



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ELECTRÓNICA E  
TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES

**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

# **O PROCESSO DE BOLONHA NA WEB SEMÂNTICA**

**Eduardo Manuel Moreira Covelinhas**  
(Bacharel em Engenharia Informática)

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES

Orientador: Doutor Porfírio Pena Filipe  
Co-Orientador: Doutor Luís Filipe Graça Morgado

## **Júri**

Presidente: Coordenador do Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores  
Vogais: Doutor Paulo Trigo Cândido da Silva  
Doutor Porfírio Pena Filipe  
Doutor Luís Filipe Graça Morgado

OUTUBRO DE 2008



## RESUMO

O Processo de Bolonha, cujo propósito visa a construção de um Espaço Europeu do Ensino Superior, tem como um dos seus objectivos promover a mobilidade de estudantes. A adopção do Processo de Bolonha requer uma abordagem que agilize a mobilidade dos estudantes, à luz da legislação actualmente em vigor. Neste âmbito, destaca-se a interoperabilidade entre sistemas de gestão académica na área de investigação da *Web Semântica*.

Esta dissertação propõe um modelo de representação flexível que integra conhecimento sobre o estudante e sobre os cursos que frequentou ou pretende frequentar: (1) Registo Académico do estudante relativo a competências adquiridas designadamente no decorrer de uma qualificação, frequência de unidades curriculares, experiência profissional ou formação pós-secundária e (2) Plano Individual de Estudos que posiciona o estudante no contexto de um determinado (3) Plano de Curso que define a estrutura curricular e plano de estudos que o estudante pretende frequentar.

O modelo de representação proposto foi alvo de avaliação experimental. Para tal, foi concebido um demonstrador que aplicou o modelo proposto em quatro cenários de utilização relativos à mobilidade de estudantes no âmbito do Processo de Bolonha.



## ABSTRACT

The Bologna Process, aimed to build a European Higher Education Area, has the objective of promote students mobility. The adoption of the Bologna Process requires an approach that accelerates student's mobility, based on current legislation. In this context, the interoperability between management systems has more relevance in Semantic Web research.

This dissertation proposes a flexible representation model that integrates knowledge about the student attended courses or a course that he wishes to apply: (1) Student's Academic Record with the skills acquired in a course, course units, professional experience or training and (2) Individual Study Plan which places the student in a particular (3) Course Plan that sets curricular structure and plan of studies that the student wishes to apply.

The representation model was validated through an experimental evaluation. A software demonstrator was developed to apply the model proposed in four Bologna Process mobility scenarios.



# **PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS**

## **PALAVRAS-CHAVE**

*Web Semântica, Representação de Conhecimento, Ensino Superior, Processo de Bolonha, Competências, Mobilidade.*

## **KEYWORDS**

Semantic Web, Knowledge Representation, Higher Education, Bologna Process, Skills, Mobility.



# AGRADECIMENTOS

Desejo agradecer a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

Ao meu orientador Doutor Porfírio Filipe e ao meu co-orientador Doutor Luís Morgado.

À minha família e amigos.

À Márcia, por tudo.



# ACRÓNIMOS

- ARPANet** - *Advanced Research Projects Agency Network*
- CEPES** - *Centre Européen Pour l'Enseignement Supérieur*
- DAML** - *DARPA Agent Markup Language*
- DISCO** - *European Dictionary of Skills and Competencies*
- ECTS** - *European Credit Transfer System*
- ECVET** - *Sistema Europeu de Créditos para a Educação e Formação Profissional*
- IEFP** - *Instituto do Emprego e Formação Profissional*
- ISEL** - *Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*
- ISEP** - *Instituto Superior de Engenharia do Porto*
- LEC** - *Licenciatura em Engenharia Civil*
- LEIC** - *Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores*
- N3** - *Notation 3*
- OIL** - *Ontology Inference Layer*
- OWL** - *Web Ontology Language*
- RDF** - *Resource Description Framework*
- RDFS** - *Resource Description Framework Schema*
- SPARQL** - *Simple Protocol and RDF Query Language*
- SWAPS** - *Semantic Web Approach for Personalisation of Study*
- TURTLE** - *Terse RDF Triple Language*
- UC** - *Unidade Curricular*
- UCC** - *Upper Camel Case*
- WWW** - *World Wide Web*
- W3C** - *World Wide Web Consortium*
- XML** - *eXtensible Markup Language*



# ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1.	Introdução.....	1
1.1.	Motivação .....	2
1.2.	Caracterização do Tema .....	3
1.3.	Contribuição da Dissertação.....	4
1.4.	Organização da Dissertação .....	5
2.	A <i>Web Semântica</i> .....	7
2.1.	A <i>World Wide Web</i> .....	7
2.1.1.	A Internet.....	7
2.1.2.	O desenvolvimento da <i>World Wide Web</i> .....	7
2.1.3.	<i>Web 2.0</i> .....	8
2.1.4.	<i>Web 3.0 – A Web Semântica</i> .....	8
2.2.	Tecnologias da <i>Web Semântica</i> .....	11
2.2.1.	<i>eXtensible Markup Language</i> .....	11
2.2.2.	<i>Resource Description Framework</i> .....	12
2.2.3.	<i>Resource Description Framework Schema</i> .....	13
2.2.4.	<i>Notation 3</i> .....	14
2.2.5.	Outras Linguagens .....	14
2.2.6.	Ontologias .....	15
2.3.	Trabalho Relacionado.....	16
2.3.1.	<i>Semantic Web Approach for Personalisation of Study</i> .....	16
2.3.2.	Outros Projectos.....	17
3.	O Processo de Bolonha.....	19
3.1.	Cronologia de Eventos .....	19
3.2.	O Processo de Bolonha em Portugal .....	21
3.2.1.	Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro.....	21
3.2.2.	Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março.....	24
3.2.3.	Despacho n.º 7287-A/2006 de 31 de Março.....	25
3.2.4.	Portaria n.º 401/2007 de 5 de Abril.....	27
3.2.5.	Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de Junho .....	30
4.	A Mobilidade de Estudantes .....	31

4.1.	Mobilidade Durante a Formação .....	31
4.1.1.	Contrato de Estudos.....	31
4.1.2.	Mudança de Curso .....	32
4.1.3.	Transferência .....	32
4.1.4.	Inscrição em unidades curriculares isoladas .....	33
4.2.	Mobilidade Após a Formação .....	34
4.2.1.	Suplemento ao Diploma .....	34
4.3.	Componentes Para a Mobilidade .....	35
4.3.1.	Experiência Profissional .....	35
4.3.2.	Formação Pós-Secundária.....	35
4.3.3.	Plano de Curso.....	35
4.3.4.	Plano Individual de Estudos .....	36
5.	Modelo de Representação.....	37
5.1.	Representação de Conhecimento .....	37
5.2.	Opções Tecnológicas .....	38
5.2.1.	RDF e RDFS .....	38
5.2.2.	Notações Utilizadas.....	38
5.3.	Convenções Técnicas .....	39
5.3.1.	Idiomas.....	39
5.3.2.	Nomenclaturas .....	39
5.4.	Modelo para a Mobilidade .....	39
5.4.1.	Multilingue .....	41
5.4.2.	Controlo de Versões.....	42
5.4.3.	Competências .....	42
5.4.4.	Unidades Curriculares.....	44
5.4.5.	Registo Académico .....	46
5.4.6.	Plano do Curso.....	58
5.4.7.	Plano Individual de Estudos .....	61
6.	Avaliação Experimental .....	65
6.1.	Casos de Utilização.....	65
6.1.1.	Estudante em Mobilidade.....	65
6.1.2.	Mudança de Curso .....	67
6.1.3.	Transferência e Formação Pós-Secundária .....	68

---

6.1.4.	Mobilidade Pós-Formação e Experiência Profissional.....	68
6.2.	Demonstrador .....	68
6.2.1.	Arquitectura .....	69
6.2.2.	Funcionalidades .....	69
6.3.	Demonstração .....	70
6.3.1.	Estudante em Mobilidade .....	71
6.3.2.	Mudança de Curso .....	74
6.3.3.	Transferência e Formação Pós-Secundária .....	77
6.3.4.	Mobilidade Pós-Formação e Experiência Profissional.....	80
6.3.5.	Histórico de Creditação .....	83
7.	Conclusão.....	85
7.1.	Conclusões.....	85
7.2.	Perspectivas de Trabalho Futuro.....	86
7.3.	Discussão .....	87
	Apêndice A .....	89
	Parte da Representação em RDFS do Modelo MM .....	89
	Parte do Documento RDF de um Registo Académico .....	91
	Parte do Documento RDF do Plano de Curso LEIC.....	94



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas da Web Semântica (adaptado de W3C) .....	9
Figura 2 – Exemplo de utilização do modelo .....	40
Figura 3 – Representação do Modelo para a Mobilidade .....	40
Figura 4 – Várias traduções do registo académico .....	41
Figura 5 – Versão do registo académico .....	42
Figura 6 – Representação de competências .....	43
Figura 7 – Representação da unidade curricular .....	45
Figura 8 – Representação do estudante no registo académico .....	47
Figura 9 – Representação do contrato de estudos .....	49
Figura 10 – Representação da formação académica .....	52
Figura 11 – Representação da experiência profissional .....	54
Figura 12 – Representação da formação pós-secundária .....	57
Figura 13 – Representação do plano do curso .....	59
Figura 14 – Representação do plano individual de estudos .....	62
Figura 15 – Registo académico do estudante em mobilidade .....	67
Figura 16 – Página inicial do demonstrador .....	71
Figura 17 – Página da criação do plano individual de estudos .....	71
Figura 18 – Página de creditação das unidades curriculares .....	72
Figura 19 – Apresentação do plano individual de estudos .....	73
Figura 20 – Primeira página para a criação do plano individual de estudos .....	74
Figura 21 – Página de creditação de competências .....	75
Figura 22 – Plano individual de estudos .....	76
Figura 23 – Criação do plano individual de estudos .....	77
Figura 24 – Página de creditação .....	78
Figura 25 – Plano individual de estudos do estudante .....	79
Figura 26 – Elementos para criação do plano individual de estudos .....	80
Figura 27 – Creditação de competências .....	81
Figura 28 – Exibição do plano individual de estudos .....	83
Figura 29 – Escolha de curso e/ou unidade curricular .....	84
Figura 30 – Lista de histórico de creditação .....	84



## ÍNDICE DE EXEMPLOS

Exemplo 1 – Codificação em XML .....	11
Exemplo 2 – Codificação em RDF .....	12
Exemplo 3 – Codificação em RDFS.....	13
Exemplo 4 – Codificação em N3.....	14
Exemplo 5 – Codificação em TURTLE .....	15
Exemplo 6 – Interrogação em SPARQL .....	15
Exemplo 7 – Codificação em RDFS do Modelo para a Mobilidade.....	40
Exemplo 8 – Codificação em RDF de competências .....	43
Exemplo 9 – Codificação em RDF da unidade curricular.....	45
Exemplo 10 – Codificação em RDF do registo académico .....	47
Exemplo 11 – Codificação em RDF do contrato de estudos.....	49
Exemplo 12 – Codificação em RDF da formação académica.....	53
Exemplo 13 – Codificação em RDF da experiência profissional.....	55
Exemplo 14 – Codificação em RDF da formação pós-secundária.....	57
Exemplo 15 – Codificação em RDF do plano do curso.....	60
Exemplo 16 – Codificação em RDF do plano individual de estudos .....	63



# CONVENÇÕES TIPOGRÁFICAS

Apresentam-se seguidamente algumas convenções tipográficas empregues na escrita desta dissertação:

1. Emprega-se no texto normal a fonte Arial

Exemplo: Este texto está escrito em Arial;

2. Empregam-se [parêntesis rectos] para referências bibliográficas

Exemplo: [\[Berners-Lee et al., 2001\]](#);

3. Emprega-se texto em “*Itálico*” para frases ou expressões ilustrativas

Exemplo: “*Frase ilustrativa*”;

4. Emprega-se texto em *Itálico* para designações em inglês

Exemplo: *World Wide Web*;

5. Emprega-se texto em **Negrito** para definir abreviaturas

Exemplo: Suplemento ao Diploma (**SD**).

6. Emprega-se texto com letras Capitalizadas ao definir um conceito

Exemplo: O Contrato de Estudos é um documento celebrado entre três partes.



# 1. INTRODUÇÃO

---

O crescimento da Internet na última década mudou a vida de todos aqueles que a utilizam, quer para fins profissionais quer para fins lúdicos [Lesnard, 2005].

Na proposta de Tim Berners-Lee para a *World Wide Web* (**WWW**), é referido “(...) *um potencial benefício na integração dos vários sistemas de forma a permitir que os utilizadores sigam ligações apontando de uma peça de informação para outra. A formação de uma rede de nós de informação em vez de árvores hierárquicas ou listas ordenadas é o conceito base por detrás do Hiper-Texto*” [Berners-Lee et al., 1990].

A *Web Semântica* é a nova geração da *WWW*. Permite interligar conceitos tendo como finalidade a atribuição de significado (sentido) aos conteúdos publicados na Internet de modo a que sejam perceptíveis aos humanos e aos computadores [Berners-Lee et al., 2001]. Assim, o objectivo da *Web Semântica* é criar a tecnologia que permita aos computadores compreenderem e processarem a informação num ponto de vista semântico.

Organizações como a *World Wide Web Consortium* (**W3C**) têm criado recomendações, nomeadamente para fomentar a interoperabilidade semântica. Tecnologias e linguagens como a *eXtensible Markup Language* (**XML**), *Resource Description Framework* (**RDF**), *Web Ontology Language* (**OWL**), entre outras, favorecerão o aparecimento de serviços *Web* para suportarem a interoperabilidade e cooperação [Shadbolt et al., 2006].

Os conceitos da *Web Semântica* já começam a ser utilizados em aplicações comerciais. Um exemplo no âmbito da saúde é o sistema *SAPPHIRE* da *University of Texas Health Science* que integra informação de vários prestadores de serviços de saúde permitindo a entidades oficiais acederem a potenciais riscos de saúde pública e epidemias [Feigenbaum et al., 2007].

Na área da educação alguns projectos começam a dar os primeiros passos como é o caso do *Semantic Web Approach for Personalisation of Study (SWAPS)* cujo objectivo é a criação de um portal que oferece um conjunto de *WebServices* para pesquisa e comparação de programas de estudo e de unidades curriculares [Nemirovskij et al., 2007].

Num estudo recente [Cardoso, 2007] é referido que 70% dos inquiridos estão empenhados em criar sistemas para utilização no mundo real em menos de dois anos.

## 1.1. Motivação

As constantes mudanças na nossa sociedade, influenciadas por motivos políticos ou socioeconómicos, são um factor de desenvolvimento das populações e culturas. O espaço europeu não é uma excepção. Em Junho de 1999, os ministros de 29 países europeus reunidos na cidade italiana de Bolonha, assinaram uma declaração, a Declaração de Bolonha, relacionada com as políticas ligadas ao ensino superior [Ministros da Educação Europeus, 1999].

A Declaração de Bolonha incentiva à mobilidade dos estudantes entre os estabelecimentos de ensino superior nacionais e estrangeiros, assegurada através do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos [Comunidade Europeia, 2003], com base no princípio do reconhecimento mútuo do valor da formação realizada e das competências adquiridas [Decreto-Lei n.º 74/2006].

A mobilidade de estudantes no espaço europeu realça a necessidade de troca de informação entre estabelecimentos de ensino superior. Se a informação for representada num formato que permita tratá-la automaticamente, minimizando a intervenção humana, os ganhos serão evidentes. A interoperabilidade entre instituições de ensino superior poderá ser definida como “*uma medida do grau segundo o qual os sistemas de informação são capazes de se coordenar e colaborar*” [Beynon-Davies, 2002].

## 1.2. Caracterização do Tema

Os avanços científicos conseguidos em áreas como a *Web Semântica* [Berners-Lee et al., 2001] encerram potenciais contributos para a automatização da interoperabilidade entre instituições de ensino superior.

A *Web Semântica* visa contribuir para a interoperabilidade semântica entre sistemas. A interoperabilidade semântica entre sistemas existe “(...) se eles conseguirem efectuar perguntas um ao outro, através de uma série de ligações semânticas” [Cudré-Mauroux et al., 2004].

A interoperabilidade entre sistemas de informação é um assunto que reúne contribuições de áreas distintas, tais como: redes de comunicação de dados, representação de informação e programação de sistemas distribuídos [Nunes, 2004].

No âmbito dos sistemas de informação académicos, a Declaração de Bolonha [Ministros da Educação Europeus, 1999], designadamente o incentivo à mobilidade, realça a importância de existir interoperabilidade entre sistemas.

O suplemento ao diploma [Decreto-Lei n.º 42/2005] define um modo de facilitar o reconhecimento académico e profissional aumentando a transparência sobre as competências. No entanto, não deve ser encarado como um sistema automático de reconhecimento de competências.

Neste âmbito, a existência de informação, em formato electrónico, mantida nos sistemas de informação das instituições de ensino superior que interagem num cenário de mobilidade, levanta um conjunto de problemáticas relacionadas, por exemplo, com a representação do registo académico do estudante.

Actualmente, quando um estudante muda de curso é desencadeado um processo administrativo que demora bastante tempo, devido a requerer análise de uma quantidade apreciável de informação (pouco ou nada apoiada por meios

informáticos) para avaliar as competências adquiridas pelo estudante com vista à definição de um plano individual de estudos.

### **1.3. Contribuição da Dissertação**

A adopção do processo de Bolonha, designadamente a criação de planos individuais de estudo para os estudantes, requer uma abordagem que agilize a sua produção.

A contribuição principal deste trabalho é a proposta de um modelo de representação de conhecimento suficientemente flexível que integra conhecimento sobre o estudante e sobre os cursos que frequentou ou pretende frequentar: (1) Registo Académico do estudante relativo a competências adquiridas designadamente no decorrer de uma qualificação, frequência de unidades curriculares, experiência profissional ou formação pós-secundária e (2) Plano Individual de Estudos que posiciona o estudante no contexto de um determinado (3) Plano de Curso que define a estrutura curricular e plano de estudos que o estudante pretende frequentar.

O objectivo é atenuar as dificuldades criadas às instituições de ensino superior pela recente implementação do processo de Bolonha. Concretamente, propõe-se um modelo de conhecimento flexível (compromisso ontológico mínimo) para suportar a interoperabilidade entre sistemas de gestão académica.

Foi concebido um demonstrador para suportar a avaliação experimental do modelo proposto. Para tal, foram tomadas como exemplo instituições de ensino superior sobre as quais se obteve informação privilegiada, como por exemplo o Instituto Politécnico de Lisboa.

Não se pretende com este trabalho propor métricas de similaridade entre competências, entre unidades curriculares, ou planos de estudos mas sim propor um modelo de representação de conhecimento que permita aplicá-las.

Resumidamente, no âmbito desta dissertação, pretende-se contribuir para automatizar a mobilidade dos estudantes, à luz do Processo de Bolonha e da legislação actualmente em vigor, encarada como um caso de estudo de interoperabilidade semântica no contexto da *Web Semântica*.

## 1.4. Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada em sete capítulos.

O primeiro capítulo, o presente, faz uma introdução geral ao tema, apresenta as motivações efectuando uma breve alusão ao estado da arte da *Web Semântica*, refere os desafios de investigação actuais e a contribuição desta dissertação. A terminar este capítulo é apresentada a estrutura organizativa desta dissertação.

O segundo capítulo descreve o estado da arte da *Web Semântica* começando por dar uma perspectiva de evolução cronológica a partir do aparecimento da *World Wide Web*. Adicionalmente, são apresentadas algumas tecnologias da *Web Semântica*. A terminar são introduzidos alguns trabalhos relacionados.

O terceiro capítulo descreve a evolução cronológica do Processo de Bolonha. É também descrito o Processo de Bolonha à luz da legislação Portuguesa em vigor.

No quarto capítulo, são destacados detalhes relativos à mobilidade dos estudantes no âmbito do Processo de Bolonha. São apresentados os conceitos e componentes de mobilidade de estudantes durante a formação e após a formação.

O modelo de representação proposto nesta dissertação é descrito no quinto capítulo. Inicialmente são apresentadas as vantagens de utilização de um modelo de representação do conhecimento face ao modelo relacional. Posteriormente são expostas as opções tecnológicas e as convenções técnicas. Finalmente, são concretizadas as representações propostas para o registo académico, o plano de curso e o plano individual de estudos.

No sexto capítulo é apresentada a avaliação experimental realizada. São caracterizados casos de utilização criados para validar o modelo proposto. É descrito o demonstrador apresentando a sua arquitectura e funcionalidades. Por fim, são apresentados os resultados obtidos para cada um dos casos de utilização.

Finalmente, esta dissertação encerra com o sétimo capítulo dedicado às conclusões, apresentação das perspectivas de investigação futura e discussão.

## 2. A WEB SEMÂNTICA

---

Neste capítulo é apresentado o estado da arte da *Web Semântica*. Na primeira parte é apresentada a *World Wide Web* desde o seu aparecimento até à *Web Semântica*. Seguidamente são apresentadas algumas tecnologias da *Web Semântica* e por fim são apresentados alguns trabalhos relacionados.

### 2.1.A *World Wide Web*

#### 2.1.1. *A Internet*

Apesar do grande salto ter ocorrido na segunda metade da década de 90, a rede mundial de computadores teve a sua origem nos anos 60. A necessidade de transmitir informações entre as diferentes instâncias militares Norte-Americanas levou à criação da *Advanced Research Projects Agency Network (ARPANet)*. A ARPANet tinha como objectivo estabelecer uma rede de comunicação cujo princípio fosse a redundância de conectividade.

Nos anos 70 as instituições que trabalhavam para o exército norte-americano tiveram permissão para se ligarem à ARPANet tendo esta crescido de tal forma que a sua administração se tornou demasiado complexa. Deu-se então nos anos 80 a separação da ARPANet em duas: MILNET e a ARPANet. A MILNET era composta pelas instituições governamentais e a nova ARPANet por instituições não governamentais como o mundo académico, por exemplo. Esta separação e menor controlo do governo da rede não militar, permitiu que o seu desenvolvimento fosse exponencial [Hauben et al., 1995].

#### 2.1.2. *O desenvolvimento da World Wide Web*

Numa primeira fase, o principal desafio foi a criação de uma rede capaz de resistir a uma guerra nuclear. Mais tarde, com a divisão, tornou-se uma rede académica. Sobre esta rede foi escrito um documento com o objectivo de apresentar uma proposta para ajudar a atenuar “*as actuais incompatibilidades de plataformas e*

*ferramentas que torna impossível aceder à informação existente através de uma interface comum, levando a um desperdício de tempo, frustração e respostas obsoletas a uma simples pesquisa de informação. Existe um potencial benefício na integração dos vários sistemas de forma a permitir que os utilizadores sigam ligações apontando de uma peça de informação para outra. A formação de uma rede de informação de nós em vez de árvores hierárquicas ou listas ordenadas é o conceito base por detrás do Hiper-Texto” [Berners-Lee et al., 1990].*

### **2.1.3. Web 2.0**

Em 2005 foi introduzido o termo “*Web 2.0*” por Tim O’Reilly. O’Reilly define a *Web 2.0* como “(...) a mudança para uma Internet como plataforma, e um entendimento das regras para obter sucesso nesta nova plataforma. Entre outras, a regra mais importante é desenvolver aplicações que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores quanto mais são usados pelas pessoas, aproveitando a inteligência colectiva” [O’Reilly, 2005].

