

# Propostas de Tese para o Mestrado em Engenharia Informática (MEI)

Grupo de Processamento de Linguagens  
DI/CAgoritmi  
Universidade do Minho

(Pedro Rangel Henriques)  
ano lectivo 18/19

## 1 OntoDL+, um compilador para multiprocessar Ontologias

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Cristiana Araújo*

*Área: ontologias; DSL; compiladores; análise semântica; geração de código*

### Resumo:

No âmbito do nosso grupo de Processamento de Linguagens e do Conhecimento temos vindo a usar ontologias em muitos domínios onde queremos usar soluções informáticas para resolver problemas. Neste contexto criámos há 2 anos uma linguagem de domínio específico (DSL), designada por OntoDL, para permitir definir as partes essenciais de uma ontologia (os Conceitos, os Indivíduos, as Relações e os Triplos) de forma muito leve e fácil. A OntoDL já foi usada em projetos muito diversos por peritos em áreas diversas. O Compilador então desenvolvido para a OntoDL tem funcionando muito bem, quer a nível da validação semântica que preconiza aos textos de entrada que lhe são dados para analisar, como também pelo código DOT (para desenhar o grafo subjacente) e o texto OWL (para fazer o upload da ontologia para outras ferramentas tradicionais como o Protege) que gera.

Nesta proposta de tese pretende-se levar a bom termo uma extensão bastante necessária quer à Linguagem, quer ao respetivo compilador. Para concretizar a pretendida Extensão à linguagem, a que chamaremos OntoDL+, e ao compilador passa por: a) alterar a sintaxe para permitir instanciar atributos ao declarar os indivíduos; b) alterar a sintaxe para permitir compactar a escrita dos triplos pondo em evidência o Sujeito de cada um; c) adaptar todo o validador de contexto de modo a garantir a correção semântica de qualquer especificação em OntoDL+; d) gerar RDF-Schema (formato também XML para que se possam usar a ontologia descrita em outra família de ferramentas como por exemplo GraphDB); e) gerar Prolog de uma forma sistemática criando um conjunto de factos que descreve a mesma ontologia e um conjunto de regras para validar dinamicamente a ontologia, inferir novos triplos e explorar o conhecimento nela encerrado. Por fim, gostaríamos que fosse concebida e implementada uma interface para desenvolvimento (tipo um IDE).

## 2 CnE-Ar: Ensino do Pensamento Computacional a Adultos em Reconversão

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Cristiana Araújo*

*Área: Ferramentas pedagógicas para apoio ao ensino; ontologias; recursos de aprendizagem*

### Resumo:

No âmbito do nosso grupo de Processamento de Linguagens e do Conhecimento temos vindo a trabalhar intensamente num projeto que se chama Computação na Escola (CnE) e cujo grande objetivo é propor como ensinar desde muito cedo crianças e jovens a terem um Pensamento Computacional que os habilite mais tarde a resolver tarefas de resolução de problemas por computador (ou seja de Programação) com maior facilidade e eficácia. É um projeto complexo, mas

de absoluta atualidade e aliciente por tudo o que envolve e pelo impacto que irá ter na construção do Cidadão do Sec. XXI.

Nesta proposta de tese pretende-se adaptar essas ideias a uma realidade diferente: o ensino de adultos em processo de reconversão profissional para a área da Informática processo esse que envolve aprenderem a programar. Assim o candidato a este tema tem que investigar o que é que tem de ser adaptado em termos de características de recursos de ensino/aprendizagem quando se quer ensinar Pensamento Computacional em programas de reconversão de adultos em vez do ensino normal. Para levar o projeto a om porto, será preciso fazer um estudo teórico de base que comece por caraterizar em profundidade o processo de aprendizagem profissional de um adulto face ao de uma criança; depois deverão ser criados artefactos apropriados como prova de conceito; devendo por fim conduzir-se experimentos que consolidem as propostas.

### 3 Adequa, uma plataforma para adequar Jogos a Alunos

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Cristiana Araújo*

*Área: Ferramentas pedagógicas para apoio ao ensino; ontologias; recursos de aprendizagem*

#### Resumo:

No âmbito do nosso grupo de Processamento de Linguagens e do Conhecimento temos vindo a trabalhar intensamente num projeto que se chama Computação na Escola (CnE) e cujo grande objetivo é propor como ensinar desde muito cedo crianças e jovens a terem um Pensamento Computacional que os habilite mais tarde a resolver tarefas de resolução de problemas por computador (ou seja de Programação) com maior facilidade e eficácia. Recentemente e à medida que a aprendizagem através de jogos ('game-based learning') está em voga e é mais aplicada, tem-se vindo a notar que nem todos os jogos, usados em ambiente escolar como recursos de aprendizagem (LR), são adequados a todos os tipos de crianças, podendo até ser nefastos se mal usados.

