

# Les Webs Semàntiques i l'Arxivística Documental

Aldara Cousillas Rúa

## AGRAÏMENTS

Vull agrair al Júlio Quílez, director de l'Arxiu Comarcal de l'Alt Urgell, per la seva disposició a l'hora de guiar-me en l'elaboració d'aquest treball, per la seva dedicació i paciència a l'hora d'ensenyar-me, i per l'estímul que m'ha donat des del moment inicial.

Agrair també a la Marta Gràcia per accedir a ser la meva tutora donant-me totes les facilitats al escollir un tema tan aliè al temari de batxiller com el d'aquest treball.

Per últim, agraeixo a la meva família per aguantar les meves dèries durant tot aquest procés.

---

**Figura 1: (A la portada). Diagrama del núvol del Linking Open Data a l'agost del 2014.**

És la representació dels conjunts de dades publicades en format Linked Data pels usuaris que han volgut vincular-los en Open Data, una pràctica que vol que certs tipus de dades siguin accessibles per a tothom. (imatge disponible a <https://lod-cloud.net> )

## RESUM

L'objectiu d'aquest treball és fer un estudi de la Web Semàntica, la seva definició, el seu desenvolupament, i de la transformació que suposa la seva implantació a la Web.

S'estudien les tecnologies necessàries per dur a terme aquesta transformació i la seva particular incidència en la Arxivística i la Gestió Documental .

Es fa un estudi més detallat de les ontologies, els seus llenguatges RDF i OWL, i el seu ús al camp de les ciències de la informació.

Finalment i com a exemple pràctic, s'utilitza l'editor ontològic Protègè, per crear una petita ontologia.

## ABSTRACT

The aim of this research project is to study the Semantic Web, its meaning, development and transformation to the web.

The necessary technology is being studied to carry out this transformation and its own incidence in the Archives and Documental Management.

A more detailed study of ontologies is being done. Also its RDF and OWL languages and its use in the field of media communication.

Finally and given as a practical example, the ontological editor Protègè is used to create a small ontology.

To webize Knowledge Representation is, in many ways, the same as to webize hypertext.

Replace identifiers with URIs. Remove any requirement for global consistency. Put any significant effort into getting critical mass.

And sit back.

Tim Berners-Lee.

El futur ja no serà dels que detentin el coneixement sinó dels que modelitzin amb més expressivitat el món amb el coneixement propi o el dels altres.

Júlio Quílez Mata

## ÍNDIX GENERAL

<b>0</b>	<b>INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>8</b>
<b>1</b>	<b>LA WEB SEMÀNTICA</b> .....	<b>11</b>
1.1	LA WEB A L'ACTUALITAT .....	11
1.2	DEFINICIÓ DE WEB SEMÀNTICA.....	12
1.3	LES TECNOLOGIES NECESSÀRIES PER LA WEB SEMÀNTICA .....	12
1.3.1	Les metadades. ....	13
1.3.2	Les ontologies.....	14
1.3.3	La lògica. ....	15
1.3.4	Els agents. ....	15
1.4	EL DESENVOLUPAMENT CAP A LA WEB SEMÀNTICA .....	16
<b>2</b>	<b>LES ONTOLOGIES</b> .....	<b>20</b>
2.1	DEFINICIÓ D'ONTOLOGÍA.....	20
2.2	INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE D'ONTOLOGÍA I AL SEU DISSENY ..	21
2.3	ELS LENGUATGES ONTOLÒGICS.....	23
2.3.1	XML (eXtensible Markup Language).....	24
2.3.2	RDF (Resource Description Framework) .....	24
2.3.3	OWL (Web Ontology Language).....	26
2.4	EXEMPLES DE REPRESENTACIONS ONTOLÒGIQUES.....	28
2.5	ELS EDITORS ONTOLÒGICS .....	30
<b>3</b>	<b>LA ARXIVÍSTICA I LA GESTIÓ DOCUMENTAL</b> .....	<b>32</b>
3.1	EL RECORDS MANAGEMENT.....	33
3.2	L'ARXIVÍSTICA ACTUAL I EL SEU FUTUR.....	33
<b>4</b>	<b>LES ONTOLOGIES A LES CIÈNCIES DE LA INFORMACIÓ</b> .....	<b>35</b>
4.1	ONTOLOGIA D'INTERCANVI D'INFORMACIÓ PEL PATRIMONI CULTURAL.....	35
4.2	ONTOLOGIES I EINES SEMÀNTIQUES AL SERVEI D'ARXIVS I BIBLIOTEQUES .....	36
<b>5</b>	<b>APROXIMACIÓ PRÀCTICA AL DISSENY D'UNA ONTOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
5.1	LES ONTOLOGIES EN RELACIÓ AMB ELS TESAURES I LES BASES DE DADES .....	38
5.2	CONSTRUCCIÓ D'UNA ONTOLOGIA EN RELACIÓ AMB UNA BASE DE DADES .....	39
5.2.1	Determinació del domini i abast de l'ontologia.....	40
5.2.2	Analitzar la conveniència d'utilitzar ontologies ja existents. ....	41
5.2.3	Enumerar els termes importants de l'ontologia. ....	42
5.2.4	Definir les classes i la seva jerarquia. ....	42
5.2.5	Definir les propietats de les classes (slots). ....	43
5.2.6	Creació d'instàncies o classes com a instàncies. ....	45
5.2.7	Representació gràfica de l'ontologia Joan Brudieu. ....	46
5.2.8	Anàlisi de la codificació en llenguatge RDF/OWL sobre estructura XML.....	48

5.2.9	Diferències comparatives entre les bases de dades i les ontologies. ....	51
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>53</b>
6.1	SOBRE LA WEB .....	53
6.2	SOBRE LES ONTOLOGIES.....	53
6.3	SOBRE LES DIFERÈNCIES ENTRE LES BASES DE DADES I LES ONTOLOGIES.....	54
6.4	SOBRE LES WEBS SEMÀNTIQUES I LA ARXIVÍSTICA DOCUMENTAL .....	54
<b>7</b>	<b>FONTS DOCUMENTALS .....</b>	<b>55</b>
7.1	LLIBRES.....	55
7.2	PÀGINES WEB .....	55
7.3	ARTICLES .....	57
<b>8</b>	<b>APLICACIONS INFORMÀTIQUES UTILITZADES .....</b>	<b>58</b>
8.1	SISTEMES DE GESTIÓ DE BASES DE DADES .....	58
8.2	EDITORS D'ONTOLOGIES.....	58
8.3	PROCESSADORS DE TEXT .....	58
<b>9</b>	<b>ANNEXOS .....</b>	<b>59</b>
9.1	ANNEX I : CODIFICACIÓ DE L'ONTOLOGÍA EN SERIALITZACIÓ RDF/XML.....	59
9.2	ANNEX II: CODIFICACIÓ DE L'ONTOLOGIA EN SERIALITZACIÓ OWL/XML.....	76
9.3	ANNEX III:REPRESENTACIÓ GRÀFICA DE L'ONTOLOGIA IES JOAN BRUDIEU .....	89

## ÍNDIX D'IL·LUSTRACIONS

•(A la portada). Diagrama del núvol del Linking Open Data a l'agost del 2014.	2
•Layer cake. W3C.	16
•Layer cake. W3C. Versió revisada por T. Berners-Lee en 2005 y modificat indicant els nivells d'interoperabilitat.	18
•Layer cake. W3C. Model modificat l'any 2005 per a la inclusió del protocol IRI com a extensió del protocol URI.	19
•Principals processos en l'elaboració d'una ontologia	23
•Exemple de Codi XML	24
•Exemple d'un graf RDF.	25
•Exemple d'un graf fent servir prefixes.	25
•Representació conceptual d'una ontologia feta a mà.	28
•Representació conceptual d'una ontologia feta amb un editor.	29
•Fragment d'ontologia en llenguatge OWL.	30
•Representació gràfica de l'ontologia ISO 21127:2006.	36
•Imatges comparatives entre una base de dades i una ontologia. Podem comparar per exemple: taules/classes, relacions/relacions semàntiques i llenguatges de consulta SQL/SPARQL.	39
•Processos a seguir per a determinar un domini a l'hora de fer una base de dades i /o una ontologia.	40
•Processos a seguir a l'hora d'utilitzar bases de dades i/o ontologies ja existents.	41
•Necessitat d'identificar els conceptes al fer una base de dades/ontologia.	42
•Processos per a definir classes a bases de dades/ontologies.	42
•Ontologia Joan Brudieu. Jerarquia de Classes.	43
•Ontologia Joan Brudieu: Classes procedents de ISO 21127.	43
•Processos a dur a terme per definir les propietats de les classes.	43
•Ontologia Joan Brudieu: Propietats entre classes.	44
•Comparació entre l'edició de relacions en un editor ontològic (Protégé) i en una base de dades (Microsoft Access).	45
•Ontologia Joan Brudieu: Classes i Subclasses.	46
•Ontologia Joan Brudieu. Representació gràfica.	47
•Ontologia Joan Brudieu: Representació gràfica de l'element Anna Canelles.	47
•Indicació de les capes tecnològiques que defineixen els elements de la codificació de l'ontologia Joan Brudieu, en relació amb el total de capes que integren el Web Semàntic.	48
•Llenguatges proposats per Protégé a l'hora de desar l'ontologia creada.	48
•Comparació entre la modelització de l'IES Joan Brudieu en una base de dades (Microsoft Access) i un editor ontològic (Protégé).	51

## 0 INTRODUCCIÓ

Al 1945, després de la segona guerra mundial, Vannevar Bush un enginyer americà, escriu un article que es farà famós: *As we may think* (Cóm podríem pensar), on es pregunta a que s'haurien de dedicar els científics un cop acabada la guerra.

La seva conclusió és que seria interessant que es pogués crear una nova tecnologia que permeti ampliar la capacitat del cervell humà per tal de gestionar la gran quantitat d'informació disponible al món a l'època<sup>1</sup>.

Des de llavors, la tecnologia va anar avançant i es varen desenvolupar millors sistemes de tractament de dades com els ordinadors, però tot i això, la realitat quedava molt lluny dels desitjos que havia manifestat Vannevar al 1945.

No va ser fins el 1990 quan el britànic Tim Berners-Lee<sup>2</sup> sota el paraigües del CERN, i amb una idea totalment visionaria, va poder desenvolupar totes les eines necessàries (protocols de transferències, llenguatges, navegadors i el primer servidor d'aplicacions) per treballar la Web.

Al 1991 Berners-Lee va crear la primera pàgina de Internet, i des de llavors fins ara, Internet no ha parat de créixer. La Web és actualment el medi de difusió d'intercanvi personal més gran de la Història de la Humanitat.

Segons les estimacions, el nombre total de pàgines Web és de més de 48.000 milions (21/11/2016), més de sis pàgines per habitant del món. Al 2010, el nombre era de 27.000 milions (tres pàgines per habitant)<sup>3</sup>.

Tot i que des de la seva creació la Web disposa d'organismes que vetllen pel seu creixement ordenat, amb el desenvolupament d'estàndards que permetin una comunicació efectiva, el nombre cada dia més gran d'informació representa en si mateix un problema seriós a l'hora de trobar la informació que realment l'usuari vol.

Imaginem un lloc on només tenim tres cadenes de televisió. Arribem a casa a la nit i volem veure una estona la tele. Com no sabem quins programes s'estan emetent, fem zapping. En menys d'un minut haurem passat per totes tres cadenes i podrem escollir quin programa veure.

Ara imaginem que en lloc de tres canals tenim deu mil. Trigaríem en fer zapping per tots els canals més de vuit hores. No podríem escollir el canal més

---

<sup>1</sup> BUSH, V. (2001).

<sup>2</sup> Sir Timothy John Berners-Lee és conegut com "el pare de la Web". Va establir la primera comunicació entre un client i un servidor. Va crear el llenguatge HTML, el protocol HTTP i el sistema de localització d'objectes a la Web URL. Va Fundar el Consorci de la World Wide Web (W3C) que presideix des de llavors.

<sup>3</sup> DE KUNDER, M. (2016).



adiant a les nostres necessitats. Seria del tot impossible trobar el canal que realment desitgem veure. Per poder fer-ho, caldria un sistema automàtic, que conegui els nostres gustos i les nostres necessitats, i que pogués prendre decisions per oferir-nos una petita selecció de canals que sigui del nostre gust.

Aquest mateix problema el tenim actualment a la Web. La seva riquesa més gran, la seva quantitat d'informació, és justament el seu principal problema. Amb els buscadors actuals, triguem massa temps en trobar la informació que desitgem. Com a l'exemple televisiu, a la Web necessitem un sistema automàtic.

Vannevar Bush al 1945 ja va veure que el principal escull es trobava a la forma en que s'organitza la informació. Tradicionalment aquesta s'ha organitzat amb un sistema d'indexació (en classes i subclasses), en canvi la ment humana no funciona per indexació sinó per associació.

Vannevar va dir que s'hauria de buscar la manera de crear una tecnologia amb la capacitat d'associar coses<sup>4</sup>. Quan Tim Berners-Lee cinquanta anys després es troba amb el mateix problema, arriba a la mateixa conclusió: "*s'han de poder formar relacions entre coses diferents que en un principi semblen no tindre res a veure entre sí però que en certa forma, comparteixen de fet una relació*"<sup>5</sup>.

Els ordinadors han de poder analitzar la informació que existeix a la Web, i per això necessitem la Web Semàntica.

Si ens preguntem per a què fem servir la Web, la llista seria interminable. Comprar, vendre, pagar, trobar informació, veure vídeos, escoltar música, enviar correus, xatejar, jugar, relacionar-se,... però, quin és el potencial de la Web? Ja l'hem assolit?

Ni de bon tros!. La Web encara ens ha de servir per moltes més coses. Aprofundir en la igualtat social, fer avanços en la democràcia al món, o en la cura del càncer. Però per aconseguir tot això la Web ha de canviar. Hem d'aconseguir que el volum de tanta informació com generem, no ens ocultï la informació que realment busquem.

La Web Semàntica ha de instal·lar-se en cada branca del coneixement de la Xarxa. Només així podrem fer un bon ús de la informació.

Una de les branques del saber que porta anys veient com les noves tecnologies de la informació, amb el seu avenç, van obrint nous camins i nous reptes a la medul·la de sí mateixa és la *Arxivística i Gestió Documental*.

Tot i que no tots els professionals del sector estan d'acord amb la següent afirmació, estem segurs de que a la revolució del coneixement que representa la Web i sobre tot la Web Semàntica, l'Arxivística no pot romandre com un observador que veu com el món canvia al seu voltant. La funció de l'arxiver no és només la d'un senzill custodi dels documents. La funció de gestionar i

---

<sup>4</sup> BUSH, V. (2001).

<sup>5</sup> SANCHEZ AYTE, A. (2011).

difondre el patrimoni documental que preserva, és tant important sinó més encara.

En aquest treball volem estudiar la incidència d'una tecnologia tan innovadora com les Webs Semàntiques en un món tan a priori aliè com el de la arxivística i la gestió documental.

Per això, explicarem primer què es una Web Semàntica i com funciona, que són les Ontologies, en quina situació es troba actualment l'arxivística documental, com pot canviar aquesta amb l'ús de la Web Semàntica, i finalment farem un petit treball pràctic sobre ontologies creant-ne una de ben senzilla.

# 1 LA WEB SEMÀNTICA

Diem Web (de l'anglès “web”, teranyina) de forma general, a la xarxa i al conjunt de la informació que es troba a Internet. Tan és així que utilitzem indistintament les paraules “Internet” i “Web” per nombrar el mateix concepte.

Per poder comprendre el perquè de la seva necessitat i abans de definir a què ens referim quan parlem de Web Semàntica, hauríem de parlar sobre quin tipus de Web tenim actualment.

## 1.1 LA WEB A L'ACTUALITAT

Des d'els anys 80, la Web ha anat creixent de forma caòtica fins arribar a tindre un contingut immens.

És aquesta quantitat d'informació el que fa tan interessant a la Web i al mateix temps un dels principals problemes a l'hora de trobar la informació que necessitem.

Els cercadors actuals (cercadors per paraules clau<sup>6</sup>) pateixen de certs problemes que no milloren amb el temps, sinó que empitjoren a mesura que la quantitat d'informació de la Web augmenta.

Bàsicament aquests problemes són:

- Resultats massa sensibles al vocabulari utilitzat.
- Troben massa informació que després hem d'analitzar.
- Troben massa poca informació (en certes recerques).
- Els resultats són pàgines Webs individuals (el resultat mai és una barreja d'informació).
- Els resultats no poden ser utilitzats directament per altres aplicacions.

Els significats del contingut no són accessibles per a les màquines<sup>7</sup>, que resulten molt limitades a l'hora d'interpretar la informació. (Quan fem servir paraules com “interpretar” o “comprendre la informació” parlant de màquines, parlem en realitat de processar aquesta informació d'una manera efectiva per part d'un software, això que fa que puguem tindre la impressió de que les màquines poden realment entendre les coses, quan no es així).

La World Wide Web (W3) és va dissenyar per la lectura humana i no perquè la seva informació fos processada de forma automàtica per una màquina<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> Són els cercadors més comuns, l'usuari introdueix una paraula clau i el motor del cercador examina a la base de dades per tal de mostrar les pàgines on aquesta paraula sigui una de les paraules clau. Exemples de aquets tipus de cercadors són Google, Yahoo o Bing.

<sup>7</sup> Una màquina virtual és un software que simula a una computadora i pot executar programes com si fos un computador real.

<sup>8</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010: 2-3)

La Web no diferencia entre diferents significats d'una mateixa paraula. No té en compte els contextos ni permet automatitzar els processos. Els cercadors basen la seva recerca en la sintaxis i no en el significat. Per això podem dir que la Web actual és una *Web Sintàctica*.

La solució passa per desenvolupar tècniques més sofisticades basades en la intel·ligència artificial i la lingüística computacional i al mateix temps representar el contingut de la Web en un format més senzill de processar per una màquina.

És a aquesta iniciativa al que li diem Web Semàntica.

## 1.2 DEFINICIÓ DE WEB SEMÀNTICA.

El pare de la W3, Tim Berners-Lee, va definir la Web Semàntica *com una extensió de la Web actual, amb significat, o sigui, un espai on la informació pugui ser interpretada tant per agents humans com per computadores*<sup>9</sup>.

Ja a l'any 2000 en Berners-Lee va proposar que la nova informació hauria d'ajuntar-se de forma tal que un cercador pugui "entendre-la", en lloc de posar-la simplement a una "llista"<sup>10</sup>.

La Web Semàntica és una xarxa de documents "més intel·ligents" que permeten una recerca "més intel·ligent".

La Web Semàntica ha d'arribar a assolir certs objectius:

- El coneixement s'organitzarà segons el seu significat.
- El manteniment de la informació es farà amb eines automatitzades.
- La recerca per paraules clau es substituirà per la resposta a consultes (query answering).
- Es podran trobar respostes a consultes sobre conjunts de documents.
- Es podrà definir qui pot veure certs fragments de la informació sol·licitada.

Els objectius semblen clars, però, quina tecnologia es necessita per arribar-hi?

## 1.3 LES TECNOLOGIES NECESSÀRIES PER LA WEB SEMÀNTICA

La gestió de la informació es troba actualment molt limitada pel tipus de tecnologia utilitzada.

Aquesta tecnologia ens limita en els següents punts:

---

<sup>9</sup> PEREZ PORTO, J. (2013)

<sup>10</sup> LAMARCA LAPUENTE, M.J. (2013)

- La recerca de la informació es basa en cercadors per paraules clau.
- És necessita molt d'esforç i de temps per tal de consultar els documents recuperats per la recerca.
- Eliminar la informació obsoleta és una feina molt feixuga.
- No es poden fer servir mètodes de mineria de dades (data mining) per obtenir coneixements implícits de les bases de dades, degut a la poca estructuració documental.