### **2.1.4. Web 3.0 – A Web Semântica**

A nova geração da WWW é a *Web Semântica* ou, como foi apelidada, a *Web 3.0* [Markoff, 2006]. A *Web Semântica* é uma extensão da *Web* actual, que permite interligar significados de palavras e, neste âmbito, ter como finalidade conseguir atribuir um significado (sentido) aos conteúdos publicados na *Internet* de modo que seja perceptível tanto por um humano como pelo computador.

Em 2001, num artigo na revista *Scientific American* [Berners-Lee et al., 2001], Tim Berners-Lee afirma que “*A Web Semântica não é uma rede separada, mas uma extensão da actual rede, em que a informação tem um significado bem definido, os computadores são mais eficientes e as pessoas trabalham em cooperação. Os primeiros passos para criar a Web Semântica utilizando a estrutura da rede actual já estão a acontecer. Num futuro próximo, os desenvolvimentos criarão novas funcionalidades à medida que as máquinas se tornem muito mais hábeis e compreendam a informação que actualmente meramente apresentam.*”

A Web Semântica tem como objectivos:

1. Criar tecnologia que permita às máquinas compreender e processar a informação de um ponto de vista semântico;
2. Estabelecer vocabulários comuns que permitam definir o domínio de uma aplicação;
3. Acordar uma linguagem para lógica utilizada;
4. Utilizar uma linguagem que garanta a fiabilidade.

Berners-Lee sugeriu uma estrutura em camadas para a Web Semântica. Esta estrutura permite que cada camada, por si só, proporcione um valor acrescentado, de modo que a Web Semântica possa ser concretizada de uma forma incremental.

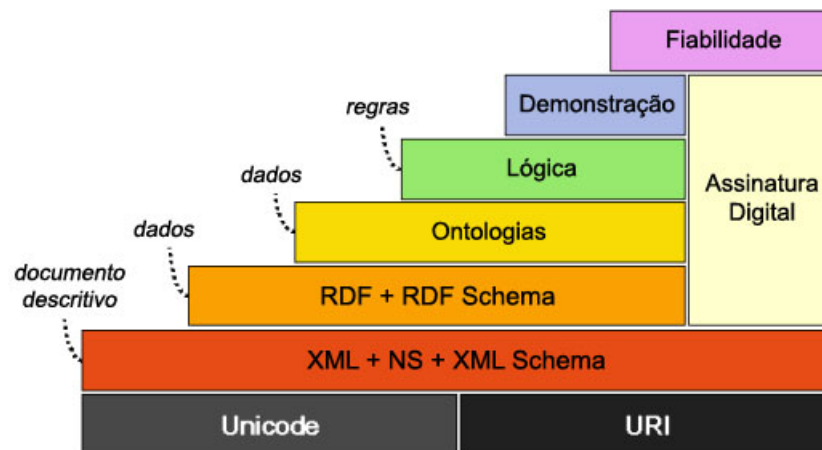


Figura 1 – Camadas da Web Semântica (adaptado de W3C)

A Figura 1 apresenta as camadas da Web Semântica, tal como sugerido por Berners-Lee [Berners-Lee, 2000]. Nas primeiras duas camadas é criada uma sintaxe comum. Os *Uniform Resource Identifier (URI)* providenciam uma forma *standard* para referenciar entidades enquanto o Unicode é o *standard* para a troca de símbolos.

A *Extensible Markup Language (XML)* e os *Namespaces* garantem a integração com outros *standards* XML descrevendo a árvore de termos, enquanto o *XML Schema* permite a definição de gramáticas para validar os documentos XML.

A *Resource Description Framework* (**RDF**) e a *Resource Description Framework Schema* (**RDFS**) podem ser classificadas como a camada onde a informação se torna compreensível para as máquinas. O W3C descreve o RDF como “a base para o processamento de metadata; Providencia interoperabilidade entre aplicações que trocam informação compreensível para os sistemas” [W3C, 2004].

O RDFS define uma linguagem de modelação do RDF que inclui classes, propriedades, relações entre classes e entre propriedades e domínios. O RDF e o RDFS são escritos em XML.

A camada seguinte é o vocabulário, ou seja, ontologias. Num âmbito mais lato, segundo Gruber [Gruber, 1993], uma ontologia é a especificação explícita de uma conceptualização. Uma conceptualização pode ser vista como uma estrutura de termos para a descrição de um domínio. Várias comunidades desenvolvem neste momento vocabulários que definem relações entre diferentes conceitos em diferentes áreas como a saúde ou física.

A camada seguinte é a lógica. Hoje em dia muitos investigadores consideram a camada de ontologia e a camada lógica como uma só visto que muitas ontologias utilizam axiomas. Ao aplicar a dedução lógica é possível inferir novo conhecimento a partir da informação apresentada de forma explícita.

As camadas de demonstração e fiabilidade garantem que é necessário validar as declarações efectuadas para garantir a fiabilidade da Web Semântica é que esta é atingida através da forma como a informação é processada e conseqüentemente validada. Desta forma o autor da informação deve apresentar prova que deverá ser verificável pela máquina. Neste nível não é validado pela máquina o conteúdo da prova mas sim se ela é providenciada pelo autor. Estas duas camadas ainda não estão aprofundadas.

Por fim, a assinatura digital detecta alterações nos documentos produzido podendo assim validar a autenticidade dos mesmos. Embora adicionada à figura representativa das camadas da Web Semântica, a assinatura digital está mais relacionada com a área de segurança.

## 2.2. Tecnologias da *Web Semântica*

### 2.2.1. *eXtensible Markup Language*

A linguagem XML foi originalmente concebida para substituir a linguagem *Standard Generalized Markup Language (SGML)*. Actualmente o XML é também utilizado como um formato para representação e troca de informação estruturada arbitrariamente.

Independentemente da aplicação, um documento XML é um ficheiro, ou conjunto de ficheiros, que tem como base a sintaxe recomendada pelo W3C [W3C, 2006]. Cada documento XML é constituído por uma estrutura lógica e física. Fisicamente o documento é composto por unidades designadas por entidades. Uma entidade faz referência a outra entidade. Um documento começa com uma árvore ou uma entidade documento<sup>1</sup>. Ao nível lógico, o documento é composto por declarações, elementos, comentários, dados e instruções de processamento.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
(...)
<CourseUnits>
  <CourseUnit>
    <Name>Matemática I</Name>
    <Length>2S</Length>
    <ECTSCredits>6</ECTSCredits>
  </CourseUnit>
</CourseUnits>
(...)
```

Exemplo 1 – Codificação em XML

O Exemplo 1 ilustra a utilização da linguagem XML para representar unidades curriculares (*CourseUnit*) com informação do seu nome (*Name*), duração (*Length*) e créditos ECTS (*ECTSCredits*) atribuídos.

---

<sup>1</sup> Do inglês: *entities, root, document entity*.

## 2.2.2. Resource Description Framework

O RDF [W3C, 2004] e sua extensão, o RDFS [W3C, 2004-2], constituem a terceira camada da *Web Semântica*.

Proposto originalmente em 1999 pelo W3C, o RDF é baseado em triplas. Uma tripla é um conjunto de três elementos: sujeito, predicado e objecto<sup>2</sup>. O sujeito pode ser um URI ou um nó vazio, ou seja, uma constante ou um objecto que permite instanciar outros objectos. O predicado pode ser também um URI que é essencialmente uma constante que representa um predicado binário, intitulado propriedade<sup>3</sup>. Por último, um objecto pode ser igualmente um URI, um nó vazio ou dados, como por exemplo, um número inteiro. As triplas de RDF são geralmente escritas na ordem de sujeito, predicado, objecto, como por exemplo, a unidade curricular Matemática I tem a duração de 1 semestre.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://www.covelinhas.net/modelomobilidade/"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
>
(...)
<CourseUnits>
  (...)
  <CourseUnit rdf:ID="PT-IPP-ISEL-MAT-I">
    <Name>Matemática I</Name>
    <Length>1S</Length>
    <ECTSCredits>6</ECTSCredits>
  </CourseUnit>
  (...)
</CourseUnits>
(...)
```

### Exemplo 2 – Codificação em RDF

O Exemplo 2 ilustra a utilização da linguagem RDF para representar unidades curriculares (*CourseUnit*) com informação do seu nome (*Name*), duração (*Length*) e créditos ECTS (*ECTSCredits*) atribuídos.

---

<sup>2</sup> Do inglês: *triples, subject, predicate, object*

<sup>3</sup> Do inglês: *property*

### 2.2.3. Resource Description Framework Schema

Quanto ao RDFS ele descreve os recursos através de um conjunto de classes relacionadas, propriedades e valores. O RDFS providencia uma *framework* para a descrição das classes e propriedades da aplicação a utilizar do documento RDF. Desta forma é possível definir relações entre classes, propriedades e valores e validar essa relação no documento RDF.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
(...)
<rdfs:Class rdf:ID="CourseUnit">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Qualification"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:ID="Name">
  <rdfs:domain rdf:resource="#CourseUnit"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="Length">
  <rdfs:domain rdf:resource="#CourseUnit"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="ECTSCredits">
  <rdfs:domain rdf:resource="#CourseUnit"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
</rdf:RDF>
```

#### Exemplo 3 – Codificação em RDFS

O Exemplo 3 ilustra a utilização da linguagem RDFS para representar a relação entre as propriedades nome (*Name*), duração (*Length*) e créditos ECTS (*ECTSCredits*) atribuídos com a classe unidade curricular (*CourseUnit*).

### 2.2.4. Notation 3

O Notation3 [W3C, 2006-2], ou **N3** como é mais conhecido, é uma versão não XML do RDF. Os seus objectivos, segundo Tim Berners-Lee, são:

- I. Optimizar a expressão de dados e a lógica na mesma língua;
- II. Permitir que o RDF seja escrito de uma forma simples;
- III. Permitir a integração de regras no RDF;
- IV. Permitir citações para permitir realizar declarações sobre declarações;
- V. Ser o mais legível e natural possível.

```
@prefix mo: <http://www.covelinhas.net/modelomobilidade/>;
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>.
(...)
<http://www.processobolonha.com/mobilidade/unidadescurriculares>
  mo:Name "Matemática I";
  mo:Length "2S";
  mo:ECTSCredits "6".
(...)
```

Exemplo 4 – Codificação em N3

O Exemplo 4 ilustra a utilização da linguagem N3 para representar unidades curriculares (*CourseUnit*) com informação do seu nome (*Name*), duração (*Length*) e créditos ECTS (*ECTSCredits*) atribuídos.

### 2.2.5. Outras Linguagens

Outras linguagens de suportes à Web Semântica surgiram como é o caso da *Terse RDF Triple Language* (**TURTLE**) e da *Simple Protocol and RDF Query Language* (**SPARQL**).

O TURTLE [Beckett et al., 2008] é uma representação em texto da sintaxe do RDF. Tem como base o N3 e permite que os grafos do RDF sejam completamente escritos de uma forma natural e compacta, com abreviaturas.

```

@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix mo: <http://www.covelinhas.net/modelomobilidade/>.
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>.

<http://www.covelinhas.net/modelomobilidade/unidadescurriculares>
  mo:Name "Bases de Dados II";
  mo:Skill[ mo:Code "17513";
            mo:Name "OLAP" ].

```

#### Exemplo 5 – Codificação em TURTLE

O Exemplo 5 ilustra a utilização da linguagem TURTLE para representar uma unidade curricular com informação do seu nome (*Name*) e uma competência (*Skill*) constituída pelo código (*Code*) e nome (*Name*).

O SPARQL [W3C, 2008] é uma linguagem interrogativa como o *Structured Query Language (SQL)* [ISO, 2003] proposta pelo W3C em 2008. A especificação SPARQL permite a interrogação sobre tecnologias como RDF, RDFS ou Web Ontology Language (OWL) [Bechhofer et al., 2002].