Nesta proposta de tema de tese, pretendemos desenvolver uma plataforma que permita ir registando jogos (genericamente falando, recurso de aprendizagem (LR)) com suas características funcionais e registar alunos, com seu perfil psicológico e ir anotando a reação do aluno ao LR em causa (sua atenção, motivação, resultados, etc.) com a ideia de ir construindo um modelo de raciocínio que nos permita mais tarde (com o acumular de experiências) saber se um dado jogo (ou recurso de aprendizagem) é apropriado para determinado estudante face ao seu perfil. Numa primeira etape pretende-se analisar a classificação dos jogos, usada por Nelson Zagalo, e sistematizá-la numa ontologia que suporte parcialmente a dita plataforma. Este projeto exige o contacto com psicólogos para caraterizar perfis lúdicos de crianças e, se bem realizado, promete um impacto grande nesta área da CnE e do treino do Pensamento Computacional.

### 4 Construção de um Jogo com Realidade Aumentada para ensino do CP

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Lázaro Lima*

*Área: Realidade Aumentada; Ferramentas pedagógicas para apoio ao ensino; recursos de aprendizagem*

#### Resumo:

No âmbito do nosso grupo de Processamento de Linguagens e do Conhecimento temos vindo a trabalhar intensamente num projeto que se chama Computação na Escola (CnE) e cujo grande objetivo é propor como ensinar desde muito cedo crianças e jovens a terem um Pensamento Computacional (CP) que os habilite mais tarde a resolver tarefas de resolução de problemas por computador (ou seja de Programação) com maior facilidade e eficácia.

Neste contexto, queremos usar Jogos de Realidade Aumentada (RA) como recurso educacional (RE) no treino do CP, com vista a aumentar a motivação e entusiasmo dos alunos.

Nesta proposta de trabalho de mestrado pretende-se definir com o candidato um pequeno jogo (simples) com RA, o qual deverá ser implementado usando tecnologias atuais com por exemplo WebXR + Three.js + AR.js. Uma vez desenvolvido o artefacto em causa, deve ser concebido e realizado um ensaio que prove a utilidade desse RE.

## 5 Construção de um Artefacto com Realidade Aumentada para lidar com fobias

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Lázaro Lima*

*Área: Realidade Aumentada; Ferramentas para apoio ao tratamento de fobias*

### Resumo:

No âmbito do tratamento psicológico de fobias por exposição é relevante a existência de dispositivos virtuais que possam contribuir para a fixação desse medo através dum pseudo-contacto.

Neste contexto, queremos usar Artefactos de Realidade Aumentada (RA) como recurso para auxiliar o tratamento dessas fobias.

Assim nesta proposta de trabalho de mestrado pretende-se definir com o candidato um pequeno sistemas com RA, o qual deverá ser implementado usando tecnologias atuais a pesquisar. Uma vez desenvolvido o artefacto em causa, deve ser concebido e realizado um ensaio que prove a sua utilidade.

## 6 Visual and interactive system for ontology matching

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Alda Lopes Gançarski*

*Área: Ontologias, ferramentas web visuais*

### Resumo:

Ontology matching is an important functionality in many applications for relating information from heterogeneous sources into a common model that can be queried and reasoned upon. It is for example the case of the Semantic Web initiative.

On an abstract level, ontology matching is the task of finding correspondences between ontologies. Correspondences express relationships supposed to hold between entities in ontologies, for instance, that a SubjectArea in one ontology is the same as a Topic in another one or that Regular author in an ontology is a subclass of Author in another one. In this example, the first correspondence expresses an equivalence, while the other one is a subsumption correspondence. In a further step, one may generate query expressions that automatically translate instances of these ontologies under an integrated ontology.

There are many automatic approaches for automatically generating matches between Ontologies [1]. However, these techniques are far from perfect and, when the use case requires an accurate matching, humans must be involved in the process, which is difficult when leading with big and complex ontologies. Several works proposed methods and tools to help users in the ontology matching process, using visual and interactive techniques that still suffering from many drawbacks [2].

The purpose of the thesis is to propose a new efficient visual and interactive system that helps users to find matching correspondences between ontologies, overcoming existing tools drawbacks.

[1] Ontology matching: A literature review. Lorena Otero-Cerdeira, Francisco J. Rodríguez-Martínez, Alma Gómez-Rodríguez. *Expert Systems with Applications* 42, 949-971, 2015.