Tot i això. Per tal d'aconseguir transformar la Web cap a una Web Semàntica no són necessàries tecnologies inabastables. Tenim actualment tecnologies per tal d'avançar en aquest camí<sup>11</sup>.

### 1.3.1 Les metadades.

El llenguatge més comú a la Web és el HTML (Llenguatge de Marcat de l'Hipertext), un llenguatge que s'acomoda més a les necessitats humanes que a les necessitats de les màquines. Aquest llenguatge no conté ni la estructura de la informació, ni el significat de la mateixa (la seva semàntica).

Qualsevol referència social, històrica o cultural, que pels humans ens resulta evident, queda fora de l'abast de les màquines (els exemples són infinits, si un cartell fica " tancat per Nadal" tots sabem quan estarà tancat, si al cartell llegim "3 pm" tots entenem que es tracta d'una hora. Una màquina no podria desxifrar aquests missatges tan senzills per nosaltres).

La solució de la Web Semàntica no és la de fer màquines superintel·ligents, sinó canviar la mateixa pàgina Web, el seu llenguatge, per tal que les màquines puguin processar la informació.

Les metadades són dades que parlen de les dades. Són les dades que donen significat a les dades. (Una màquina necessita llegir `<hora>15.00<hora>` per tal de saber que la dada és una hora del dia. En aquest exemple, `<hora>` és una metadada que ens parla del significat de la dada `15.00`).

Els llenguatges que incorporen les metadades son el XML i el RDF (tots dos establerts per la W3C<sup>12</sup> com a estàndard per la Web Semàntica)<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010:9)

<sup>12</sup> W3C és el Consorci World Wide Web, una comunitat internacional encarregada de desenvolupar estàndards Web que garanteixen la interoperabilitat.

<sup>13</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010:12)

### 1.3.2 Les ontologies.

Tot i que al *Capítol 2* d'aquest estudi tractarem les Ontologies amb molta més atenció, necessitem explicar, encara que sigui breument, que és una Ontologia en el camp de la informàtica.

Bàsicament una ontologia és una llista de conceptes d'un domini i les seves relacions.

Com exemple podem pensar en el domini "bufet d'arquitectura" on els diferents membres del bufet (arquitectes, delineants, secretaris i personal de neteja) són els diferents conceptes i les seves relacions i jerarquies l'ontologia del bufet.

A més a més de les relacions de classe i subclasse que es preveuen clarament, les ontologies poden incloure altres tipus de relacions com:

- Propietats; (un arquitecte determinat és qui s'encarrega de fer els càlculs estructurals).
- Restriccions de valor; (nomes els llicenciats en arquitectura poden signar projectes).
- Disjunció; (el personal de neteja i els arquitectes són disjunts).
- Especificacions de relacions lògiques entre objectes; (es necessiten al menys un delineant cada dos arquitectes).

Si pensem que entendre una cosa és poder relacionar-la amb altres coses que ja havíem entès bé; la manera de que les màquines puguin "entendre" quelcom es basa en les relacions que es puguin fer amb altres coses. Aquesta és la importància de les ontologies.

Les ontologies són útils també a l'hora de:

- Navegar per la xarxa.
- Trobar informació de manera més precisa.
- Superar diferències terminològiques.

Les ontologies precisen de llenguatges de representació més avançats i que incloguin els llenguatges semàntics. Els més importants són:

- RDF: un model de dades per especificar objectes (recursos) i relacions entre ells, amb una semàntica simple. Es pot representar amb sintaxi XML.
- RDF Schema: llenguatge de descripció de vocabularis que permet especificar les propietats i classes de recursos RDF per tal d'establir jerarquies de generalització d'aquestes propietats i classes.
- OWL: llenguatge de descripció de vocabulari enriquit utilitzat per a les descripcions de propietats i classes (relacions entre classes, igualtat, característiques,...).

Actualment, i degut a la gran quantitat d'informació existent a la Web, les ontologies son la estratègia més eficient per realitzar la descripció i estructuració dels recursos que la formen<sup>14</sup>.

### 1.3.3 La lògica.

La Lògica és una disciplina filosòfica que estudia els principis del raonament, oferint-nos llenguatges formals por tal de poder expressar el coneixement<sup>15</sup>.

Ens ofereix també una *semàntica formal* de manera que el significat de les frases es defineix sense la necessitat d'explicitar el coneixement.

Les màquines poden deduir (inferir) conclusions a partir d'un coneixement donat, fent explícit un coneixement implícit (per exemple: tots els gossos són mamífers, la meva mascota és un gos, per tant la meva mascota és un mamífer).

Aquest tipus de lògica pot servir inclús per tal que una màquina pugui prendre decisions.

Actualment encara es treballa en llenguatges Web que puguin representar el coneixement lògic i les inferències amb més eficàcia i poder aplicar la lògica als llenguatges d'ontologies.

### 1.3.4 Els agents.

Els agents són fragments de software que treballen de forma autònoma i proactiva (amb capacitat d'anticipació a les necessitats).

A la Web semàntica un agent personal, rebrà feines i preferències d'un usuari i buscarà informació a la Web, es comunicarà amb altres agents, compararà informacions, escollirà opcions i oferirà respostes personalitzades a l'usuari de forma autònoma.

Per exemple, un agent personal consultarà les pàgines de diferents entitats (botigues, mèdics, etc...) i ens organitzarà l'agenda, cercant i proposant-nos diferents dates i hores per les diferents activitats.

L'agent personal és el sistema automàtic que necessitàvem a l'exemple de la televisió amb 10.000 canals que varem exposar a la Introducció d'aquest treball.

---

<sup>14</sup> QUILEZ MATA, J.L. (2011:111)

<sup>15</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010:15)

## 1.4 EL DESENVOLUPAMENT CAP A LA WEB SEMÀNTICA

Al seu llibre *Weaving the Web* (1999), Tim Berners-Lee diu: “*He tingut un somni per a la Web...i aquest somni tenia dues parts*”. Tot seguit, explica el desenvolupament projectat per la Web:

- La primera Web ha de permetre la comunicació entre la gent.
- La nova Web portarà als ordinadors cap a l'acció:
  1. el primer pas serà posar les dades a la Web en formes comprensibles per a les màquines (una Web Semàntica).
  2. el segon pas fa referència a la inferència i la raó. Les màquines podran fer ús de la inferència lògica<sup>16</sup>.

El desenvolupament de la Web semàntica es produeix pas a pas al llarg del temps, i a cada pas es construeix una capa (layer) que es fica a sobre de la capa anterior<sup>17</sup>.

D'aquesta forma, es pot utilitzar el que ja tenim per continuar avançant en la Web Semàntica. Per això cada capa nova ha de ser compatible amb els nivells anteriors (per exemple, OWL ha de poder aprofitar la informació escrita en RDF i RDF Schema).

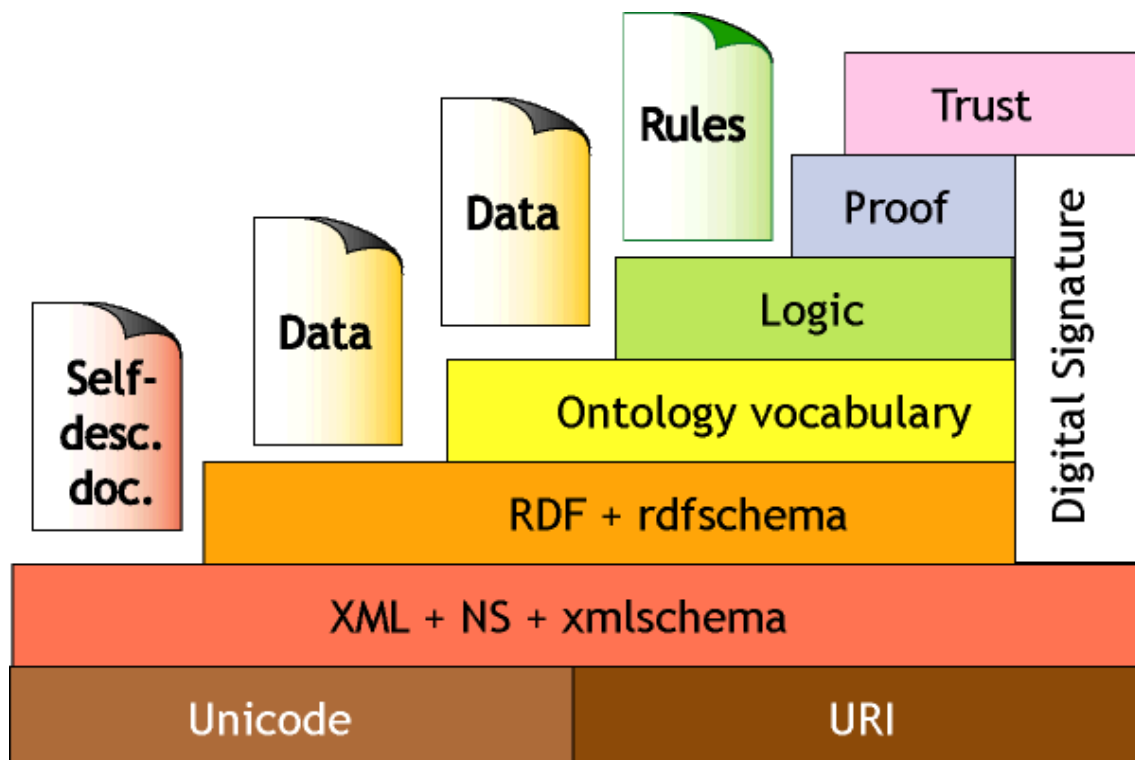


Figura 2: Layer cake. W3C.<sup>18</sup>

<sup>16</sup> BERNERS-LEE, T. (1999:169-171)

<sup>17</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010:20)



A la *figura 1* es pot veure el pastis de capes (layer cake) de la Web Semàntica fet pel Tim Berners-Lee a l'any 1999, que descriu les capes principals del disseny i la seva visió de la Web semàntica.

A continuació fem una petita descripció de les parts que surten al pastis de capes:

- **Unicode:** és un sistema de codificació de caràcters (com ASCII), dissenyats per ajudar els desenvolupadors a crear aplicacions de software que funcionen en qualsevol idioma del món. Unicode adjudica un nombre específic per a cada caràcter sense importar l'idioma ni el programa.
- **URIs (Uniform Resource Identifiers):** la Web és un espai d'informació. Els URIs són els punts que formen aquest espai. Són cadenes curtes que identifiquen els recursos a la Web: documents, imatges, serveis, etc... Fan que els recursos siguin de forma simple, direccionables a l'espai.
- **XML (eXtensible Markup Language) i Namespaces<sup>19</sup>:** XML és un llenguatge que ens permet escriure documents Web estructurats amb un vocabulari definit per l'usuari. Per tant un *Namespace XML* és una col·lecció de noms identificats per una referència URI.
- **XML Schema:** són definicions escrites amb la mateixa sintaxi que els documents XML. Milloren les dades originals afegint informació sobre aquestes. Tot i així és un sistema evidentment sintàctic.
- **RDF (Resource Description Framework):** RDF és un model de dades bàsic, com el model entitat-relació, per escriure afirmacions simples sobre objectes (recursos). Tot i que no depèn de XML, la seva sintaxi es basa en XML. Amb RDF es poden descriure recursos amb metadades sense fer suposicions sobre dominis particulars. Tampoc defineix a priori la semàntica del domini, però té un lleuger sistema d'ontologia.
- **RDF Schema:** RDF Schema permet organitzar objectes Web en jerarquies (classes, propietats, relacions de subclasse i de subpropietat i restriccions de domini i rang). Així dóna significats als termes que s'utilitzen en RDF i el converteix en un llenguatge primari per especificar ontologies. Tot i això es necessiten llenguatges més potents, per fer relacions més complexes entre els objectes Web.
- **SPARQL (Protocol and RDF Query Language):** Tot i que no surt a l'esquema, existeix també l'*SPARQL*, el llenguatge de consultes per a RDF.
- **Ontology vocabulary; OWL (Web Ontology Language):** El llenguatge necessari per poder crear les ontologies a la Web<sup>20</sup>. És un model construït a sobre de RDF i codificat en XML. (Capa sobre capa). Bàsicament OWL és l'estàndard que permetrà que existeixi un sistema

---

<sup>18</sup> Gràfic disponible a <https://www.w3.org/2001/09/06-ecdl/slide17-0.html> (consulta: 19 de novembre de 2016).

<sup>19</sup> El Namespace (Espai de Noms) d'un element, és l'àmbit a dins del qual el seu nom és vàlid. Són un medi d'organitzar classes dintre d'un entorn de forma lògica i jeràrquica. Aconsegueixen entre altres coses eliminar problemes com les ambigüitats i homonímies.

<sup>20</sup> CLASSORA TECHNOLOGIES (2012)

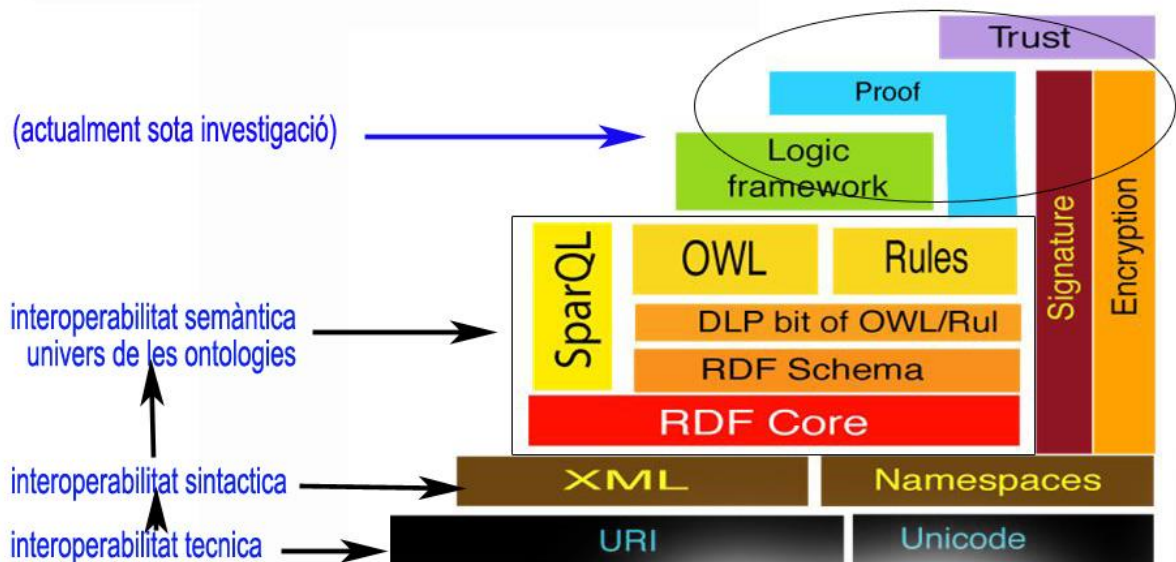
global únic per representar el coneixement a la Web, de manera que llenguatges com el RDF no perdin el seu potencial.

- **Logic:** aquesta capa (*Lògica*), representa el conjunt de regles lògiques i els algorismes d'inferències que, entre d'altres coses, permetran definir a les classes de recursos com a termes d'altres classes i de les seves relacions. És la capa on les classificacions, les proves, les descripcions i les inferències es dotaran d'un cos lògic. Aquesta capa es troba actualment en un profund procés d'investigació.
- **Proof:** la capa *Proof* (*demostracions*) inclou tant el procés deductiu com la representació de les demostracions. Utilitza la lògica per provar les coses basant-se en els fets proporcionats, i recolza els fets derivats.
- **Trust:** finalment la capa *Trust* (confiança), apareixerà a partir de les recomanacions dels agents de confiança i certificació i de les organitzacions de consumidors.

A mesura que anem pujant de capa, la complexitat augmenta considerablement. Per exemple, la dificultat per crear un standard a la capa *Logic* és molt més gran que la de fer un Standard a XML. (La complexitat del raonament a les descripcions lògiques és una cosa evident).

Aquestes capes es troben en un procés de revisió constant i actualment el pastís de capes és molt més complex.

Cada poc temps el pastís de capes es modifica segons va avançant el procés de creació de la Web Semàntica. A la *figura 2*, es pot veure el mateix pastís de capes, però a una versió del 2005. Cinc anys després de l'original.



**Figura 3:** Layer cake. W3C. Versió revisada por T. Berners-Lee en 2005 i modificat indicant els nivells d'interoperabilitat<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Gràfic disponible a [https://images.slideplayer.com/24/7111862/slides/slide\\_23.jpg](https://images.slideplayer.com/24/7111862/slides/slide_23.jpg) (consulta: 19 de novembre de 2016).

Una altra versió, també del 2005, afegia dins de la capa tècnica destinada als URI, el concepte IRI (Internationalized Resource Identifier), un nou estàndard (publicat com RFC 3987) definit per l'Internet Engineering Task Force (IETF) l'any 2005, que estén el protocol URI. A diferència del protocol URI que es limitava al conjunt de caràcters ASCII el relatiu a l'IRI conté caràcters del Universal Character Set, més ampli. La versió 2 del llenguatge d'ontologies OWL va incorporar aquest protocol l'any 2012.

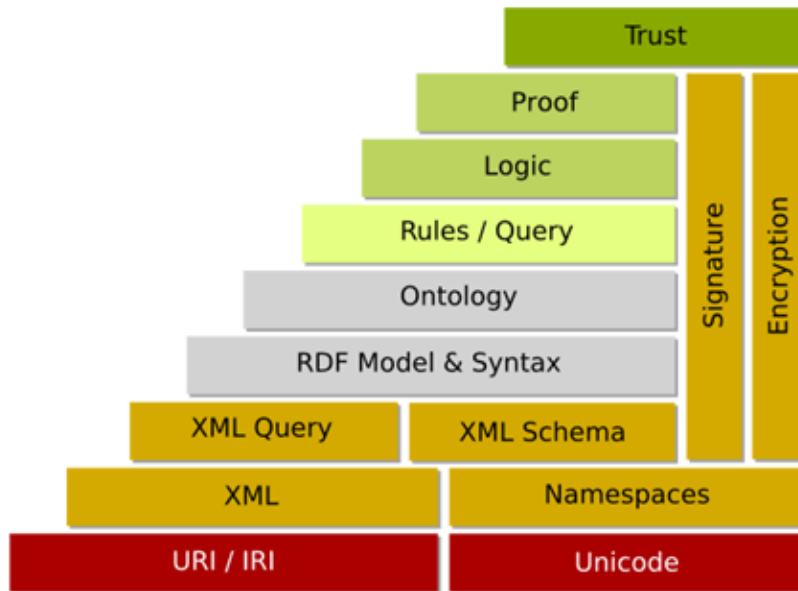


Figura 4: Layer cake. W3C. Model modificat l'any 2005 per a la inclusió del protocol IRI com a extensió del protocol URI<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Gràfic disponible a [http://www.aunmas.com/ciencia/ciencia\\_015.php](http://www.aunmas.com/ciencia/ciencia_015.php) (consulta: 03 de gener de 2017).

## 2 LES ONTOLOGIES.

A la Web Semàntica, la representació de la informació es basa en dues potes, les metadades i les ontologies<sup>23</sup>. Actualment les metadades es troben per tota la Web, ja que fa molt anys que es va veure la necessitat de descriure d'una forma estructurada i codificada dels objectes i recursos de la Web per tal de poder localitzar, recuperar i administrar la informació.

No passa el mateix amb les ontologies. Tot i que com hem pogut veure fins ara, parlar de Web Semàntica, és parlar d'Ontologies ja que són una peça clau a l'hora de dotar de significat als recursos de la Web, el mateix concepte d'ontologia se'ns revela poc clar. En aquest capítol intentarem explicar amb més detall, que és una ontologia.