```

PREFIX mo: <http://www.processobolonha.com/mobilidade/>
SELECT ?Skill ?CourseUnit
WHERE {
  ?x mo:Skill ?skill ;
     mo:Code ?y .
  ?y mo:Name ?name ;
     mo:Code mo:MATI . }

```

#### Exemplo 6 – Interrogação em SPARQL

O Exemplo 6 ilustra uma interrogação na linguagem SPARQL com o intuito de obter as unidades curriculares (*CourseUnit*) cujo código (*Code*) é MATI.

### 2.2.6. Ontologias

Uma ontologia é, no âmbito dos Sistemas de Informação, um conjunto de conceitos e termos ligados entre si (numa rede) que podem ser usados para descrever um domínio de conhecimento ou construir uma representação para o conhecimento [Swartout et al., 1999].

Várias linguagens foram criadas para fazer face à necessidade de representação de ontologias. A *Ontology Inference Layer (OIL)* [Fensel et al., 2001], uma

linguagem baseada em conceitos e compatível com RDFS, foi integrada com a *DARPA Agent Markup Language (DAML)* [DARPA, 2001] resultando a DAML+OIL [Connolly et al., 2001], a qual define uma série de construções para representação de ontologias em RDF.

O W3C recomendou uma linguagem para a representação de ontologias baseada no DAML+OIL denominada *Web Ontology Language (OWL)* [Bechhofer et al., 2002] e que acrescenta mais vocabulário para a descrição das classes e propriedades. O OWL é a linguagem mais utilizada no momento para a representação de ontologias [Cardoso, 2007].

## 2.3. Trabalho Relacionado

### 2.3.1. *Semantic Web Approach for Personalisation of Study*

O projecto *Semantic Web Approach for Personalisation of Study (SWAPS)* [Nemirovskij et al., 2007] tem como âmbito de investigação a personalização dos planos de estudos de um estudante. Com base nas competências de ensino das instituições de ensino superior, o projecto SWAPS pretende desenvolver um portal *web* que oferece uma interface gráfica bem como uma colecção de *WebServices* para pesquisa e comparação de módulos e programa de estudos baseado em tecnologias da *Web Semântica*. O SWAPS é baseado em anotações automatizadas já utilizadas no contexto *Web*, ou seja, *metadata*.

A comparação e pesquisa de módulos de estudo, ou seja, unidades curriculares, formarão uma ferramenta automatizada, inteligente e multicritério.

Para o estudante advém a possibilidade de escolha de uma formação orientada aos seus desejos com a hipótese de mobilidade durante a formação e a facilidade de escolha de outra área de estudos.

Numa única frase, o SWAPS permitirá ao estudante a personalização do seu programa de estudos.

Actualmente, os componentes base do SWAPS (motor de pesquisa, interface da ferramenta para a submissão de descrições e anotações) ainda estão nos primeiros passos de desenvolvimento.

### **2.3.2. Outros Projectos**

Existem outros projectos a decorrer no âmbito da *Web Semântica*, muitos deles relacionados com a possibilidade de personalização, e.g., *Personalizing web surfing with semantically enriched personal profiles* [Ankolekar et al., 2006] ou *Ontology-based Personalization for Multimedia Content* [Mylonas et al., 2006].

Um dos projectos mais interessantes é o *Hakia* [Hakia 2007]. O *Hakia* é um motor de pesquisa semântico, cujo objectivo é obter resultados de qualidade com base na infra-estrutura *Query Detection and Extraction (QDEX)*, que analisa os termos a pesquisar no contexto de uma frase e emprega o algoritmo *SemanticRank* para relacionar ao nível ontológico os conceitos entre si.



## 3. O PROCESSO DE BOLONHA

---

Neste capítulo é introduzido o Processo de Bolonha. São apresentados de uma forma cronológica os eventos relacionados com este processo e a respectiva legislação portuguesa.

### 3.1. Cronologia de Eventos

O Processo de Bolonha não é apenas constituído pela Declaração de Bolonha. Antes da sua assinatura, os ministros da educação da França, Alemanha, Itália e do Reino Unido, reunidos em Paris, rubricaram uma declaração com o objectivo de lançar as bases para a constituição de um Espaço Europeu de Ensino Superior.

O Processo de Bolonha tem como um dos objectivos a transição de um sistema de ensino baseado na transmissão de conhecimentos para um sistema baseado no desenvolvimento das competências dos estudantes, pelo que a base de uma qualquer avaliação são as competências transmitidas.

Após a Declaração de Bolonha, os ministros da educação europeus reúnem-se bianualmente para fazerem um ponto de situação da evolução do processo e lançar novos desafios para o futuro. Em conformidade, foram criados os comunicados de Praga, Berlim, Bergen e Londres. Em 2009 a conferência será em Leuven e Louvain-la-Neuve na Bélgica.

A 25 de Maio de 1998 foi assinada em Paris, pelos ministros da educação da França, Alemanha, Itália e do Reino Unido, a Declaração da Sorbonne. Nesta declaração são efectivamente lançadas as bases para a constituição de um Espaço Europeu de Ensino Superior [[Ministros da Educação Europeus, 1998](#)].

Em Junho de 1999, os ministros da educação de 29 países europeus, reunidos na cidade italiana de Bolonha, assinaram uma declaração com o objectivo de estabelecer, até 2010, o Espaço Europeu de Ensino Superior [[Ministros da Educação Europeus, 1999](#)].

São identificadas cinco linhas de acção:

- I. Adopção de um sistema de diplomados comparável e compreensível;
- II. Adopção de um sistema de ensino superior fundamentalmente baseado em dois ciclos;
- III. Estabelecimento de um sistema de créditos;
- IV. Promoção da mobilidade entre instituições;
- V. Promoção da cooperação europeia no domínio da avaliação da qualidade.

No dia 19 de Maio de 2001, na cidade checa de Praga, os Ministros Europeus responsáveis pelo Ensino Superior de 32 países, apresentaram um comunicado [\[Ministros da Educação Europeus, 2001\]](#) dando ênfase a três pontos:

- I. Promoção da aprendizagem ao longo da vida;
- II. Incentivo ao envolvimento dos estudantes na gestão das instituições de ensino superior;
- III. Promoção do Espaço Europeu de Ensino Superior.

Reunidos em Berlim, em Setembro de 2003, os Ministros responsáveis pelo Ensino Superior de 33 Países Europeus realizaram uma avaliação do processo de construção do Espaço Europeu do Ensino Superior [\[Ministros da Educação Europeus, 2003\]](#).

Ficou estabelecido que até 2005 seria adaptado:

- I. O funcionamento o European Credit Transfer System (ECTS) e o Suplemento ao Diploma;
- II. O sistema baseado em dois ciclos para além do doutoramento.

A 20 de Maio de 2005, na cidade norueguesa de Bergen, 45 Ministros responsáveis pelo Ensino Superior apresentaram como objectivos [\[Ministros da Educação Europeus, 2005\]](#) até 2007:

- I. Adopção de padrões e linhas orientadoras para a garantia da qualidade;
- II. Implementação de quadros de qualificação nacionais compatíveis com o Quadro Europeu de qualificações.

Dois anos volvidos após a reunião de Bergen, o Comunicado de Londres [[Ministros da Educação Europeus, 2007](#)] estabelece novas prioridades até 2009, entre elas:

- I. Remover obstáculos à mobilidade;
- II. Reforçar a dimensão social.

## **3.2.O Processo de Bolonha em Portugal**

A aplicação do Processo de Bolonha em Portugal está definida em vários documentos oficiais como Decretos-Lei, Portarias e Despachos. Estes documentos regulamentam os princípios para a criação do Espaço Europeu de Ensino Superior, os graus académicos e diplomas do ensino superior, o regime de reingresso, mudança de curso e transferência bem como a descrição da estrutura curricular e plano de estudos de um curso. Nesta secção são referidos os aspectos mais importantes dos documentos oficiais relacionados com a mobilidade de estudantes.

### **3.2.1. Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro**

O Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro [[Decreto-Lei n.º 42/2005](#)] define os Princípios Reguladores do Espaço Europeu, em particular, no primeiro capítulo é definido um conjunto de conceitos importantes relacionados com a mobilidade:

#### **I. Unidade curricular**

A unidade curricular é a unidade de ensino com objectivos de formação próprios que é objecto de inscrição administrativa e de avaliação traduzida numa classificação final.

A avaliação final de uma unidade curricular é expressa através de uma classificação na escala numérica inteira de 0 a 20. O estudante é aprovado na unidade curricular se obtiver uma classificação não inferior a 10.

## **II. Plano de estudos de um curso**

O plano de estudos é um conjunto organizado de unidades curriculares em que um estudante deve obter aprovação para a obtenção de um determinado grau académico.

## **III. Ano curricular, semestre curricular e trimestre curricular**

O ano curricular, semestre curricular ou trimestre curricular são partes do plano de estudos do curso que devem ser realizadas pelo estudante no decurso de um ano, um semestre ou um trimestre lectivo.

## **IV. Duração normal de um curso**

A duração normal de um curso é o número de anos, semestres e ou trimestres lectivos em que o curso deve ser realizado pelo estudante, quando a tempo inteiro e em regime presencial.

## **V. Horas de contacto**

As horas de contacto são o tempo utilizado em sessões de ensino de natureza colectiva, designadamente em salas de aula, laboratórios ou trabalhos de campo e em sessões de orientação pessoal de tipo tutorial.

## **VI. Crédito**

O crédito é a unidade de medida do trabalho do estudante sob todas as suas formas, designadamente, sessões de ensino de natureza colectiva, sessões de orientação pessoal de tipo tutorial, estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação.

## **VII. Créditos de uma unidade curricular**

Os créditos de uma unidade curricular são o valor numérico que expressa o trabalho que deve ser efectuado por um estudante para realizar uma unidade curricular.

### **VIII. Créditos de uma área científica**

Os créditos de uma área científica são o valor numérico que expressa o trabalho que deve ser efectuado por um estudante numa determinada área científica.

### **IX. Estrutura curricular de um curso**

A estrutura curricular de um curso é o conjunto de áreas científicas que integram um curso e o número de créditos que um estudante deve reunir em cada uma delas para a obtenção de um determinado grau académico.

### **X. Estudante em mobilidade**

Um estudante está em mobilidade quando está matriculado e inscrito num estabelecimento de ensino superior e curso e realiza parte desse curso noutra estabelecimento de ensino superior.

### **XI. Estabelecimento de origem**

O estabelecimento de origem é o estabelecimento de ensino, nacional ou estrangeiro, em que se encontra matriculado e inscrito o estudante em mobilidade.

### **XII. Estabelecimento de acolhimento**

O estabelecimento de acolhimento é o estabelecimento de ensino, nacional ou estrangeiro, em que o estudante em mobilidade frequenta parte de um curso superior.

### **XIII. Mobilidade durante a formação**

A realização de parte de um curso superior por um estudante em mobilidade está condicionada à prévia celebração de um contrato de estudos. O contrato de estudos é celebrado entre o estabelecimento de ensino de origem, o estabelecimento de ensino de acolhimento e o estudante.

### **3.2.2. Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março**

O Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março [\[Decreto-Lei n.º 74/2006\]](#) define, no capítulo VII e VIII, a garantia de mobilidade, creditação e outras disposições como a inscrição em unidades curriculares de ciclos de estudos subsequentes.

A garantia de mobilidade, definida no artigo 44.º, indica que a mobilidade dos estudantes entre os estabelecimentos de ensino superior nacionais, do mesmo ou de diferentes subsistemas, bem como entre estabelecimentos de ensino superior nacionais e estrangeiros, é assegurada através do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos, com base no princípio do reconhecimento mútuo do valor da formação realizada e das competências adquiridas.

Os estabelecimentos de ensino superior tendo em vista o prosseguimento de estudos para a obtenção de grau académico ou diploma:

- a) Creditam nos seus ciclos de estudos a formação realizada no âmbito de outros ciclos de estudos superiores em estabelecimentos de ensino superior nacionais ou estrangeiros, quer a obtida no quadro da organização decorrente do Processo de Bolonha, quer a obtida anteriormente;
- b) Creditam nos seus ciclos de estudos a formação realizada no âmbito dos cursos de especialização tecnológica nos termos fixados pelo respectivo diploma;
- c) Reconhecem, através da atribuição de créditos, a experiência profissional e a formação pós-secundária.

A creditação tem em consideração o nível dos créditos e a área científica onde foram obtidos sendo os procedimentos a adoptar para a creditação fixados pelos órgãos legal e estatutariamente competentes dos estabelecimentos de ensino superior.

Quanto à inscrição em unidades curriculares de ciclos de estudos subsequentes descrita no capítulo VIII, Artigo 46.º, esta pode ser autorizada aos estudantes inscritos num ciclo de estudos. Essas unidades curriculares são:

- a) Objecto de certificação;
- b) Objecto de menção no suplemento ao diploma;
- c) Creditadas em caso de inscrição do estudante no ciclo de estudos em causa.

### **3.2.3. Despacho n.º 7287-A/2006 de 31 de Março**

O Despacho n.º 7287-A/2006 de 31 de Março [[Despacho n.º 7287-A/2006](#)] descreve a representação de um curso e a estrutura curricular e plano de estudos.

A caracterização de um curso deve conter os seguintes elementos:

- a) Estabelecimento de ensino que ministra o curso;
- b) Unidade orgânica do estabelecimento de ensino (por exemplo, faculdade, escola, instituto) através da qual o curso é ministrado (se aplicável);
- c) Denominação do curso;
- d) Grau ou diploma conferido;
- e) Número de créditos, segundo o sistema europeu de transferência e acumulação de créditos, necessário à obtenção do grau ou diploma;
- f) Duração normal do curso (o número de anos, semestres e ou trimestres lectivos em que o curso deve ser realizado pelo estudante, quando a tempo inteiro e em regime presencial);
- g) Opções, ramos, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o curso se estrutura (se aplicável).

No que diz respeito à estrutura curricular de um curso, a sua apresentação deve conter:

- a) As áreas científicas que o integram;
- b) Os créditos que devem ser reunidos em cada área científica para a obtenção de um determinado grau académico.

Os créditos a realizar obrigatoriamente numa área podem ser expressos sob a forma de um valor ou de um intervalo. Exemplo: Matemática – de 5 a 8 créditos.

O Plano de Estudos é o conjunto organizado de unidades curriculares em que um estudante deve obter aprovação para a obtenção de um determinado grau académico.

A apresentação do plano de estudos de um curso deve conter, para cada ano, semestre ou trimestre curricular, as unidades curriculares que nele são ministradas, indicando, para cada uma:

- a) A sua denominação;
- b) A área científica em que se insere;
- c) O intervalo de tempo da ministração [anual, semestral, trimestral, ou outra (que se caracterizará)];
- d) O número total de horas de trabalho do estudante, incluindo todas as formas de trabalho previstas, designadamente as horas de contacto e as horas dedicadas a estágios, projectos, trabalhos no terreno, estudo e avaliação;
- e) O número de créditos que lhe é atribuído;
- f) De entre as horas referidas na alínea anterior, o número de horas de contacto (totais) distribuídas segundo o tipo de metodologia adoptada:
  - i. Ensino teórico (**T**);
  - ii. Ensino teórico-prático (**TP**);
  - iii. Ensino prático e laboratorial (**PL**);
  - iv. Trabalho de campo (**TC**);
  - v. Seminário (**S**);
  - vi. Estágio (**E**);
  - vii. Orientação tutorial (**OT**);
  - viii. Outra (**O**).

### **3.2.4. Portaria n.º 401/2007 de 5 de Abril**

A Portaria 401/2007 de 5 de Abril [[Portaria 401/2007](#)] indica que no novo contexto criado nos termos dos artigos 44.º e 45.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março [[Decreto-Lei n.º 74/2006](#)], tendo em vista o prosseguimento de estudos para a obtenção de grau académico ou diploma, tornou-se necessário alterar os procedimentos de transferência e mudança de curso, integrando num só regime os estudantes oriundos de estabelecimentos nacionais e estrangeiros.

No artigo 3.º, é definido um conjunto de conceitos:

#### **I. Mudança de Curso**

A Mudança de Curso é o acto pelo qual um estudante se inscreve num curso diferente daquele em que praticou a última inscrição, no mesmo ou noutro estabelecimento de ensino superior, tendo havido ou não interrupção de inscrição num curso superior.

#### **II. Transferência**

A Transferência é o acto pelo qual um estudante se inscreve e matricula no mesmo curso em estabelecimento de ensino superior diferente daquele em que está ou esteve matriculado, tendo havido ou não interrupção de inscrição num curso superior.

#### **III. Mesmo curso**

Considera-se que os cursos são o mesmo quando têm idêntica designação e conduzem à atribuição do mesmo grau ou os cursos com designações diferentes mas situados na mesma área científica.

Os objectivos dos cursos devem ser semelhantes e ministrar uma formação científica similar e conduzindo:

- a) À atribuição do mesmo grau;
- b) À atribuição de grau diferente, quando tal resulte de um processo de modificação ou adequação entre um ciclo de estudos conducente ao grau de bacharel e um ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado ou entre um ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado e um ciclo de estudos integrado de mestrado.

#### **IV. Créditos**

A contabilização de créditos é efectuada segundo o *European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)* [Comunidade Europeia, 2003].

No que diz respeito à creditação, o artigo 8.º indica que:

1. Os estudantes integram-se nos programas e organização de estudos em vigor no estabelecimento de ensino superior onde se matriculam e inscrevem no ano lectivo em que o fazem.
2. A integração é assegurada através do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS), com base no princípio do reconhecimento mútuo do valor da formação realizada e das competências adquiridas.
3. Nos termos do disposto no artigo 45.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:
  - a) Os estabelecimentos de ensino superior:
    - i. Creditam nos seus ciclos de estudos a formação realizada no âmbito de outros ciclos de estudos superiores em estabelecimentos de ensino superior nacionais ou estrangeiros, quer a obtida no quadro da organização decorrente do Processo de Bolonha quer a obtida anteriormente;

- ii. Creditam nos seus ciclos de estudos a formação realizada no âmbito dos cursos de especialização tecnológica nos termos fixados pelo respectivo diploma;
  - iii. Reconhecem, através da atribuição de créditos, a experiência profissional e a formação pós-secundária.
- b) A creditação tem em consideração o nível dos créditos e a área científica onde foram obtidos;
- c) Os procedimentos a adoptar para a creditação são fixados pelo estabelecimento de ensino superior, ouvido sempre o órgão pedagógico competente.
4. No caso da transferência:
- a) É creditada a totalidade da formação obtida durante a anterior inscrição no mesmo curso;
  - b) O número de créditos a realizar para a obtenção do grau académico não pode ser superior à diferença entre o número de créditos necessário para a obtenção do grau e o valor creditado;
  - c) Em casos devidamente fundamentados, em que, face ao nível ou conteúdo de algumas unidades curriculares, não seja possível considerar, na aplicação da regra da alínea anterior, todo o valor creditado, o número de créditos a realizar para a obtenção do grau académico não pode ser superior à diferença entre o número de créditos necessário para a obtenção do grau e 90 % do valor creditado.
5. O órgão legal e estatutariamente competente do estabelecimento de ensino superior procede à expressão em créditos das formações de que o estudante é titular, recorrendo, se necessário, à colaboração do estabelecimento de ensino superior de origem.

### **3.2.5. Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de Junho**

No decorrer do presente trabalho foi aprovado, em Conselho de Ministros de 30 de Abril de 2008, um Decreto-Lei que altera o Decreto-Lei n.º 42/2005, de 22 de Fevereiro e o Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março.

O Decreto-Lei 107/2008 de 25 de Junho [[Decreto-Lei n.º 107/2008](#)] introduz alterações, através do artigo 46.º-A, quanto à possibilidade de inscrição em unidades curriculares isoladas, por parte de qualquer interessado, com a garantia, em caso de aprovação, de certificação e ainda de creditação, se e quando ingressar em curso que as integre bem como a possibilidade de os estudantes de um curso superior se inscreverem, em qualquer estabelecimento de ensino superior, em disciplinas que não integrem o plano de estudos do seu curso, com a garantia, em caso de aprovação, de certificação e de inclusão no suplemento ao diploma.

## 4. A MOBILIDADE DE ESTUDANTES

---

Neste capítulo é aprofundado o tema da mobilidade de estudantes no âmbito do processo de Bolonha. Numa primeira fase é apresentado o conceito de mobilidade durante a formação seguido da mobilidade após a formação. Por fim são apresentados os componentes para a mobilidade de um estudante.

### 4.1. Mobilidade Durante a Formação

#### 4.1.1. Contrato de Estudos

O capítulo IV, “Mobilidade durante a formação”, do Decreto-Lei n.º 42/2005 descreve o processo para a realização de parte de um curso superior por um estudante em mobilidade que está condicionada à prévia celebração de um contrato de estudos.

O Contrato de Estudos [[Decreto-Lei n.º 42/2005](#)] é um documento celebrado entre três partes, são elas, o estudante, o estabelecimento de origem e o estabelecimento de acolhimento, depois de terem chegado a acordo sobre as condições do programa de estudos no estrangeiro.

O estudante compromete-se a seguir o programa de estudos no estabelecimento de acolhimento, considerando-o como parte integrante dos seus estudos superiores. O estabelecimento de origem garante ao estudante o reconhecimento académico total dos módulos enumerados no contrato de estudos e o estabelecimento de acolhimento deve confirmar que o programa de estudos é aceitável e que não contraria as suas próprias regras.

Na secção II do capítulo IV do mesmo Decreto-Lei, entre 28º e o 33º artigo, é definido o boletim de registo académico sendo este emitido ao estudante que realizou ou vai realizar parte de um curso superior como estudante em mobilidade.

O Boletim de Registo Académico [[Decreto-Lei n.º 42/2005](#)] indica as unidades curriculares em que o estudante obteve aprovação. Para cada unidade curricular são, designadamente, indicados:

- a) A denominação;
- b) O número de créditos que atribui;
- c) A classificação segundo o sistema de classificação legalmente aplicável;
- d) A classificação segundo a escala europeia de comparabilidade de classificações.

O boletim de registo académico, emitido pelo estabelecimento de ensino na qualidade de estabelecimento de acolhimento, tem o valor legal de certificado dos resultados obtidos.

### **4.1.2. Mudança de Curso**

A Mudança de Curso [[Portaria n.º 401/2007](#)] é o acto pelo qual um estudante se inscreve em curso diferente daquele em que praticou a última inscrição.

Para a mudança de curso será necessário, visto o estudante ainda não ter terminado o seu curso, a apresentação das unidades curriculares frequentadas com aproveitamento bem como dados do estudante que o identifiquem perante o estabelecimento de ensino de origem.

A integração é assegurada através do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos ECTS [[Decreto-Lei n.º 74/2006](#)], com base no princípio do reconhecimento mútuo do valor da formação realizada e das competências adquiridas.

### **4.1.3. Transferência**

A Transferência [[Portaria n.º 401/2007](#)] é o acto pelo qual um estudante se matricula no mesmo curso em estabelecimento de ensino superior diferente daquele em esteve matriculado.

No caso da transferência é creditada a totalidade da formação obtida durante a anterior inscrição no mesmo curso.

Para a transferência será necessário, como no caso de mudança de curso, a apresentação das unidades curriculares frequentadas com aproveitamento bem como dados do estudante que o identifiquem perante o estabelecimento de ensino de origem.

A integração é assegurada através do sistema europeu de transferência e acumulação de créditos ECTS [[Decreto-Lei n.º 74/2006](#)], com base no princípio do reconhecimento mútuo do valor da formação realizada e das competências adquiridas.

#### ***4.1.4. Inscrição em unidades curriculares isoladas***

Qualquer estudante interessado em frequentar unidades curriculares isoladas num determinado estabelecimento de ensino superior pode fazê-lo de acordo com o Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de Junho [[Decreto-Lei n.º 107/2008](#)].

Para esse caso será necessário, a apresentação das unidades curriculares frequentadas com aproveitamento bem como dados do estudante que o identifiquem perante o estabelecimento de ensino de origem.

## 4.2. Mobilidade Após a Formação

### 4.2.1. Suplemento ao Diploma

No capítulo V, “Mobilidade após a formação” do Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro [Decreto-Lei n.º 42/2005], é descrito o Suplemento ao Diploma, um documento complementar do diploma que:

- a) Descreve o sistema de ensino superior português e o seu enquadramento no sistema educativo à data da obtenção do diploma;
- b) Caracteriza a instituição que ministrou o ensino e que conferiu o diploma;
- c) Caracteriza a formação realizada (grau, área, requisitos de acesso, duração normal, nível) e o seu objectivo;
- d) Fornece informação detalhada sobre a formação realizada e os resultados obtidos.

Quanto ao modelo do suplemento ao diploma:

- a) O suplemento ao diploma é emitido de acordo com modelo aprovado por portaria do Ministro da Ciência, Inovação e Ensino Superior.
- b) A descrição do sistema de ensino superior português e do seu enquadramento no sistema educativo é um texto comum, igualmente aprovado pela portaria a que se refere o número anterior.
- c) O suplemento ao diploma é um documento bilingue, escrito em português e inglês.

Relativamente à emissão, o suplemento ao diploma é emitido obrigatoriamente sempre que é emitido um diploma e só neste caso.

O suplemento ao diploma é emitido pela entidade competente para a emissão do diploma. O suplemento ao diploma tem natureza informativa, não substitui o diploma nem faz prova da titularidade da habilitação a que se refere.

## **4.3. Componentes Para a Mobilidade**

### **4.3.1. Experiência Profissional**

No que diz respeito à *experiência profissional*, o Artigo 45.º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março [Decreto-Lei n.º 74/2006], alínea c), indica que os estabelecimentos de ensino superior “*Reconhecem, através da atribuição de créditos, a experiência profissional e a formação pós-secundária.*”.

A creditação tem em consideração o nível dos créditos e a área científica onde foram obtidos e os procedimentos a adoptar para a creditação são fixados pelos órgãos legal e estatutariamente competentes dos estabelecimentos de ensino superior.

### **4.3.2. Formação Pós-Secundária**

No que diz respeito à *formação pós-secundária*, o Artigo 45.º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março [Decreto-Lei n.º 74/2006], alínea c), indica que os estabelecimentos de ensino superior “*Reconhecem, através da atribuição de créditos, a experiência profissional e a formação pós-secundária.*”.

A creditação tem em consideração o nível dos créditos e a área científica onde foram obtidos e os procedimentos a adoptar para a creditação são fixados pelos órgãos legal e estatutariamente competentes dos estabelecimentos de ensino superior.

### **4.3.3. Plano de Curso**

No contexto desta dissertação designa-se por Plano de Curso a caracterização de um determinado curso. É composto por elementos que caracterizam o curso como é caso o estabelecimento de ensino que ministra o curso ou a sua denominação, bem como pela estrutura curricular e pelo plano de estudos [Despacho n.º 7287-A/2006].

A Estrutura Curricular de um curso é o conjunto de áreas científicas que o agregam o número de créditos que um estudante deve reunir em cada uma delas para obtenção de um determinado grau académico.

Por seu lado o Plano de Estudos de um curso é o conjunto organizado de unidades curriculares em que um estudante deve obter aprovação para a obtenção de um determinado grau académico. O plano de estudos deve conter, para cada ano, semestre ou trimestre curricular, as unidades curriculares que nele são ministradas.

#### ***4.3.4. Plano Individual de Estudos***

De acordo com a interpretação elaborada do Regulamento geral dos ciclos de estudos conducentes ao grau de mestre do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa [ISEL, 2007], um Plano Individual de Estudos posiciona o estudante no contexto de um determinado curso. O plano individual de estudos contabiliza os créditos ECTS por áreas científicas e o total de créditos ECTS que o estudante deve obter para concluir o curso. Este plano inclui também as unidades curriculares, definidas no plano do curso, que atribuem competências ainda não adquiridas e que, por isso, o estudante deve e/ou pode escolher para terminar o curso.

## 5. MODELO DE REPRESENTAÇÃO

---

Neste capítulo é apresentado o modelo de representação de conhecimento, proposto no âmbito desta dissertação, para suportar a mobilidade de estudantes no Espaço Europeu. Este modelo integra a representação do registo académico, do curso e do plano individual de estudos. Inicialmente são apresentadas as vantagens da adopção de um modelo de representação de conhecimento. Seguidamente são expostas as opções tecnológicas e as convenções técnicas. Posteriormente são descritas detalhadamente as propostas de representação do modelo proposto.

### 5.1. Representação de Conhecimento

A compreensão do significado da informação é fulcral para interpretar a forma como uma estrutura de dados é modelada. A informação apenas é contextualizada num determinado domínio pelos humanos e não pelas máquinas.

Os modelos relacionais têm dificuldades em representar algumas características que normalmente estão presentes no comportamento dos objectos que representam devido à sua estrutura rígida. Por exemplo, a modificação de atributos é uma dessas dificuldades. Como resultado, a definição e manipulação de informação existente em ambientes de desenvolvimento diferentes é efectuada ao nível aplicacional [Roussos et al., 2005].

Os modelos de representação de conhecimento auxiliam a compreensão da informação e diminuem a ambiguidade existente na linguagem natural. Christopher Date [Date, 1990] classifica genericamente o modelo semântico com uma forma de classificação apropriada para a actividade de representar o sentido.

Um dos objectivos dos modelos de representação de conhecimento é suportar a flexibilidade de interpretação e permitir a sua expansibilidade e portabilidade.

## 5.2. Opções Tecnológicas

### 5.2.1. RDF e RDFS

A escolha da linguagem de escrita dos documentos de representação do modelo proposto pendia entre XML e RDF. A questão que foi levantada foi “*Porquê usar RDF e não XML?*”.

A escolha recaiu em RDF também devido ao facto que “*(...) embora o XML forneça recursos para a representação e o intercâmbio de informação, é insuficiente para apoiar os requisitos da Web Semântica. (...) O significado das etiquetas deve ser acordados a priori para dar apoio à interoperabilidade. A linguagem XML requer muitas vezes volumosa documentação adicional para explicar o significado das etiquetas*” [Lacy, 2005].

No artigo “*Why RDF model is different from XML model*” [Berners-Lee, 1998], Tim Berners-Lee salienta a diferença entre RDF e XML na necessidade de distinção da representação de conhecimento em grafos, na qual a ordem não é importante como é o caso do RDF, e a árvore de um documento XML.

### 5.2.2. Notações Utilizadas

Tendo como objectivo facilitar a compreensão do modelo proposto, até por pessoas que não são especializadas em informática, optou-se por representar o modelo recorrendo ao uso de *mapas mentais*. Para o efeito, foi utilizada a ferramenta *FreeMind* para obter a representação gráfica do modelo. O *FreeMind* tem como lema “*Aplicação do conceito de mapas mentais à interface Homem/Máquina*” [Müller et al., 2003].

A utilização de uma representação gráfica facilita a compreensão do modelo que é substancialmente dificultada quando representado numa linguagem não gráfica devido principalmente à dimensão da própria representação.

## 5.3. Convenções Técnicas

### 5.3.1. Idiomas

O facto de um dos objectivos do Processo de Bolonha ser a construção do Espaço Europeu do Ensino Superior e a legislação portuguesa apontar para a escrita de documentos, como o contrato de estudo, seja feita em português e em inglês ou, em alternativa ao inglês, na língua do estabelecimento de acolhimento, levaram à escolha do idioma inglês para a descrição do modelo de representação proposto.

### 5.3.2. Nomenclaturas

Para identificar os conceitos representados no modelo é utilizada a regra *Upper Camel Case (UCC)* [McAfee, 2004]. Esta regra adopta para a escrita de um identificador (termo composto) a junção das palavras constituintes iniciadas com maiúsculas e unidas sem espaços ou hífen como por exemplo “*AcademicRecord*”. Esta regra é utilizada em várias linguagem de programação como é caso do *Java*, *Ruby* ou *Python*.

## 5.4. Modelo para a Mobilidade

O modelo proposto, designado por Modelo para a Mobilidade (**MM**), é composto por três outros modelos, designados como submodelos:

1. Registo Académico;
2. Plano do Curso;
3. Plano Individual de Estudos.

Com a utilização do Registo Académico e o Plano do Curso é possível gerar o Plano Individual de Estudos.

Cada submodelo tem um papel bem definido no contexto da mobilidade. A Figura 2 ilustra um cenário (transferência ou mudança de curso) onde são utilizados os três submodelos.

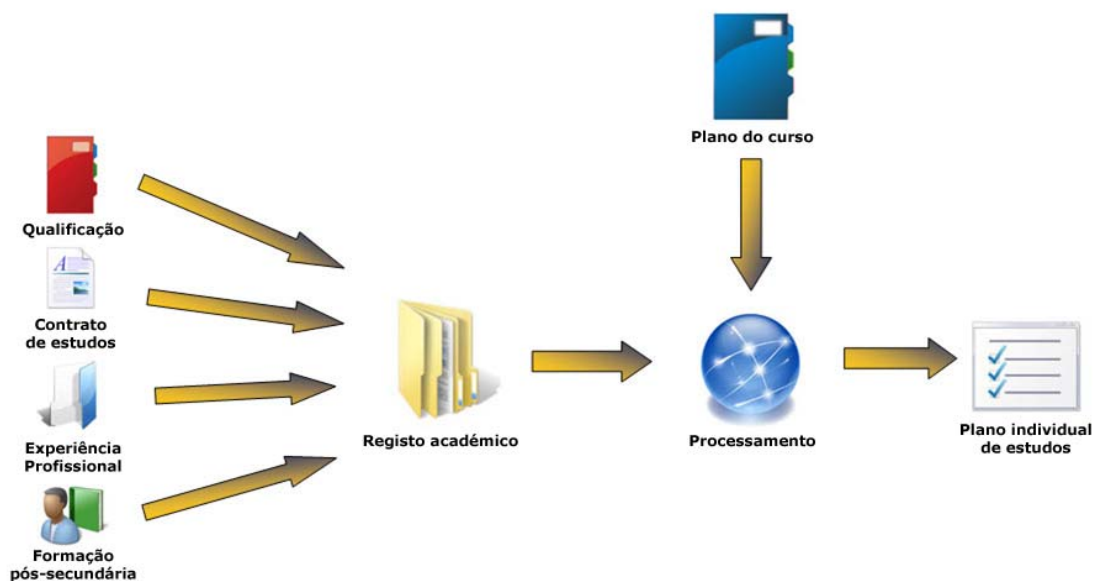


Figura 2 – Exemplo de utilização do modelo

Para definir o modelo de representação em abstracto e validar os documentos RDF elaborados foi criado um documento RDFS único. Esta opção deve-se ao facto da temática abordada para as três representações ser a mesma, e muitos dos elementos estarem presentes nas três representações.

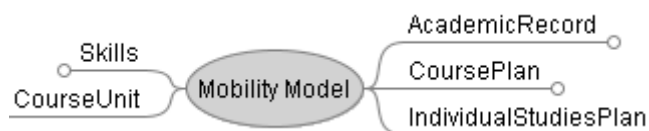


Figura 3 – Representação do Modelo para a Mobilidade

O modelo MM, representado em RDFS, um exemplo de um registo académico de um estudante e um exemplo de um plano de curso podem ser encontrados no Apêndice A.

O Exemplo 7 apresenta uma parte do modelo MM representado em RDFS.

