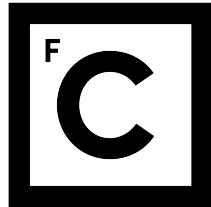


UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Ciências
ULisboa

TUTOR INTELIGENTE NO APOIO AO ENSINO A DISTÂNCIA

Luís Filipe Lemos das Neves

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Engenharia de Software

Trabalho de projeto orientado por:
Prof. Doutora Ana Paula Boler Cláudio
e co-orientado pelo Prof. Doutor João Carlos Balsa da Silva

2019

Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio durante estes anos difíceis e por me incentivarem a seguir os meus objetivos. Gostaria de ajudar em especial ao meu irmão por todo o apoio nestes anos.

Agradeço aos meus orientadores a Professora Doutora Ana Paula Boler Cláudio e o Professor Doutor João Carlos Balsa da Silva por me darem a oportunidade de participar neste projeto, e pelo apoio que me foi dado durante o desenvolvimento deste projeto.

Gostaria também de agradecer aos alunos que trabalharam previamente neste projeto, a Catarina Alves e o Ricardo Costa, que me ajudaram na compreensão do projeto previamente desenvolvido e facilitaram o meu envolvimento no projeto.

Aos meus colegas de laboratório gostaria de agradecer as trocas de ideias realizadas e os momentos de descontração. Gostaria de agradecer especialmente ao Pedro Alves pela ajuda com o projeto e à Catarina Cavique pelo fornecimento do Modelo 2D feminino para serem realizados os testes com utilizadores.

Por fim gostaria de agradecer a todos os voluntários que realizaram os testes aos modelos da aplicação de forma a obter uma ideia das preferências do público geral. Obrigado pelo tempo dispensado, contribuíram com informação valiosa para o desenvolvimento da aplicação.

Este trabalho recebeu o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia através do financiamento do projeto TUTORIA VIRTUAL - o tutor virtual artefacto mediador da aprendizagem no ensino superior online (referência PTDC/IVC-PEC/3963/2014).

Resumo

O ensino a distância cria oportunidades de estudo para pessoas que estão impossibilitadas de acompanhar um curso baseado em ensino presencial. As plataformas de e-learning permitem o funcionamento completo destes cursos, desde a apresentação das matérias até à avaliação do aluno.

Porém, esta abordagem cria alguns problemas como a falta de contacto pessoal entre alunos e professor, o que com frequência causa no aluno uma sensação de falta de acompanhamento que o pode desmotivar e levar a desistir de uma disciplina ou até mesmo do curso.

Esta tese foi desenvolvida no contexto do projeto "Tutoria Virtual" cujo principal objetivo foi incorporar um tutor virtual na plataforma Moodle da Universidade Aberta, e dá continuidade a duas teses realizadas no ano letivo anterior.

A partir da solução já implementada, procedeu-se ao desenvolvimento de um sistema de resposta a perguntas baseado numa ontologia, uma funcionalidade que enriquece o comportamento do tutor virtual. Adicionalmente, realizou-se um questionário com utilizadores em que se compararam os modelos 3D usados com modelos 2D mais simples, tipo cartoon. O objetivo deste questionário foi perceber se, tendencialmente, os utilizadores valorizam o realismo do modelo do avatar neste tipo de contexto educativo.

Palavras-chave: Educação, ensino a distância, Moodle, sistemas de resposta a perguntas, Tutoria Virtual, Universidade Aberta

Abstract

Distance learning creates study opportunities for people who are unable to follow a course based on face-to-face teaching. The e-learning platforms allow the complete functioning of these courses, from the presentation of the subjects to the student's evaluation.

However, this approach creates problems such as a lack of personal contact between students and teacher, which often causes the student to feel a lack of help from the teacher that may demotivate him or her and may drop out of a subject or even the course.

This thesis was developed in the context of the "Tutoria Virtual" project whose main objective was to incorporate a virtual tutor in the Universidade Aberta Moodle platform, and it continues two theses made in the previous school year.