### 2.1 DEFINICIÓ D'ONTOLOGÍA

Tot i que a la Filosofia l'Ontologia és la branca de la Metafísica que descriu els tipus de coses que existeixen, a la informàtica T.R.Gruber<sup>24</sup> primer i R. Studer<sup>25</sup> més tard, van definir que *una ontologia és una especificació explícita i formal d'una conceptualització*<sup>26</sup>.

Analitzem la definició:

- Amb *conceptualització*, volen dir que es tracta d'un model abstracte d'una realitat concreta.
- *Explícita*, significa que el tipus de concepte i el seu ús està ben definit.
- Finalment, *formal* al·ludeix al fet que l'ontologia ha de ser llegible per un ordinador<sup>27</sup>.

Per tant la definició podria voler dir, que una ontologia és una explicació ben definida, d'un model abstracte d'una realitat concreta, que pugui ser llegida tan per un humà com per un ordinador.

Com ja hem apuntat anteriorment, d'una forma més simple una ontologia és una llista de conceptes d'un domini i les seves relacions. Aquesta llista de conceptes i les seves relacions ens serviran per poder representar el coneixement d'un domini en concret.

---

<sup>23</sup> PASTOR SANCHEZ, J.A. (2014:21)

<sup>24</sup> Tom Gruber és un investigador nord-americà conegut pels seus treballs en la enginyeria de les ontologies.

<sup>25</sup> Rudi Studer és un professor del Karlsruher Institut für Technologie (Alemanya), i president fundador de la Associació de Ciències de la Web Semàntica.

<sup>26</sup> ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. (2010:12)

<sup>27</sup> PASTOR SANCHEZ, J.A. (2014:29)

## 2.2 INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE D'ONTOLOGIA I AL SEU DISSENY

Com diu Antoniou al seu Manual de Web Semàntica, el *Món està ple d'ontologies. Els catàlegs de productes de les empreses, els glossaris de les organitzacions, i totes les llistes més o menys organitzades que podem imaginar són una mena d'ontologia prèvia a l'aparició de la Web Semàntica.*

Però Antoniou està fent servir el concepte d'ontologia d'una forma exageradament laxa per dir-nos que una ontologia és una forma més d'organitzar el coneixement. I té raó, però les ontologies que estudiem en aquest treball tenen molta més complexitat que un catàleg o que un organigrama. Es tracta de representar el coneixement de manera que els programes informàtics puguin utilitzar aquesta representació per una varietat de propòsits incloent-hi el raonament inductiu, la classificació i una varietat de tècniques de resolució de problemes. Per tant, els esquemes han de ser molt més especialitzats per tal de fer útils les dades a l'hora de prendre decisions al món real. La realitat és complexa i per tant les ontologies que intentin descriure-la segurament també ho seran.

Una ontologia està formada per diferents tipus de elements, aquestos són:

- **Classe o concepte:** són les unitats fonamentals que es volen formalitzar<sup>28</sup>, és la descripció formal d'una entitat del domini. Poden tenir subclasses. A més de les subclasses poden tenir instàncies o individus. Normalment estan organitzades en taxonomies.
- **Instància o individu:** és la representació concreta d'una classe.
- **Atribut, propietat o slot:** descriu les classes i les instàncies mitjançant determinats valors. Són les propietats que descriuen les classes. Els atributs poden ser descrits per altres atributs anomenats *facetes* que s'utilitzen per establir restriccions com per exemple la cardinalitat.
- **Relació:** Interacció, associació o enllaç entre dues classes. Amb les relacions els conceptes formen estructures i per tant la taxonomia del domini. Exemples de relacions són: subclasse de, part de, connectat a, és un, etc...
- **Cardinalitat:** defineix la intensitat de la relació, o sigui el nombre de valoracions màximes i mínimes simultànies que admet una classe.
- **Herència:** és una propietat del tipus "és un", que permet a les subclasses heretar propietats i valors de les classes de les que depenen.
- **Axioma:** expressions que sempre són certes i que es diuen sobre relacions que han de complir el elements de l'ontologia. Quan una ontologia té axiomes s'anomena *ontologia pesada*, i si no en té se'n diu *ontologia lleugera*.
- **Regla:** expressió lògica utilitzada per la deducció de coneixement en l'ontologia.

---

<sup>28</sup> SANCHEZ LÓPEZ, S.E. (2007:69)

A l'hora de construir una ontologia primer hem de tenir clar si partirem de zero creant una nova ontologia, si el que farem és transformar un tesaure<sup>29</sup> en una ontologia, o si el que farem és reutilitzar altres ontologies ja existents.

A continuació hem de seguir una metodologia com la proposada per Noy i McGuinness<sup>30</sup>:

1. **Determinació del domini i abast de l'ontologia.** Quin és el propòsit, abast, destinataris, responsables d'actualització, ens hem de respondre totes aquestes preguntes per tal de definir el domini. El domini serà l'espai d'actuació d'aquesta ontologia, o dit d'una altra manera quin és l'àmbit del coneixement representat per l'ontologia.
2. **Analitzar la conveniència d'utilitzar ontologies ja existents.** Per tal de no duplicar esforços i recursos.
3. **Enumerar els termes importants de l'ontologia.** Fer una llista de termes i propietats que expressin el coneixement del que es vol representar.
4. **Definir les classes i la seva jerarquia.** Escollint els termes amb entitat pròpia de la llista anterior i jerarquizant-los.
5. **Definir les propietats de les classes (slots).** Per tal de completar el significat de cada classe.
6. **Definir les facetes dels slots.** O sigui, definir els tipus de valors que tindran cadascuna de les facetes que descriuen els tipus de valor, els valor admesos o el nombre dels valors (cardinalitat).
7. **Creació d'instàncies.** Assignar individus a cada classe i introduir els valors de les seves propietats.

Per poder portar a terme tot això, els diferents processos passen des d'entrevistes personals, documentació sobre el domini, elaboracions de mapes conceptuals per poder veure gràficament les diferents classes i les seves relacions, llistes i diccionaris de conceptes, fins a l'edició en llenguatges ontològics, el manteniment i l'avaluació de l'ontologia creada.

A la *figura 3* es poden veure tots aquests processos ordenats, les seves eines i qui ha d'interpretar-los. Així, és pot veure que primerament les eines i els procediments son fàcilment interpretables pels humans, que a continuació hi ha una fase on s'ha de computar els resultats de les definicions i han de ser les màquines qui han d'interpretar-los i mitjançant els raonadors obtenir inferències, i que finalment les activitats de manteniment, avaluació i suport els realitzaran tan màquines com humans.

---

<sup>29</sup> Un *tesaure documental* és una eina d'emmagatzemament i recuperació d'informació que utilitzen els gestors de la informació per registrar ordenadament dades i l'usuari per buscar-les. Normalment es tracta d'un llistat normalitzat de paraules que tenen certes relacions entre sí i que representen temes, conceptes o continguts de documents. L'usuari, pot, mitjançant aquests tesaures accedir més fàcilment a la informació d'un arxiu.

<sup>30</sup> NOY, N.F.; MCGUINNESS, L. (2005:6-15).

Fase	Processos	Eines	Interpretació
Especificació	Entrevistes personals	Glossaris	Humana
	Elaboració de llistat de termes rellevants	Llistes de termes	
	Documentació especialitzada sobre el domini de coneixement	Taxonomies de conceptes Definició de relacions entre conceptes	
Conceptualització	Elaboració d'un mapa conceptual amb l'objectiu de visualitzar gràficament les classes, les instàncies i els slots	Mapes conceptuais basats en: Xarxes semàntiques Grafs	Humana
Formalització	Diccionari de conceptes	Gestors de base de dades Definició d'axiomes i regles	
Implementació	Edició en llenguatges Ontològics	Llenguatges ontològics (RDFS / OWL) Editors ontològics Programació d'axiomes i regles Raonadors semàntics Raonament sobre axiomes i regles	Màquina
Manteniment			Mixta
Avaluació			
Suport			

Figura 5: Principals processos en l'elaboració d'una ontologia<sup>31</sup>

## 2.3 ELS LLENGUATGES ONTOLÒGICS

Tot i que es tracta d'una simplificació de la realitat, ja que el nombre de llenguatges és molt més alt, pel que hem vist fins ara i referint-nos als llenguatges, a grans trets la Web Semàntica es recolza en:

- XML que atorga sintaxi, regles i documents estructurats. Simplificant podríem dir que XML aporta les metadades.
- RDF que aporta infraestructura de dades i vocabularis. Amb RDF les relacions adquireixen significat, és aquesta la seva principal aportació.
- OWL que és el llenguatge propi per les ontologies al Web<sup>32</sup>. Dota al sistema de la capacitat d'aplicar la lògica i poder fer inferències.

<sup>31</sup> QUILEZ MATA, J.L. (2011:116).

<sup>32</sup> QUILEZ MATA, J.L. (2011:108-109).

### 2.3.1 XML (eXtensible Markup Language)

XML és un metallenguatge, un llenguatge de marcat creat amb un propòsit generalista, (ha de valdre per a qualsevol tipus de document amb informació estructurada). És un llenguatge simple amb una estructura jerarquitzada, on els elements s'estructuren al voltant d'un element arrel. Els atributs es delimiten amb cometes angulars. Podem veure el següent exemple:

```
<?xml version="1.0"?>
<cataleg>
  <llibre>
    <titol>Mecanoscrit del segon origen</titol>
    <autor>Manuel de Pedrolo</autor>
    <edicio>
      <editorial>Edicions 62</editorial>
      <data>1980</data>
    </edicio>
  </llibre>
  <llibre>
    <titol>El llibre de les mosques</titol>
    <autor>Emili Teixidor</autor>
    <edicio>
      <editorial>Edicions Columna</editorial>
      <data>1999</data>
    </edicio>
  </llibre>
</cataleg>
```

Figura 6: Exemple de Codi XML

Ja hem vist que la Web Semàntica en el procés més bàsic (a la part més baixa del pastís de capes), utilitza URIs com identificadors dels recursos, i XML com llenguatge empleat per emmagatzemar i intercanviar dades. Però també hem vist que es necessita quelcom més que una sintaxis per poder representar la informació semànticament, i per això es va desenvolupar el llenguatge RDF.

### 2.3.2 RDF (Resource Description Framework)

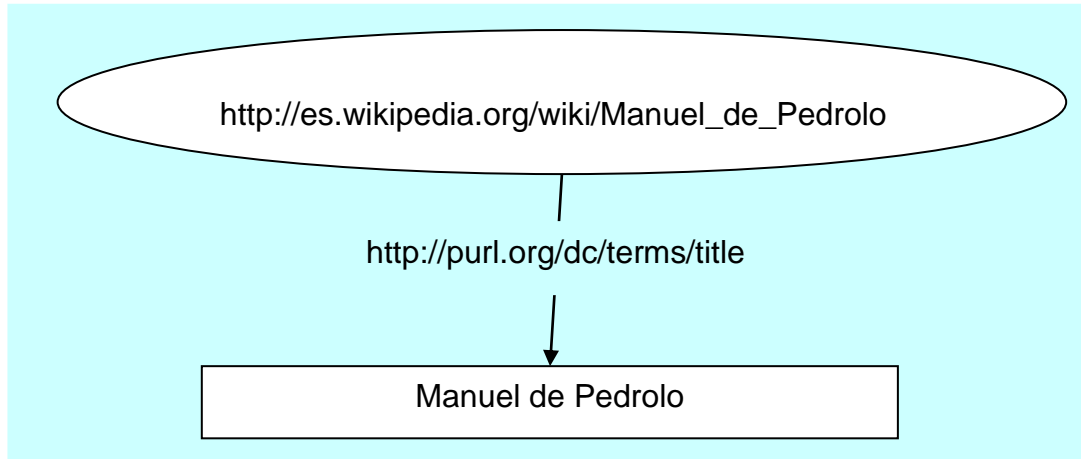
RDF és un model de dades simple però que permet a més d'identificar recursos, descriure les seves propietats i relacions amb els altres recursos. Es va crear per tal de donar resposta a certs problemes que van sorgir amb l'ús de XML.

A RDF les descripcions de recursos es fan en forma de triplet subjecte-predicat-objecte, on el subjecte és el recurs a descriure, el predicat és una



propietat o relació del subjecte, i l'objecte és el valor assignat a aquesta propietat o bé el recurs amb qui s'estableix la relació.

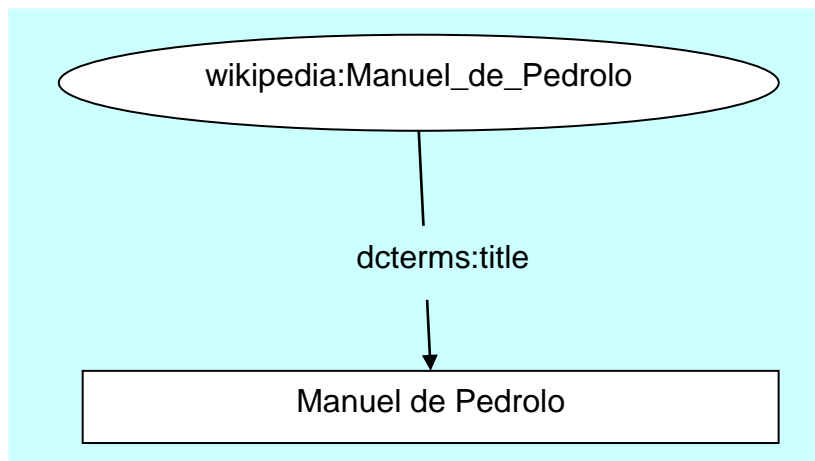
El model supera l'estructura jeràrquica de XML i es basa en *grafs*<sup>33</sup>. A la *figura 7* podem veure l'exemple més senzill, un únic triplet.



**Figura 7: Exemple d'un graf RDF.**

I el podríem llegir: el títol de la pàgina web amb adreça [http://es.wikipedia.org/wiki/Manuel\\_de\\_Pedrolo](http://es.wikipedia.org/wiki/Manuel_de_Pedrolo) és "Manuel de Pedrolo".

Per no fer l'escriptura tant feixuga, es fan servir *prefixes* per abreujar les referències URI.



**Figura 8: Exemple d'un graf fent servir prefixes.**

Aquests prefixos (alguns dels quals estan estandarditzats), ens han de permetre una identificació exacta i unívoca per tal de no tenir cap tipus d'ambigüitat semàntica.

A la Web podem trobar exemples de grafs ben complicats amb nombrosos recursos i múltiples propietats, que tot i això fan senzilla la seva visualització.

---

<sup>33</sup> Un graf és una representació simbòlica dels elements d'un sistema, mitjançant esquemes gràfics.

Però la seva comprensió per les màquines resulta més costosa que per una persona. Es necessari que aquests grafs prenguin forma de fitxers informàtics, amb una sintaxis i una gramàtica que permeti el seu processament per part de les aplicacions.

La sintaxis que codifica RDF es diu RDF/XML, i tot i que resulta entenedor per a les màquines resulta en molt casos un galimaties per a un lector amb pocs coneixements en aquest llenguatge. Amb tot i això, les relacions, i les identificacions que modelitza RDF són molt bàsiques, i per això es va crear una extensió del llenguatge anomenada RDF Schema (RDFS).

Amb RDFS es poden descriure esquemes senzills fent servir no només classes sinó també subclasses. Amb RDFS s'aconsegueixen modelitzar ontologies lleugeres, però per poder crear tot tipus d'ontologies és necessari un nou llenguatge que implementi a RDFS. Aquest llenguatge és OWL.

### 2.3.3 OWL (Web Ontology Language)

OWL és un llenguatge desenvolupat per tal de publicar i compartir en la web ontologies que defineixen els termes i relacions d'un vocabulari a la xarxa<sup>34</sup>.

OWL és una extensió de RDFS especialment dissenyada pel seu ús en programes informàtics que necessitin d'una gran capacitat d'interpretació del contingut per part de les màquines (molta més que XML, RDF i RDFS) a partir d'un vocabulari addicional i d'una semàntica formal.

D'aquesta manera OWL supera les limitacions de RDF i RDFS com el fet de no permetre la gestió compartida d'esquemes d'ontologies diferents, ni la incorporació de principis de disjunció o cardinalitat, bàsics a l'hora de representar sistemes amb més significat<sup>35</sup>.

Les declaracions en OWL defineixen classes, propietats i individus juntament amb les ja definides en RDFS (subclassess, subpropietats, domini i rang), i afegeix altres com la relació inversa entre propietats i un conjunt d'axiomes addicionals per poder definir restriccions com la cardinalitat entre instàncies de classes. A més d'això incorpora altres elements i propietats que fan d'OWL un mecanisme molt més potent que els seus predecessors.

OWL es va dissenyar específicament per complir una sèrie d'objectius necessaris pel desenvolupament de la Web Semàntica:

- **Compartir ontologies.**
- **Gestionar l'evolució de les ontologies.** OWL permet que els desenvolupadors d'ontologies puguin indicar els canvis sorgits per l'evolució de les ontologies amb les seves versions per poder establir compatibilitats amb versions anteriors.

---

<sup>34</sup> PASTOR SANCHEZ, J.A.; (2011:76)

<sup>35</sup> QUILEZ MATA, J.L.; (2011:121)

- **Permetre la interoperabilitat entre ontologies.** OWL permet oferir primitives<sup>36</sup> per poder interactuar amb ontologies amb modelitzacions molt diferents que descriuen conceptes similars, per tal de crear equivalències que facilitin la integració de recursos.
- **Facilitar la detecció d'incoherències.** OWL permet la detecció automàtica d'incoherències. Fa ús de la lògica.
- **Conciliar expressivitat i jerarquització.** OWL ha de ser capaç d'expressar coneixement molt heterogeni i a la vegada poder raonar sobre ell de manera eficient.
- **Definir un llenguatge de fàcil utilització.**
- **Facilitar la compatibilitat amb altres estàndards.**
- **Permetre la internacionalització d'ontologies.** La varietat d'idiomes i cultures no ha de ser un problema per a OWL.

OWL continua utilitzant el sistema de triplets que hem vist a RDF (subjecte-predicat-objecte)., ja que es tracta d'una capa més a l'estructura de capes.

Al mateix temps OWL s'estructura en tres capes o subllenguatges:

- **OWL Lite:** orientat a l'elaboració de classificacions jeràrquiques i restriccions senzilles. S'utilitza molt per transformar tesausres, taxonomies i altres esquemes conceptuals en ontologies.
- **OWL DL:** És el subllenguatge OWL més important en relació amb la capacitat dels raonadors semàntics de deduir nou coneixement. Amb ell es poden crear ontologies d'una màxima expressivitat amb garantia de que tots els resultats (totes les conclusions) puguin ser calculats en un temps finit. És el subllenguatge més utilitzat, es potent però no tan exhaustiu com OWL Full.
- **OWL Full:** permet representar ontologies amb la màxima expressivitat, amb molta llibertat sintàctica però sense cap garantia de que tots els càlculs es puguin fer en un temps finit (pot contenir bucles infinits). OWL Full possibilita que una ontologia augmenti el significat d'un vocabulari predefinit. Degut a la seva complexitat i extensió OWL Full només es empleat per usuaris amb un gran coneixement tècnic.

Aquests subllenguatges són dependents jeràrquicament de forma que:

Tota ontologia OWL Lite és una ontologia OWL DL que sempre és una ontologia OWL Full.

Actualment existeix una nova versió d'OWL que es diu OWL2. Aquesta nova extensió ve a solucionar problemes d'expressivitat, definició i sintaxi que sorgien amb OWL<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> *Primitiva* és una categoria d'una ontologia que no pot ser definida en termes d'altres categories en la mateixa ontologia. Un exemple podria ser el concepte de Punt en la geometria de Euclides.

<sup>37</sup> CUENCA GRAU, B.; HORROCKS, I. (2008:1).

## 2.4 EXEMPLES DE REPRESENTACIONS ONTOLÒGIQUES

Per entendre millor l'explicat fins ara, pot resultar interessant veure diferents tipus de representacions ontològiques.