```
<rdf:Property rdf:ID="MainFieldsOfStudy">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Qualification"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Formation"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Literal"/>
</rdf:Property>
```

Exemplo 7 – Codificação em RDFS do Modelo para a Mobilidade

### 5.4.1. Multilingue

O conceito de mobilidade ao espaço europeu está interligado com o idioma. A escrita de documentos como o contrato de estudo é feita em português e em inglês ou, em alternativa ao inglês, na língua do estabelecimento de acolhimento [Decreto-Lei n.º 42/2005].

São poucos os países que adoptaram o Processo de Bolonha e que partilham o mesmo idioma. O modelo proposto tem como objectivo ser multilingue e por essa razão a definição do idioma, numa primeira instância, simplifica a sua interpretação permitindo uma melhor estruturação dos seus conteúdos.

Para definir o código identificador do idioma adoptou-se a norma ISO 639-5 [ISO, 2007], que define um código alfabético de três caracteres para cada idioma. Por exemplo: por – Português, eng – Inglês ou spa – Castelhana.

Para identificar o idioma, é utilizado o elemento designado como *Language* definido na *The Dublin Core Metadata Initiative* [DCMI, 2008].

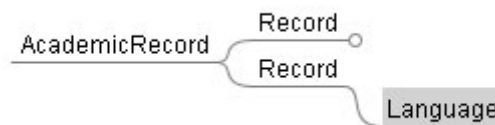


Figura 4 – Várias traduções do registo académico

O registo académico, por exemplo, pode agregar um conjunto de traduções em várias línguas. Na Figura 4 é apresentado um exemplo de duas traduções (*Records*) do mesmo registo académico e o elemento *Language* para identificar o idioma. A ordem de apresentação dos idiomas não deverá ser relevante para a sua interpretação.

### 5.4.2. Controlo de Versões

O modelo de representação não pretende ser uma representação rígida mas sim flexível e expansível que possa ser melhorada de uma forma incremental à semelhança do que é reivindicado pela Web Semântica.

Sendo assim, propõe-se a adopção de um mecanismo simples de controlo de versões que consiste na indicação do código de versão no elemento *Version* posicionado na raiz de cada uma das traduções dos três modelos para que se possa identificar univocamente a versão do documento. A Figura 5 ilustra o elemento *Version* numa tradução do registo académico.



Figura 5 – Versão do registo académico

### 5.4.3. Competências

O conceito de competência é usado para estabelecer o elo de ligação entre as competências adquiridas pelo estudante (por aprovação em unidades curriculares, reconhecimento de experiência profissional ou formação pós-secundária) e as competências necessárias para a conclusão de um determinado curso. A definição das competências deve, por isso, ser clara pelo que foi adoptado no contexto deste trabalho o *European Dictionary of Skills and Competencies (DISCO)* [DISCO, 2008]. Este dicionário contém um conjunto de competências pré-definidas através de um identificador próprio.

O projecto DISCO pretende criar uma terminologia comum para designar competências a nível Europeu. O DISCO disponibiliza uma ferramenta multilingue, de acesso ao público em geral, de fácil compreensão e de elevado rigor científico.

O projecto é apoiado pela Comunidade Europeia e pelo Ministério Austríaco da Educação, Artes e Cultura.

As competências serão representadas pelo elemento *Skill* que é constituído pelos seguintes elementos:

- a) Código da competência de acordo com o DISCO – elemento *Code*;
- b) Descrição da competência de acordo com o DISCO – elemento *Description*.

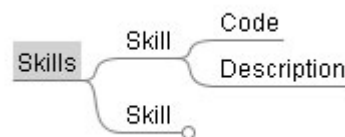


Figura 6 – Representação de competências

A Figura 6 apresenta a representação de competências que serão sempre agregadas no elemento *Skills*.

Por exemplo, o número 17451 é o identificador da competência “HTTPS”.

```

<Skills>
  <rdf:Bag>
    <rdf:li>
      <Skill rdf:ID="S17454">
        <Code>17451</Code>
        <Description>HTTPS</Description>
      </Skill>
    </rdf:li>
    <rdf:li>
      <Skill rdf:ID="S17454">
        <Code>17931</Code>
        <Description>Negociação</Description>
      </Skill>
    </rdf:li>
  </rdf:Bag>
</Skills>

```

Exemplo 8 – Codificação em RDF de competências

O Exemplo 8 apresenta a codificação de competências *HTTPS* e *Negociação*.

### **5.4.4. Unidades Curriculares**

Um elemento central no âmbito da mobilidade é a Unidade Curricular (**UC**). A representação de unidades curriculares está, por isso, presente em vários pontos do modelo MM. Desta forma é descrita previamente de forma geral e, em casos específicos, são adicionados outros elementos considerados relevantes para esses casos.

A representação de uma unidade curricular foi definida de acordo com o exemplo do suplemento ao diploma [Comunidade Europeia, 2008-2], o modelo de boletim de registo académico criado no Programa Sócrates [Comunidade Europeia, 2004] e o Despacho n.º 7287-A/2006 (2.ª série) [Despacho n.º 7287-A/2006].

Desta forma, uma unidade curricular é caracterizada por:

- a) Código da UC na instituição que ministra a qualificação – elemento *Code*;
- b) Denominação – elemento *Name*;
- c) Duração – elemento *Length*;
- d) Competências – elemento *Skills*;
- e) Total de horas – elemento *TotalLectures*;
- f) Total de horas de estágio – elemento *TotalLecturesE*;
- g) Total de horas de orientação tutorial – elemento *TotalLecturesOT*;
- h) Total de horas de ensino prático e laboratorial – elemento *TotalLecturesPL*;
- i) Total de horas de seminário – elemento *TotalLecturesS*;
- j) Total de horas de trabalho de campo – elemento *TotalLecturesTC*;
- k) Total de horas de ensino teórico – elemento *TotalLecturesT*;
- l) Total de horas de ensino teórico-prático – elemento *TotalLecturesTP*;
- m) Total de horas de outro tipo – elemento *TotalLecturesO*;
- n) Créditos atribuídos – elemento *ECTSCredits*.

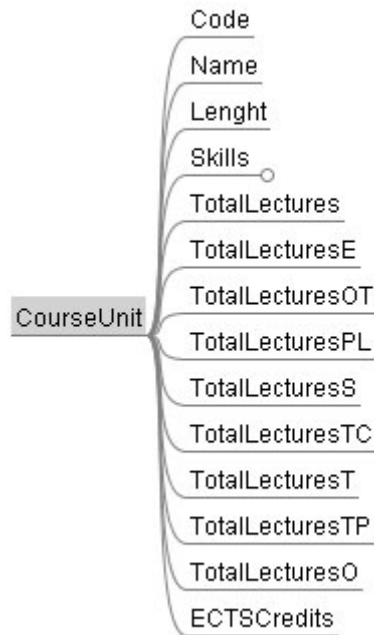


Figura 7 – Representação da unidade curricular

A Figura 7 apresenta a representação da unidade curricular de acordo com os elementos definidos.

```
<CourseUnit rdf:ID="ES-UPM-RC">
  <Code>ES-UPM-RC</Code>
  <Name>Redes de Computadores</Name>
  <Skills>
    (...)
    <Skill rdf:ID="S17454">
      <Code>17451</Code>
      <Description>HTTPS</Description>
    </Skill>
    (...)
  </Skills>
  <ECTSCredits>9</ECTSCredits>
</CourseUnit>
```

Exemplo 9 – Codificação em RDF da unidade curricular

O Exemplo 9 apresenta a codificação da unidade curricular *Redes de Computadores*.

### **5.4.5. Registo Académico**

O registo académico representa o histórico de um estudante. No contexto deste trabalho define-se o Registo Académico como sendo o conjunto dos componentes julgados relevantes face ao que foi referido anteriormente no capítulo 4:

- a) Identificação do estudante;
- b) Contratos de estudos;
- c) Formações académicas;
- d) Experiência profissional;
- e) Formação pós-secundária.

#### **a) Identificação do Estudante**

Uma parte da informação necessária relativamente ao estudante pode ser encontrada no exemplo do suplemento ao diploma [\[Comunidade Europeia, 2008-2\]](#) que segue o modelo elaborado pela Comissão Europeia, pelo Conselho da Europa e pela UNESCO/*Centre Européen Pour l'Enseignement Supérieur (CEPES)*.

No caso do número de estudante, o suplemento ao diploma apenas tem em conta uma qualificação pelo que o número de estudante se aplica apenas a esse caso. Torna-se necessário que esta informação esteja disponível apenas na qualificação ou nas unidades curriculares que o estudante frequentou com aproveitamento. Por outro lado, é necessário identificar inequivocamente o estudante pelo que, com base no passaporte electrónico e bilhete de identidade, se propõe a utilização da Nacionalidade, através da definição A2 da norma ISO 3166 [\[ISO, 2008\]](#) como é exemplo PT para Portugal, número do bilhete de identidade e número de passaporte.

Assim para a identificação de um estudante são propostos os seguintes elementos:

- a) Apelidos – elemento *FamilyNames*;
- b) Nomes próprios – elemento *GivenNames*;
- c) Data de nascimento – elemento *DateOfBirth*;

- d) Grupo de nacionalidades – elemento *Nationalities*;
  - i. Nacionalidade – elemento *Nationality*;
- e) Número de bilhete de identidade – elemento *IdentificationNumber*;
- f) Número de passaporte – elemento *PassportNumber*.

Visto que os dados de identificação de um estudante são sempre os mesmos independentemente da língua, o elemento agregador dos dados do aluno *StudentData*, será colocado na raiz de cada registo académico como ilustrado na Figura 8.

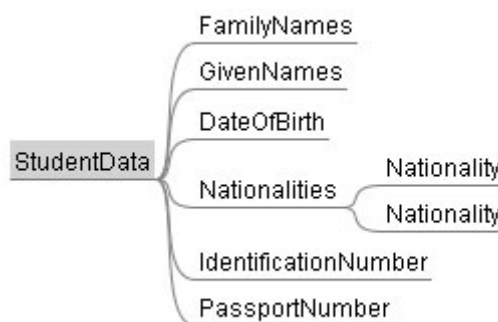


Figura 8 – Representação do estudante no registo académico

O Exemplo 10 apresenta a codificação do contrato de estudos de um estudante que realizou a unidade curricular *Redes de Computadores* na *Licenciatura em Gestão* ministrada pela *Universidad Politécnica de Madrid*.

```

<StudentData rdf:ID="PT3545523">
  <FamilyNames>Moreira Covelinhas</FamilyNames>
  <GivenNames>Eduardo Manuel</GivenNames>
  <DateOfBirth>1979-03-28</DateOfBirth>
  <Nationalities>
    (...)
    <Nationality rdf:ID="NA13234">
      <Code>pt</Code>
    </Nationality>
    (...)
  </Nationalities>
  <IdentificationNumber>11451574</IdentificationNumber>
  <PassportNumber>P-1234567890</PassportNumber>
</StudentData>
  
```

Exemplo 10 – Codificação em RDF do registo académico

## b) Contrato de Estudos

O contrato de estudos, como referido no capítulo 4, é celebrado para formalizar a mobilidade de um estudante e o boletim de registo académico, quando emitido pela instituição de acolhimento, descreve as unidades curriculares às quais o estudante obteve aproveitamento.

A definição do estudante em mobilidade com a utilização do contrato de estudos e o boletim de registo académico para o descreverem, pode ser generalizado a outros cenários de mobilidade como é caso da mudança de curso, transferência e a inscrição em unidades curriculares isoladas. Não se tratando efectivamente de um contrato de estudos, cada um destes casos é considerado no contexto do modelo proposto também como um contrato de estudos.

Tomando como base o modelo de boletim de registo académico criado no Programa Sócrates [Comunidade Europeia, 2004] para a representação das unidades curriculares presentes, é adicionado, a cada uma das unidades curriculares, as competências adquiridas.

Assim, para definir o boletim de registo académico são propostos os seguintes elementos:

- a) Identificação do estudante na Instituição que ministra a UC – elemento *StudentId*;
- b) Instituição que ministra as UCs – elemento *InstitutionAdministeringStudies*;
- c) Unidade curricular – elemento *CourseUnit*;
  - i. Classificação da unidade curricular – elemento *LocalGrade*;
  - ii. Classificação ECTS da unidade curricular – elemento *ECTSGrade*;

Para agrupar a informação da unidade curricular é utilizado o elemento *CourseUnit* que está incluído como membro da lista *TranscriptOfRecords*. O elemento *TranscriptOfRecords*, que identifica um boletim de registo académico, está incluído como membro da lista *ContractsOfStudies* como apresentado na Figura 9.

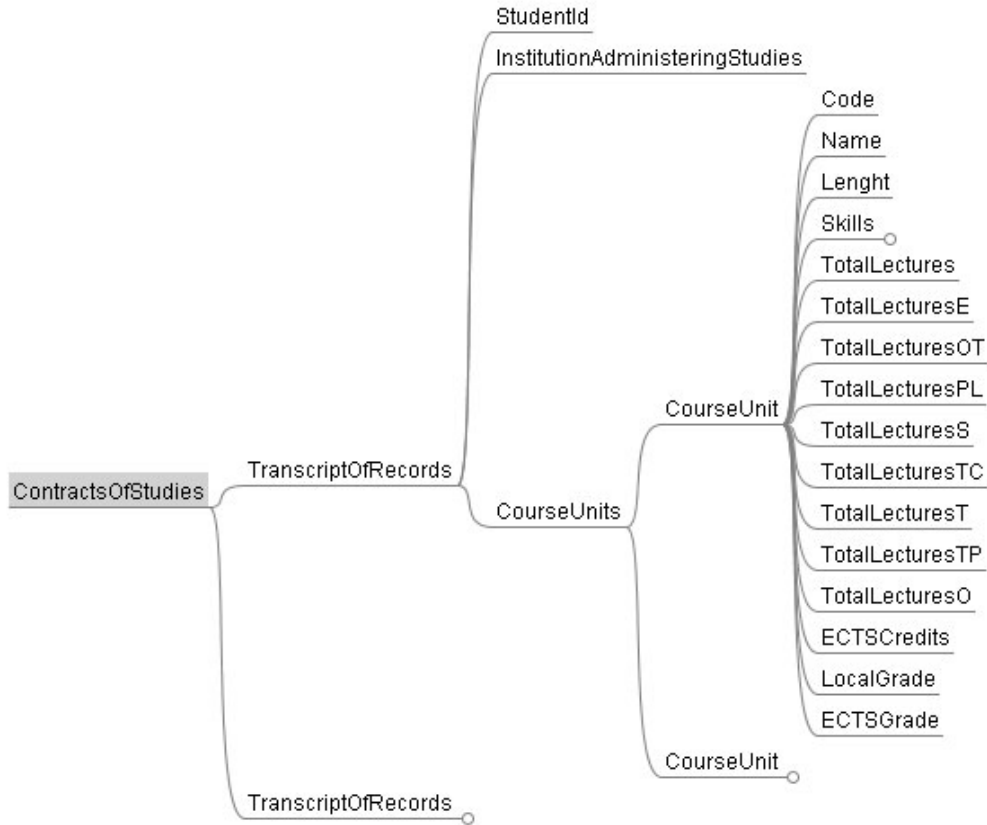


Figura 9 – Representação do contrato de estudos

O Exemplo 11 apresenta a codificação do contrato de estudos de um estudante que realizou a unidade curricular *Redes de Computadores* na *Licenciatura em Gestão* ministrada pela *Universidad Politécnica de Madrid*.

```
<ContractsOfStudies>
  (...)
  <TranscriptOfRecords rdf:ID="TOF54654564">
    (...)
    <StudentId>29955</StudentId>
    <InstitutionAdministeringStudies>Universidad Politécnica de
Madrid</InstitutionAdministeringStudies>
    <CourseUnit rdf:ID="ES-UPM-RC">
      <Code>ES-UPM-RC</Code>
      <Name>Redes de Computadores</Name>
      <ECTSCredits>9</ECTSCredits>
    </CourseUnit>
    (...)
  </TranscriptOfRecords>
  (...)
</ContractsOfStudies>
```

Exemplo 11 – Codificação em RDF do contrato de estudos

### c) Formação Académica

Como indicado no capítulo IV, uma formação académica é caracterizada pelo Suplemento ao Diploma.

A União Europeia, Conselho da Europa e UNESCO/CEPES conceberam em conjunto um modelo do suplemento ao diploma [Comunidade Europeia, 2008-2] com o objectivo de providenciar informação suficientemente independente para melhorar a transparência internacional, justiça académica e reconhecimento profissional das qualificações (diplomas, cursos, certificações, etc.). Este suplemento foi desenhado para fornecer uma descrição da natureza, nível, contexto, conteúdo e estudos seguidos e completados com sucesso pelo indivíduo.

Dado que, segundo o Artigo 40.º do Decreto-Lei n.º 42/2005 de 22 de Fevereiro [Decreto-Lei n.º 42/2005], o Suplemento ao Diploma é emitido obrigatoriamente sempre que é emitido um diploma, todos os elementos nele contidos são importantes para a descrição de uma formação académica.

Relativamente às unidades curriculares presentes no suplemento ao diploma, será tomado como base a representação de uma unidade curricular no contexto do boletim de registo académico.

Assim para a identificação de uma formação académica são propostos os seguintes elementos:

- a) Identificação do estudante na Instituição que ministra o curso – elemento *StudentId*;
- b) Designação da qualificação – elemento *Name*;
- c) Principais áreas de estudos – elemento *MainFieldsOfStudy*;
- d) Instituição que emite o diploma – elemento *AwardingInstitution*;
- e) Instituição que ministra o curso – elemento *InstitutionAdministeringStudies*;
- f) Grupo de Línguas de aprendizagem – elemento *Languages*;
  - i. Língua de aprendizagem – elemento *Language*;
- g) Nível de qualificação – elemento *LevelOfQualification*;
- h) Duração – elemento *LengthOfProgramme*;

- i) Requisitos de acesso – elemento *AccessRequirements*;
- j) Regime de estudos – elemento *ModeOfStudy*;
- k) Requisitos do programa de estudos – elemento *ProgrammeRequirements*;
- l) Programa de estudos – elemento *ProgrammeDetails*;
- m) Grupo de unidades curriculares – elemento *CourseUnits*;
- n) Unidade curricular – elemento *CourseUnit*;
  - i. Classificação da unidade curricular – elemento *LocalGrade*;
  - ii. Classificação ECTS da unidade curricular – elemento *ECTSGrade*;
- o) Sistema de classificação – elemento *GradingScheme*;
- p) Classificação global – elemento *OverallClassification*;
- q) Acesso ao nível de estudos superior – elemento *AccessToFurtherStudy*;
- r) Estatuto profissional descrito no suplemento ao diploma – elemento *ProfessionalStatus*;
- s) Informações complementares – elemento *AdditionalInformation*;
- t) Outras fontes de informação, como por exemplo o endereço para o *website* da instituição que emite o diploma – elemento *FurtherInformationSources*.

Para agrupar a informação do estudante será utilizado o elemento *Qualification* que, dado ao facto de um estudante poder ser detentor de mais do que uma qualificação, estará incluído como elemento de uma lista no elemento *Qualifications* como apresentado na Figura 10.

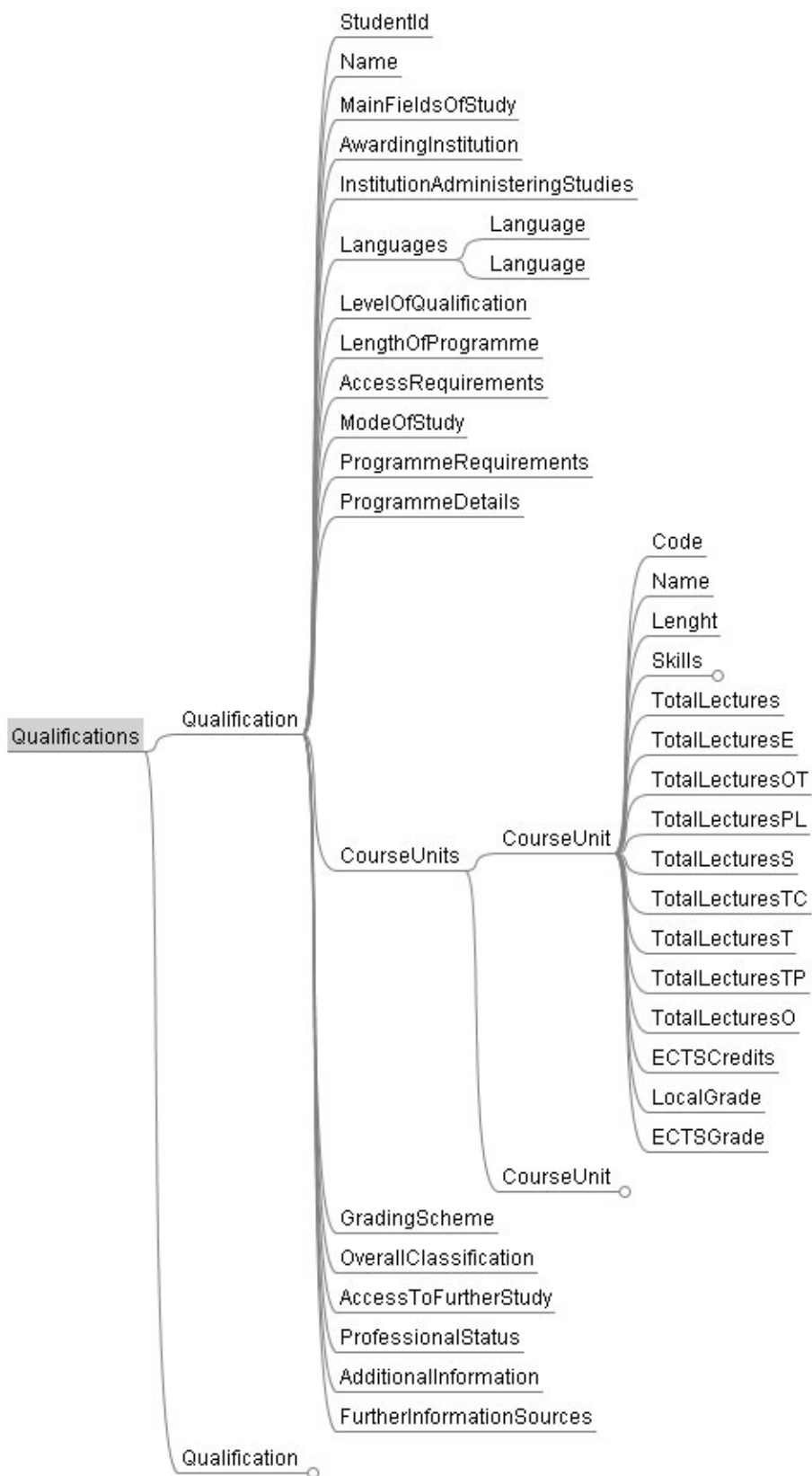


Figura 10 – Representação da formação académica

O Exemplo 12 apresenta parte da codificação da formação académica *Licenciatura em Gestão* ministrada pela *Universidade da Beira Interior*.

