </rdf:Description>
    </publisher>
    <title>Fluid Concepts and Creative Analogies</title>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

(fuente: [Passin04; pag. 50])

Ejemplo 3 en notación RDF/XML; variante 3

El libro titulado "Fluid Concepts and Creative Analogies" está publicado por un editor de nombre "Basic Books", cuya URL es <http://www.harpercollins.com>

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns='urn:fieldguide:rdf#'>
  <rdf:Description rdf:ID='pub_1'>
    <rdf:type rdf:resource='#tt-book'/>
    <publisher>
      <rdf:Description rdf:type='#tt-org'>
        <name>Basic Books</name>
        <url>http://www.harpercollins.com</url>
      </rdf:Description>
    </publisher>
    <title>Fluid Concepts and Creative Analogies</title>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

(fuente: [Passin04; pag. 50])

Documentos RDF/XML (IV)

- También es posible convertir el contenido de los elementos en atributos
 - Útil cuando el RDF se incrusta en una página web, porque los navegadores no muestran los valores de los atributos

Ejemplo 3 en notación RDF/XML; variante 4

El libro titulado "Fluid Concepts and Creative Analogies" está publicado por un editor de nombre "Basic Books", cuya URL es <http://www.harpercollins.com>

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:fg='urn:fieldguide:rdf#'>
  <rdf:Description rdf:ID='pub_1'
    rdf:type='#tt-book'
    fg:publisher='urn:fieldguide:rdf#org_1'
    fg:title='Fluid Concepts and Creative Analogies'/>
  <rdf:Description rdf:ID='org_1'
    rdf:type='urn:fieldguide:rdf#tt-org'
    fg:name='Basic Books'
    fg:url='http://www.harpercollins.com'/>
</rdf:RDF>
```

(fuente: [Passin04; pag. 50])

Sintaxis abreviada en documentos RDF/XML

- Se puede abreviar una descripción RDF aplicando estas reglas:
 - Los elementos que describen propiedades y no tienen hijos se pueden reemplazar con atributos (igual que ocurre con XML)
 - Cuando existe una caracterización de pertenencia a una clase (rdf:type) se puede usar el nombre de la clase (valor de rdf:type) en lugar de rdf:Description

Sintaxis RDF/XML abreviada

- **Ejemplo:**

- 1) Descripción original:

```
<rdf:Description rdf:ID="CIT1111">  
  <rdf:type rdf:resource="uni:course"/>  
  <uni:courseName>Discrete Mathematics</uni:courseName>  
  <uni:isTaughtBy rdf:resource="#949318"/>  
</rdf:Description>
```

[Antoniou04; pag. 74]

- 2) Se usan atributos para las propiedades sin hijos:

```
<rdf:Description rdf:ID="CIT1111"  
  uni:courseName="Discrete Mathematics">  
  <rdf:type rdf:resource="uni:course"/>  
  <uni:isTaughtBy rdf:resource="#949318"/>  
</rdf:Description>
```

[Antoniou04; pag. 74]

Sintaxis RDF/XML abreviada

- **Ejemplo:**

3) Se utiliza el 'tipo' (rdf:type) del recurso en lugar de rdf:Description:

```
<uni:course rdf:ID="CIT1111"  
             uni:courseName="Discrete Mathematics">  
  <uni:isTaughtBy rdf:resource="#949318"/>  
</uni:course>
```

[Antoniou04; pag. 74]

Ejemplo 2 en notación RDF/XML

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:contact="http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#">

  <contact:Person rdf:about="http://www.w3.org/People/EM/contact#me">
    <contact:fullName>Eric Miller</contact:fullName>
    <contact:mailbox rdf:resource="mailto:em@w3.org"/>
    <contact:personalTitle>Dr.</contact:personalTitle>
  </contact:Person>

</rdf:RDF>
```

RDF/XML describing Eric Miller

(extraído de [RDF Primer. W3C Recommendation 10 February 2004. Accesible en <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>])

RDF/XML: Contenedores RDF

```
<?xml version = "1.0">
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:my="http://mymetadata.org/schema/">
  <rdf:Description about="http://www.infor.uva.es">
    <my:courses>
      <rdf:Bag>
        <rdf:li resource="http://www.infor.uva.es/cursos/BasesDatos">
        <rdf:li resource="http://www.infor.uva.es/cursos/Programacion">
        <rdf:li resource="http://www.infor.uva.es/cursos/ISO">
      </rdf:Bag>
    </my:courses>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

RDF/XML: Aserciones sobre aserciones

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:earl="http://www.w3.org/2001/03/earl/0.95#">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.org/onto#Jane">
    <earl:verifica rdf:parseType="Statement">
      <rdf:subject>
        <earl:WebContent rdf:about="http://example.org/onto#MyPage">
          <dc:creator rdf:resource="http://example.org/onto/person/Mary/" />
        </earl:WebContent>
      </rdf:subject>
      <rdf:predicate rdf:resource="http://www.w3.org/2001/03/earl/0.95#passes" />
      <rdf:object>Test de accesibilidad</rdf:object>
    </earl:verifica>
    <earl:email rdf:resource="mailto:Jane@example.org" />
    <earl:name>Jane Jones</earl:name>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```


Herramientas RDF

- **Editores**
 - TopBraidComposer
 - Editor de ontologías con soporte para RDF y SPARQL
- **Validadores en la web**
 - W3C RDF Validation Service (<http://www.w3.org/RDF/Validator/>)
 - Acepta notación RDF/XML. Visualiza los tripletes y el grafo RDF.
- **Generadores de distintas serializaciones**
 - EasyRDF Converter (<http://www.easyrdf.org/converter>)

Ventajas y desventajas de RDF

- ✓ Es un estándar del W3C
 - ✓ Flexibilidad y potencia
 - ✓ Capacidad para usar y expandir aserciones procedentes de fuentes heterogéneas
 - ✓ Capacidad para soportar capas de ontologías y lógica
-
- Complejidad de los grafos
 - La notación RDF/XML es difícil de leer para las personas

Referencias

- Artículos:

- [RDFPrimer] “RDF Primer” W3C Recommendation 10 February 2004. Disponible en <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>
- [RDF11-Primer] “RDF 1.1 Primer” W3C Working Group Note, 25 February 2014. Disponible en <http://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>