From the solution already implemented, an ontology based question answering system was developed, a feature that enriches the behaviour of the virtual tutor. In addition, a user questionnaire was conducted comparing the 3D models, used in the application, with the simpler 2D cartoon type models. The purpose of this questionnaire was to understand if users tend to value the avatar model realism in this kind of educational context.

Keywords: Education, distance learning, Moodle, Question-Answering Systems, Tutoria Virtual, Universidade Aberta

Conteúdo

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Contribuições	2
1.4 Estrutura do documento	3
2 Conceitos e Trabalho relacionado	5
2.1 Conceitos	5
2.1.1 Ontologia	5
2.1.2 OWL (Web Ontology Language)	5
2.1.3 RDF (Resource Description Framework)	6
2.1.4 SPARQL	6
2.2 Trabalho Relacionado	7
2.2.1 Sistemas de resposta a pergunta	7
2.2.2 Utilização de Ontologias nos sistemas de resposta a perguntas	8
2.2.3 Avatares no apoio ao ensino	9
2.2.4 Tutores Virtuais no ensino	9
2.2.5 Importância do tutor virtual na aprendizagem a distância	11
2.2.6 Trabalho realizado anteriormente no projeto	12
2.3 Conclusão	16
3 Módulo de Resposta a Perguntas	19
3.1 Arquitetura do sistema	19
3.2 Ferramentas utilizadas	21
3.3 Módulo de resposta a perguntas	22
3.4 Comparação de serviços na web	23
3.5 Serviço de resposta a perguntas local	31
3.6 Criação de perguntas e respostas automaticamente através de uma ontologia	32

3.7	Sistema de resposta a pergunta usando a ontologia	35
3.8	Resultados finais	41
4	Interface do Tutor Virtual	45
4.1	Interface da funcionalidade de resposta a perguntas	45
4.2	Questionário: Tutor Virtual 3D vs 2D	46
4.2.1	Modelos 3D do Tutor Virtual	46
4.2.2	Modelos 2D do Tutor Virtual	48
4.2.3	Questionário com utilizadores	49
4.2.4	Estrutura do inquérito	49
4.2.5	Análise de resultados	49
5	Conclusão e Trabalho futuro	63
5.1	Trabalho realizado	63
5.2	Conclusão	64
5.3	Principais dificuldades	64
5.4	Trabalho Futuro	65
	Bibliografia	67
A	Integração com novo BackOffice	71
B	Questionário a utilizadores	73

Lista de Figuras

2.1	Exemplo de interrogação SPARQL	7
2.2	Interface do Tutor Virtual	14
2.3	Fluxo de comunicação no <i>WebManager</i> , Ricardo Costa [8]	15
2.4	<i>BackOffice</i> do Tutor Virtual	16
3.1	Arquitetura do sistema inicial	19
3.2	Arquitetura do sistema atual	20
3.3	Criação da interrogação	21
3.4	Obtenção da resposta	21
3.5	Exemplos do Watson	24
3.6	Fórmula da distância de Damerau-Levenshtein	32
3.7	interrogação SPARQL que obtém todas a informação da ontologia sobre livros	33
3.8	Resultado da SPARQL apresentada na Figura 3.7	33
3.9	Exemplo de uma interrogação SPARQL realizado à ontologia	33
3.10	Exemplo de perguntas criadas automaticamente	34
3.11	Exemplo de perguntas	35
3.12	Informação de uma frase obtida através do <i>parser</i> do NLX	36
3.13	Grafo da frase "Qual é o código da UC de Análise Formal de Redes Sociais" através do <i>parser</i> do NLX	36
3.14	Árvore criada utilizando o <i>tagset</i> do NLX	37
3.15	Árvore quando a frase não tem verso	37
3.16	Árvore criada utilizando o <i>tagset</i> da USD (Universal Stanford Dependencies)	38
3.17	Interrogação básica seguindo uma padrão standard	39
3.18	Interrogação para perguntas onde se pretende uma definição	40
3.19	Interrogação para perguntas que contém valores numéricos	40
3.20	Interrogação para obtenção de datas	41
3.21	Interrogação básica com filtro de mês	41
3.22	Interrogação básica com filtro de mês e palavra "UC"	42
3.23	Resultados das perguntas testadas com o método de resposta a perguntas utilizando ontologias	42