```
<Qualifications>
  (...)
  <Qualification rdf:ID="PT-UBI-GEST">
    <Name>Licenciatura em GESTÃO, Licenciado</Name>
    <MainFieldsOfStudy>Gestão</MainFieldsOfStudy>
    <AwardingInstitution>Universidade Beira Interior</AwardingInstitution>
    (...)
    <CourseUnits>
      (...)
      <CourseUnit rdf:ID="P-UBI-MGTMGT12-560">
        <Code>P-UBI-MGTMGT12-560</Code>
        <Name>INT. AO ESTUDO DA EMPRESA</Name>
        <Length>2S</Length>
        <Skills>
          (...)
        </Skills>
        <TotalLecturesTP>4</TotalLecturesTP>
        <LocalGrade>11</LocalGrade>
        <ECTSGrade>C</ECTSGrade>
        <ECTSCredits>6</ECTSCredits>
      </CourseUnit>
      (...)
    </CourseUnits>
    <GradingScheme>O sistema de classificação (...)</GradingScheme>
    <OverallClassification>Suficiente</OverallClassification>
    (...)
  </Qualification>
  (...)
</Qualifications>
```

Exemplo 12 – Codificação em RDF da formação académica

## d) Experiência Profissional

No que diz respeito à experiência profissional não foi encontrada regulamentação que oriente os órgãos, legal e estatutariamente competentes dos estabelecimentos de ensino superior, na tomada de decisão de creditação de experiência profissional. Sendo assim, foi tomada como base o modelo de *Curriculum Vitae* Europass da Comunidade Europeia [Comunidade Europeia, 2008].

A adaptação necessária dos elementos presentes no Europass para criação de um modelo de representação coerente com os restantes modelos propostos, passará pela inclusão dos seguintes elementos na representação da experiência profissional:

- a) Data de início – elemento *StartDate*;
- b) Data de fim – elemento *EndDate*;
- c) Função ou cargo ocupado – elemento *Occupation*;
- d) Principais actividades e responsabilidades – elemento *MainActivities*;
- e) Empregador – elemento *EmployerName*;
- f) Morada do Empregador – elemento *EmployerAddress*;
- g) Tipo de empresa ou sector – elemento *TypeBusinessSector*;
- h) Competências adquiridas – elemento *Skills*.

Para agrupar a informação das experiências profissionais será utilizado o elemento *WorkExperience* que está incluído como membro da lista *WorkExperiences* como apresentado na Figura 11.

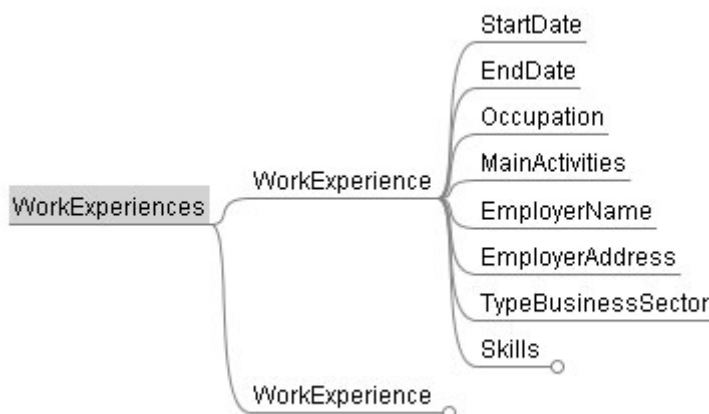


Figura 11 – Representação da experiência profissional

O Exemplo 13 apresenta a codificação da experiência profissional *Programador Java*.

```

<WorkExperiences>
  (...)
  <WorkExperience rdf:ID="WE01">
    <StartDate>2005-01-01</StartDate>
    <EndDate>2005-12-31</EndDate>
    <Occupation>Programador Java</Occupation>
    <MainActivities>Desenvolvimento de aplicações Java</MainActivities>
    <EmployerName>ACCDF, Lda</EmployerName>
    <EmployerAddress>Rua de António Silva, 24 - Lisboa</EmployerAddress>
    <TypeBusinessSector>Informática</TypeBusinessSector>
    <Skills>
      (...)
      <Skill rdf:ID="WOEXS-WE01-S01">
        <Code>17344</Code>
        <Description>Java</Description>
      </Skill>
      (...)
    </Skills>
  </WorkExperience>
  (...)
</WorkExperiences>

```

Exemplo 13 – Codificação em RDF da experiência profissional

### e) Formação Pós-Secundária

À semelhança da experiência profissional, não foi encontrado na regulamentação que facilite as decisões dos que órgãos, legal e estatutariamente competentes dos estabelecimentos de ensino superior, relativamente à respectiva creditação.

O projecto intitulado Sistema Europeu de Créditos para a Educação e Formação Profissional (**ECVET**) [[Comunidade Europeia, 2006](#)] foi concebido para facilitar a transferência, a capitalização e o reconhecimento dos resultados das aprendizagens, aptidões e competências e tem como base o mútuo reconhecimento através do sistema de creditação das qualificações.

A descrição das qualificações é efectuada em termos de unidades de resultados das aprendizagens. Este sistema permite especificar os conhecimentos, aptidões e competências que caracterizam cada qualificação e melhorar a sua legibilidade. Os resultados das aprendizagens são apresentados num catálogo de unidades.

Os créditos de uma qualificação são compostos pela soma dos respectivos créditos das unidades que constituem essa qualificação.

As especificações de uma unidade deverão, no mínimo, referir:

- 1) A designação geral da unidade de formação;
- 2) Os conhecimentos, aptidões e competências que integram a unidade;
- 3) Os critérios de avaliação dos respectivos resultados das aprendizagens.

Uma vez que não foi encontrada legislação sobre esta matéria foi tomada como base para a caracterização o Referencial de Formação do Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP) [IEFP, 2007]. Embora este documento especifique a formação ministrada no nível 3 (secundário), inclui a informação necessária para a descrição de uma formação.

Para que a representação de uma formação pós-secundária se mantenha fácil e simples de complementar, foi comparada com a proposta para uma formação académica. Desta forma a estrutura proposta para a formação pós-secundária é:

- a) Designação da formação – elemento *Name*;
- b) Principais áreas de formação – elemento *MainFieldsOfStudy*;
- c) Instituição que ministra a formação – elemento *InstitutionAdministeringStudies*;
- d) Nível de qualificação – elemento *LevelOfQualification*;
- e) Duração – elemento *LengthOfProgramme*;
- f) Desenvolvimento da formação – elemento *ProgrammeDetails*;
- g) Grupo de unidades da formação – elemento *FormationUnits*;
- h) Unidade da formação – elemento *FormationUnit*;
  - i. Código da unidade de formação – elemento *Code*;
  - ii. Denominação – elemento *Name*;
  - iii. Duração – elemento *Length*;
  - iv. Conteúdos programáticos – elemento *FormationUnitDetails*;
  - v. Competências adquiridas – elemento *Skills*;
- i) Informações complementares – elemento *AdditionalInformation*

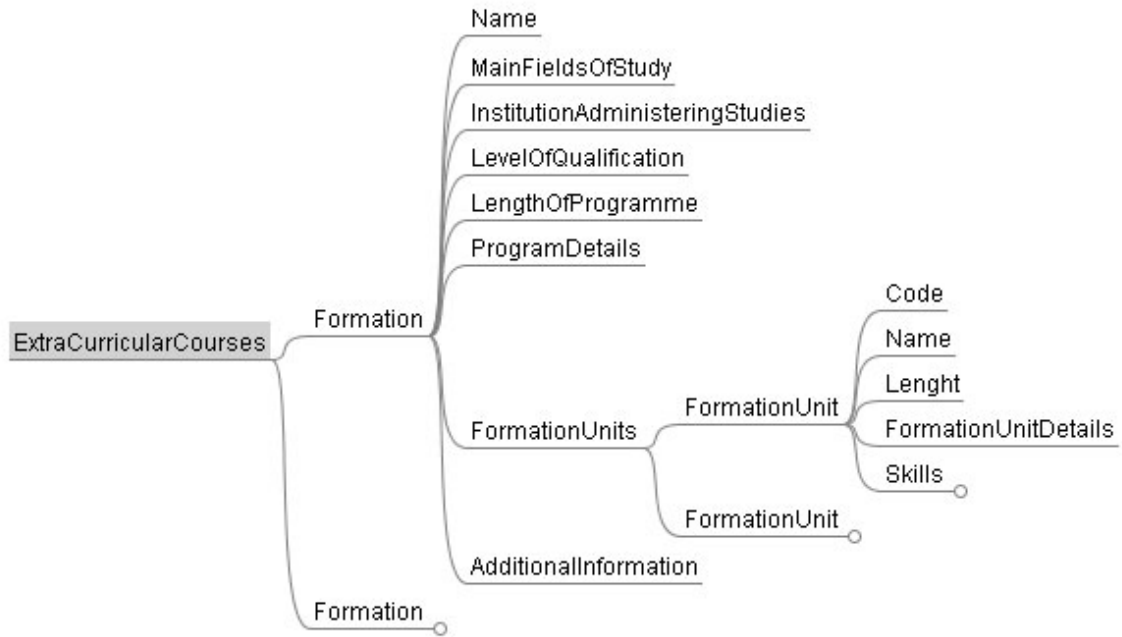


Figura 12 – Representação da formação pós-secundária

Para agrupar as experiências profissionais será utilizado o elemento *Formation* que está incluído da lista *ExtraCurricularCourses* como apresentado na Figura 12.

```

<ExtraCurricularCourses>
  (...)
  <Formation rdf:ID="M2071">
    <Name>Querying Microsoft SQL Server 2000 with Transact-SQL</Name>
    <InstitutionAdministeringStudies>RumosSA</InstitutionAdministeringStudies>
    (...)
    <FormationUnits>
      (...)
      <FormationUnit rdf:ID="OLAP">
        <Code>OLAP</Code>
        <Name>OLAP - Online Analytical Processing</Name>
        <(...)
      </FormationUnit>
      (...)
    </FormationUnits>
  </Formation>
  (...)
</ExtraCurricularCourses>
  
```

Exemplo 14 – Codificação em RDF da formação pós-secundária

O Exemplo 14 apresenta a codificação da formação pós-secundária *Querying Microsoft SQL Server 2000 with Transact-SQL* ministrada pela empresa *Rumos SA*.

### 5.4.6. Plano do Curso

Como descrito no capítulo 4, o plano do curso caracteriza um determinado curso através de elementos descritivos, da estrutura curricular e do plano de estudos.

Tomando como base a descrição do curso no Despacho n.º 7287-A/2006 (2.ª série) [[Despacho n.º 7287-A/2006](#)], os elementos relevantes para a representação de um curso são:

- a) Versão do documento – elemento *Version*;
- b) Idioma do plano – elemento *Language*;
- c) Estabelecimento de ensino – elemento *AwardingInstitution*;
- d) Unidade orgânica – elemento *InstitutionAdministeringStudies*;
- e) Curso – elemento *Name*;
- f) Área científica – elemento *MainFieldsOfStudy*;
- g) Grau ou diploma – elemento *LevelOfQualification*;
- h) Créditos ECTS – elemento *ECTSCredits*;
- i) Duração – elemento *LengthOfProgramme*;
- j) Opções – elemento *QualificationOptions*;
- k) Grupo de áreas científicas, ou seja, estrutura curricular – elemento *ScientificAreas*;
- l) Área científica – elemento *ScientificArea*:
  - i. Sigla presente no plano de estudos publicado em diário da república – elemento *ScientificAreaCode*;
  - ii. Designação – elemento *Name*;
  - iii. Créditos obrigatórios – elemento *MandatoryECTSCredits*;
  - iv. Créditos optativos – elemento *OptionalECTSCredits*;
- m) Plano de estudos do curso que agrega as unidades curriculares – elemento *CourseUnits*;
- n) Unidade curricular – elemento *CourseUnit*:
  - i. Sigla da área científica – elemento *ScientificAreaCode*;
  - ii. Ano académico – elemento *AcademicYear*;
  - iii. Semestre académico – elemento *AcademicSemester*;
  - iv. Unidade curricular obrigatória – elemento *Mandatory*.

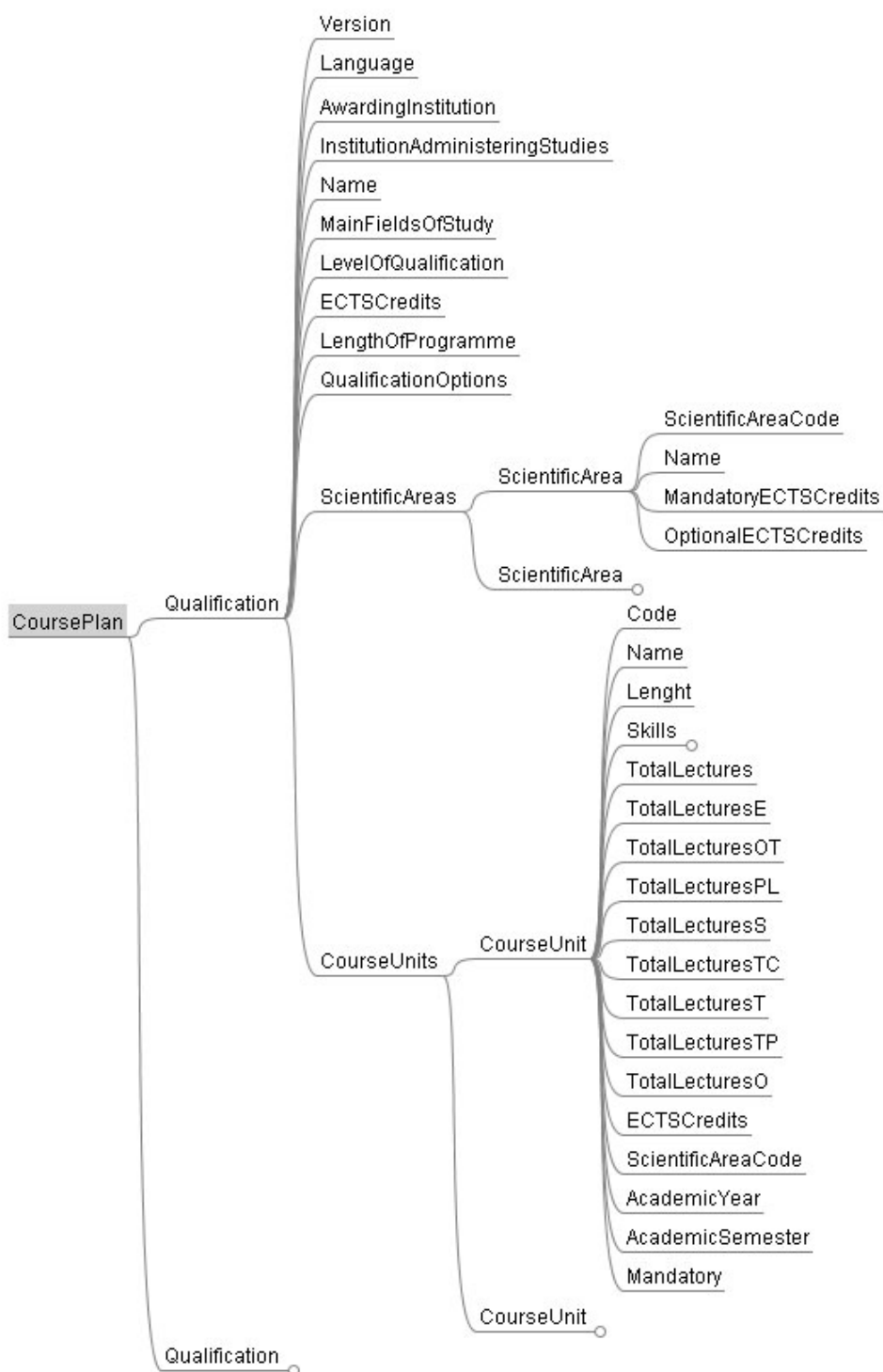


Figura 13 – Representação do plano do curso

Para agrupar os elementos que constituem o plano do curso é utilizado o elemento *Qualification* que está incluído como membro da lista *CoursePlan* como apresentado na Figura 13.

```
<Qualification rdf:ID="PT-IPL-ISEL-LEIC">
  <Version>1.0</Version>
  <dc:language>por</dc:language>
  <AwardingInstitution>Instituto Politécnico de
Lisboa</AwardingInstitution>
  <InstitutionAdministeringStudies>Instituto Superior de Engenharia de
Lisboa</InstitutionAdministeringStudies>
  <Name>Engenharia Informática e de Computadores</Name>
  (...)
  <ScientificAreas>
  (...)
  <ScientificArea rdf:ID="MAT">
    <ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
    <Name>Matemática</Name>
    <MandatoryECTSCredits>24</MandatoryECTSCredits>
    <OptionalECTSCredits>12</OptionalECTSCredits>
  </ScientificArea>
  (...)
</ScientificAreas>
<CourseUnits>
  (...)
  <CourseUnit rdf:ID="MATI">
    <Code>MATI</Code>
    <Name>Matemática I</Name>
    <ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
    <Length>1S</Length>
    <AcademicYear>1</AcademicYear>
    <AcademicSemester>1</AcademicSemester>
    <TotalLectures>160</TotalLectures>
    <TotalLecturesTP>90</TotalLecturesTP>
    <ECTSCredits>6</ECTSCredits>
    <Mandatory>Sim</Mandatory>
  </CourseUnit>
  (...)
</CourseUnits>
</Qualification>
```

#### Exemplo 15 – Codificação em RDF do plano do curso

O Exemplo 15 apresenta a codificação da Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores ministrada pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

As funcionalidades de controlo de versões e multilingue estão salvaguardadas com a utilização dos elementos *Version* e *Language*.

A estrutura curricular, designada pelo elemento *ScientificAreas*, engloba os elementos que caracterizam as áreas científicas do curso. O plano de estudos, designado pelo elemento *CourseUnits*, agrega a informação das unidades curriculares do curso. Esclarece-se que, relativamente ao plano de estudos, não foram representadas precedências por não serem referidas no Despacho n.º 7287-A/2006 (2.ª série) [[Despacho n.º 7287-A/2006](#)].

### **5.4.7. Plano Individual de Estudos**

Como referido no capítulo 4, um plano individual de estudos posiciona o estudante no contexto de um determinado curso.

O estudante é obrigado a perfazer o número total de créditos ECTS do curso, bem como atingir o limite mínimo imposto, descrito na estrutura curricular do curso, para cada área científica. Desta forma o plano individual de estudos contabiliza os créditos ECTS, total e acumulados em cada área científica, apresentando igualmente duas listas de unidades curriculares constantes no plano do curso às quais o estudante adquiriu e não adquiriu competências.

- a) Versão do documento – elemento *Version*;
- b) Idioma do plano – elemento *Language*;
- c) Estabelecimento de ensino – elemento *AwardingInstitution*;
- d) Unidade orgânica – elemento *InstitutionAdministeringStudies*;
- e) Curso – elemento *Name*;
- f) Créditos ECTS – elemento *ECTSCredits*;
- g) Duração – elemento *LengthOfProgramme*;
- h) Grupo de áreas científicas – elemento *ScientificAreas*;
- i) Área científica – elemento *ScientificArea*:
  - i. Sigla presente no plano de estudos – elemento *ScientificAreaCode*;
  - ii. Designação – elemento *Name*;
  - iii. Créditos ECTS acumulados – elemento *ECTSCreditsAcumulated*;
- o) Grupo de unidades curriculares – elemento *CourseUnits*;
- p) Unidade curricular – elemento *CourseUnit*:
  - i. Sigla da área científica – elemento *ScientificAreaCode*;
  - ii. Ano académico – elemento *AcademicYear*;
  - iii. Semestre académico – elemento *AcademicSemester*;
  - iv. Unidade curricular obrigatória – elemento *Mandatory*.

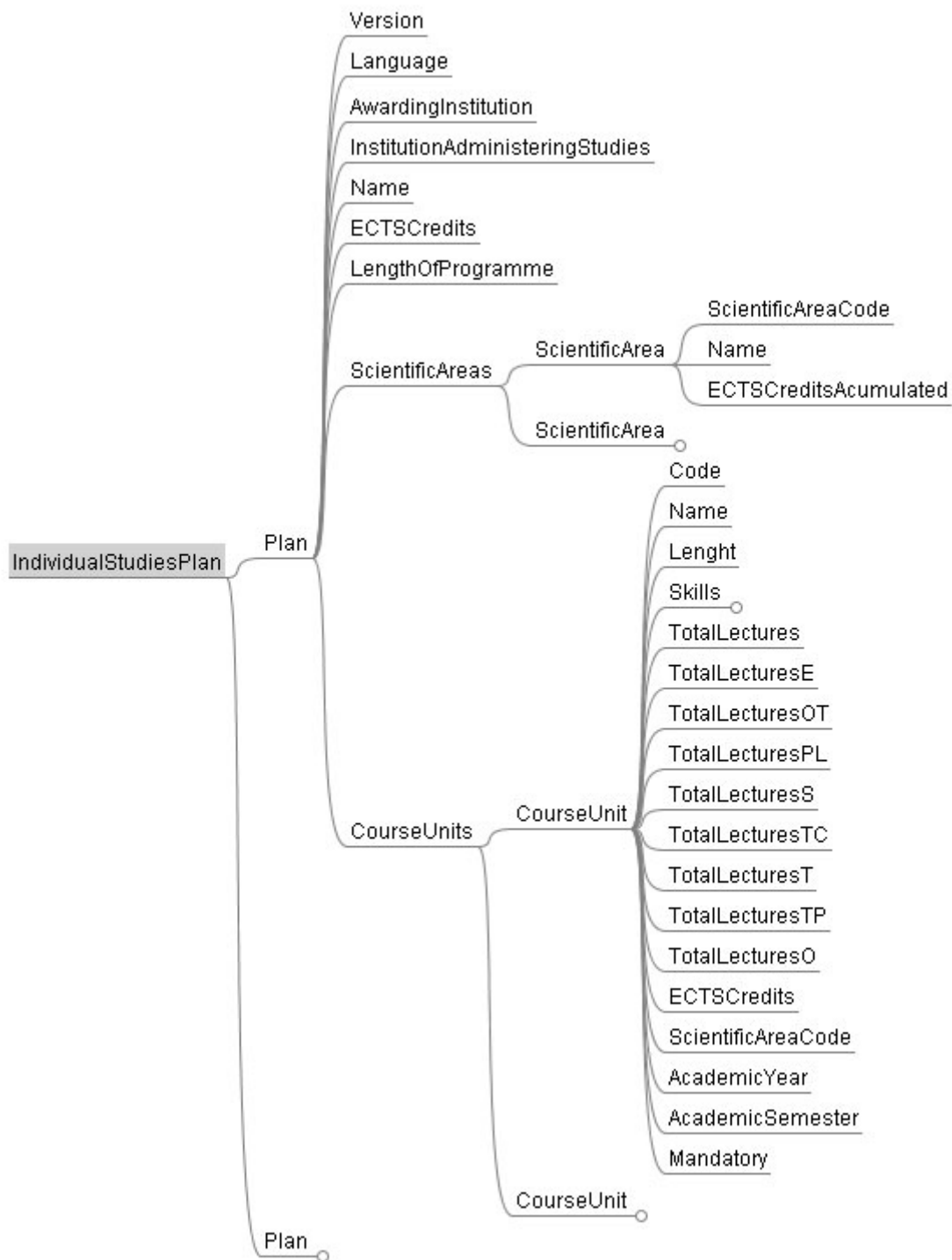


Figura 14 – Representação do plano individual de estudos

Para agrupar a informação do plano individual de estudos será utilizado o elemento *Plan* que está incluído como membro da lista *IndividualStudiesPlan*. As

funcionalidades de controlo de versões e multilingue estão salvaguardadas com a utilização dos elementos *Version* e *Language* como apresentado na Figura 14.