Qualsevol tipus d'informació es pot modelitzar amb un sistema ontològic. A la figura 9 podem veure una ontologia feta per representar unes etapes a un curs de creixement personal. Es tracta d'una representació conceptual, en aquest cas feta a mà a una pissarra. Conceptes com "amor", "vida", "vulnerabilitat" són tractats com classes i es troben relacionats per propietats tals com "fer sostenible" o "contagia".

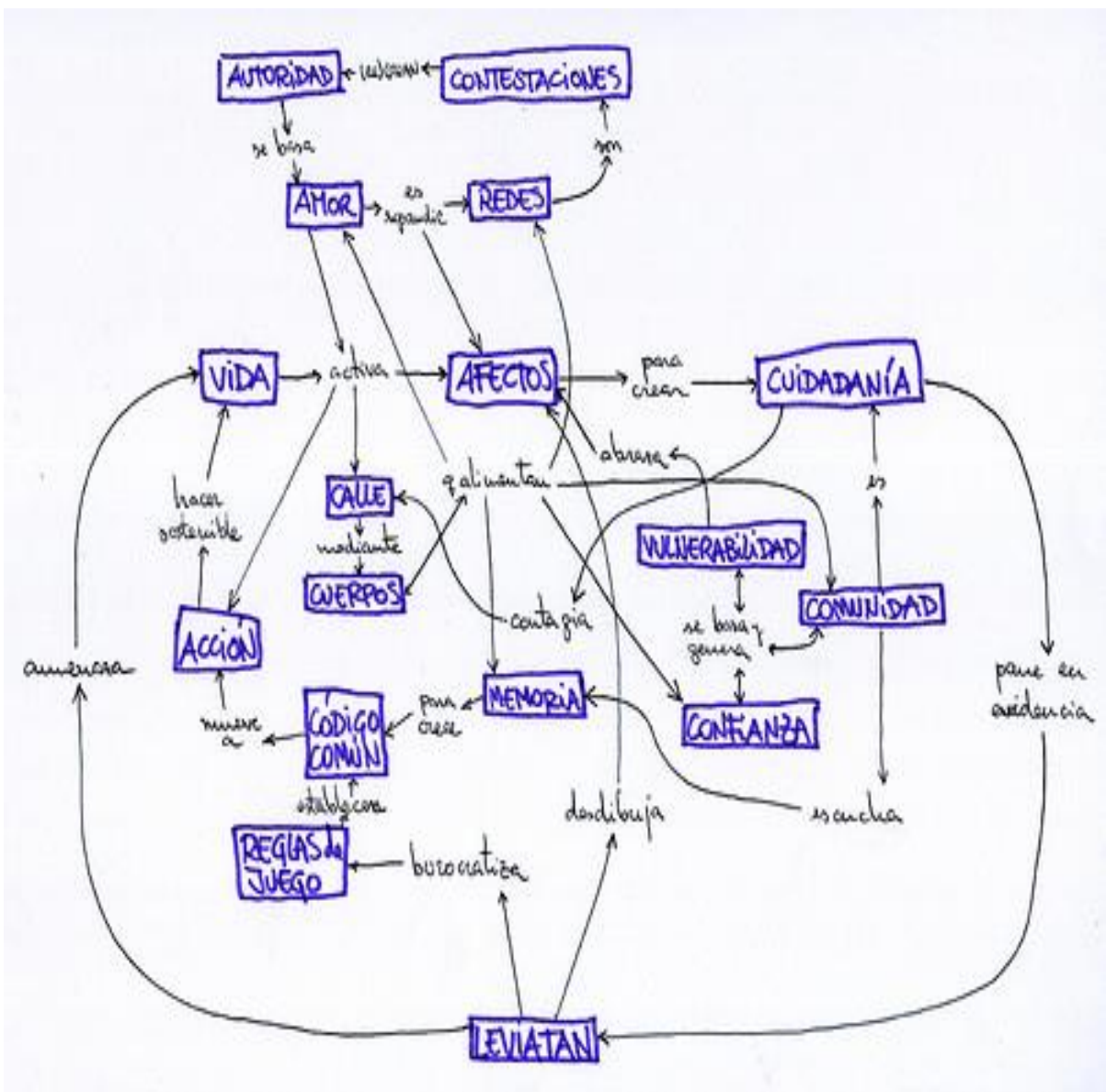


Figura 9: Representació conceptual d'una ontologia feta a mà<sup>38</sup>.

<sup>38</sup> Imatge disponible a [http://www.copylove.cc/IMG/jpg/6943618005\\_6bc9380fdb.jpg](http://www.copylove.cc/IMG/jpg/6943618005_6bc9380fdb.jpg). (Consulta: 13 de desembre de 2016).

A continuació, a la *figura 10*, podem veure un altra representació conceptual en aquest cas feta amb un editor ontològic. Es tracta de la "Ontologia de biografies parlamentàries del Congrés Nacional de Xile". Els conceptes que hi surten (interval, càrrec,...) i les relacions (subclasse de, data, període...) ens semblen més pròpies d'una ontologia, però en realitat són iguals de "normals" que les del exemple anterior. Els recursos depenen només del domini tractat.

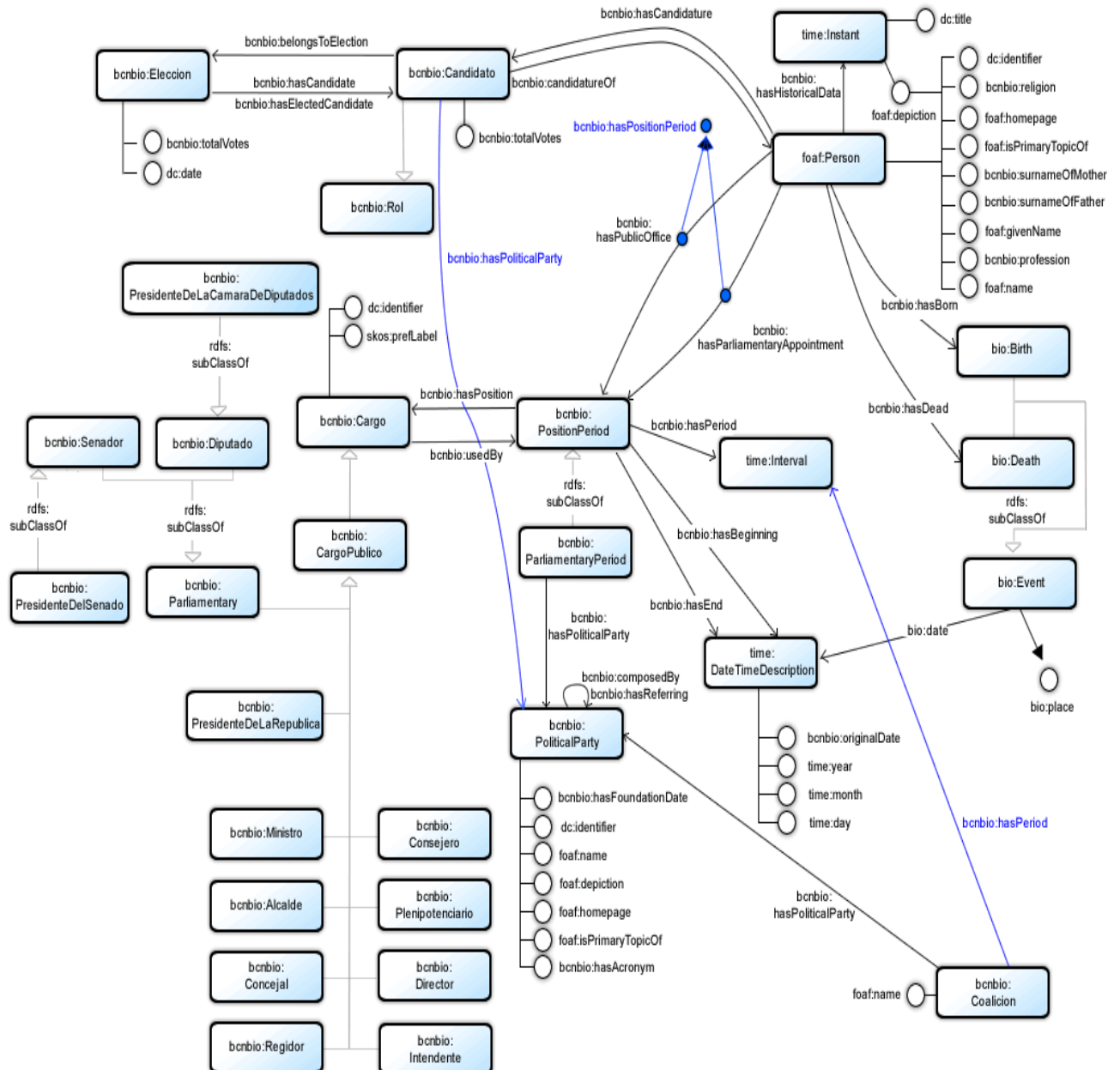


Figura 10: Representació conceptual d'una ontologia feta amb un editor<sup>39</sup>.

<sup>39</sup> Imatge disponible a <http://datos.bcn.cl/ontologies/bcn-biographies/doc/> . (Consulta: 13 de desembre de 2013).

Un altre tipus de representacions ontològiques són les fetes en llenguatge ontològic. Ja hem dit anteriorment que aquests tipus de representacions són necessàries pel processament del sistema per les màquines tot i que pels humans el seu maneig resulta més feixuc.

```
<!-- http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/spatialrelations/touches -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="touches">
  <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.ordnancesurvey.co.uk/ontology/spatialrelations.owl"/>
  <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty"/>
  <rdfs:label xml:lang="en">touches</rdfs:label>
  <rdfs:comment rdf:datatype="&xsd:string">
    >The boundaries of the two objects intersect but their interiors do not.</rdfs:comment>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="&owl;topObjectProperty"/>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="equals"/>
    <rdf:Description rdf:about="touches"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
  <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
    <rdf:Description rdf:about="touches"/>
    <rdf:Description rdf:about="equals"/>
  </owl:propertyChainAxiom>
</owl:ObjectProperty>
```

Figura 11: Fragment d'ontologia en llenguatge OWL<sup>40</sup>.

A la *figura 11*, podem veure un fragment d'una ontologia sobre relacions espacials en llenguatge OWL i sintaxi RDF/XML. Està feta com es pot veure, per la agència britànica Ordnance Survey dedicada a l'elaboració de mapes del Regne Unit, i ens mostra la relació espacial "touches".

## 2.5 ELS EDITORS ONTOLÒGICS

Els editors ontològics són aplicacions informàtiques destinats a facilitar l'edició i gestió d'ontologies. Formen part de les aplicacions orientades al desenvolupament de la Web Semàntica.

Tot i que una part dels programes són elaborats sobre RDF i RDFS, la majoria fan servir OWL. També convé remarcar que és important conèixer per a cada aplicació específica quins estàndards es poden aplicar amb el seu ús<sup>41</sup>.

Podem agrupar aquestes aplicacions en tres tipus segons la seva funcionalitat:

- Les destinades a l'edició i manteniment d'ontologies.
- Les destinades a l'anotació semàntica.
- Les destinades a la integració d'ontologies.

<sup>40</sup> Imatge disponible a [http://www.fgcsic.es/lychnos/es\\_es/articulos/construyendo\\_una\\_web\\_semantica](http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/construyendo_una_web_semantica) (consulta: 13 de desembre de 2016).

<sup>41</sup> QUILEZ MATA, J.L.; (2011:125)

Normalment els editors possibiliten:

- L'edició d'ontologies (termes, definicions, jerarquia, relacions propietats,...).
- El disseny gràfic (representació gràfica).
- Integració d'ontologies (elaboració d'una nova ontologia a partir d'elements d'altres).
- Importació (importació d'ontologies per a la seva anàlisi).
- Disseny col·laboratiu (permet el treball simultani de diferents usuaris).
- Avaluació (automatitzant tasques d'avaluació de la qualitat).
- Inferència (facilita la incorporació d'axiomes i regles).
- Repositori d'ontologies (per poder presentar públicament les ontologies).

Tal i com veurem al *capítol 5* en el que utilitzarem un editor per construir una ontologia, bàsicament els editors ens ajuden al disseny de la mateixa.

Amb els editors, l'usuari pot treballar d'una manera simple, fent servir grafs que aniran incorporant entitats i relacions al sistema d'una manera molt visual i entenedora, sense pràcticament necessitat d'atacar el procés amb un llenguatge codificat en forma de fitxers informàtics. És justament l'editor, l'encarregat de transformar (codificar) el diagrama resultant per tal que les màquines puguin processar-lo ("entendre-ho").

### 3 LA ARXIVÍSTICA I LA GESTIÓ DOCUMENTAL

La arxivística és una ciència empírica orientada a l'organització d'arxius. Com a tal, històricament assoleix tres funcions que s'han sintetitzat amb el temps:

- Com a ciència auxiliar de la Història (plantejament del segle XIX).
- Com a ciència auxiliar de l'administració (plantejament del segle XX).
- Com a part integrant de les ciències de la informació i la documentació (actualitat).

La implantació de les noves tecnologies de la informació i la comunicació, amb la seva proliferació dels documents, fa que avui la arxivística hagi d'assolir qüestions com la sobrecàrrega d'informació, el dinamisme de les tipologies documentals o la varietat dels suports i formats electrònics<sup>42</sup>.

Entenem que l'arxivística té una vessant històrica i cultural que, a priori no es troba en la gestió documental. Aquesta última, fa més referència a les activitats necessàries per assegurar la preservació, l'ús i la difusió del coneixement que el document conté.

Actualment existeix una tensió entre les nocions de gestió documental i arxivística, com si es tractés de coses molt diferents. En aquest treball no aprofundirem en aquest tema (que s'allunya dels nostres objectius d'estudi) i ens prendrem la llibertat d'equiparar tots dos conceptes.

Avui en dia tant els arxius com els museus o les biblioteques, tenen el compromís d'organitzar i facilitar l'accés als recursos d'informació, per tal de prestar serveis de qualitat als usuaris. Tot i que els seus objectes són del tot diferents (documents, obres d'art, objectes culturals o científics, material bibliogràfic,...) tots tenen característiques que els fan d'alguna manera, similars quan ens referim al tractament de la informació:

- L'objecte (o document) és únic.
- Tot i ser únic, la seva informació és produeix normalment de forma seriada al llarg del temps.
- La informació que conté l'objecte és incompleta en tant que forma part d'un tot, molt més gran, amb el que està estretament vinculat.

Tot això implica que els documents, els llibres, o els objectes museístics no puguin ser considerats com a entitats aïllades sinó que s'integren en un sistema dinàmic i en constant desenvolupament.

El tractament d'aquests sistemes o arxius, és l'objecte de la gestió documental, i des dels anys trenta del segle passat, amb l'aparició als Estats Units del *Records Management*, van començar a tractar-los com sistemes dinàmics, quasi, podríem dir, com a sistemes biològics.

---

<sup>42</sup> ALONSO MARTINEZ, J.A. (2015:7-9)



### 3.1 EL RECORDS MANAGEMENT

El records management<sup>43</sup> és un concepte integral de la gestió documental. Estableix una sèrie d'objectius:

- Formalitzar criteris pel disseny normalitzat dels documents.
- Evitar la duplicitat i l'obsolescència.
- Simplificar els procediments.
- Controlar l'ús.
- Organitzar (classificar, ordenar i descriure) els documents.
- Conservar-los.
- Fer una avaluació i eliminar els que no tinguin cap valor.

Tanmateix, estableix el concepte *records lifecycle* (el cicle de la vida dels documents), segons el qual, els documents passen per tres fases.

- **Creació o recepció.** El document "neix" (és creat o el rebem).
- **Manteniment i ús.** El document es tracta per tal de fer-ho útil. I s'utilitza.
- **Disposició.** El document és emmagatzemat o destruït segons la seva importància.

El document està per tant relacionat amb un cicle vital propi i al mateix temps amb altres documents amb els que forma un arxiu.

Aquest enfocament doble, el document lligat al seu cicle de la vida i la pròpia integració i relació amb els altres documents, cobra molta més importància quan arriba la substitució del paper pels documents electrònics.

Les relacions entre els documents, assoleixen una mida inimaginable quan s'expandeixen cap a les fonts externes d'informació. La relació es torna global i és per això que es tornen imprescindibles uns estàndards que fan possible les aplicacions d'ontologies per poder establir correctament aquestes relacions.

### 3.2 L'ARXIVÍSTICA ACTUAL I EL SEU FUTUR

La nova visió del records management juntament amb les noves tecnologies van portar a l'arxivística el que es coneix com SGDEA (Sistema de Gestió de Documents Electrònics i Arxius).

Es tracta d'un sistema o grup de sistemes d'informació destinats a gestionar documents electrònics per tal de ser arxivats i també documents d'arxiu tradicionals (amb suport paper o d'altres). El sistema ha de garantir el seu manteniment, la conservació de l'autenticitat, fiabilitat i l'accessibilitat al llarg del temps.

---

<sup>43</sup> Els arxivers anglosaxons van plantejar una ruptura al sí de la arxivística als anys trenta del segle XX amb el concepte de records management. No tenim cap nom específic per aquesta tècnica que no generi confusió. La traducció habitual *gestió de documents*, és massa genèrica pel que utilitzarem el terme anglès.

Aquests sistemes són promoguts principalment per les administracions dels diferents països, per definir models de gestió documental que preservin la funcionalitat i la correcta gestió de la informació tant documental com cultural.

En aquest sentit, podem intuir que la integració dels SGDEA a la Web Semàntica, obre un camp il·limitat en els diferents processos de la gestió documental.

L'arxivística en un futur molt pròxim s'ha d'obrir cap a una nova perspectiva.

Si la tendència actual és la d'arribar a administracions amb una gestió documental que podríem definir de "*zero paper*", on tota la informació documental es processa no només en suports digitals, sinó fent servir la infraestructura de la Web, la arxivística haurà d'afrontar reptes nous com poden ser:

- **L'intercanvi d'informació.** S'ha de poder garantir la correcta traçabilitat dels documents compartits a través de la Web per poder mantenir la fiabilitat de la informació documental i cultural.
- **El processament d'informació no estructurada del Web.** S'han de poder crear sistemes per poder processar la immensa quantitat d'informació que es troba a la Web de forma totalment desestructurada. Aquests sistemes han de ser, processats principalment per màquines i ser capaços de extreure'n coneixement d'aquesta informació.
- **Polícia semàntica.** S'ha de poder garantir que els processos que gestionin la informació documental i cultural siguin processos ètics i que la informació sigui veraç i no pugui ser ni segrestada ni manipulada amb interessos econòmics, polítics o d'altres durant la seva creació, gestió i consulta. En aquest sentit és possible que la funció de l'arxiver, en tant que garant i conservador de la integritat dels arxius, hagi d'evolucionar cap a poder garantir la integritat ètica dels processos que gestionen la informació.

## 4 LES ONTOLOGIES A LES CIÈNCIES DE LA INFORMACIÓ.

A diferència d'altres llenguatges documentals, les ontologies no disposen encara d'un estàndard que normalitzi la seva construcció i elaboració<sup>44</sup>.

Tot i això, la importància dels processos semàntics a la Web a l'hora del tractament de la informació, en especial dins el camp de l'arxivística i la seva integració amb altres disciplines, ha portat al desenvolupament, per part dels enginyers ontològics, d'eines tan potents com la norma ISO 21127:2006<sup>45</sup>.

### 4.1 ONTOLOGIA D'INTERCANVI D'INFORMACIÓ PEL PATRIMONI CULTURAL.

La ISO 21127 és l'ontologia de referència per a l'intercanvi d'informació en el camp del patrimoni cultural<sup>46</sup>. És aquest, el patrimoni cultural, el seu domini en un sentit ampli (museus, arxius, biblioteques, patrimoni arqueològic), i defineix un model integrat per 80 classes o conceptes, relacionades per més de 130 propietats<sup>47</sup>.