[2] Interactive Techniques to Support Ontology Matching. Sean M. Falconer and Natalya F. Noy. *Schema Matching and Mapping, Data-Centric Systems and Applications*, Chapter 2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

## 7 Quality of Context Analysis for Uncertainty Handling

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Leandro Freitas*

*Área: Incerteza em ambientes inteligentes sensíveis ao contexto*

### Resumo:

Motivation: definition of metrics for the quality of information used in context-aware systems and development of a tool to analyse them, aiming to minimize uncertain or ambiguous contexts.

Objectives: - Analysis of different levels of quality of data in intelligent environment; - Definition of metrics to classify the data; - Description of the methodology used to create the metrics of classification; - Development of a tool to

validate the metrics, considering the uncertainty of contexts.

Description: Quality of Context (QoC) refers to any information about the quality or reliability of data that will be used by the context-aware system. This includes the level of accuracy and the completeness of how the data describes an entity of the real world, at the time it was detected. The definition of the parameters for the quality depends on the domain. One good approach is the assignments of weights for the attributes, using them as metrics to measure the level of completeness of the information. The minimization or complete elimination of uncertainty context can be achieved through the identification of context patterns that originate the uncertainty. For this, it is necessary to identify ambiguous, inconsistent and contradictory context data and compare them to real world statements.

## 8 Autonomous Actuation on Intelligent Environments

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Leandro Freitas*

*Área: Incerteza em ambientes inteligentes sensíveis ao contexto*

### Resumo:

Motivation: development of means of ensuring transparent actuation of context-aware systems through the analysis of different sources of data.

Objectives: - Description of how autonomous actuation affects the development of context-aware systems (positively and negatively); - Development of a framework to process data from different methods of input, considering the transparent interaction between users and the environment; - Validation of the framework, highlighting how it can improve intelligent environments and how it can increase the level of accuracy of context information.

Description: many researches about autonomous systems for intelligent environments are being conducted nowadays. Considering context-aware systems this means, among other aspects, that the input data should be acquired automatically. Systems for intelligent environments frequently face incomplete or ambiguous information. This leads to bad representations of contexts and, consequently, a wrong execution of services. One alternative to this scenario is to decrease the level of transparency of the system by allowing it to request explicit input data. This could improve the accuracy of the context data and, consequently, improve the orchestration of services.

## 9 Python-Tutor na Compreensão de Programas

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Maria João Varanda Pereira*

*Área: animação de programas, compreensão de programas*

### Resumo:

Neste projeto de extrema necessidade prática, pretende-se, a partir da ferramenta Web para animação de programas Python-Tutor (<http://pythontutor.com/>), fazer um levantamento de ferramentas atuais desenvolvidas no âmbito da Compreensão de Programas (CP) que tipicamente aparece associada à manutenção de SW.

Após esse levantamento do estado da arte, o candidato a este projeto de mestrado deve explorar a fundo o Python-Tutor (que já tem variantes para animação de programas Java, Javascript, C, C++ e Ruby) de modo a perceber como será possível adicionar à ferramenta outros artefactos importantes para a CP como sejam o Grafo de Fluxo de Controle (CFG), o Grafo de Fluxo de Dados (DAG), o Grafo de Chamada de Funções (FCG) ou o System Control Graph (SCG). Uma outra tarefa adicional, de grande importância, é adicionar à ferramenta um módulo de auto-avaliação que dado um programa permita avaliar se está correto e produz as soluções esperadas.

## 10 Gramáticas de Atributos no ensino da Linguística

*Supervisor: Pedro Rangel Henriques + Maria João Varanda Pereira*

*Área: gramáticas de atributos, ferramentas de apoio ao ensino, linguística computacional*

### Resumo:

O que se pretende defender nesta tese é que as técnicas de especificação formal de linguagens de programação podem contribuir para o desenvolvimento de uma aplicação de software que testa fenómenos linguísticos.

A ideia é criar uma linguagem de domínio específico que permita, por um lado, a especificação de regras de linguística de forma intuitiva e, por outro lado, desenvolver o processador dessa nova linguagem para verificação da correcção sintática e semântica das frases inseridas pelo utilizador.

A especificação das regras constitui por si só uma tarefa de carácter didáctico e depois a verificação automática de frases é também interessante sob o ponto de vista dos linguistas.