```
<Plan rdf:ID="PT-IPL-ISEL-LEIC-ALUXOX">
  <Version>1.0</Version>
  <dc:language>por</dc:language>
  <AwardingInstitution>Instituto Politécnico de
Lisboa</AwardingInstitution>
  <InstitutionAdministeringStudies>Instituto Superior de Engenharia de
Lisboa</InstitutionAdministeringStudies>
  <Name>Engenharia Informática e de Computadores</Name>
  <LengthOfProgramme>6S</LengthOfProgramme>
  <ScientificAreas>
  (...)
  <ScientificArea rdf:ID="MAT">
    <ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
    <Name>Matemática</Name>
    <ECTSCreditsAccumulated>6</ECTSCreditsAccumulated>
  </ScientificArea>
  (...)
</ScientificAreas>
<CourseUnits>
  (...)
  <CourseUnit rdf:ID="MATII">
    <Code>MATI</Code>
    <Name>Matemática II</Name>
    <ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
    <Length>1S</Length>
    <AcademicYear>1</AcademicYear>
    <AcademicSemester>2</AcademicSemester>
    <TotalLectures>160</TotalLectures>
    <TotalLecturesTP>90</TotalLecturesTP>
    <ECTSCredits>6,5</ECTSCredits>
    <Mandatory>Sim</Mandatory>
  </CourseUnit>
  (...)
</CourseUnits>
</Plan>
```

#### Exemplo 16 – Codificação em RDF do plano individual de estudos

O Exemplo 16 apresenta uma parte da codificação do plano de individual de estudos de um estudante da Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores ministrada pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.



## 6. AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

---

Neste capítulo são apresentados os casos de utilização definidos para avaliar o modelo MM. Depois de uma descrição das funcionalidades do demonstrador realizado, é apresentada a demonstração dos resultados obtidos para os casos de utilização definidos.

### 6.1. Casos de Utilização

Existem quatro tipos de mobilidade de um estudante no âmbito do Processo de Bolonha: mobilidade durante a formação, mudança de curso, transferência e mobilidade pós-formação. Para cada um deles foi criado um caso de utilização e tomado como exemplo o Instituto Politécnico de Lisboa (IPL) [IPL, 2008] em particular o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) [ISEL, 2008]. Igualmente importante é a necessidade de demonstrar a creditação da experiência profissional e da formação pós-secundária. Visto estes dois casos tradicionalmente não existir só por si, foram adicionados a dois dos casos definidos.

#### 6.1.1. Estudante em Mobilidade

Para o cenário de um estudante em mobilidade foi concebido um caso de utilização com base em informação disponibilizada na Internet por uma instituição de ensino estrangeira. Foi simulado um caso de contrato de estudos entre um estudante da Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores (LEIC) do ISEL que pretende obter competências frequentando o curso *Ingeniero en Informática* da *Universidad Politécnica de Madrid* (UPM) [UPM, 2008].

O contrato de estudos simulado contempla cinco unidades curriculares. A correspondência entre as unidades curriculares e respectivos créditos ECTS atribuídos de LEIC e da UPM são:

- 1) *Redes de Computadores* com correspondência a Redes de Computadores e atribuição de 6 créditos ECTS;
- 2) *Programación Lógica* com correspondência a Lógica e Computação e atribuição de 6 créditos ECTS;
- 3) *Inteligencia Artificial* com correspondência a Inteligência Artificial e atribuição de 6 créditos ECTS;
- 4) *Programación Concurrente* com correspondência a Programação Concorrente e atribuição de 6 créditos ECTS;
- 5) *Compiladores* com correspondência a Compiladores e atribuição de 6 créditos ECTS.

Os créditos ECTS apresentados são os créditos ECTS aceites pela instituição de origem e que diferem dos créditos ECTS atribuídos pela instituição de destino.

Neste cenário, é emitido pelo ISEL um boletim de registo académico com as unidades curriculares realizadas com aproveitamento pelo estudante. Este boletim é integrado no registo académico do estudante. Posteriormente a UPM emite outro boletim, em conformidade com o contrato de estudos, referente ao aproveitamento que é igualmente integrado no registo académico.

Desta forma, foi criado um registo académico para o estudante com dois boletins de registo académico: o primeiro emitido pelo ISEL com todas as unidades curriculares do primeiro ano da LEIC concluídas com aproveitamento e um segundo emitido pela *Universidad Politécnica de Madrid* com cinco unidades curriculares concluídas com aproveitamento de acordo com o contrato de estudos como exemplificado na Figura 15.



Figura 15 – Registo académico do estudante em mobilidade

### 6.1.2. Mudança de Curso

Para o cenário de uma mudança de curso foi criado um caso de utilização com base no conhecimento dos cursos ministrados pelo ISEL. Tomou-se como exemplo a mudança de curso de um estudante da Licenciatura em Engenharia Civil (**LEC**) do ISEL, com o primeiro ano completado com aproveitamento a todas as unidades curriculares, para a LEIC igualmente do ISEL.

Foi criado um registo académico para o estudante com todas as unidades curriculares do primeiro ano de LEC.

### **6.1.3. Transferência e Formação Pós-Secundária**

Para o cenário de uma transferência de curso foi criado um caso de utilização com base na formação ministrada pelo ISEL e pelo ISEP. Ambas as instituições ministram uma licenciatura em Engenharia Informática. Desta forma tomou-se como exemplo a transferência de curso de um estudante da Licenciatura de Engenharia Informática do ISEP, com o primeiro ano completado com aproveitamento a todas as unidades curriculares, para a LEIC do ISEL. Adicionalmente foi incluído no registo académico do estudante criado para este cenário uma formação pós-secundária ministrada por uma empresa de formação profissional: Rumos. A formação seleccionada foi “*Programming with C#*”.

### **6.1.4. Mobilidade Pós-Formação e Experiência Profissional**

Para o cenário de uma mobilidade pós-formação e experiência profissional foi criado um caso com base nos dados presentes no exemplo de suplemento ao diploma português [Comunidade Europeia, 2005] e a experiência profissional simulada de um Programador Java.

Foi criado um registo académico para o estudante com todas as unidades curriculares do curso de Gestão da Universidade da Beira Interior e com a experiência profissional de programador Java na empresa X.

## **6.2. Demonstrador**

Com o objectivo de fazer a avaliação experimental do modelo proposto, no contexto de uma aplicação real, foi concebido um demonstrador. O demonstrador implementou os casos de utilização descritos no ponto 6.1.

### **6.2.1. Arquitectura**

O demonstrador concebido para efectuar a avaliação do modelo de proposto foi programado na linguagem de *scripting* PHP [PHP, 2008]. Para a leitura do registo académico e plano de estudos foi utilizado o *parser* de XML disponível nas funções da linguagem.

Para manter a informação sobre as creditações e garantir o histórico, foi utilizada uma base de dados MySQL [Sun Microsystems, 2008]. Por cada creditação é guardada a informação sobre a instituição de origem, o código da unidade curricular da instituição de origem, o curso para o qual o estudante pretende transitar, o código da unidade curricular creditada, o número de créditos ECTS atribuídos e a data da creditação.

O demonstrador está disponível à data de 30 de Outubro de 2008 em <http://www.covelinhas.net/modelomobildade/demonstrador>.

### **6.2.2. Funcionalidades**

#### **a) Geração do Plano Individual de Estudos**

O resultado final do demonstrador é a criação de um plano individual de estudos. O plano individual de estudos tem com base o registo académico do aluno e o plano de curso. Este plano é criado de acordo com a creditação atribuída às qualificações, contrato de estudos, experiência profissional e formação pós-secundária do estudante.

#### **b) Histórico de Creditação**

A funcionalidade de histórico de creditação tem como objectivo apoiar a decisão de uma creditação. Para cada unidade curricular da instituição de ensino de destino será apresentada uma lista de creditações efectuadas em vários momentos. Como exemplo, ao visualizar a opção de histórico de creditação da unidade curricular *Matemática I* do ISEL, o utilizador poderá consultar uma listagem de creditações

anteriormente efectuadas e o somatório de vezes que foi creditada, ou seja, se Matemática I anteriormente tivesse sido creditada com Análise Matemática do Instituto Superior de Engenharia do Porto (**ISEP**), esta informação seria apresentada na lista com a data de creditação e, se apenas foi creditada uma vez, o valor “1”.

### **c) Creditação Sugerida**

Com base no histórico de creditação, a creditação sugerida é um passo para agilizar o processo de creditação. Existem dois tipos de creditação sugerida: a partir de histórico e por competências.

A sugestão a partir de histórico permite apresentar uma possível creditação de acordo com as creditações já efectuadas. É apresentada a creditação para a unidade curricular da instituição de origem mais recente.

No caso da creditação por competências, são analisadas as competências da unidade curricular ou experiência profissional ou formação académica e, para cada unidade curricular presente no plano de estudos, efectuada a comparação. Sempre que existir uma correspondência, é sugerida a creditação.

No demonstrador, na página de creditação, se uma unidade curricular presente no registo académico do estudante tiver uma creditação sugerida, essa correspondência com a unidade curricular do curso será seleccionada automaticamente e os créditos ECTS atribuídos apresentados, no caso de histórico, mas com possibilidade de edição quer da unidade curricular quer dos créditos ECTS atribuídos.

## **6.3. Demonstração**

Ao aceder ao demonstrador, o utilizador é recebido com uma interface semelhante à utilizada no *website* do ISEL. Com este aspecto gráfico pretende-se demonstrar que uma futura ferramenta poderá ser agradável ao utilizador sem que prejudique a sua qualidade.

Na página de entrada do demonstrador o utilizador poderá escolher a opção “Criar um plano individual de estudos” ou “Consultar histórico de creditação” como apresentado na Figura 16.



Figura 16 – Página inicial do demonstrador

### 6.3.1. Estudante em Mobilidade

Após a selecção da opção no demonstrador de “Criar Plano Individual de Estudos” é apresentado o ecrã para a escolha do tipo de mobilidade, curso e registo académico. Para o campo “Tipo de mobilidade” foi seleccionada a opção “Outro”. No campo “Curso” foi seleccionada a opção “LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores”. Por último foi indicado o ficheiro RDF criado para este cenário com o registo académico do estudante. O formulário submetido efectuando um *click* no botão “Validar Creditação” no final da página.



Figura 17 – Página da criação do plano individual de estudos

No ecrã seguinte é indicado o tipo de mobilidade e o curso seleccionados no passo anterior bem com uma tabela com as unidades curriculares presentes no registo académico do estudante. Para um destes elementos é apresentada uma lista de possíveis unidades curriculares a serem creditadas e o número de créditos ECTS a atribuir.

No registo académico do estudante estão presentes as unidades curriculares que efectuou da LEIC. Para estas são apresentadas automaticamente as creditações associadas.

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS (no equívulo)	Unidades curriculares sem acumulação de créditos	Créditos ECTS
Redes de Computadores	9,0	- escolha uma unidade curricular -	
Programação Lógica	9,0	- escolha uma unidade curricular -	
Inteligência Artificial	9,0	- escolha uma unidade curricular -	
Programação Concorrente	9,0	- escolha uma unidade curricular -	
Compiladores	9,0	- escolha uma unidade curricular -	
Matemática I	6	Matemática I	6
Álgebra Linear e Geometria Analítica	6	Álgebra Linear e Geometria Analítica	6
Electrónica	6	Electrónica	6
Programação	6	Programação	6
Lógica e Sistemas Digitais	6	Lógica e Sistemas Digitais	6
Matemática II	6,5	Matemática II	6,5
Probabilidades e Estatística	5,5	Probabilidades e Estatística	5,5
Laboratório de Informática e Computadores	6	Laboratório de Informática e Computadores	6
Programação Orientada por Objectos	6	Programação Orientada por Objectos	6
Arquitectura de Computadores I	6	Arquitectura de Computadores I	6

Figura 18 – Página de creditação das unidades curriculares

Após análise de todos os elementos e creditação efectuada, o utilizador faz um *click* no botão “criar plano” para gerar o Plano Individual de Estudos.

Na página seguinte são identificadas as creditações efectuadas indicando o tipo, podendo ser uma unidade curricular ou a experiência profissional. Para cada creditação é apresentado o número de créditos ECTS atribuídos, a unidade curricular do curso creditada e a área científica na qual se insere.

No segundo quadro são apresentadas as unidades curriculares do curso às quais o estudante não obteve creditação e que estão presentes no plano de estudos do curso.

No final da página é apresentado um quadro resumo com a soma dos créditos ECTS acumulados pelo estudante para cada área científica bem como para cada uma das áreas o número máximo e mínimo de créditos ECTS a acumular segundo o plano de estudos do curso.

**MOBILIDADE**

- » Plano Individual de Estudos
- » Histórico de Creditação

**Plano Individual de Estudos**

Tipo de mobilidade  
Outro

Curso  
LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Creditação

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS	Área Científica	Unidades curriculares sem acumulação de créditos
Redes de Computadores	6	IC	Redes de Computadores
Programação Lógica	6	IC	Lógica e Computação
Inteligência Artificial	6	IC	Inteligência Artificial
Programação Concorrente	6	IC	Programação Concorrente
Compiladores	6	IC	Compiladores
Matemática I	6	MAT	Matemática I
Álgebra Linear e Geometria Analítica	6	MAT	Álgebra Linear e Geometria Analítica
Electrónica	6	ET	Electrónica
Programação	6	IC	Programação
Lógica e Sistemas Digitais	6	IC	Lógica e Sistemas Digitais
Matemática II	6,5	MAT	Matemática II
Probabilidades e Estatística	5,5	MAT	Probabilidades e Estatística
Laboratório de Informática e Computadores	6	IC	Laboratório de Informática e Computadores
Programação Orientada por Objectos	6	IC	Programação Orientada por Objectos
Arquitetura de Computadores I	6	IC	Arquitetura de Computadores I

Plano de Estudos Individual

Unidades curriculares a efectuar	Créditos ECTS	Área Científica	Oportúnica
Comunicações	6	IC	Sim
Algoritmos e Estruturas de Dados	6	IC	Sim
Programação Imperativa em C/C++	6	IC	Sim
Arquitetura de Computadores II	6	IC	Sim
Computação Gráfica	6	IC	Sim
Programação Funcional	6	IC	Sim
Sistemas de Informação I	6	IC	Sim
Ambientes Virtuais de Execução	6	IC	Sim
Sistemas Operativos	6	IC	Sim
Modelação e Padrões de Desenho	6	IC	Sim
Sistemas Multimédia	6	IC	Sim
Sistemas de Informação II	6	IC	Sim
Programação na Internet	6	IC	Sim
Segurança Informática	6	IC	Não
Redes de Internet	6	IC	Não
Sistemas Embebidos I	6	IC	Não
Projecto e Seminário	18	IC	Sim
Sistemas Distribuídos	6	IC	Não
Tecnologias Avançadas de Redes	6	IC	Não
Sistemas Embebidos II	6	IC	Não
Programação em Dispositivos Móveis	6	IC	Não
Processamento Digital de Sinal e Imagem	6	IC	Não

Distribuição dos créditos pelas diferentes Áreas Científicas do Curso

Área Científica (mín,max)	Créditos ECTS
Matemática (MAT) [24, 12]	23
Engenharia Informática e de Computadores (IC) [126, 30]	60
Engenharia Electrónica e Telecomunicações (ET) [9, 12]	6
Ciências Sociais e Jurídicas, Artes e Humanidades ou outras (CSO) [9, 0]	0
TOTAL	89

IMPRIMIR PLANO

Figura 19 – Apresentação do plano individual de estudos

### 6.3.2. Mudança de Curso

Após a selecção da opção no demonstrador de “Criar Plano Individual de Estudos” é apresentado o ecrã para a escolha do tipo de mobilidade, curso e registo académico. Foi seleccionada a opção “Outro” no campo “Tipo de mobilidade”. No campo “Curso” foi seleccionada a opção “LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores”. Por último foi seleccionado o ficheiro RDF criado para este cenário com o registo académico do estudante. O formulário submetido efectuando um *click* no botão “Validar Creditação”.



The screenshot shows a web application interface for ISEL (Instituto Superior Técnico de Lisboa). The main content area is titled "Plano Individual de Estudos". Below the title, there is a brief instruction: "Para criar um Plano Individual de Estudos terá de seleccionar o tipo de mobilidade (transferência ou outro), o curso pretendido e carregar o ficheiro com o registo académico do estudante." There are three mandatory fields: "Tipo de mobilidade (obrigatório)" with a dropdown menu showing "Outro"; "Curso (obrigatório)" with a dropdown menu showing "LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores"; and "Registo Académico (obrigatório)" with a text input field containing "C:\12478866.rdf" and a "Browse" button. At the bottom right, there is a red button labeled "VALIDAR CREDITAÇÃO".

Figura 20 – Primeira página para a criação do plano individual de estudos

No ecrã seguinte é indicado o tipo de mobilidade e o curso seleccionados no passo anterior bem com uma tabela com as unidades curriculares presentes no registo académico do estudante. Para uma das unidades curriculares do registo académico é apresentada uma lista de possíveis unidades curriculares a serem creditadas e o número de créditos ECTS a atribuir.

Se existir no histórico de creditações uma unidade curricular que esteja presente no registo académico do estudante, será apresentada a respectiva unidade curricular do curso seleccionado que obteve creditação bem como o número de créditos ECTS atribuídos na última creditação efectuada. Este caso é apresentado um ícone de uma estrela para uma mais fácil distinção.

O demonstrador desenvolvido permite a creditação de um elemento do registo académico do estudante sem que este tenha representação directa numa unidade curricular. Desta forma estará sempre disponível nas hipóteses de escolha da creditação a uma opção para cada área científica presente no curso. Desta forma é efectuada a creditação na área científica desejada.

Após análise de todos os elementos e creditação efectuada, o utilizador faz um *click* no botão “criar plano” para gerar o plano individual de estudos.

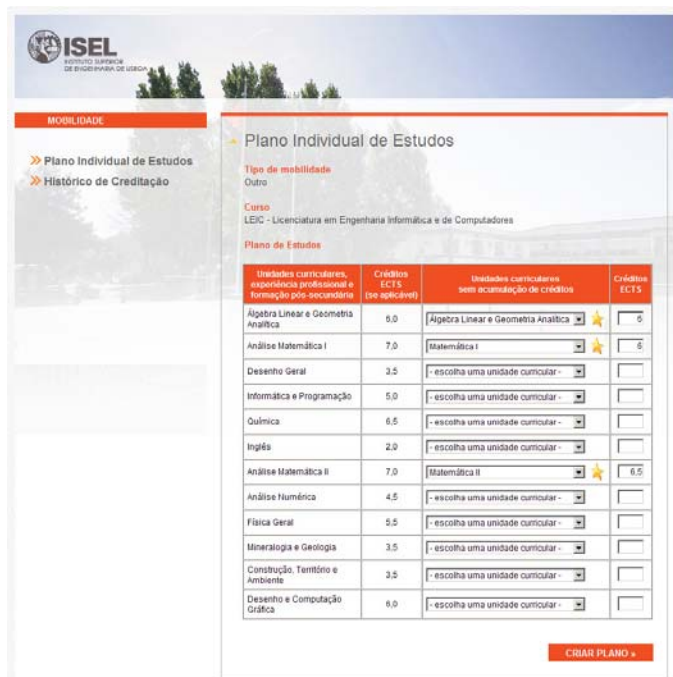


Figura 21 – Página de creditação de competências

Na página seguinte são identificadas as creditações efectuadas indicando o elemento de origem podendo ser uma unidade curricular ou a experiência profissional. Para cada creditação é apresentado o número de créditos ECTS atribuídos, a unidade curricular do curso creditada e a área científica na qual se insere.

No segundo quadro são apresentadas as unidades curriculares do curso às quais o estudante não obteve creditação e que estão presentes no plano de estudos do curso.

No final da página é apresentado um quadro resumo com a soma dos créditos ECTS acumulados pelo estudante para cada área científica bem como para cada das áreas o número máximo e mínimo de créditos ECTS a acumular segundo o plano de estudos do curso.

**MOBILIDADE**

- » Plano Individual de Estudos
- » Histórico de Creditação

**Plano Individual de Estudos**

Tipo de mobilidade  
Outro

Curso  
LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Creditação

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS	Área Científica	Unidades curriculares sem acumulação de créditos
Álgebra Linear e Geometria Analítica	6	MAT	Álgebra Linear e Geometria Analítica
Análise Matemática I	5	MAT	Matemática I
Análise Matemática II	6,5	MAT	Matemática II

Plano de Estudos Individual

Unidades curriculares a efectuar	Créditos ECTS	Área Científica	Obrigatória
Electrónica	6	ET	Sim
Programação	6	IC	Sim
Lógica e Sistemas Digitais	6	IC	Sim
Probabilidades e Estatística	5,5	IMAT	Sim
Laboratório de Informática e Computadores	6	IC	Sim
Programação Orientada por Objectos	6	IC	Sim
Arquitectura de Computadores I	6	IC	Sim
Comunicações	6	IC	Sim
Algoritmos e Estruturas de Dados	6	IC	Sim
Programação Imperativa em C/C++	6	IC	Sim
Arquitectura de Computadores II	6	IC	Sim
Lógica e Computação	6	IC	Sim
Computação Gráfica	6	IC	Sim
Programação Funcional	6	IC	Sim
Sistemas de Informação I	6	IC	Sim
Redes de Computadores	6	IC	Sim
Ambientes Virtuais de Execução	6	IC	Sim
Sistemas Operativos	6	IC	Sim
Inteligência Artificial	6	IC	Sim
Modelação e Padrões de Desenho	6	IC	Sim
Sistemas Multimédia	6	IC	Sim
Sistemas de Informação II	6	IC	Sim
Programação Concorrente	6	IC	Sim
Programação na Internet	6	IC	Sim
Segurança Informática	6	IC	Não
Redes de Internet	6	IC	Não
Sistemas Embebidos I	6	IC	Não
Computadores	6	IC	Não
Projecto e Seminário	18	IC	Sim
Sistemas Distribuídos	6	IC	Não
Tecnologias Avançadas de Redes	6	IC	Não
Sistemas Embebidos II	6	IC	Não
Programação em Dispositivos Móveis	6	IC	Não
Processamento Digital de Sinal e Imagem	6	IC	Não

Distribuição dos créditos pelas diferentes Áreas Científicas do Curso

Área Científica [mín,max]	Créditos ECTS
Matemática (MAT) [24, 12]	18,5
Engenharia Informática e de Computadores (IC) [126, 30]	0
Engenharia Electrónica e Telecomunicações (ET) [6, 12]	0
Ciências Sociais e Jurídicas, Artes e Humanidades ou outras (CSO) [0, 0]	0
<b>TOTAL</b>	<b>18,5</b>

IMPRIMIR PLANO

Figura 22 – Plano individual de estudos

### 6.3.3. Transferência e Formação Pós-Secundária

Para este cenário de utilização acedeu-se à área de criação de um plano individual de estudos fazendo click no botão “Plano Individual de Estudos”.

No novo ecrã apresentado, no campo “Tipo de mobilidade” foi seleccionada a opção “Transferência”. No campo “Curso” foi seleccionada a opção “LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores”. Por último foi indicado o ficheiro RDF criado para este cenário com o registo académico do estudante. O formulário submetido efectuando um *click* no botão “Validar Creditação” no final da página.