La norma permet:

- **Definir una referència conceptual** per tal de explicar sense ambigüitats els diferents elements patrimonials.
- **Fer un mapatge i comparacions de sistemes d'informació**, esquemes etc... facilitant un esquema semàntic comú per poder compartir per diferents sistemes en principi incompatibles.
- Convertir-se en un **model per a la construcció de nous sistemes d'informació**, adaptant-se a casos concrets, amb simplificacions o amb expansions.
- **Ser referència per la creació de sistemes de mediació**. Permetent l'ús de diferents fonts d'informació com si es tractés d'una única base de dades, per aconseguir integrar tota la informació del domini en una única aplicació. Aquesta característica és sens dubte la més ambiciosa i decisiva, ja que permet un ús global de les diferents bases de dades associades.

---

<sup>44</sup> QUILEZ MATA, J.L.; (2011:107).

<sup>45</sup> ISO (International Organisation for Standardization), és una organització internacional que es dedica a desenvolupar i publicar els estàndards internacionals per a tots tipus d'àmbits d'actuació. A l'any 2006, es va normalitzar aquesta ontologia com a ontologia de referència per a l'intercanvi d'informació del Patrimoni Cultural.

<sup>46</sup> Actualment, la versió existent data de l'any 2014. La primera versió és de l'any 2006 i correspon a la estandardització del model CRM (Conceptual Reference Model) del CIDOC (International Committee for Documentation).

<sup>47</sup> QUILEZ MATA, J.L.; (2011:130).

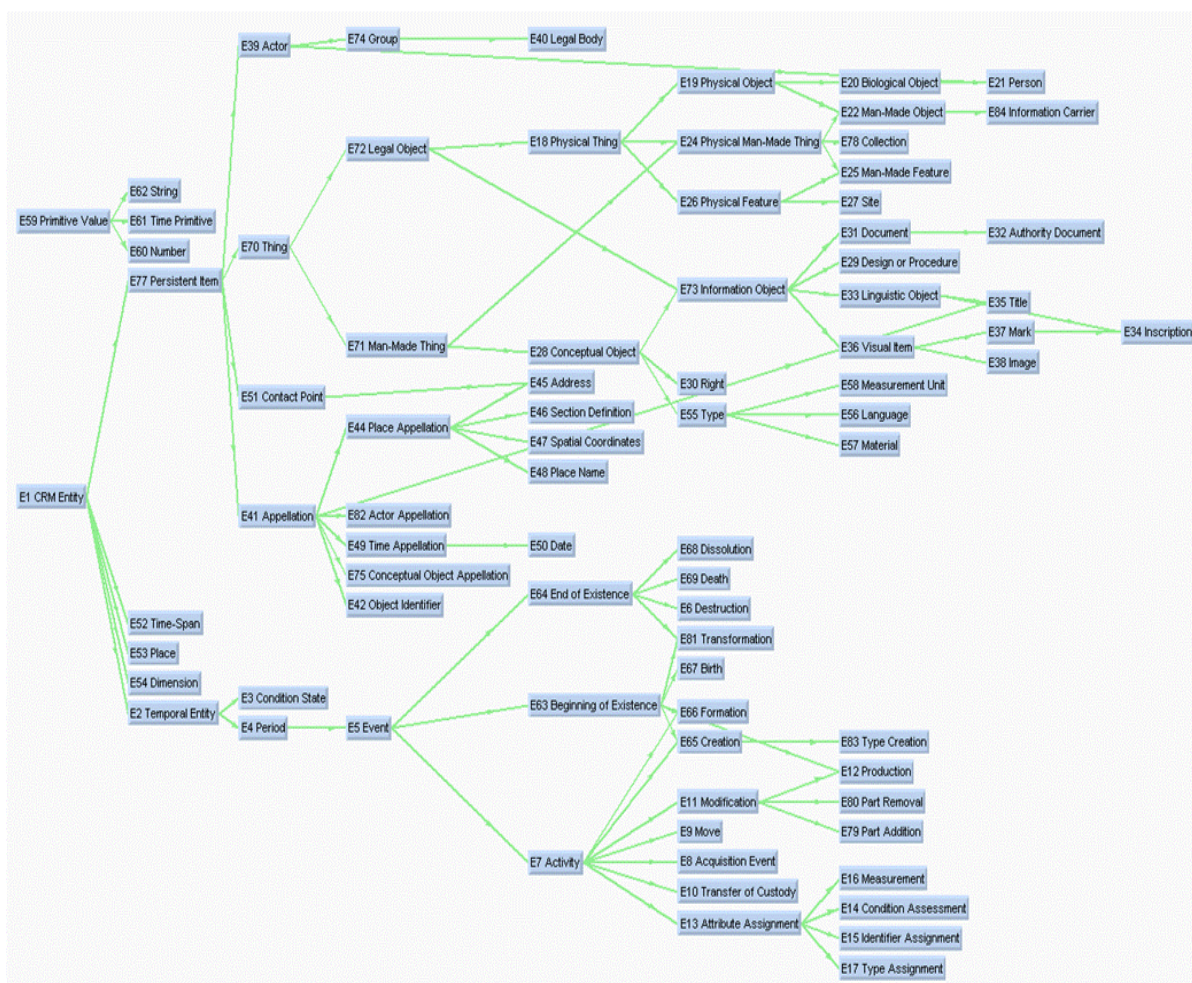


Figura 12: Representació gràfica de l'ontologia ISO 21127:2006<sup>48</sup>.

## 4.2 ONTOLOGIES I EINES SEMÀNTIQUES AL SERVEI D'ARXIU I BIBLIOTEQUES

Tot i el caràcter universal de la norma ISO 21127, aquesta no és ni molt menys l'únic projecte dedicat a la federació, gestió i recuperació integrada de recursos dels arxius digitals. Els següents exemples són alguns dels més importants.

- El projecte DAWIS (Digital Archive Web Information System) és un altre d'aquests projectes. Una eina complementària pel disseny i representació d'ontologies OWL.
- El projecte CONTEXTA, és una plataforma creada per la integració i distribució de recursos arxivístics, que dedica una especial atenció a l'enriquiment semàntic de la informació d'una manera semiautomatitzada.
- MICHAEL (Multilingual Inventory of Cultural Heritage in Europe) és un altre exemple.

<sup>48</sup> Imatge disponible a [http://nordbotten.com/ADM/ADM\\_book/F4-5-CIDOC-CRM.htm](http://nordbotten.com/ADM/ADM_book/F4-5-CIDOC-CRM.htm) (consulta: 14 de desembre de 2016).

- Ontologies Archivistiche és un projecte italià també molt útil a l'hora de solucionar problemes esdevinguts de les diferències en un principi insalvables de models procedents de fons i productors diversos.

Amb això veiem que les ontologies són eines molt potents per tal de compartir els coneixements entre diferents professionals de l'arxivística. La possibilitat (no sempre necessària, però molt important quan fa falta) d'un processament de la informació automatitzat (per màquines) per part de les ontologies, fa d'aquestes, una eina fonamental en la gestió documental al llarg del cicle de vida de la documentació.

El principi d'universalitat i de transferència de coneixement no es veu contradit pel fet de que es puguin construir múltiples ontologies que modelitzin la mateixa àrea específica. El mateix concepte d'ontologia, en tant que necessita de la definició de les classes i relacions, implica un punt de vista propi, particular de cada ontologia, pel que poden existir més d'un punt de vista per cada àmbit del coneixement.

La grandesa d'aquest sistema és que es poden fer sistemes cooperatius d'ontologies amb interoperabilitat entre sistemes diferents. La universalitat queda doncs garantida sense renunciar a la particularitat.

## 5 APROXIMACIÓ PRÀCTICA AL DISSENY D'UNA ONTOLOGIA.

En aquest capítol, construirem una ontologia senzilla. Però abans crearem una base de dades del mateix domini de l'ontologia. Així podrem comparar-les per veure les diferències.

Per fer la base de dades utilitzarem el programa de gestió de bases de dades Microsoft Acces<sup>49</sup>.

L'editor ontològic que farem servir serà el Protégé. Es tracta d'una plataforma gratuïta i de codi obert elaborada en JAVA, i desenvolupada pel Centre d'investigació Biomèdica de l'Escola de Medicina de Stanford<sup>50</sup>. El sistema s'adequa a les recomanacions del W3C pel que es refereix als recursos tecnològics de la Web Semàntica. És un dels editors més populars amb més de 300.000 usuaris registrats<sup>51</sup>.

Als annexos inclourem diverses representacions tant de la base de dades com de l'ontologia creades.

### 5.1 LES ONTOLOGIES EN RELACIÓ AMB ELS TESAURES I LES BASES DE DADES

El procés d'elaboració d'una ontologia comparteix una part de la metodologia i dels objectius en l'elaboració tant d'una base de dades, com d'un tesaurus. En tots els casos, es parteix del llenguatge natural per extreure'n i jerarquitzar conceptes i definir i aplicar un seguit de relacions entre ells.

Des d'un punt de vista tecnològic, les tasques a realitzar per fer una ontologia, són molt similars a les que s'han de fer per dissenyar bases de dades. Ambdós sistemes permeten la creació d'entitats (taules en bases de dades, entitats o classes en ontologies), relacions, alta d'informació (definició d'individus o instàncies), llenguatges de consulta d'interrogació de les dades (SQL en bases de dades, SPARQL en ontologies que operen sobre RDF o OWL), definició de regles (regles de negoci en bases de dades, regles lògiques en ontologies), editors de models de dades (editors del model relacional en bases de dades i editors de grafs en ontologies), etc.

---

<sup>49</sup> L'editor Microsoft Access és un programa de pagament que es pot trobar a la pàgina de Microsoft.

<sup>50</sup> Aquest editor gratuït es pot baixar des del link <http://protege.stanford.edu/>.

<sup>51</sup> Font: <http://protege.stanford.edu/community.php> (consulta feta el 13 de desembre de 2016).

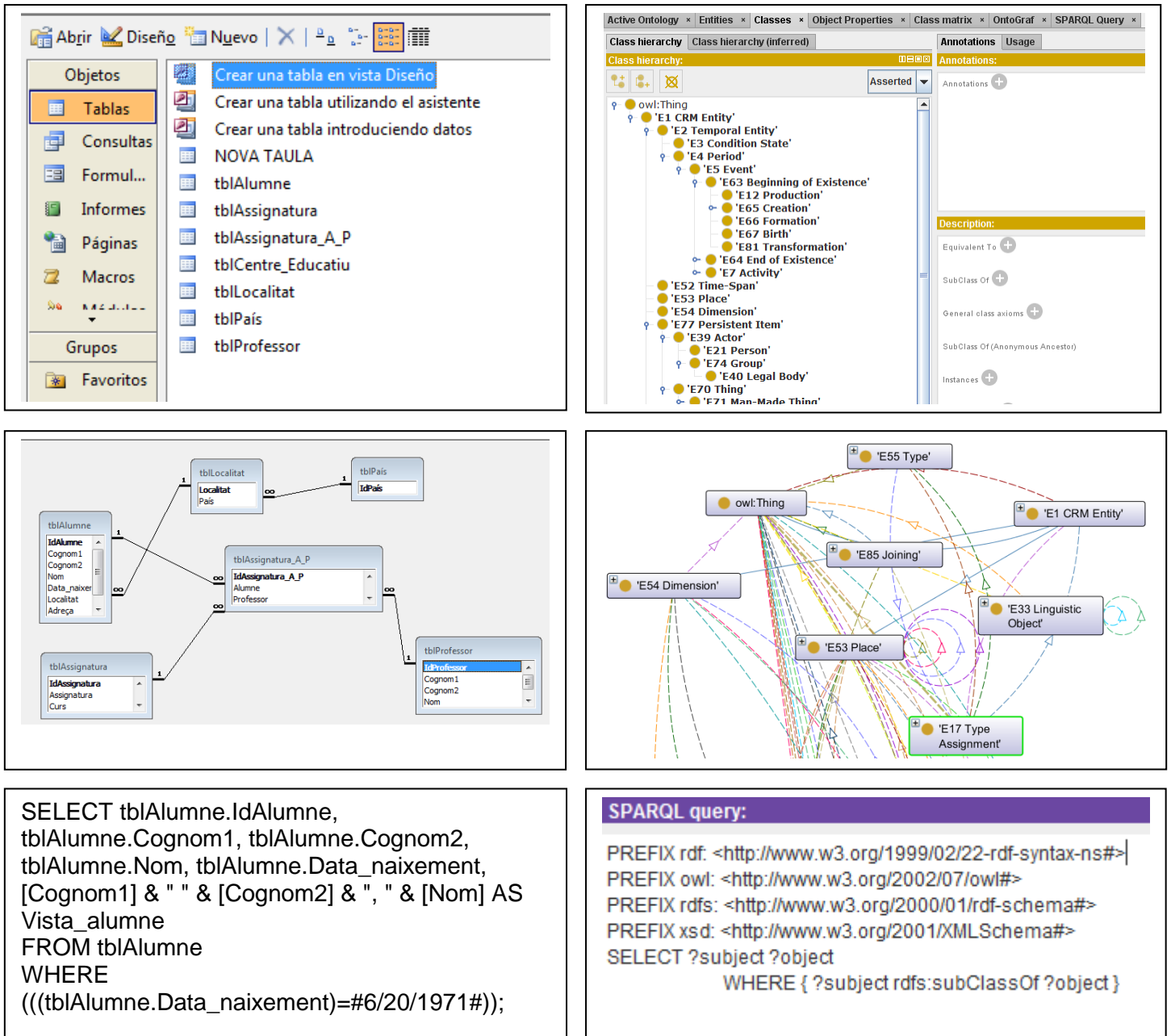


Figura 13: Imatges comparatives entre una base de dades i una ontologia. Podem comparar per exemple: taules/classes, relacions/relacions semàntiques i llenguatges de consulta SQL/SPARQL.

## 5.2 CONSTRUCCIÓ D'UNA ONTOLOGIA EN RELACIÓ AMB UNA BASE DE DADES

L'ontologia que farem serà molt senzilla, ja que l'objectiu d'aquesta és el de tindre un primer contacte amb l'ús d'un editor ontològic. La realitat és tan complexa que per força les ontologies que la representen també ho són. Per això, si volem construir una ontologia comprensible, que ens serveixi per

introduir-nos en l'ús dels editors, la realitat que modela ha d'estar molt simplificada.

Per poder dissenyar una ontologia, no hem d'oblidar que aquesta ha de ser:

- **Clara.** Amb definicions objectives i explicades amb un llenguatge natural.
- **Coherent.** Les inferències han de ser consistents.
- **Extensible.** Anticipant-se als nous usos i poder permetre extensions.
- **Específica.** Específica a nivell de coneixement (no a nivell de símbols).
- **Precisa.** Amb el mínim de suposicions sobre el domini modelat.

Amb aquests requisits clars seguim la metodologia proposada per Noy i McGuinness que ja hem comentat a l'apartat 2.2.

### 5.2.1 Determinació del domini i abast de l'ontologia.

Processos	Base de dades	Ontologia
Determinació de l'àmbit de la modelització	Sí	Sí
Identificar els objectius	Sí	Sí
Identificar els actors	Sí	Sí
Procediment	Entrevistes, reunions	Entrevistes, reunions
Eines	Qüestionaris	Qüestionaris

**Figura 14: Processos a seguir per a determinar un domini a l'hora de fer una base de dades i/o una ontologia.**

Es tracta de la primera fase on els desenvolupadors conceptuals de l'ontologia (analistes) han d'analitzar la realitat que s'ha de modelitzar tenint en compte les necessitats del client (destinatari últim i usuari de l'aplicació), els actors que hi participen, l'àmbit funcional, etc.

Tant en el cas de les bases de dades, com en el de les ontologies, aquesta fase es desenvolupa en grups de treball on els analistes recullen la informació a través d'entrevistes i qüestionaris així com de la pròpia documentació de la institució que ha encarregat la feina.

En el cas del present treball, s'ha pres la decisió de modelitzar la gestió del control d'assignació d'alumnes a professors en un Institut d'ensenyança, tenint en compte les assignatures i cursos, així com la procedència acadèmica i personal tant dels uns com dels altres.

El domini llavors serà la gestió d'un centre d'ensenyança amb alumnes, professors i assignatures.

Al fer-nos preguntes sobre l'abast, el nombre de professors, d'assignatures, i de les diferents relacions entre aquests elements, ja hem començat a veure la complexitat a la que ens enfrontàvem. Per poder continuar l'experiència i que



aquesta fos entenedora, vàrem decidir fer que tant les relacions com els elements prenguin un nombre quasi simbòlic. Així doncs, el nombre d'assignatures serà de tres, el de professors serà dos i només tindrem tres alumnes. Les relacions també seran molt limitades, i es podrien complicar molt més, però no ho farem.

### 5.2.2 Analitzar la conveniència d'utilitzar ontologies ja existents.

Processos	Base de dades	Ontologia
Cerca de models conceptuals relacionats	Sí	Sí
Cerca d'aplicacions informàtiques operatives	Sí	Sí

Figura 15: Processos a seguir a l'hora d'utilitzar bases de dades i/o ontologies ja existents.

En el nostre cas no ens hem plantejat si ja existien ontologies similars o no, per que el que ens interessa és fer una de nova. El que sí hem fet és que alguns elements conceptuals vinguin d'una ontologia ja existent, una ontologia acceptada com a estàndard internacional i del mateix àmbit o de dominis relacionats amb el nostre, més concretament de l'ontologia ISO21127 d'intercanvi en el marc del patrimoni cultural<sup>52</sup>.

Tot i que no és una ontologia de domini o orientada exclusivament al món de l'ensenyament, sí defineix entitats i propietats (relacions) comunes a diferents àmbits de coneixement que facilitaran la posterior jerarquitització d'entitats i classes de l'ontologia en construcció.

L'accés a aquesta ontologia de referència s'ha realitzat de tres formes: a partir de la documentació de la ISO 21127:2014, de la del CIDOC CRM en la seva versió 6.2<sup>53</sup> (institució responsable de la seva creació i manteniment) així com de la seva representació en llenguatge OWL portada a terme dins del projecte Erlangen CRM / OWL<sup>54</sup>.

<sup>52</sup> Existeix una representació de la ISO 21127:2011 en llenguatge OWL realitzada en el context del projecte.

<sup>53</sup> [http://www.cidoc-crm.org/comprehensive\\_intro.html](http://www.cidoc-crm.org/comprehensive_intro.html)

<sup>54</sup> Erlangen CRM / OWL és una implementació en OWL-DL versió 1.0 accessible des d'editors ontològics com Protégé. Va ser originàriament creada per Bernhard Schiemann, Martin Oischinger i Günther Görz al departament de Ciència Computacional (intel·ligència artificial) de la Universitat Friedrich Alexander de Nuremberg. Es troba disponible amb accés obert a <http://erlangen-crm.org/>

### 5.2.3 Enumerar els termes importants de l'ontologia.

Processos	Base de dades	Ontologia
Identificació de conceptes o termes rellevants	Sí	Sí

Figura 16: Necessitat d'identificar els conceptes al fer una base de dades/ontologia.

Per a la construcció de l'ontologia es va realitzar una llista amb termes relacionats amb l'àmbit que havia de ser modelat, com per exemple: col·legi, lloc, alumne, professor, assignatura, lloc de naixement, procedència acadèmica, comarca, curs, any, etc.

A la relació resultant, es van afegir les entitats o classes –termes en definitiva-seleccionades prèviament de l'ontologia ISO 21127; a tall d'exemple i respectant inicialment la notació original: E4 Period, E28 Conceptual Object, E18 Material Object, E39 Actor, E21 Person, E74 Group, etc.