3.24	Resultados das perguntas testadas com o método de resposta a perguntas local	43
4.1	Bloco do Tutor Virtual na funcionalidade de resposta a perguntas	45
4.2	Bloco do Tutor Virtual na funcionalidade de resposta a perguntas, com resposta apresentada	46
4.4	Projeção em perspectiva	47
4.5	Projeção ortogonal	48
4.7	Gráfico da faixa etária dos inquiridos	50
4.8	Gráfico sobre se os inquiridos já realizaram um MOOC	50
4.9	Gráfico sobre a utilização de "chat bots"	51
4.10	Gráfico sobre a utilização de assistentes virtuais	51
4.11	Respostas dos inquiridos sobre a utilização de assistentes virtuais	52
4.12	Modelos 3D masculinos	53
4.13	Modelos 2D masculinos	53
4.14	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 3D masculino	54
4.15	Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 3D masculino	54
4.16	Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 2D masculino	54
4.17	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 2D masculino	55
4.18	Gráfico sobre a adequação do modelo 3D do João no contexto da aplicação	55
4.19	Gráfico sobre a adequação do modelo 2D do Gareth no contexto da aplicação	56
4.20	Modelos femininos com expressão neutra	56
4.21	Modelos femininos com expressão contente	57
4.22	Modelos femininos com expressão contente muito alta	57
4.23	Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 2D feminino	58
4.24	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva do modelo 2D feminino	58
4.25	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 2D feminino	58
4.26	Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 3D feminino	59
4.27	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva do modelo 3D feminino	59
4.28	Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 3D feminino	60
4.29	Gráfico sobre a adequação do modelo 3D da Maria no contexto da aplicação	60
4.30	Gráfico sobre a adequação do modelo 2D da Noa no contexto da aplicação	60
4.31	Gráfico sobre a adequação dos modelos 3D no ensino a distância em comparação com os 2D	61
A.1	BackOffice no Moodle	71

Lista de Tabelas

3.1	Comparação da facilidade de utilização dos serviços	28
3.2	Comparação da utilização dos serviços com o Unity3D	29
3.3	Comparação das funcionalidades dos serviços	30
3.4	Comparação da disponibilidade de informação sobre os serviços	30

Capítulo 1

Introdução

1.1 Motivação

A metodologia de ensino na Universidade Aberta (UAberta) é o ensino a distância. Esta abordagem torna difícil para muitos alunos conseguirem manter-se focados na realização de trabalhos e no estudo da matéria necessária para conseguirem completar o curso, sendo isto devido à má gestão do tempo, devido a serem trabalhadores-estudantes, ou à falta de um tutor presente presencialmente de forma a os acompanhar durante o percurso escolar. A falta de apoio presencial por parte dos docentes ocorre devido à metodologia existente ser a de aprendizagem a distância, onde existe pouco contacto com o docente criando um acompanhamento assíncrono.

A criação de um tutor virtual tem como principal objetivo mitigar este problema através da interação com o aluno, possuindo falas de motivação para quando este obtém resultados abaixo do esperado e falas de felicitação e continuação de bom trabalho quando este obtém bons resultados. Irá também apresentar ao aluno novas mensagens nos fóruns da Unidade Curricular e novos *posts* na página do Moodle, de forma a manter o aluno atualizado com as novidades, e possuir um sistema de resposta a perguntas onde o utilizador poderá escrever uma pergunta e esta será respondida pelo tutor virtual, conseguindo assim manter uma relação síncrona com o aluno tentando manter este motivado para a Unidade Curricular.

Este projeto foi desenvolvido no contexto do projeto PTDC/IVC-PEC/3963/2014 - TUTORIA VIRTUAL - o tutor virtual artefacto mediador da aprendizagem no ensino superior *online* - que envolve investigadores de três instituições: a Universidade Aberta de Lisboa, a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e o Instituto Superior Técnico de Lisboa.