The screenshot shows the ISEL website interface for creating a study plan. On the left, a sidebar under the heading 'MOBILIDADE' contains two options: 'Plano Individual de Estudos' (selected) and 'Histórico de Creditação'. The main content area is titled 'Plano Individual de Estudos' and includes a sub-header 'Plano Individual de Estudos'. Below this, there is a descriptive text: 'Para criar um Plano Individual de Estudos terá de seleccionar o tipo de mobilidade (transferência ou outro), o curso pretendido e carregar o ficheiro com o registo académico do estudante.' The form contains three main fields: 'Tipo de mobilidade (obrigatório)' with a dropdown menu showing 'Transferência'; 'Curso (obrigatório)' with a dropdown menu showing 'LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores'; and 'Registo Académico (obrigatório)' with a file upload button and the filename 'C:110548845.rdf'. At the bottom right of the form is a red button labeled 'VALIDAR CREDITAÇÃO'.

Figura 23 – Criação do plano individual de estudos

No ecrã seguinte é indicado o tipo de mobilidade e o curso seleccionados no passo anterior bem com uma tabela com as unidades curriculares presentes no registo académico do estudante e a experiência profissional. Para um destes elementos é apresentada uma lista de possíveis unidades curriculares a serem creditadas e o número de créditos ECTS a atribuir.

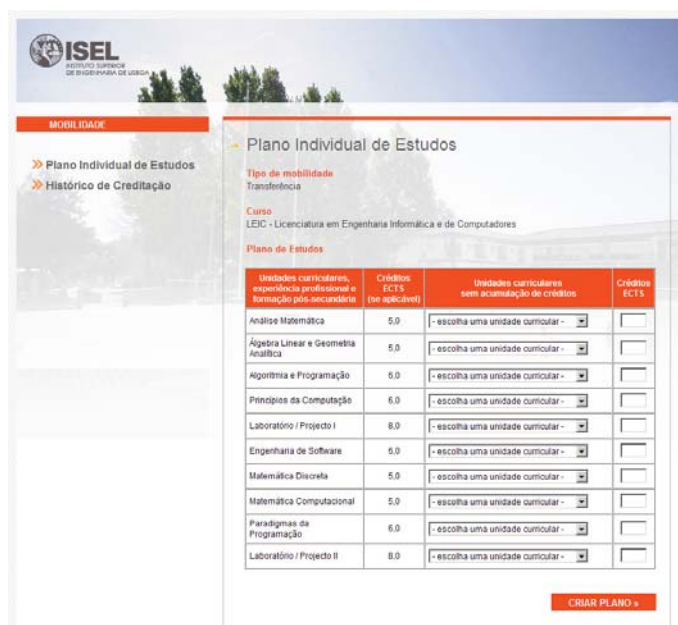


Figura 24 – Página de creditação

Se existir no histórico de creditações uma Unidades Curricular que esteja presente no registo académico do estudante, será apresentada a respectiva unidade curricular do curso seleccionado que obteve creditação bem como o número de créditos ECTS atribuídos na última creditação efectuada. Neste caso é apresentado um ícone de uma estrela para uma mais fácil distinção.

O demonstrador desenvolvido permite a creditação de um elemento do registo académico do estudante sem que este tenha representação directa numa unidade curricular. Desta forma estará sempre disponível nas hipóteses de escolha da creditação a uma opção para cada área científica presente no curso. Desta forma é efectuada a creditação na área científica desejada.

Após análise de todos os elementos e creditação efectuada, o utilizador faz um *click* no botão “criar plano” para gerar o Plano Individual de Estudos.

Na página seguinte são identificadas as creditações efectuadas indicando o elemento de origem podendo ser uma unidade curricular ou a experiência profissional. Para cada creditação é apresentado o número de créditos ECTS atribuídos, a unidade curricular do curso creditada e a área científica na qual se insere.

No segundo quadro são apresentadas as unidades curriculares do curso às quais o estudante não obteve creditação e que estão presentes no plano de estudos do curso.

No final da página é apresentado um quadro resumo com a soma dos créditos ECTS acumulados pelo estudante para cada área científica bem como para cada das áreas o número máximo e mínimo de créditos ECTS a acumular segundo o plano de estudos do curso.

**MOBILIDADE**

- » Plano Individual de Estudos
- » Histórico de Creditação

**Plano Individual de Estudos**

Tipo de mobilidade  
Transferência

Curso  
LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Creditação

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS	Área Científica	Unidades curriculares sem acumulação de créditos
Análise Matemática	5	MAT	Matemática I
Álgebra Linear e Geometria Analítica	5	MAT	Álgebra Linear e Geometria Analítica
Algoritmos e Programação	6	IC	Programação
Princípios da Computação	6	IC	Programação Funcional
Laboratório / Projeto I	8	IC	Laboratório de Informática e Computadores
Engenharia de Software	6	IC	Modelação e Padrões de Desenho
Matemática Discreta	5	MAT	Probabilidades e Estatística
Matemática Computacional	5	MAT	Matemática II
Paradigmas da Programação	6	IC	Programação Orientada por Objectos
Laboratório / Projeto II	8	IC	Programação Concorrente

Plano de Estudos Individual

Unidades curriculares efectivas	Créditos ECTS	Área Científica	Obrigatória
Electrónica	6	ET	Sim
Lógica e Sistemas Digitais	6	IC	Sim
Arquitetura de Computadores I	6	IC	Sim
Comunicações	6	IC	Sim
Algoritmos e Estruturas de Dados	6	IC	Sim
Programação Imperativa em C/C++	6	IC	Sim
Arquitetura de Computadores II	6	IC	Sim
Lógica e Computação	6	IC	Sim
Computação Gráfica I	6	IC	Sim
Sistemas de Informação I	6	IC	Sim
Redes de Computadores	6	IC	Sim
Ambientes Virtuais de Execução	6	IC	Sim
Sistemas Operativos	6	IC	Sim
Inteligência Artificial	6	IC	Sim
Sistemas Multimédia	6	IC	Sim
Sistemas de Informação II	6	IC	Sim
Programação na Internet	6	IC	Sim
Segurança Informática	6	IC	Não
Redes de Internet	6	IC	Não
Sistemas Embebidos I	6	IC	Não
Computadores	6	IC	Não
Projeto e Seminário	18	IC	Sim
Sistemas Distribuídos	6	IC	Não
Tecnologias Avançadas de Redes	6	IC	Não
Sistemas Embebidos II	6	IC	Não
Programação em Dispositivos Móveis	6	IC	Não
Processamento Digital de Sinal e Imagem	6	IC	Não

Distribuição dos créditos pelas diferentes Áreas Científicas do Curso

Área Científica (mín. max)	Créditos ECTS
Matemática (MAT) [24, 12]	20
Engenharia Informática e de Computadores (IC) [126, 30]	40
Engenharia Electrónica e Telecomunicações (ET) [8, 12]	0
Ciências Sociais e Jurídicas, Artes e Humanidades ou outras (CSO) [8, 0]	0
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

MOBILIDADE PLANO

Figura 25 – Plano individual de estudos do estudante

### 6.3.4. Mobilidade Pós-Formação e Experiência Profissional

Para este cenário de utilização foi acedida a área de criação de um plano individual de estudos fazendo click no botão “Plano Individual de Estudos”.

No novo ecrã apresentado, no campo “Tipo de mobilidade” foi seleccionada a opção “Outro”. No campo “Curso” foi seleccionada a opção “LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores”. Por último foi indicado o ficheiro RDF criado para este cenário com o registo académico do estudante. O formulário submetido efectuando um *click* no botão “Validar Creditação” no final da página.




The screenshot shows the ISEL web application interface. On the left, there is a navigation menu under the heading 'MOBILIDADE' with two options: 'Plano Individual de Estudos' and 'Histórico de Creditação'. The main content area is titled 'Plano Individual de Estudos' and contains the following form fields:

- Tipo de mobilidade (obrigatório):** A dropdown menu with 'Outro' selected.
- Curso (obrigatório):** A dropdown menu with 'LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores' selected.
- Registo Académico (obrigatório):** A text input field containing the file path 'C:\11451245.rdf' and a 'Browse...' button.

At the bottom right of the form, there is a red button labeled 'VALIDAR CREDITAÇÃO'.

Figura 26 – Elementos para criação do plano individual de estudos

No ecrã seguinte é indicado o tipo de mobilidade e o curso seleccionados no passo anterior bem com uma tabela com as unidades curriculares presentes no registo académico do estudante e a experiência profissional. Para um destes elementos é apresentada uma lista de possíveis unidades curriculares a serem creditadas e o número de créditos ECTS a atribuir.



**MOBILIDADE**

- » Plano Individual de Estudos
- » Histórico de Creditação

### Plano Individual de Estudos

**Tipo de mobilidade:** Outro

**Curso:** LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

**Plano de Estudos**

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS (no aplicável)	Unidades curriculares sem acumulação de créditos	Créditos ECTS
INT AO ESTUDO DA EMPRESA	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ECONOMIA I	9.0	- escolha uma unidade curricular -	
INTRODUÇÃO AS CIÊNCIAS SOCIAIS I	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
INFORMÁTICA	7.0	- escolha uma unidade curricular -	
CONTABILIDADE I	12	- escolha uma unidade curricular -	
INT AO ESTUDO DO DIREITO	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ECONOMIA II	11	- escolha uma unidade curricular -	
SOCIOLOGIA I	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ORG E MÉTODOS DE GESTÃO	4.0	- escolha uma unidade curricular -	
DIREITO COMERCIAL	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
HISTÓRIA ECONÓMICA	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
SIS E GESTÃO DA INFORMAÇÃO	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS I	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
ECONOMIA PORTUGUESA E EUROPEIA	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
CONTABILIDADE ANALÍTICA	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS II	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS II	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO FINANCEIRA II	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
MATEMÁTICA I	6.0	Matemática I	6
MATEMÁTICA FINANCEIRA	7.0	- escolha uma unidade curricular -	
ESTATÍSTICA APLICADA	7.0	- escolha uma unidade curricular -	
INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL/REDES	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
MARKETING I	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	8.0	- escolha uma unidade curricular -	
MARKETING II	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
ESTATÍSTICA DESCRITIVA	6.0	Probabilidades e Estatística	6.5
GESTÃO FINANCEIRA I	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
ESTRATÉGIA EMPRESARIAL	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
GEST DA PRODUÇÃO/OPERAÇÕES I	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO DA QUALIDADE	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
INST. E MERCADOS FINANCEIROS	5.0	- escolha uma unidade curricular -	
FINANÇAS REG. E AUTÁRGICAS	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ECONOMETRIA	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO ORÇAMENTAL	7.0	- escolha uma unidade curricular -	
GEST DA PRODUÇÃO/OPERAÇÕES II	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
DIREITO FISCAL	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
CRIAÇÃO DE EMPRESAS	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ACTIVOS FINANÇ E DERIVADOS	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
FISCALIDADE	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
PROJECTO	12	- escolha uma unidade curricular -	
GESTÃO DE PHES	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
MATEMÁTICA III	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
CONTABILIDADE DAS SOCIEDADES	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
AUDITORIA	7.0	- escolha uma unidade curricular -	
EC DO AMBIENTE E REC.NATURALS	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
ECONOMIA REGIONAL E URBANA	6.0	- escolha uma unidade curricular -	
MATEMÁTICA II	7.0	Matemática II	6.5
Experiência Profissional: Programador Java	-	- escolha uma unidade curricular -	

CRIAR PLANO

Figura 27 – Creditação de competências

Se existir no histórico de creditações uma unidade curricular que esteja presente no registo académico do estudante, será apresentada a respectiva unidade curricular do curso seleccionado que obteve creditação bem como o número de créditos ECTS atribuídos na última creditação efectuada. Neste caso é apresentado um ícone de uma estrela para uma mais fácil distinção.

O demonstrador desenvolvido permite a creditação de um elemento do registo académico do estudante sem que este tenha representação directa numa unidade curricular. Desta forma estará sempre disponível nas hipóteses de escolha da creditação uma opção para cada área científica presente no curso. Desta forma é efectuada a creditação na área científica desejada.

Após análise de todos os elementos e creditação efectuada, o utilizador faz um *click* no botão “criar plano” para gerar o plano individual de estudos.

Na página seguinte são identificadas as creditações efectuadas indicando o elemento de origem podendo ser uma unidade curricular ou a experiência profissional. Para cada creditação é apresentado o número de créditos ECTS atribuídos, a unidade curricular do curso creditada e a área científica na qual se insere.

No segundo quadro são apresentadas as unidades curriculares do curso às quais o estudante não obteve creditação e que estão presentes no plano de estudos do curso.

No final da página é apresentado um quadro resumo com a soma dos créditos ECTS acumulados pelo estudante para cada área científica bem como, para cada uma das áreas, o número máximo e mínimo de créditos ECTS a acumular segundo o plano de estudos do curso.

**MOBILIDADE**

- » Plano Individual de Estudos
- » Histórico de Creditação

**Plano Individual de Estudos**

Tipo de mobilidade  
Outro

Curso  
LEIC - Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Creditação

Unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária	Créditos ECTS	Área Científica	Unidades curriculares sem acumulação de créditos
MATEMÁTICA I	5	MAT	Matemática I
ESTATÍSTICA DESCRITIVA	5.5	MAT	Probabilidades e Estatística
MATEMÁTICA II	6.5	MAT	Matemática II

**Plano de Estudos Individual**

Unidades curriculares a efectuar	Créditos ECTS	Área Científica	Obrigatória
Álgebra Linear e Geometria Analítica	6	MAT	Sim
Electrónica	6	ET	Sim
Programação	6	IC	Sim
Lógica e Sistemas Digitais	6	IC	Sim
Laboratório de Informática e Computadores	6	IC	Sim
Programação Orientada por Objectos	6	IC	Sim
Arquitectura de Computadores I	6	IC	Sim
Comunicações	6	IC	Sim
Algoritmos e Estruturas de Dados	6	IC	Sim
Programação Imperativa em C/C++	6	IC	Sim
Arquitectura de Computadores II	6	IC	Sim
Lógica e Computação	6	IC	Sim
Computação Gráfica	6	IC	Sim
Programação Funcional	6	IC	Sim
Sistemas de Informação I	6	IC	Sim
Redes de Computadores	6	IC	Sim
Ambientes Virtuais de Execução	6	IC	Sim
Sistemas Operativos	6	IC	Sim
Inteligência Artificial	6	IC	Sim
Modelação e Padrões de Desenho	6	IC	Sim
Sistemas Multimédia	6	IC	Sim
Sistemas de Informação II	6	IC	Sim
Programação Concorrente	6	IC	Sim
Programação na Internet	6	IC	Sim
Segurança Informática	6	IC	Não
Redes de Internet	6	IC	Não
Sistemas Embebidos I	6	IC	Não
Computadores	6	IC	Não
Projecto e Seminário	10	IC	Sim
Sistemas Distribuídos	6	IC	Não
Tecnologias Avançadas de Redes	6	IC	Não
Sistemas Embebidos II	6	IC	Não
Programação em Dispositivos Móveis	6	IC	Não
Processamento Digital de Sinal e Imagem	6	IC	Não

**Distribuição dos créditos pelas diferentes Áreas Científicas do Curso**

Área Científica [máximas]	Créditos ECTS
Matemática (MAT) [24, 12]	17
Engenharia Informática e de Computadores (IC) [126, 30]	0
Engenharia Electrónica e Telecomunicações (ET) [6, 12]	0
Ciências Sociais e Jurídicas, Artes e Humanidades ou outras (CSO) [0, 0]	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

IMPRIMIR PLANO

Figura 28 – Exibição do plano individual de estudos

### 6.3.5. Histórico de Creditação

Com base nos cenários de utilização anteriores foi seleccionada a unidade curricular *Matemática I* da LEIC visto estar presente na creditação em quase todos os cenários.

Após efectuar um *click* na opção “Histórico de Creditação” na primeira página do simulador, é apresentado um ecrã onde devem ser indicado o curso, campo optativo, e a unidade curricular para a qual de deseja visualizar as creditações anteriormente efectuadas. Foi seleccionada unidade curricular “Matemática I”.



Figura 29 – Escolha de curso e/ou unidade curricular

Após efectuar um click no botão “consultar creditação”, é apresentado ao utilizador a designação da unidade curricular a área científica. De seguida uma tabela com o histórico de creditação onde consta a data da última creditação, a instituição que administrou a unidade curricular que teve creditação, entidade empregadora ou instituição que administrou a formação pós-secundária, as unidades curriculares, experiência profissional e formação pós-secundária que geraram uma creditação, os créditos ECTS atribuídos e o número de creditações realizadas.



Figura 30 – Lista de histórico de creditação

## 7. CONCLUSÃO

---

Neste capítulo são apresentadas as conclusões e são sugeridas algumas perspectivas de trabalho futuro.

### 7.1. Conclusões

Neste trabalho, realizou-se investigação aplicada ao tema da mobilidade de estudantes no âmbito do Processo de Bolonha. Foi identificada a legislação portuguesa em vigor, as principais alterações vigentes com a introdução do Processo de Bolonha. Esta investigação aplicou ideias emergentes da área da Web Semântica como linhas orientadoras para delinear as contribuições para as questões identificadas.

As principais contribuições desta dissertação são as seguintes:

- Síntese do estado da arte em relação às principais tecnologias de apoio à Web Semântica e trabalho em curso nesta área;
- Caracterização dos componentes de mobilidade de um estudante para a definição do modelo proposto;
- Proposta de um modelo para a mobilidade de estudantes em conformidade com a legislação em vigor. Concretamente, foram elaboradas propostas para a representação dos submodelos registo académico do estudante, plano de curso e plano individual de estudos;
- Concretização na linguagem RDFS/RDF de modelo proposto e de exemplos concretos da sua instanciação;
- Concepção de um demonstrador, articulado com o estilo gráfico do portal do ISEL, que permite realizar a mobilidade de estudantes e manter o histórico das creditações atribuídas.

Ainda no contexto deste trabalho foi submetido e aceite o artigo “O processo de Bolonha na Web Semântica” ao Fórum de Jovens Investigadores que é um evento satélite das Quartas Jornadas de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e de Computadores (**JETC08**).

Concluindo, a crescente evolução do tema em estudo que no âmbito do Processo de Bolonha com nova legislação quer no âmbito da Web Semântica com novas linguagens e tecnologias tornam o tema sempre actual e com necessidade de actualização constante.

Os objectivos referidos no capítulo 1 foram atingidos tendo sido validados pela avaliação experimental descrita no capítulo 6. Os resultados apresentados demonstram as potencialidades do modelo.

## 7.2. Perspectivas de Trabalho Futuro

Face ao trabalho realizado ao longo desta dissertação, sugerem-se os seguintes tópicos que podem ser explorados em trabalhos futuros:

- Propor um modelo de representação para elementos do Processo de Bolonha não abordados nesta dissertação como é o caso do Contrato de Estudos;
- Explorar as possibilidades de adopção de ontologias, existentes ou a desenvolver, na área académica;
- Definir de um fluxo dinâmico de processos de trabalho que suporte a mobilidade de estudantes entre instituições de ensino superior;
- Criar de um modelo de aprendizagem no que diz respeito ao software utilizado com o modelo proposto em duas vertentes: *Case-based learning* e *Case-based reasoning*;
- Definir métricas de similaridade para a auto-avaliação dos dados presentes no registo académico, plano de curso e plano individual de estudos;
- Adaptar o modelo proposto à legislação em constante mutação.

### 7.3. Discussão

O debate de ideias relativamente à opção entre um modelo de representação de conhecimento e o modelo mantém-se aberto, no entanto, esta dissertação apresenta um exemplo do que é possível realizar utilizando o modelo de representação de conhecimento através da *Web Semântica*.

Nada foi concluído sobre a flexibilidade e vantagens do modelo proposto em relação a outras abordagens, como por exemplo o modelo relacional, mas como trabalho futuro poderá realizar-se uma comparação entre as duas implementações de forma a constatar as diferenças.



Neste apêndice é apresentado um troço de codificação RDFS do modelo RDFS proposto para a validação dos exemplos RDF criados. É apresentado parte do exemplo do modelo em RDF de um registo académico de um estudante bem como parte de um plano de curso, no caso concreto da LEIC.

### Parte da Representação em RDFS do Modelo MM

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
<rdfs:Class rdf:ID="AcademicRecord">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Resource"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:ID="AcademicRecords">
<rdfs:domain rdf:resource="#AcademicRecord"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Bag"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="StudentsData">
<rdfs:domain rdf:resource="#AcademicRecord"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Bag"/>
</rdf:Property>
<rdfs:Class rdf:ID="StudentData">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#AcademicRecord"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:ID="FamilyNames">
<rdfs:domain rdf:resource="#StudentData"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
(...)
<rdf:Property rdf:ID="Code">
<rdfs:domain rdf:resource="#Nationality"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#CourseUnit"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Skill"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#FormationUnit"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
(...)
<rdfs:Class rdf:ID="Record">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#AcademicRecord"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:ID="Version">
<rdfs:domain rdf:resource="#Record"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
```

```
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="ContractsOfStudies">
<rdfs:domain rdf:resource="#Record"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Bag"/>
</rdf:Property>
<rdfs:Class rdf:ID="TranscriptOfRecords">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#ContractsOfStudies"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#ContractsOfStudies"/>
</rdfs:Class>
<rdfs:Class rdf:ID="Skills">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#CourseUnit"/>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#WorkExperience"/>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#FormationUnit"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Bag"/>
</rdfs:Class>
<rdf:Property rdf:ID="Skill">
<rdfs:domain rdf:resource="#Skills"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Literal"/>
</rdf:Property>
<rdf:Property rdf:ID="CourseUnits">
<rdfs:domain rdf:resource="#Qualification"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#TranscriptOfRecords"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#Bag"/>
</rdf:Property>
<rdfs:Class rdf:ID="CourseUnit">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#Qualification"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#TranscriptOfRecords"/>
</rdfs:Class>
(...)
<rdf:Property rdf:ID="Name">
<rdfs:domain rdf:resource="#Qualification"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#ScientificArea"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#CourseUnit"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Skill"/>
<rdfs:domain rdf:resource="#Formation"/>
(...)
<rdfs:Class rdf:ID="FormationUnit">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#Formation"/>
</rdfs:Class>
(...)
</rdf:Property>
</rdf:RDF>
```