### 5.2.4 Definir les classes i la seva jerarquia.

Processos	Base de dades	Ontologia
Identificació de classes i subclasses	Sí (Entitats)	Sí
Identificació de termes que no constitueixen classes	Sí (Tuples o camps)	Sí (Instàncies)

Figura 17: Processos per a definir classes a bases de dades/ontologies.

Un cop realitzada la relació de termes, es va procedir a un doble exercici. D'una banda, a la identificació de termes semànticament idèntics per tal de seleccionar-ne només un; de l'altra, a l'agrupació de conceptes per àmbits funcionals i la seva jerarquizació.

En aquest punt, varen resultar molt útils una part de les entitats relacionades de la ISO 21127. En tant que termes amb un nivell d'abstracció molt alt, la majoria de les entitats seleccionades van constituir els termes, classes o entitats principals de l'ontologia dels que penjarien, jeràrquicament, la resta. En aquest punt, es podria dir que l'ontologia en construcció és, en certa manera, una extensió parcial de l'ontologia ISO 21127 o, si més no, uns nodes d'interoperabilitat amb la mateixa.

La jerarquia de classes resultant un cop donades d'alta a Protégé va ser:

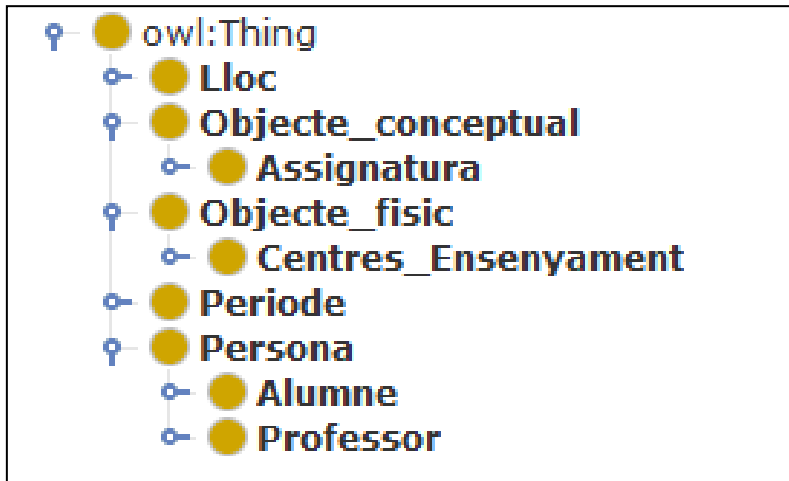


Figura 18: Ontologia Joan Brudieu. Jerarquia de Classes.

En aquest sentit, l'ontologia es va definir en 9 classes principals, sense tenir en compte la classe arrel o primitiva estàndard de Protégé, Owl:Thing, comuna a totes les ontologies realitzades amb aquest editor. D'aquestes classes, les següents s'han extret de l'ontologia ISO 21127:

Ontologia IES Joan Brudieu	Ontologia ISO 21127
Lloc	E53 Place
Objecte_conceptual	E28 Conceptual Object
Objecte_físic	E18 Material Object
Periode	E4 Period
Persona	E21 Person

Figura 19: Ontologia Joan Brudieu: Classes procedents de ISO 21127.

### 5.2.5 Definir les propietats de les classes (slots).

Processos	Base de dades	Ontologia
Dibuixar les relacions	Sí	Sí
Donar d'alta les relacions entre classes	Sí	Sí (Instàncies)
Creació de relacions amb entitat pròpia	No	Sí
Definir la cardinalitat	Sí	Sí
Definir múltiples propietats de les relacions (reflexivitat, disjunció, etc.)	No	Sí

Figura 20: Processos a dur a terme per definir les propietats de les classes.

Un cop definides les classes, es va procedir a la definició de les relacions (propietats) entre les classes. En total, s'han definit les següents:

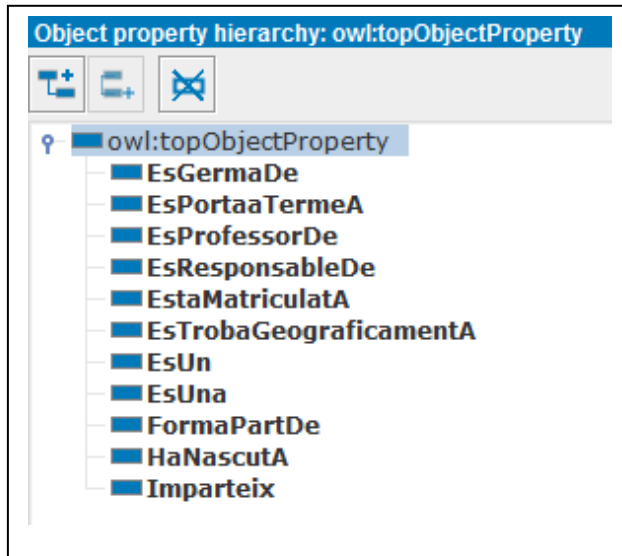


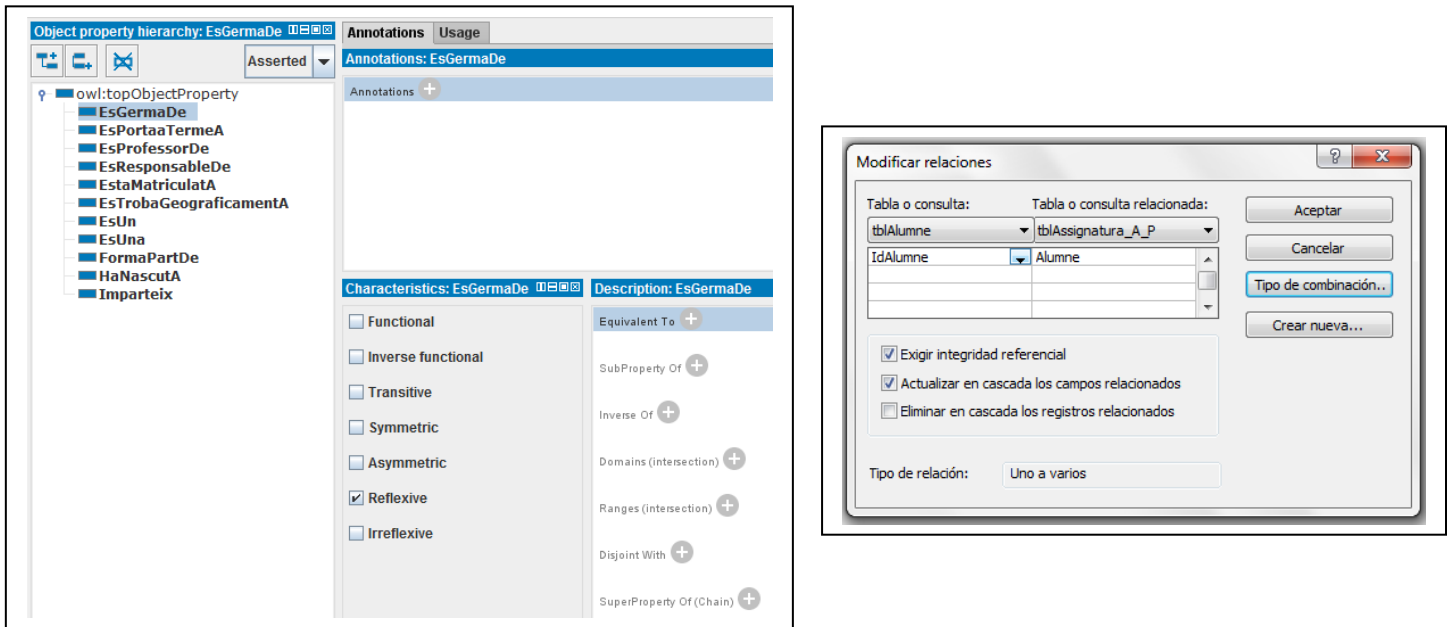
Figura 21: Ontologia Joan Brudieu: Propietats entre classes.

El llenguatge RFD i per derivació OWL agrupen i gestionen la informació en les anomenades triplets RDF. Cada triplet (com ja vàrem explicar a l'apartat 2.3.2.) es forma amb dues entitats lligades per una relació, de manera que podríem dir que una de les entitats actua de subjecte, l'altra de predicat i la relació de verb dins d'una oració. És per aquest motiu, la funció verbal de les relacions, que la simple lectura de les mateixes ens indica les funcions, intencions, objectius i abast de l'ontologia ja que són accions i aporten significat.

Un exemple de triplet RDF, en el context de l'ontologia que es presenta en aquest treball, seria la següent Anna\_Canelles EsGermaDe [Relació] Pere\_Canelles [Entitat o classe]. La versió codificada en OWL seria:

```
<Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed
_aa4fe0448699"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="#EsGermaDe"/>
    <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
  </ObjectExactCardinality>
```

Des del punt de vista de la cardinalitat, el fet que els individus –com es veurà en el punt següent- s'hagin representat com a classes, determina que sigui 1:1 (un individu respecte a la seva classe).



**Figura 22: Comparació entre l'edició de relacions en un editor ontològic (Protégé) i en una base de dades (Microsoft Access).**

Les relacions en una ontologia disposen d'entitat pròpia amb un sistema d'identificació i un nombre molt important de propietats preparades per facilitar un raonament lògic.

Les relacions de les bases de dades permeten únicament incloure la cardinalitat així com algunes restriccions com la integritat referencial.

### 5.2.6 Creació d'instàncies o classes com a instàncies.

En una ontologia els membres d'una entitat poden ser definits com a instàncies o individus, o bé com a classes d'una altre classe superior. En el cas d'una base de dades una instància seria un o més valors d'un o més camps d'una taula.

En el nostre cas hem elevat els individus al nivell de classes, o sigui que en lloc de crear individus hem creat unes subclasses últimes. L'avantatge de fer-ho així és que podrem construir relacions entre instàncies de forma directa (per que són classes). Si els haguéssim creat com a individus no podríem fer-ho.

D'aquesta manera l'ontologia resulta més concreta, és a dir, menys abstracta, els individus o instàncies es defineixen com a classes.

En el cas de la present ontologia, els valors que podrien ser considerats com a individus de professors, alumnes, llocs, període, etc, s'han definit com a classes, de tal manera que La\_Seu\_Urgell és una instància de la classe Lloc que ens permet, al seu torn, relacionar-la amb altres classes a través de diferents relacions en tant que classe i no individu.

Les instàncies creades com a classes depenen jeràrquicament de les classes següents: Lloc (Barcelona, La\_Seu\_Urgell, Puigcerdà), Assignatura (Angles\_1, Angles\_2, Matem\_Financeres), Centres\_Ensenyament (Institut\_Joan\_Brudieu, Llums\_Del\_Nord), Periode (Curs\_2010-2011, Curs\_2011-2012), Alumne (Anna\_Canelles, Marc\_Lopez, Pere\_Canelles), Professor (Maria\_Garcia, Pere\_Puig).

L'ontologia totalment desplegada conté, per tant, les següents classes i subclasses:

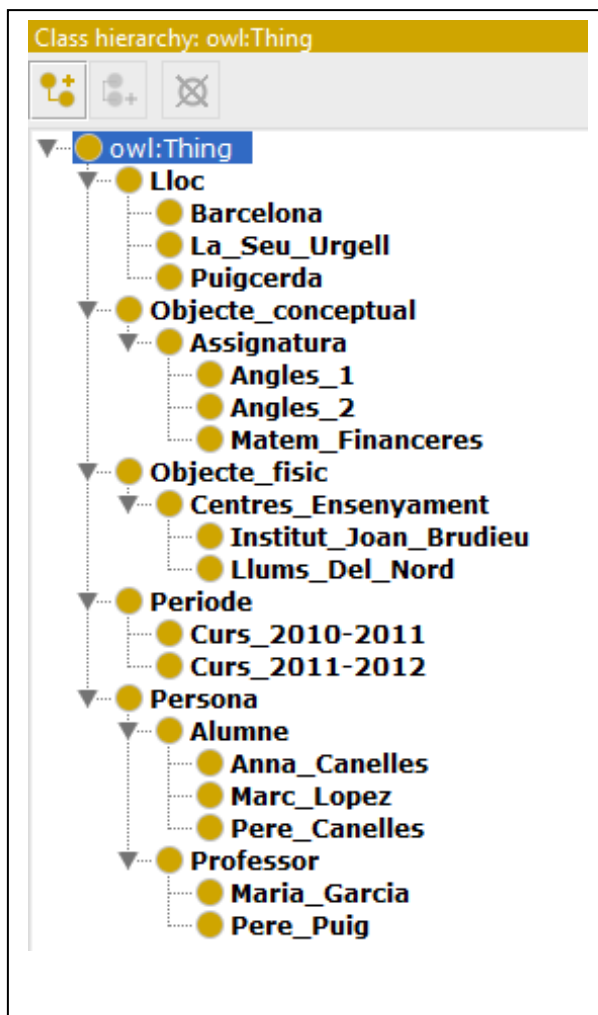


Figura 23: Ontologia Joan Brudieu: Classes i Subclasses.

### 5.2.7 Representació gràfica de l'ontologia Joan Brudieu.

A mesura que es creen les classes o entitats, es procedeix a la seva subordinació i s'associen a través de les relacions, Protégé permet visualitzar gràficament l'estat de l'ontologia a través de dos plugins: OIWiz o OntoGraf.

Aquesta representació s'estableix a través de grafs de manera que l'expressió global de l'ontologia seria com segueix:

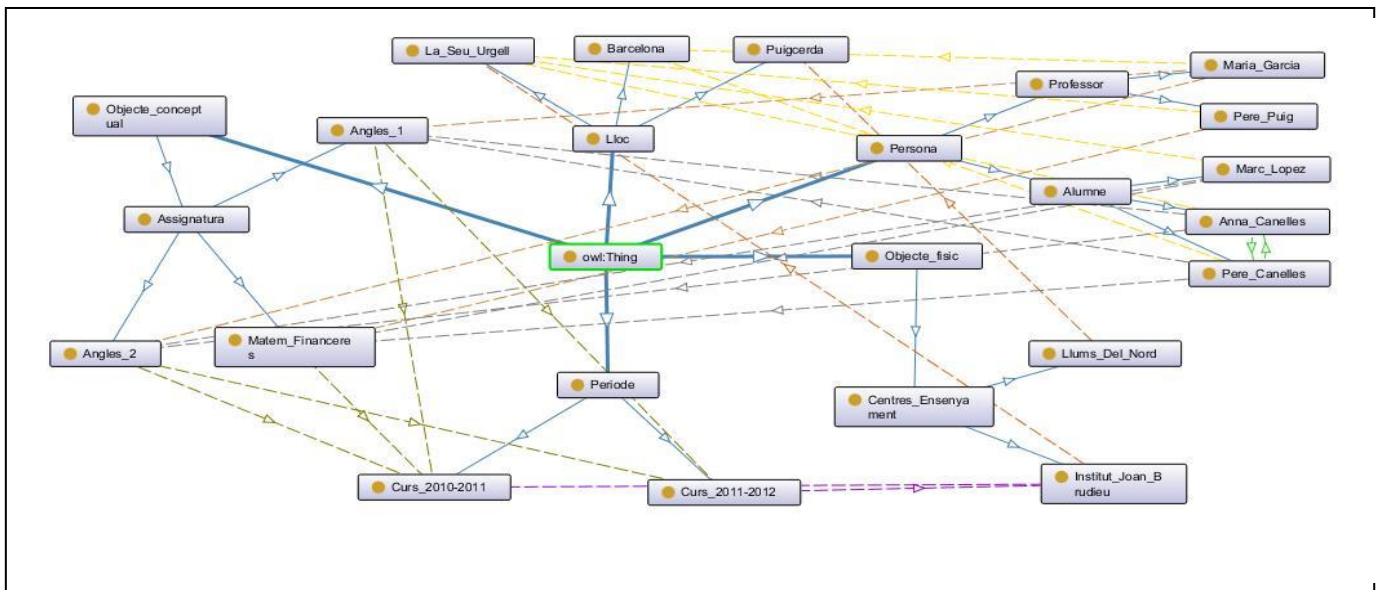


Figura 24: Ontologia Joan Brudieu. Representació gràfica.

Ontograf també permet realitzar consultes sobre entitats determinades per visualitzar les classes associades i les seves relacions. A més, si es vol, es pot seleccionar qualsevol element (classe o relació) per visualitzar les seves propietats. En el cas següent, s'ha cercat la classe Anna\_Canelles i el resultat és el següent:

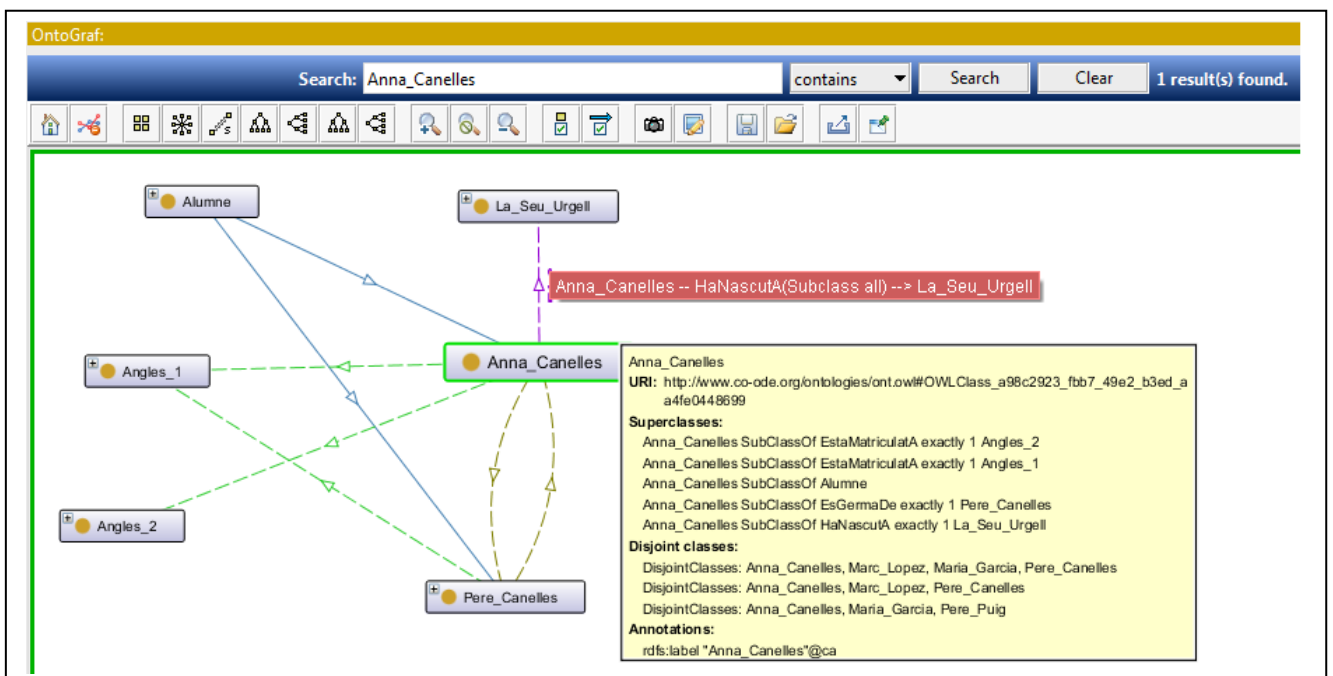


Figura 25: Ontologia Joan Brudieu: Representació gràfica de l'element Anna Canelles.