## 11 Deep learning utilizando GPU's e Supercomputadores

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*

*Área: supercomputação, deeplearning*

### Resumo:

Nos últimos anos tem-se vindo a assistir a grandes avanços nos modelos de inteligência artificial em especial no Machine Learning e Deep Learning para modelos de simulação (indústria 4.0), processamento de imagens (nomeadamente de satélite), tratamento e reconhecimento de áudio/voz e em várias aplicações e áreas que exigem qualquer tipo de modelo de previsão.

Estes desafios exigem cada vez maior capacidade de computação para lidar com grandes volumes de dados, heterogeneidade e complexidade que estão na base deste tipo de modelo.

Dentro do deep learning, a plataforma Tensor Flow tem-se vindo a afirmar como a referência de facto. Treinar um modelo de Tensor Flow corresponde a um elevado esforço computacional, verificando-se que o custo de utilizar as Clouds públicas é frequentemente muito elevado podendo rapidamente tornar-se proibitivo.

A utilização otimizada de supercomputadores apresenta-se como uma das formas de baixar o custo de treino de redes de deep learning face às Clouds públicas e soluções 'on prem', utilizando MPI como uma das formas mais eficientes de treinar modelos de Deep Learning. Neste contexto, este projeto tem por objetivo verificar a capacidade do Supercomputador Bob para este tipo de problemas. Verificando-se que Tensor Flow corre preferencialmente em GPUs NVIDIA interessa verificar qual o desempenho do Bob—que utilizar co-processadores Intel Xeon Phi—neste tipo de processo. Importa avaliar em particular o desempenho do Horovod como ferramenta para conseguir paralelismo de processamento para treino de redes neuronais num supercomputador.

Neste contexto, propõe-se a exploração de soluções tendo por base Tensor Flow, mas que tirem também partido de novas formas de processamento distribuído:

Exploração de uma plataforma de processamento distribuído de modelos de inteligência artificial (Deep Learning) sobre a framework Tensor Flow Estudo, instalação e configuração da plataforma MPI (Message Passing Interface) para processamento em HPCs Estudo, instalação e configuração da solução open-source Horovod da Uber Identificação de um user-case de negócio para aplicação na arquitetura montada Comparação de performance com uma solução de cloud pública.

Exploração de uma plataforma de processamento distribuído de suporte a treino de modelos de inteligência artificial Deep Learning com base na abstração das especificidades da framework Tensor Flow Estudo, instalação e configuração da plataforma open-source Ludwig da Uber Implementação de um user-case de negócio para aplicação de modelos como CNN (convolutional neural network), RNN (recurrent neural network) ou outros. Ex: análise do potencial de instalação residencial fotovoltaico com base em imagens.

## 12 Otimização de performance de parques eólicos

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*

*Área: supercomputação, produção de energia, otimização*

### Resumo:

Nas últimas décadas, a instalação de parques eólicos tem tido um aumento significativo a nível nacional e internacional, mantendo-se a expectativa de crescimento acentuado. Até agora, a otimização da produção de energia eólica tem-se focado essencialmente ao nível de conceção da turbina e sua operação de forma isolada. No entanto, existe um espaço significativo de otimização de produção de energia através da otimização do parque eólico como um todo (conjunto de turbinas e operar em simultâneo num mesmo sistema), o que muitas vezes não se traduz em situações em que

cada turbina opere no máximo do seu potencial. O desafio proposto neste projeto é avaliar diversas metodologias de operação de turbinas eólicas utilizando algoritmos avançados de CFD, a fim de maximizar a produção total de parques eólicos. O projeto será realizado em colaboração com a EDP Inovação, a qual irá fornecer os dados necessários ao desenvolvimento do projeto.

## 13 Otimização multivariável de configurações de parques eólicos offshore utilizando supercomputação

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*  
*Área: supercomputação, produção de energia, otimização*

### Resumo:

Os layouts de parques eólicos offshore são tipicamente projetados para reduzir o efeito de onda entre as turbinas eólicas. Isso permite melhorar o rendimento energético do vento, mas não necessariamente o custo total do parque eólico. O layout ideal, que maximiza o retorno sobre o investimento, depende da consideração de outros aspetos, como cabelagem multi array, execução da operação e manutenção, e a redundância de conexão à rede. O objetivo deste projeto consiste em desenvolver uma metodologia, acelerado por técnicas de supercomputação, para otimizar o layout de parques eólico offshore para maximizar o retorno sobre o investimento, considerando uma abordagem de otimização multivariável. O projeto será realizado em colaboração com a EDP Inovação, a qual irá fornecer os dados necessários ao desenvolvimento do projeto.