## Parte do Documento RDF de um Registo Académico

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://www.modelo-mobilidade.com/mobilidade_1.0.rdf#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  >
  <AcademicRecord rdf:ID="ALUNOXPT0">
  <StudentsData>
  (...)
  <StudentData rdf:ID="PT3545523">
  <FamilyNames>Moreira Covelinhas</FamilyNames>
  <GivenNames>Eduardo Manuel</GivenNames>
  <DateOfBirth>1979-03-28</DateOfBirth>
  <Nationalities>
  (...)
  <Nationality rdf:ID="NA13234">
  <Code>pt</Code>
  </Nationality>
  (...)
  </Nationalities>
  <IdentificationNumber>11451574</IdentificationNumber>
  <PassportNumber>11451574</PassportNumber>
  </StudentData>
  (...)
  </StudentsData>
  <AcademicRecords>
  (...)
  <Record rdf:ID="PTIPLUBILEIC">
  <Version>10</Version>
  <dc:language>por</dc:language>
  <ContractsOfStudies>
  (...)
  <TranscriptOfRecords rdf:ID="T0F54654564">
  <StudentId>29955</StudentId>
  <InstitutionAdministeringStudies>Universidad Politécnica de
  Madrid</InstitutionAdministeringStudies>
  <CourseUnits>
  (...)
  <CourseUnit rdf:ID="ES-UPM-RC">
  <Code>ES-UPM-RC</Code>
  <Name>Redes de Computadores</Name>
  <Skills>
  (...)
  <Skill rdf:ID="S17454">
  <Code>17451</Code>
  <Description>HTTPS</Description>
  </Skill>
  (...)
  </Skills>
  <ECTSCredits>9,0</ECTSCredits>
  </CourseUnit>
  (...)
  </CourseUnits>
  </TranscriptOfRecords>
```

```
(...)  
</ContractsOfStudies>  
<Qualifications>  
(...)  
<Qualification rdf:ID="PTIPLUBILEICA21312323">  
<Name>Licenciatura em GESTÃO, Licenciado</Name>  
<MainFieldsOfStudy>Gestão</MainFieldsOfStudy>  
<AwardingInstitution>Universidade da Beira Interior</AwardingInstitution>  
<InstitutionAdministeringStudies>Não  
aplicável.</InstitutionAdministeringStudies>  
<LanguageOfInstruction>Português</LanguageOfInstruction>  
<LevelOfQualification>Ensino Superior -  
Universitário(...)</LevelOfQualification>  
<LengthOfProgramme>5 anos de estudos a tempo inteiro</LengthOfProgramme>  
<AccessRequirements>0 ingresso no curso pode ser efectuado  
(...)</AccessRequirements>  
<ModeOfStudy>Tempo Inteiro</ModeOfStudy>  
<ProgrammeRequirements>0 curso está estruturado em anos curriculares  
(...)</ProgrammeRequirements>  
<ProgramDetails>Os pormenores do programa de estudos (...)</ProgramDetails>  
<CourseUnits>  
(...)  
<CourseUnit rdf:ID="P-UBI-MGTMG12-560">  
<Code>P-UBI-MGTMG12-560</Code>  
<Name>INT.A0 ESTUDO DA EMPRESA</Name>  
<Length>25</Length>  
<Skills>  
(...)  
<Skill rdf:ID="S17457">  
<Code>17931</Code>  
<Description>Negociação</Description>  
</Skill>  
(...)  
</Skills>  
<TotalLecturesTP>4</TotalLecturesTP>  
<LocalGrade>11</LocalGrade>  
<ECTSGrade>C</ECTSGrade>  
<ECTSCredits>6,0</ECTSCredits>  
</CourseUnit>  
(...)  
</CourseUnits>  
<GradingScheme>0 sistema de classificação de (...)</GradingScheme>  
<OverallClassification>Suficiente</OverallClassification>  
<AccessToFurtherStudy>A qualificação permite o acesso  
(...)</AccessToFurtherStudy>  
<ProfessionalStatus>A qualificação habilita para a  
(...)</ProfessionalStatus>  
<AdditionalInformation>Coeficiente de Ponderação atribuído à  
(...)</AdditionalInformation>  
<FurtherInformationSources>A nível da  
instituição(...)</FurtherInformationSources>  
</Qualification>  
(...)  
</Qualifications>  
<WorkExperiences>  
(...)  
<WorkExperience rdf:ID="WOEX1">  
<StartDate>2005-01-01</StartDate>  
<EndDate>2005-12-31</EndDate>  
<Occupation>Programador Java</Occupation>
```

---

```
<MainActivities>Desenvolvimento de aplicações Java</MainActivities>
<EmployerName>ACCDF, Lda</EmployerName>
<EmployerAddress>Rua de António Silva, 24 - Lisboa</EmployerAddress>
<TypeBusinessSector>Informática</TypeBusinessSector>
<Skills>
  (...)
  <Skill rdf:ID="WOEX1S1">
    <Code>17344</Code>
    <Description>Java</Description>
  </Skill>
  (...)
</Skills>
</WorkExperience>
  (...)
</WorkExperiences>
<ExtraCurricularCourses>
  (...)
  <Formation rdf:ID="M2071">
    <Name>Querying Microsoft SQL Server 2000 with Transact-SQL</Name>
    <MainFieldsOfStudy>Bases de Dados</MainFieldsOfStudy>
    <InstitutionAdministeringStudies>Rumos
    SA</InstitutionAdministeringStudies>
    <LengthOfProgramme>300h</LengthOfProgramme>
    <ProgramDetails>0 que é Data Warehousing(...)</ProgramDetails>
    <FormationUnits>
      (...)
      <FormationUnit rdf:ID="OLAP">
        <Code>OLAP</Code>
        <Name>OLAP - Online Analytical Processing</Name>
        <Length>50h</Length>
        <FormationUnitDetails>Cnhecer o processo OLAP</FormationUnitDetails>
      </FormationUnit>
    </FormationUnits>
  </Formation>
  (...)
  <Skill rdf:ID="M2071S1">
    <Code>17513</Code>
    <Description>OLAP</Description>
  </Skill>
  (...)
</Skills>
</FormationUnit>
  (...)
</FormationUnits>
</Formation>
  (...)
</ExtraCurricularCourses>
</Record>
  (...)
</AcademicRecords>
</AcademicRecord>
</rdf:RDF>
```

## Parte do Documento RDF do Plano de Curso LEIC

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns="http://www.modelo-mobilidade.com/mobilidade_1.0.rdf#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
>
<Qualification rdf:ID="PT-IPL-ISEL-LEIC-PT">
<Version>1.0</Version>
<dc:language>por</dc:language>
<AwardingInstitution>Instituto Politécnico de Lisboa</AwardingInstitution>
<InstitutionAdministeringStudies>Instituto Superior de Engenharia de
Lisboa</InstitutionAdministeringStudies>
<Name>Engenharia Informática e de Computadores</Name>
<MainFieldsOfStudy>Engenharia Informática e de
Computadores</MainFieldsOfStudy>
<LevelOfQualification>licenciatura</LevelOfQualification>
<ECTSCredits>180</ECTSCredits>
<LengthOfProgramme>65</LengthOfProgramme>
<QualificationOptions>Nenhuma</QualificationOptions>
<CurricularStructure>
(...)
<ScientificArea rdf:ID="MAT">
<ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
<Name>Matemática</Name>
<MandatoryECTSCredits>24</MandatoryECTSCredits>
<OptionalECTSCredits>12</OptionalECTSCredits>
</ScientificArea>
(...)
</CurricularStructure>
<CourseUnits>
(...)
<CourseUnit rdf:ID="ALGA">
<Code>ALGA</Code>
<Name>Álgebra Linear e Geometria Analítica</Name>
<ScientificAreaCode>MAT</ScientificAreaCode>
<Length>15</Length>
<AcademicYear>1</AcademicYear>
<AcademicSemester>1</AcademicSemester>
<TotalLectures>160</TotalLectures>
<TotalLecturesTP>67,5</TotalLecturesTP>
<ECTSCredits>6</ECTSCredits>
<Mandatory>Sim</Mandatory>
</CourseUnit>
(...)
</CourseUnits>
</Qualification>
</rdf:RDF>
```

## BIBLIOGRAFIA

[Ankolekar et al., 2006] Ankolekar, A., Vrandecic, D. (2006), *Personalizing web surfing with semantically enriched personal profiles*.

[Beckett et al., 2008] Beckett, D, Berners-Lee, T. (2008), *Turtle - Terse RDF Triple Language*. URL: <http://www.w3.org/TeamSubmission/turtle/> (acedido a 15-09-2008).

[Bechhofer, 2002] Bechhofer, S., van Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D., Patel-Schneider, P., e Stein, L. A. (2002), *Web Ontology Language (OWL) Reference Version 1.0*. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/> (acedido a 15-09-2008).

[Berners-Lee et al., 1990] Berners-Lee, T., Cailliau, R. (1990), *WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project*. URL: <http://www.w3.org/Proposal.html> (acedido a 15-09-2008).

[Berners-Lee, 1998] Berners-Lee, T. (1998), *Why RDF model is different from the XML model*. URL: <http://www.w3.org/DesignIssues/RDF-XML.html> (acedido a 15-09-2008).

[Berners-Lee, 2000] Berners-Lee, T. (2000), *Semantic Web on XML*. URL: <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html> (acedido a 15-09-2008).

[Berners-Lee et al., 2001] Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (2001), *The Semantic Web*, Scientific American, 284(5), 34-43. URL: <http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web> (acedido a 15-09-2008).

[Beynon-Davies, 2002] Beynon-Davies, P. (2002), *Information Systems - An Introduction to Informatics in Organizations*.

[Cardoso, 2007] Cardoso J. (2007), *The Semantic Web Vision: Where are we?* IEEE Intelligent Systems, September/October 2007, pp.22-26, 2007.

[Comunidade Europeia, 2003] Comunidade Europeia (2003), *ECTS - European Credit Transfer and Accumulation System*. URL: [http://ec.europa.eu/education/programmes/socrates/ects/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/programmes/socrates/ects/index_en.html) (acedido a 15-09-2008).

[Comunidade Europeia, 2004] Comunidade Europeia (2004), *ECTS – European Credit Transfer and Accumulation System – Transcript of Records*. URL: <http://ec.europa.eu/education/programmes/socrates/ects/doc/form3.doc> (acedido a 15-09-2008).

[Comunidade Europeia, 2005] Comunidade Europeia (2005), *Europass Suplemento ao Diploma*. URL: <http://www.europass.cedefop.europa.eu/europass/home/vernav/InformationOn/EuropassDiplomaSupplement/navigate.action> (acedido a 15-09-2008).

[Comunidade Europeia, 2006] Comunidade Europeia (2006), *Sistema Europeu de Créditos para a Educação e Formação Profissional (ECVET)*. URL: [http://ec.europa.eu/education/policies/educ/ecvet/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/policies/educ/ecvet/index_en.html) (acedido a 15-09-2008).

[Comunidade Europeia, 2008] Comunidade Europeia (2008), *O Curriculum Vitae (CV) Europass*. URL: [http://europass.cedefop.europa.eu/europass/home/vernav/Europass+Documents/Europass+CV/navigate.action?locale\\_id=18](http://europass.cedefop.europa.eu/europass/home/vernav/Europass+Documents/Europass+CV/navigate.action?locale_id=18) (acedido a 15-09-2008).

[Comunidade Europeia, 2008-2] Comunidade Europeia (2008), *The Europass Diploma Supplement Examples*. URL: <http://europass.cedefop.europa.eu/europass/home/vernav/InformationOn/EuropassDiplomaSupplement/navigate.action> (acedido a 15-09-2008).

[Connolly et al., 2001] Connolly, D., van Harmelen, F., Horrocks, I., McGuinness, D. L., Patel-Schneider, P. F., e Stein, L. A. (2001), *A series of notes covering DAML+OIL as W3C technical reports*. URL: <http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference> (acedido a 15-09-2008).

[Cudré-Mauroux et al., 2004] Cudré-Mauroux P., Aberer K. (2004), *A Necessary Condition for Semantic Interoperability in the Large*. CoopIS/DOA/ODBASE 2004, LNCS 3291, pp. 859–872, 2004.

[DARPA, 2001] DARPA (2001), *DAML - Darpa Agent Markup Language Program*. URL: <http://www.daml.org/> (acedido a 15-09-2008).

[Date, 1990] Date, C.J. (1990), *An Introduction to Database Systems*.

[DCMI, 2008] The Dublin Core Metadata Initiative (2008), *DCMI Metadata Terms*. URL: <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/> (acedido a 15-09-2008).

[Decreto-Lei n.º 42/2005] Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior (2005), *Decreto-Lei n.º 42/2005*, publicado na Série I-A do Diário da República n.º 37, de 22 de Fevereiro.

[Decreto-Lei n.º 74/2006] Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (2006), *Decreto-Lei n.º 74/2006*, publicado na Série I-A do Diário da República n.º 60, de 24 de Março.

[Decreto-Lei n.º 107/2008] Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (2008), *Decreto-Lei n.º 107/2006*, publicado na 1ª série do Diário da República n.º 121, de 25 de Junho.

[Despacho n.º 7287-A/2006] Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (2006), *Despacho n.º 7287-A/2006*, publicado na 2ª série do Diário da República n.º 65, de 31 de Março.

[Despacho n.º 1306/2007] Instituto Politécnico de Lisboa (2007), *Despacho n.º 1306/2007*, publicado na 2ª série do Diário da República n.º 19, de 26 de Janeiro.

[DISCO, 2008], DISCO (2008), *The European Dictionary of Skills and Competencies*. URL: <http://www.disco-tools.eu/> (acedido a 15-09-2008).

[Feigenbaum et al., 2007] Feigenbaum L., Herman I., Hongsermeier T., Neumann E., Stephens S. (2007), *The Semantic Web in Action*, Scientific American, 297(6), pp. 90-97. URL: <http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web-in-action> (acedido a 15-09-2008).

[Fensel et al., 2001] Fensel, D., Van Harmelen, F., Horrocks, I., McGuinness, D., e Patel-Schneider, P. F. (2001), *OIL: An ontology infrastructure for the semantic web*. IEEE Intelligent Systems, volume 16(2), pages 38–44. IEEE.

[Gruber, 1993] Gruber, T. R. (1993), *Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Guarino, N. and Poli, R., editors. Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation, Deventer, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers.

[Hakia, 2007] Hakia, Inc (2007). URL: <http://www.hakia.com/> (acedido a 15-09-2008).

[Hauben et al., 1995] Hauben M., Hauben R. (1995), *Netizens: On the History and Impact of Usenet and the Internet*. URL: <http://www.columbia.edu/~rh120/ch106.x08> (acedido a 15-09-2008).

[IEFP, 2007] Instituto do Emprego e Formação Profissional (2007), *Referencial de Formação – Desenvolvimento de Aplicações Informáticas*. URL: [http://portal.iefp.pt/xeobd/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=28616009&att\\_display=n&att\\_download=y](http://portal.iefp.pt/xeobd/attachfileu.jsp?look_parentBoui=28616009&att_display=n&att_download=y) (acedido a 15-09-2008).

[IPL, 2008] Instituto Politécnico de Lisboa (2008). URL: <http://www.ipl.pt/> (acedido a 15-09-2008).

[ISEL, 2007] Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (2007), *Regulamento geral dos ciclos de estudos conducentes ao grau de mestre*.

[ISEL, 2008] Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (2007). URL: <http://www.isel.pt/> (acedido a 15-09-2008).

[ISO, 2003] International Organization for Standards (2003), *ISO/IEC 9075(1-4,9-11,13,14):2003: Structured Query Language*.

[ISO, 2007] International Organization for Standards (2007), *ISO 639-3:2007: Codes for the representation of names of languages -- Part 3: Alpha-3 code for comprehensive coverage of languages*.

[ISO, 2008] International Organization for Standards (2008), *ISO 3166 Maintenance agency (ISO 3166/MA) - ISO's focal point for country codes*.

[Lacy, 2005] Lacy, L.W. (2005), *OWL: Representing Information Using the Web Ontology Language*.

[Lesnard, 2005] Lesnard, L (2005), *Social Change, Daily Life, and the Internet*, Chimera Working Paper, 2005-07. Colchester: University of Essex.

[Markoff, 2006] Markoff, J. (2006), *Entrepreneurs See a Web Guided by Common Sense*. URL: <http://www.nytimes.com/2006/11/12/business/12web.html?pagewanted=1&ei=5088&en=254d697964cedc62&ex=1320987600> (acedido a 15-09-2008).

[McAfee, 2004], McAfee T. (2004), *UpperCamelCase Definition*. URL: [http://searchsoa.techtarget.com/sDefinition/0,,sid26\\_gci824363,00.html](http://searchsoa.techtarget.com/sDefinition/0,,sid26_gci824363,00.html) (acedido a 15-09-2008).

[Ministros da Educação Europeus, 1998] Ministros da Educação Europeus (1998), *Declaração de Sorbonne*.

[Ministros da Educação Europeus, 1999] Ministros da Educação Europeus (1999), *Declaração de Bolonha*.

[Ministros da Educação Europeus, 2001] Ministros da Educação Europeus (2001), *Comunicado de Praga*.

[Ministros da Educação Europeus, 2003] Ministros da Educação Europeus (2003), *Comunicado de Berlim*.

[Ministros da Educação Europeus, 2005] Ministros da Educação Europeus (2005), *Comunicado de Bergen*.

[Ministros da Educação Europeus, 2007] Ministros da Educação Europeus (2007), *Comunicado de Londres*.

[Müller et al., 2003] Müller, J., Polansky, D., Novak, P., Foltin, C. e Polivaev. D. (2003), *FreeMind - free mind mapping software*. URL: <http://freemind.sourceforge.net/> (acedido a 15-09-2008).

[Mylonas et al., 2006] Mylonas, Ph., Vallet, D., Fernández, M., Castells, P., Avrithis, Y. (2006), *Ontology-based Personalization for Multimedia Content*.

[Nemirovskij et al., 2007] Nemirovskij G., Egnér M.T., Heuel E., *SWAPS: Semantic Web Approach for Personalisation of Study*, icalt, pp.711-712, Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), 2007.

[Noy et al., 2001] Noy, N. F. e McGuinness, D. L. (2001), *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford University, Stanford. URL: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology101/ontology101-noy-mcguinness.html> (acedido a 15-09-2008).

[Nunes, 2004] Nunes, S. (2004), *Alternativas para a Interoperabilidade entre Sistemas de Informação Universitários*.

[O'Reilly, 2005], O'Reilly T. (2005), *What Is Web 2.0*. URL: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html> (acedido a 15-09-2008).

[PHP, 2008] PHP (2008). URL: <http://www.php.net/> (acedido a 15-09-2008).

[Portaria n.º 401/2007] Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (2007), *Portaria n.º 401/2007*, publicado na 1ª Série do Diário da República n.º 68, de 5 de Abril.

[Roussos et al., 2005] Roussos Y, Stavrakas Y., Pavlaki V. (2005) *Towards a Context-Aware Relational Model*.

[Shadbolt et al., 2006] Shadbolt N., Berners-Lee T., Hall W. (2006), *The Semantic Web Revisited*, IEEE Intelligent Systems 21(3) pp. 96-101, May/June 2006.

[Sun Microsystems, 2008] Sun Microsystems (2008), *MySQL*. URL: <http://www.mysql.com/> (accedido a 15-09-2008).

[Swartout et al., 1999] Swartout, W., Tate, A. (1999), *Ontologies*. In IEEE Intelligent Systems and their applications, volume VI 14, n 1. IEEE.

[UPM, 2008] Universidad Politécnica de Madrid (2008), *Plan de Estudios - Ingeniero en Informática*. URL: [http://www.upm.es/estudios/oficiales/titulaciones/plan\\_estudio/finform\\_96.pdf](http://www.upm.es/estudios/oficiales/titulaciones/plan_estudio/finform_96.pdf) (accedido a 15-09-2008).

[W3C, 2004] World Wide Web Consortium (2004), *RDF/XML Syntax Specification (Revised)*. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/> (accedido a 15-09-2008).

[W3C, 2004-2] World Wide Web Consortium (2004), *RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema*. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/> (accedido a 15-09-2008).

[W3C, 2006] World Wide Web Consortium (2006), *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition)*. URL: <http://www.w3.org/TR/REC-xml/> (accedido a 15-09-2008).

[W3C, 2006-2] World Wide Web Consortium (2006), *Notation 3 - readable language for data on the Web*. URL: <http://www.w3.org/DesignIssues/Notation3.html> (accedido a 15-09-2008).

[W3C, 2008] World Wide Web Consortium (2008), *SPARQL Query Language for RDF*. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (accedido a 15-09-2008).