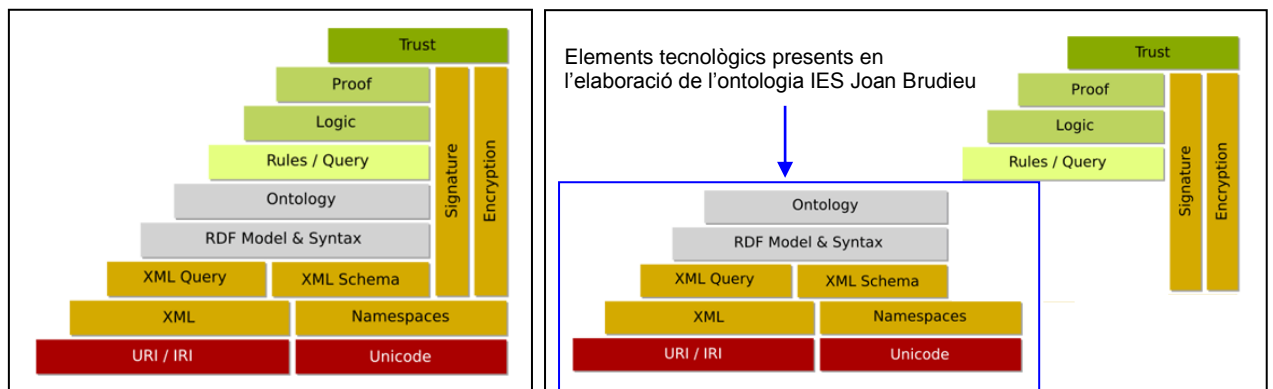
A la figura 25 podem veure com Anna Canelles té diverses relacions inclosa un bucle amb el Pere Canelles, aquest bucle ens indica que són germans entre

ells. La possibilitat de que els individus tinguin relacions de forma directa ve donada pel fet de haver-los constituïts com a classes en el seu moment.

### 5.2.8 Anàlisi de la codificació en llenguatge RDF/OWL sobre estructura XML

L'editor Protégé tradueix en llenguatge OWL les operacions de definició de classes, relacions, propietats i regles realitzades al llarg del desenvolupament d'una ontologia.

En el cas de l'ontologia del present treball, s'ha utilitzat Protégé únicament per a la definició de la seva estructura i de les seves relacions però no s'han definit regles lògiques. Això es representa a la *figura 26* on s'especifica quines capes tecnològiques del Web Semàntic formen part del codi de la present ontologia el qual, en la seva totalitat, es reproduïx en un dels annexos d'aquest treball. El fitxer amb la codificació de l'ontologia es pot consultar de forma textual simplement a través de l'aplicació WordPad o a partir de qualsevol aplicació d'edició de programació.



**Figura 26:** Indicació de les capes tecnològiques que defineixen els elements de la codificació de l'ontologia Joan Brudieu, en relació amb el total de capes que integren el Web Semàntic.

Protégé permet desar l'ontologia en diferents serialitzacions o *marshallings*, és a dir, en diferents formes de codificació en funció del llenguatge que s'utilitzi per a la seva representació. Les opcions que proposa Protégé són:

- RDF/XML Syntax
- Turtle Syntax
- OWL/XML Syntax
- OWL Functional Syntax
- Manchester OWL Syntax
- OBO Format
- LaTeX Syntax
- JSON-LD

**Figura 27:** Llenguatges proposats per Protégé a l'hora de desar l'ontologia creada.



En el nostre cas, per a l'anàlisi i exemplificació del codi s'utilitzarem les serialitzacions corresponents a la sintaxi RDF/XML i OWL/XML.

A continuació s'indiquen amb exemples les diferents tecnologies que participen en la definició del codi de l'ontologia:

#### URI / IRI

##### **Àmbit d'utilització:**

Utilitzat en la identificació i referència a classes i relacions, així com de la pròpia ontologia.

##### **Serialització: OWL/XML**

##### **Exemple:**

```
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_a1df_4ecd_ad66_9f61ddd580b"/>
</Declaration>
```

#### XML

##### **Àmbit d'utilització:**

Representa l'element estructural del document. El llenguatge XML es representa mitjançant marques d'inici i finalització de blocs de codi utilitzant els caràcters "<" i ">".

##### **Serialització: OWL/XML**

##### **Exemple:**

```
<ObjectExactCardinality cardinality="1">
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_9941_c7acca377515"/>
  <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
</ObjectExactCardinality>
```

#### Namespaces

##### **Àmbit d'utilització:**

Els namespaces o espais de noms es declaren al començament del document i fan referència als vocabularis o conjunt de dades que s'utilitzaran dins de la codificació del document. Els espais de noms es declaren amb l'etiqueta **xmlns** seguint entre dos punts de la col·lecció o llenguatge de dades.

##### **Serialització: OWL/XML**

##### **Exemple:**

```
xml:base="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
```

RDF Model & Syntax	+	(OWL & Sytanx)	=	Ontology
--------------------	---	----------------	---	----------

**Àmbit d'utilització:**  
 Al llarg de tot el document a través de determinades sentències. OWL incorpora una part important de la sintaxi RDF. A tall d'exemple, la definició de classes subordinades es realitza amb atributs RDF com ara `rdfs:subClassOf`. RDF aporta un primer nivell semàntic que OWL amplia incorporant més riquesa expressiva amb elements que permeten realitzar operacions lògiques com ara restriccions, cardinalitat, propietats, condicions de les propietats com la disjunció, la reflexivitat, etc.

**Serialització:** RDF/XML  
 Atributs RDF més freqüents presents a l'ontologia:

```

rdfs:comment
rdf:about
rdfs:label
rdfs:subPropertyOf
rdf:resource
rdf:type
rdfs:subClassOf
rdf:datatype
rdf:Description
rdf:parseType
    
```

Atributs OWL més freqüents presents a l'ontologia :

```

owl:ObjectProperty
owl#ReflexiveProperty
owl:Class
owl:qualifiedCardinality
owl:onClass
owl:Restriction
owl:onProperty
owl:disjointWith
owl:members
    
```

**Exemple:**  
 Fragment de la definició d'una propietat i la seva cardinalitat aplicada a una classe.

```

<owl:Restriction>
  <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_a9c4_
_9b2dc61eb6f0"/>
  <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">1
</owl:qualifiedCardinality>
  <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/unt
itled-ontology-11#Puigcerda"/>
</owl:Restriction>
    
```

## 5.2.9 Diferències comparatives entre les bases de dades i les ontologies.

Prenem com a exemple l'ontologia creada per aquest treball podem observar les principals diferències existents entre una base de dades i una ontologia.

A la *figura 28* veiem en primer lloc una base de dades que modelitza la mateixa realitat que l'ontologia Joan Brudieu que es pot veure a sota.

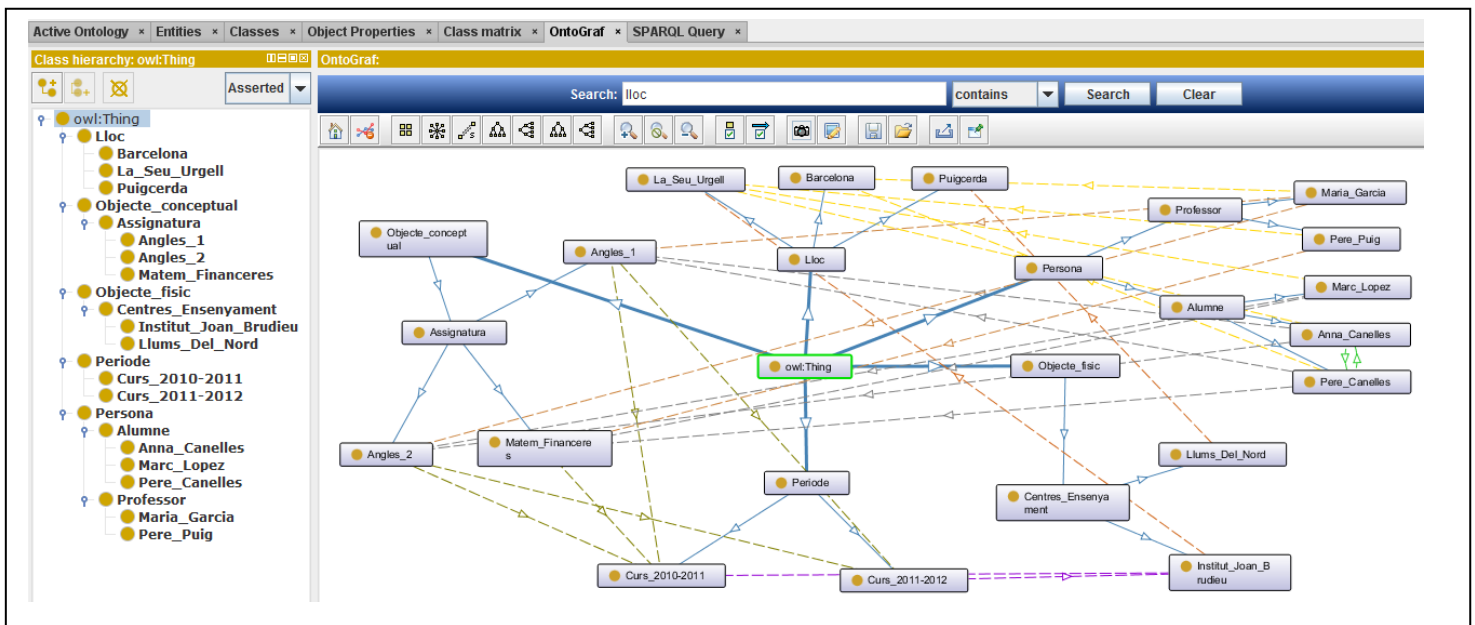
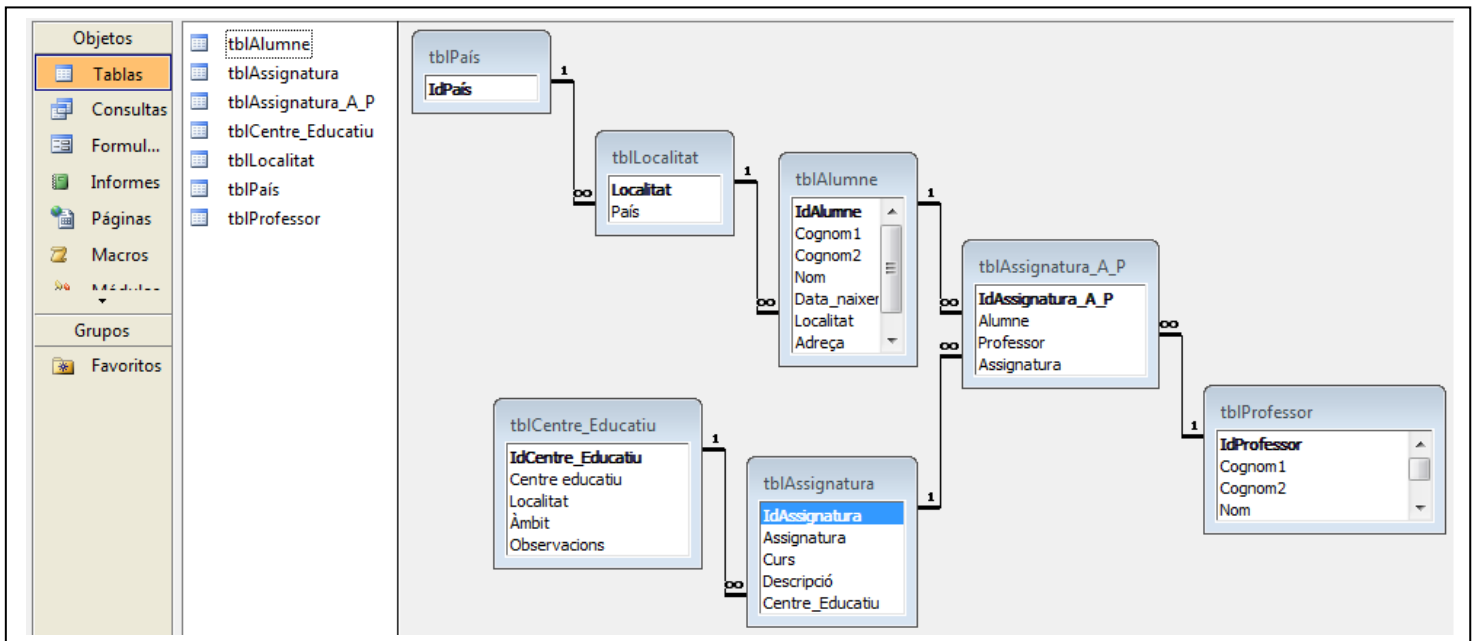


Figura 28: Comparació entre la modelització de l'INS Joan Brudieu en una base de dades (Microsoft Access) i un editor ontològic (Protégé).

A simple vista destaca la major expressivitat i jerarquització de les classes de l'ontologia en relació amb les taules i les relacions d'una base de dades.

Al comparar-les es veu que hi ha moltes més entitats a l'ontologia que a les bases de dades. La informació que a les bases de dades està dins de les taules, a l'ontologia surt a fora en forma de noves entitats i resulta així totalment accessible.

A la base de dades les relacions no tenen cap contingut, són només passadissos que ens porten d'una llista a un altra. Els individus de cada classe romanen a dintre de les classes i es necessari entrar a cadascuna d'elles per veure'ls. Si no coneixes l'entorn no pots actuar en ell i a priori, l'entorn a les bases de dades, és desconegut. Aquest és el primer escull, sobre tot per a les màquines, que no poden establir relacions operatives.

A les ontologies en canvi, la informació queda tota a la vista, les màquines tenen ple accés i a més a més les relacions són semàntiques, és a dir, amb contingut intrínsec .

Amb les ontologies, les relacions passen de ser simples enllaços a enllaços amb significat. Això fa que l'entorn del sistema pugui ser conegut per les màquines i que es reforci no tant sols el significat de cada individu sinó el significat de tot el conjunt.

## 6 CONCLUSIONS

### 6.1 SOBRE LA WEB

- El creixement de la Web no ha estat, des de el seus inicis, ni aleatori ni mancat de directrius, una sèrie de persones i organismes entre els que destaca el Consorci World Wide Web, s'han encarregat de posar ordre i de dirigir el seu desenvolupament.
- La Web actual és bàsicament sintàctica, la informació que conté no és interpretable per les màquines.
- L'excés d'informació existent a la Web i la incapacitat de processar la informació de forma automatitzada, fa que la Web tingui un alts nivells d'ineficiència.
- La solució a aquests problemes està en la transformació de la Web en una Web Semàntica, o sigui una web a la que la informació continguda en ella pugui ser interpretada per les aplicacions informàtiques.
- Els processos necessaris per aconseguir arribar a la Web Semàntica són:
  - 1 La creació de nous llenguatges informàtics que incorporin metadades i relacions entre els recursos (XML i RDF) que puguin garantir una interoperabilitat tècnica i sintàctica.
  - 2 La creació de llenguatges lògics (RDF Schema i OWL) i de models de relació de la informació (Ontologies) que permetin una interoperabilitat semàntica.
  - 3 La incorporació de regles i algorismes d'inferències que atorguin un cos lògic que pugui ser utilitzat per les aplicacions per tal d'obtenir coneixement a partir de la informació continguda a la Web.Alguns d'aquests processos ja s'han portat a terme, però d'altres no.
- En el moment actual del procés és fonamental la incorporació d'ontologies al Web per poder transformar-lo en un Web Semàntic.

### 6.2 SOBRE LES ONTOLOGIES

- Una ontologia és un model abstracte d'una realitat. En el cas que ens ocupa es tracta d'una sèrie de conceptes i de les seves relacions, amb els quals podem representar la diferent informació que hi ha a la Web.
- Aquesta representació pot ser processada per les màquines de forma tal que poden deduir coneixements nous.
- OWL és el llenguatge propi per les ontologies a la Web. Dota al sistema de la capacitat d'aplicar la lògica i fer inferències.
- Les aplicacions informàtiques que ens possibiliten la creació i gestió d'ontologies són els editors ontològics.
- Amb l'ús d'ontologies les consultes no es limiten a cercar elements a partir de valors de les seves propietats, sinó que s'aconsegueix partint també d'elements de les seves relacions o inclús d'inferències.

### **6.3 SOBRE LES DIFERÈNCIES ENTRE LES BASES DE DADES I LES ONTOLOGIES**

- Els llenguatges de les bases de dades estan orientats a la consulta i la realització d'operacions. A les ontologies a més a més s'orienten al processament de la lògica per tal de realitzar inferències i millorar les operacions d'intercanvi del coneixement.
- Com que les ontologies es troben en llenguatges oberts i cada element disposa d'un identificador comú (URI/IRI) en el context del Web la informació ja no queda confinada en un esquema tancat o en una aplicació determinada, sinó que cada element definit forma part del que es podria considerar una gran base de dades que és el propi Web.
- La diferència més important és el grau d'expressivitat que es veu en les relacions. Mentre que en bases de dades les relacions són connectors de taules amb alguna propietat com la cardinalitat o restriccions com la integritat referencial, en les ontologies les relacions tenen entitat pròpia, significat i són contenidors de múltiples i complexes propietats.

### **6.4 SOBRE LES WEBS SEMÀNTIQUES I LA ARXIVÍSTICA DOCUMENTAL**

- Existeix una estreta relació entre l'arxivística documental i les ontologies, en tant que tracten del mateix, l'organització de la informació. En aquest sentit les ontologies poden resoldre situacions molt complexes que es poden donar amb una alta heterogeneïtat de la informació com és el cas dels fons arxivístics.
- Amb les ontologies es poden relacionar amb un alt grau de precisió la informació tant a la Web com la referida a la arxivística documental.
- Existeix un grup de sistemes d'informació promoguts per les administracions dels diferents països destinats a gestionar tant documents electrònics com tradicionals anomenats SGDEA.
- Aquests sistemes s'integren perfectament a la Web Semàntica tant per la seva filosofia com per la seva funcionalitat.
- L'ontologia creada per tal d'estructurar la informació del Patrimoni Cultural, i que permet adequar-la a les necessitats de la Web Semàntica és la norma ISO 21127:2006.
- La arxivística ha de preparar-se pel reptes que la introducció de la Web Semàntica portarà al seu camp d'actuació, sobre tot els que fan referència a poder garantir la traçabilitat i fiabilitat dels documents.
- Tanmateix els professionals de la arxivística documental, en tant que garants de la integritat dels documents dels seus arxius, hauran de vetllar per que els processos de gestió de la informació documental a la Web Semàntica mantinguin un alt nivell ètic i de transparència.

## 7 FONTS DOCUMENTALS

### 7.1 LLIBRES

ANTONIOU, G.; VAN HARMELEN, F. *Manual de Web Semàntica*. p.1-20  
Editorial Comares. Granada. 2010.

**Informació utilitzada per al treball:**

Pàgines 1-20 del llibre a diferents parts del capítol 1 d'aquest treball.

BERNERS-LEE, T.; *Weaving the Web*. p.169-190. Orion Business Books.  
London. 1999.

**Informació utilitzada per al treball:**

Al punt 1.4, quan parlem sobre el desenvolupament de la Web Semàntica i sobre les diferents parts del pastís de capes.

PASTOR SANCHEZ, J.A.; *Tecnologías de la Web Semàntica*. Editorial UOC.  
Barcelona. 2014.

**Informació utilitzada per al treball:**

Al capítol 2 Les Ontologies, pag. 21-30  
Sobre llenguatges ontològics, pag. 43-88

### 7.2 PÀGINES WEB

ALONSO MARTÍNEZ, J.A.; *Archivística y gestion documental*. FUOC. p.7-19  
2015. <http://docplayer.es/830040-Archivistica-y-gestion-documental.html>  
(consulta: 5 de novembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

A l'apartat 2.1 sobre arxivística i gestió documental.

BUSTELO RUESTA, C. ; GARCIA MORALES, E.; *Gestión Documental*. UOC.  
P. 3-14. 2010 . <http://hdl.handle.net/10609/6826> (consulta: 5 de  
novembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

Al punt 2.2 referint-se a la gestió documental.