## 14 Phantom AR

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*  
*Área: jogos para a saúde*

### Resumo:

#### Context

This is a project in collaboration with the Christian Doppler Laboratory for Restoration of Extremity Function and Rehabilitation of the Medical University of Vienna (MedUni Vienna). Students are expected to stay at least 3 months of the project developing research tasks at MedUni Vienna, supported by a travelling and stay research grant. Description

Our goal is to create an innovative assistive therapy based on a mixed reality approach to help arm amputees suffering from phantom limb pain (PLP). PLP is a restrictive condition during which patients perceive pain in their non-existent limb, which incapacitates them from performing daily activities. Mirror Therapy uses a mirror placed between the patients healthy and amputated hand. The reflection of the healthy hand creates the illusion of a healthy limb on the amputated side, which has proven to alleviate PLP. However, the patient is limited to only unilateral movement which moreover, takes place in a seated position. We aim to develop a novel, clinically effective rehabilitation tool counteracting shortcomings of conventional therapy and exploit the unique capabilities of the MagicLeapOne/Microsoft Hololens to liberate patients from their restrictive position at the table, to enable them to freely explore their environment, to perform bi-manual tasks by augmenting their stump with a virtual arm which is completely independent of the movements of their sound limb, to interact with virtual objects, and to integrate their rehabilitation therapy into a playful and stimulating setting.

## 15 MyoBeatz 2

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*  
*Área: jogos para a saúde*

### Resumo:

#### Context

This is a project in collaboration with the Christian Doppler Laboratory for Restoration of Extremity Function and Rehabilitation of the Medical University of Vienna (MedUni Vienna). Students are expected to stay at least 3

months of the project developing research tasks at MedUni Vienna, supported by a travelling and stay research grant.  
Description

Myoelectric prostheses for upper limb amputees are technologically very sophisticated, however the efficient control of them is actually a huge demand on the cognitive capacities of the patients. Many signal training sessions under the observation of physiotherapists is needed to proficiently learn to control a prosthesis. Therefore, it comes as no surprise that the rejection rate of the device is actually very high, as patients motivation to follow rehabilitation training declines over time and thereby the full prosthetic potential cannot be realized. To address this training problem, we created MyoBeatz, an award-winning music-based rhythm game for neuromuscular prosthesis training now used in clinical therapy. The system consists of a myoelectric sensor armband in combination with an android-based rehabilitation game. It has already been shown that a virtual environment is advantageous to motivate patients for learning and training in medical applications. The game is played by using exactly the same input signals as used in prosthetic control. The signals are transferred wirelessly over Bluetooth to the Unity game embedded in an Android application. The aim of the game is to hit the game elements, using the activation of the myoelectric signals, according to the beat of a song. The user performance is measured and the game responds with visual biofeedback. A trailer of MyoBeatz can be found here: <https://www.youtube.com/watch?v=QtGeIb03RqQ> After developing MyoBeatz, and receiving an overwhelming feedback by the patients, we want to develop another game app, in which we incorporate everything we have learnt from the first development, and add some more functionalities so that a more diverse patient group can be addressed. Music-based games have been choose for MyoBeatz, and now we want to explore other game genres, which may includes the gyroscope function of the Myo Armband.

## 16 HandVR

*Supervisor: Nuno Rodrigues (IPCA) + Pedro Rangel Henriques*

*Área: jogos para a saúde*

Resumo:

Context

This is a project in collaboration with the Christian Doppler Laboratory for Restoration of Extremity Function and Rehabilitation of the Medical University of Vienna (MedUni Vienna). Students are expected to stay at least 3 months of the project developing research tasks at MedUni Vienna, supported by a travelling and stay research grant.

Description

motivate them to practice independently. In addition, it should be possible to record the progress and compliance of a patient qualitatively and quantitatively over time with as little effort as possible. Modern Virtual Reality Systems could close this supply gap. The aim is to achieve an optimized hand rehabilitation with potentially faster reintegration into the profession. The increase of the patient's compliance and the associated effect of more frequent use should be achieved through the conception of the VR application, which makes all exercises interesting for the patient as playful experiences. For such a playful approach, clear advantages over conventional rehabilitation offers have already been shown in other areas. While computer-assisted rehabilitation has already been successful in other areas, such an application for hand surgery patients does not yet exist. We aim to improve rehabilitation through virtual applications for hand injuries for rapid reintegration into working life. We already have a working prototype for the VR scenes, but the following aspect need improvement:

- + Increase the motivation of patients to practice independently
- + Increase the number of exercise units performed
- + Documentation of patient evolution
- + Collection of comparative data from healthy volunteers of different ages and patients with various hand injuries to form a reference database
- + Investigation of an age effect