CIDOC CRM: <http://www.cidoc-crm.org/> (consulta: 1 de gener de 2017)

**Informació utilitzada per al treball:**

Dins de l'epígraf 4.1 sobre l'ontologia per a l'intercanvi d'informació del  
patrimoni cultural

CLASSORA TECHNOLOGIES. (18 de diciembre de 2012). *OWL: el lenguaje  
de ontologías web del W3C*. [Missatge a un blog].  
[http://blog.classora.com/2012/12/18/owl-el-lenguaje-de-ontologias-web-  
del-w3c/](http://blog.classora.com/2012/12/18/owl-el-lenguaje-de-ontologias-web-del-w3c/) (consulta: 26 de novembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

A l'apartat 1.4. sobre el llenguatge OWL.

CUENCA GRAU, B.; HORROCKS I.; MOTIK B. i altres. *OWL2: The Next Step for OWL*. Department of Computer Science. Oxford University p.1. 2008  
<http://www.cs.ox.ac.uk/boris.motik/pubs/ghmppss08next-steps.pdf>  
(consulta: 13 de desembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

A l'apartat 2.3.3. al parlar d'OWL2.

ISO 21127: 2014. Information and documentation -- A reference ontology for the interchange of cultural heritage information  
<http://www.iso.org/iso/home/search.htm?qt=21127&sort=rel&type=simple&published=on> (consulta: 1 de gener de 2017)

**Informació utilitzada per al treball:**

Dins de l'epígraf 4.1 sobre l'ontologia per a l'intercanvi d'informació del patrimoni cultural.

DE KUNDER, M.; *The size of the World Wide Web (The Internet)*. 2016  
<http://worldwidewebsite.com> (consulta: 21 de novembre de 2016)

**Informació utilitzada per al treball:**

Mida de la Web.

LAMARCA LAPUENTE, M. J.; *Hacia la Web Semàntica*, 2013  
<http://hipertexto.info/> (consulta: 20 de novembre de 2016 i 11 de desembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

Definició de Web Semàntica. Definició de Primitiva. Diferents conceptes sobre Ontologies.

NOY, N.F.; MCGUINNESS, L.; *Desarrollo de Ontologias-101. Guía para Crear tu Primera Ontología*, Standford University, 2005.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.6625&rep=rep1&type=pdf> (consulta: 9 de diciembre de 2016)

**Informació utilitzada per al treball:**

Al punt 2.2 Introducció al concepte d'Ontologia i al seu disseny. p. 6-15

PÉREZ PORTO, J.; *Definición de Web*, 2013, <http://definicion.de/web/>  
(consulta: 20 de novembre de 2016)

**Informació utilitzada per al treball:**

Definició de Web.

SANCHEZ AYTE, A.; *La Web Semàntica y Drupal*, 2011,  
<http://archive.org/details/LaWebSemanticaYDrupal> (consulta: 12 de novembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

Informació sobre la història de la Web Semàntica.



SANCHEZ LÓPEZ, S.E.; *Modelo de Indexación de Formas de Sistemas VIR Basado en Ontologías*, 2007. Universidad de las Americas Puebla.  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mcc/sanchez\\_l\\_se/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mcc/sanchez_l_se/)  
(consulta : 6 de diciembre de 2016).

**Informació utilitzada per al treball:**

Sobre el concepte d'Ontologia.

### 7.3 ARTICLES

BERNERS-LEE, T. i altres; *The Semantic Web*. Scientific American, p. 29-37.  
Maig 2001.

**Informació utilitzada per al treball:**

Definició de la web semàntica. Història de la Web.

BUSH, V.; *Cómo podríamos pensar*. Revista de Occidente n. 239, p. 19-52.  
Març 2001

**Informació utilitzada per al treball:**

Teories de Venevar Bush comentades a la Introducció.

GRUBER, T. R.; *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Technical Report KSL 93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, p.1. Agost 1993.

**Informació utilitzada per al treball:**

Definició d'ontologia.

QUÍLEZ MATA, J.L.; *Aproximació a les ontologies. Definició i construcció. Aplicacions en el camp de l'arxivística*. Revista Lligall n. 32. Associació d'Arxivers – Gestors de Documents de Catalunya, p.105-156 . 2011.

**Informació utilitzada per al treball:**

Al punt 1.3.1. parlant d'ontologies.

Al capítol 2 *Les Ontologies* en diferents moments parlant sobre tipus d'ontologies i llenguatges ontològics. pag.106-128

Al capítol 4 quan parlem sobre les Ontologies.

## **8 APLICACIONS INFORMÀTIQUES UTILITZADES**

### **8.1 SISTEMES DE GESTIÓ DE BASES DE DADES**

Microsoft Access 2003

Utilització: Desenvolupament del model INS Joan Brudieu.

### **8.2 EDITORS D'ONTOLOGIES**

Protégé. Versió 5.1

Utilització: Desenvolupament de l'ontologia en OWL INS Joan Brudieu.

### **8.3 PROCESSADORS DE TEXT**

Microsoft Word 2003

Utilització: Redacció del treball.

WordPad

Utilització: Visualització i manipulació del codi de l'ontologia OWL INS Joan Brudieu.

## 9 ANNEXOS

### 9.1 ANNEX I : CODIFICACIÓ DE L'ONTOLOGÍA EN SERIALITZACIÓ RDF/XML

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11"

xml:base="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <owl:Ontology
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11">
    <rdfs:comment xml:lang="es">Ontologia experimental desenvolupada en el marc del treball de recerca de Batxillerat de l'apost;alumne Aldara Cousillas RÃ³a. La construcciÃ³ ontolÃ²gica modelitza la relaciÃ³ entre professors, alumnes, matÃ³ries i centres educatius.</rdfs:comment>
    </owl:Ontology>

    <!--

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Object Properties
//

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

    <!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515 -->

    <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515">

```

```
<rdfs:label xml:lang="ca">HaNascutA</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0 -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0">
  <rdfs:label
xml:lang="ca">EsTrobaGeograficamentA</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804 -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804">
  <rdfs:label xml:lang="ca">EsProfessorDe</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb">
  <rdfs:label xml:lang="ca">EstaMatriculatA</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#topObjectProperty"/>
  <rdfs:label xml:lang="ca">FormaPartDe</rdfs:label>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-  
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_  
8dcc_75ef6a157f21 -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-  
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_  
8dcc_75ef6a157f21">  
  <rdfs:label xml:lang="ca">EsPortaaTermeA</rdfs:label>  
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!-- http://www.co-  
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_caa814c9_02fc_47b7_  
9c03_bb21c1be77f3 -->
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-  
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_caa814c9_02fc_47b7_  
9c03_bb21c1be77f3">  
  <rdfs:label xml:lang="ca">Imparteix</rdfs:label>  
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--  
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-  
ontology-11#EsGermaDe -->
```

```
<owl:ObjectProperty  
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un  
titled-ontology-11#EsGermaDe">  
  <rdf:type  
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ReflexiveProperty"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--  
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-  
ontology-11#EsResponsableDe -->
```

```
<owl:ObjectProperty  
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un  
titled-ontology-11#EsResponsableDe"/>
```

```
<!--  
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-  
ontology-11#EsUn -->
```

```
<owl:ObjectProperty  
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un  
titled-ontology-11#EsUn"/>
```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#EsUna -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#EsUna"/>

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#ProveAcademicamentDe -->

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#ProveAcademicamentDe"/>

<!--
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// Classes
//
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685 -->

<owl:Class rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Periode"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21"/>
      <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
```

```
        <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Institut_Joan_Brudieu"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:label xml:lang="ca">Curs_2010-2011</rdfs:label>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b -->
```

```
<owl:Class rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Lloc"/>
    <rdfs:label xml:lang="ca">Barcelona</rdfs:label>
</owl:Class>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263 -->
```

```
<owl:Class rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Periode"/>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Institut_Joan_Brudieu"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
        <rdfs:label xml:lang="ca">Curs_2011-2012</rdfs:label>
    </owl:Class>
```

```
<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699 -->
```

```

    <owl:Class rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699">
      <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Alumne"/>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
          <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
          <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#La_Seu_Urgell"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
          <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
          <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_1"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
          <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
          <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_2"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#EsGermaDe"/>
          <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>

```



```

        <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Pere_Canelles"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:label xml:lang="ca">Anna_Canelles</rdfs:label>
</owl:Class>

```

```

<!-- http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192 -->

```

```

    <owl:Class rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Centres_Ensenyament"/>
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0"/>
                <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Puigcerda"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Institut_Joan_Brudieu"/>
        <rdfs:label xml:lang="ca">Llums_Del_Nord</rdfs:label>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Alumne -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Alumne">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Persona"/>
        <owl:disjointWith
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Professor"/>
    </owl:Class>

```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Angles_1 -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un-
titled-ontology-11#Angles_1">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/
untitled-ontology-11#Assignatura"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege-
r">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege-
r">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Angles_2 -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un-
titled-ontology-11#Angles_2">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/
untitled-ontology-11#Assignatura"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
```

```

        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
    </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
    </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Assignatura -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Assignatura">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Objecte_conceptual"/>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Centres_Ensenyament -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Centres_Ensenyament">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Objecte_fisic"/>
    </owl:Class>

```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Institut_Joan_Brudieu -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Institut_Joan_Brudieu">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Centres_Ensenyament"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0"/>
      <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#La_Seu_Urgell"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#La_Seu_Urgell -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#La_Seu_Urgell">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Lloc"/>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Lloc -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Lloc"/>
```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Marc_Lopez -->
```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Marc_Lopez">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Alumne"/>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#La_Seu_Urgell"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_2"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Matem_Financeres"/>
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>

```

```

<!--

```

```

http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Maria_Garcia -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Maria_Garcia">

```

```

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Professor"/>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_1"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>
            <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
            <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_2"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Matem_Financeres -->

    <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Matem_Financeres">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Assignatura"/>

```

```

    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
      </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Objecte_conceptual -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un-
titled-ontology-11#Objecte_conceptual"/>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Objecte_fisic -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un-
titled-ontology-11#Objecte_fisic"/>

```

```

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Pere_Canelles -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un-
titled-ontology-11#Pere_Canelles">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/
untitled-ontology-11#Alumne"/>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>

```

```

        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
    </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Angles_1"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Matem_Financeres"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#EsGermaDe"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
        </owl:Restriction>
    </rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#ProveAcademicamentDe"/>
        <owl:qualifiedCardinality
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass rdf:resource="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
        </owl:Restriction>

```



```

    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>

```

```

  <!--
  http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
  ontology-11#Pere_Puig -->

```

```

  <owl:Class
  rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
  titled-ontology-11#Pere_Puig">
    <rdfs:subClassOf
  rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
  /untitled-ontology-11#Professor"/>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
  ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
  9941_c7acca377515"/>
        <owl:qualifiedCardinality
  rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
  r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass
  rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
  /untitled-ontology-11#La_Seu_Urgell"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Restriction>
        <owl:onProperty rdf:resource="http://www.co-
  ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
  a32a_78e31ba44804"/>
        <owl:qualifiedCardinality
  rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeIntege
  r">1</owl:qualifiedCardinality>
        <owl:onClass
  rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
  /untitled-ontology-11#Matem_Financeres"/>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>

```

```

  <!--
  http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
  ontology-11#Periode -->

```

```

  <owl:Class
  rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
  titled-ontology-11#Periode"/>

```

```
<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Persona -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Persona">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
</owl:Class>

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Professor -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Professor">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Persona"/>
</owl:Class>

<!--
http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-
ontology-11#Puigcerda -->

<owl:Class
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Puigcerda">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11
/untitled-ontology-11#Lloc"/>
</owl:Class>

<!--
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//
// General axioms
//
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
-->

<rdf:Description>
```

```

    <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/
>
    <owl:members rdf:parseType="Collection">
      <rdf:Description rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
        <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Marc_Lopez"/>
          <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Maria_Garcia"/>
            <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Pere_Canelles"/>
          </owl:members>
        </rdf:Description>
      <rdf:Description>
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/
>
          <owl:members rdf:parseType="Collection">
            <rdf:Description rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
              <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Marc_Lopez"/>
                <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Pere_Canelles"/>
              </owl:members>
            </rdf:Description>
          <rdf:Description>
            <rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#AllDisjointClasses"/
>
              <owl:members rdf:parseType="Collection">
                <rdf:Description rdf:about="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
                  <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Maria_Garcia"/>
                    <rdf:Description
rdf:about="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/un
titled-ontology-11#Pere_Puig"/>
                  </owl:members>
                </rdf:Description>
              </rdf:Description>
            </rdf:RDF>

```

```

<!-- Generated by the OWL API (version 4.2.6.20160910-2108)
https://github.com/owlcs/owlapi -->

```

## 9.2 ANNEX II: CODIFICACIÓ DE L'ONTOLOGIA EN SERIALITZACIÓ OWL/XML

```

<?xml version="1.0"?>
<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

xml:base="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"

ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11">
  <Prefix name=""
IRI="http://www.semanticweb.org/acau/ontologies/2016/11/untitled-ontology-11"/>
  <Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
  <Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" />
  <Prefix name="xml"
IRI="http://www.w3.org/XML/1998/namespace" />
  <Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" />
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" />
  <Annotation>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment" />
    <Literal xml:lang="es"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#PlainLiteral">Ontologia experimental desenvolupada en el marc del treball de recerca de Batxillerat de l'alumne Aldara Cousillas R a. La construcci  ontol gica modelitza la relació entre professors, alumnes, matèries i centres educatius.</Literal>
  </Annotation>
  <Declaration>
    <ObjectProperty IRI="#EsUna" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Objecte_fisic" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Maria_Garcia" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_caa814c9_02fc_47b7_9c03_bb21c1be77f3" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Lloc" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <ObjectProperty IRI="#EsGermaDe" />

```

```

</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_a1df_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Alumne"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Periode"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Angles_2"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21"/>
</Declaration>

```

```

<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#ProveAcademicamentDe"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Pere_Puig"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Objecte_conceptual"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Assignatura"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Professor"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#EsResponsableDe"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Angles_1"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Puigcerda"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Centres_Ensenyament"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Persona"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#EsUn"/>

```

```

</Declaration>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
  <Class IRI="#Periode"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21"/>
    <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_a1df_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
  <Class IRI="#Lloc"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
  <Class IRI="#Periode"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21"/>
    <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
  <Class IRI="#Alumne"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
    <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>

```

```

        </ObjectExactCardinality>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
        <ObjectExactCardinality cardinality="1">
            <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
            <Class IRI="#Angles_1"/>
        </ObjectExactCardinality>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
        <ObjectExactCardinality cardinality="1">
            <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
            <Class IRI="#Angles_2"/>
        </ObjectExactCardinality>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
        <ObjectExactCardinality cardinality="1">
            <ObjectProperty IRI="#EsGermaDe"/>
            <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
        </ObjectExactCardinality>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
        <Class IRI="#Centres_Ensenyament"/>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
        <ObjectExactCardinality cardinality="1">
            <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0"/>
            <Class IRI="#Puigcerda"/>
        </ObjectExactCardinality>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="#Alumne"/>
        <Class IRI="#Persona"/>
    </SubClassOf>
    <SubClassOf>
        <Class IRI="#Angles_1"/>

```



```

    <Class IRI="#Assignatura"/>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Angles_1"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Angles_1"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Angles_2"/>
    <Class IRI="#Assignatura"/>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Angles_2"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Angles_2"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Assignatura"/>
    <Class IRI="#Objecte_conceptual"/>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Centres_Ensenyament"/>

```

```

    <Class IRI="#Objecte_fisic"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
    <Class IRI="#Centres_Ensenyament"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
        <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0"/>
        <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
    </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
    <Class IRI="#Lloc"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <Class IRI="#Alumne"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
        <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
        <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
    </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
        <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
        <Class IRI="#Angles_2"/>
    </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
        <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
        <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
    </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>
    <Class IRI="#Professor"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>

```

```

    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>
      <Class IRI="#Angles_1"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>
      <Class IRI="#Angles_2"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
    <Class IRI="#Assignatura"/>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685"/>
    </ObjectExactCardinality>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
    <Class IRI="#Alumne"/>
  </SubClassOf>
  <SubClassOf>
    <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
    <ObjectExactCardinality cardinality="1">
      <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
      <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b"/>
    </ObjectExactCardinality>

```

```

</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
    <Class IRI="#Angles_1"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb"/>
    <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="#EsGermaDe"/>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="#ProveAcademicamentDe"/>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Puig"/>
  <Class IRI="#Professor"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Puig"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515"/>
    <Class IRI="#La_Seu_Urgell"/>
  </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pere_Puig"/>
  <ObjectExactCardinality cardinality="1">
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804"/>

```

```

        <Class IRI="#Matem_Financeres"/>
    </ObjectExactCardinality>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Persona"/>
    <Class abbreviatedIRI="owl:Thing"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Professor"/>
    <Class IRI="#Persona"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Puigcerda"/>
    <Class IRI="#Lloc"/>
</SubClassOf>
<DisjointClasses>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>
    <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
</DisjointClasses>
<DisjointClasses>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
    <Class IRI="#Marc_Lopez"/>
    <Class IRI="#Pere_Canelles"/>
</DisjointClasses>
<DisjointClasses>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699"/>
    <Class IRI="#Maria_Garcia"/>
    <Class IRI="#Pere_Puig"/>
</DisjointClasses>
<DisjointClasses>
    <Class IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192"/>
    <Class IRI="#Institut_Joan_Brudieu"/>
</DisjointClasses>
<DisjointClasses>
    <Class IRI="#Alumne"/>
    <Class IRI="#Professor"/>
</DisjointClasses>
<SubObjectPropertyOf>
    <ObjectProperty IRI="http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd"/>
    <ObjectProperty abbreviatedIRI="owl:topObjectProperty"/>
</SubObjectPropertyOf>
<ReflexiveObjectProperty>
    <ObjectProperty IRI="#EsGermaDe"/>
</ReflexiveObjectProperty>

```

```

<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_1d92502f_5d18_46dc_a9d2_3df4
240f6685</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Curs_2010-2011</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4a401e41_aldf_4ecd_ad66_9f61
dddf580b</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Barcelona</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_4c7c3351_bae9_4715_93b7_31d1
9b241263</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Curs_2011-2012</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_a98c2923_fbb7_49e2_b3ed_aa4f
e0448699</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Anna_Canelles</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLClass_bdf537da_8c1d_461f_9836_b0ce
fe818192</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Llums_Del_Nord</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
  <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_05f7b523_b951_4ab7_
9941_c7acca377515</IRI>
  <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">HaNascutA</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>

```

```

    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_4a52e457_f332_447c_
a9c4_9b2dc61eb6f0</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">EsTrobaGeograficamentA</Literal>
  </AnnotationAssertion>
  <AnnotationAssertion>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_53e09843_8dd2_4432_
a32a_78e31ba44804</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">EsProfessorDe</Literal>
  </AnnotationAssertion>
  <AnnotationAssertion>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_6934f53c_6826_4eb2_
b2fc_aaeb7c0884bb</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">EstaMatriculatA</Literal>
  </AnnotationAssertion>
  <AnnotationAssertion>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_8fc3d1f3_0e37_47b7_
819a_67c4edcdc0cd</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">FormaPartDe</Literal>
  </AnnotationAssertion>
  <AnnotationAssertion>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_a2e7cfd1_2a34_4d35_
8dcc_75ef6a157f21</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">EsPortaaTermeA</Literal>
  </AnnotationAssertion>
  <AnnotationAssertion>
    <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:label"/>
    <IRI>http://www.co-
ode.org/ontologies/ont.owl#OWLObjectProperty_caa814c9_02fc_47b7_
9c03_bb21c1be77f3</IRI>
    <Literal xml:lang="ca"
datatypeIRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#PlainLiteral">Imparteix</Literal>
  </AnnotationAssertion>
</Ontology>

```

<!-- Generated by the OWL API (version 4.2.6.20160910-2108)  
<https://github.com/owlcs/owlapi> -->



### 9.3 ANNEX III: REPRESENTACIÓ GRÀFICA DE L'ONTOLOGIA IES JOAN BRUDIEU