1.2 Objectivos

O objetivo deste projeto é melhorar as funcionalidade do tutor virtual integrado na plataforma do Moodle da UAberta e vem dar continuidade a trabalho prévio desenvolvido por Catarina Alves [2] e Ricardo Costa [8]. A incorporação do tutor virtual na plataforma Moodle da Universidade Aberta tem como objetivo manter os alunos motivados e atualizados a cerca de todas as novidades, mostrando quais as novidades desde a última vez que entrou na página do Moodle de uma disciplina, indicando os prazos das tarefas que os alunos necessitam de realizar, motivando o aluno com falas motivadoras ou de chamada de atenção, em função da assiduidade e do aproveitamento do aluno na disciplina.

Esta tese foca-se principalmente no módulo de inteligência artificial, que é o suporte de um sistema de resposta a perguntas, que dará ao aluno a possibilidade de conseguir escrever perguntas às quais o tutor virtual irá responder, criando assim um lugar onde o aluno possa escrever as suas dúvidas a qualquer momento do dia e obter uma resposta imediata, não sendo necessário esperar que o docente veja a mensagem e responda. Este sistema foi baseado numa ontologia inicializada anteriormente por Salgueiro [19], onde existia informação do modelo pedagógica da Universidade Aberta [16] e foi complementada com a informação do curso de curso de Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web da Universidade Aberta [1].

A componentes gráfica manteve-se similar à já existente previamente, sendo apenas realizados alguns ajustes no módulo de resposta a perguntas de forma a existir uma caixa onde seja apresentada a resposta ao utilizador.

Adicionalmente foram realizados testes a utilizadores em que se comparam os modelos 3D usados com os modelos 2D.

1.3 Contribuições

Com o desenvolvimento desta tese a principal contribuição obtida foi o desenvolvimento de um módulo de resposta a perguntas que permite responder às perguntas do aluno, sobre um curso da Universidade Aberta. Foi ainda publicado um artigo científico que descreve o sistema de resposta a perguntas desenvolvido:

- João Balsa, Luís Neves, Maria Beatriz Carmo, Ana Paula Cláudio. Question & Answering interface to improve the students' experience in an e-learning course with a virtual tutor. *Technology & Innovation in Education* 2019

1.4 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

Conceitos e trabalho relacionado

Neste capítulo são apresentados todos os conceitos necessários para a boa compreensão deste relatório e todos os relatórios e trabalhos de investigação realizados que contribuíram para este projeto com ideias, sistemas pré-desenvolvidos entre outros. São também resumidos os relatórios realizados pelos dois estudantes que estiveram a trabalhar neste projeto previamente, realizando com isto uma introdução ao projeto em si.

Módulo de Respostas a Perguntas

Neste capítulo é descrito o protótipo desenvolvido durante o projeto, as ferramentas utilizadas, a arquitetura do sistema, as comunicações entre as ferramentas e a explicação de como foi desenvolvido o projeto e o porquê de terem sido tomadas as decisões relativas a algumas ferramentas promissoras para o trabalho.

Interface do tutor virtual

Neste capítulo são apresentadas as alterações realizadas na interface na aplicação, os testes realizados com diferentes tipos de perspectiva de câmara e os testes que foram realizados a utilizadores voluntários em relação ao aspeto gráfico do tutor virtual e a análise dos resultados destes.

Conclusões e trabalho futuro

Neste capítulo é apresentada uma conclusão do projeto, resumindo todo o trabalho realizado no projeto e o processo de desenvolvimento de uma forma geral. É também realizada uma descrição das tarefas que se encontravam propostas inicialmente e que foram realizadas com sucesso e as que não foi possível realizar, e como seria possível resolver este problema no futuro. Na secção de trabalho futuro são apresentadas as tarefas que ainda não foram realizadas ou não foram acabadas bem como sugestões para a realização destas.

Capítulo 2

Conceitos e Trabalho relacionado

Neste capítulo encontram-se descritos todos os conceitos principais mencionados neste trabalho e os relatórios, artigos e trabalhos de investigação de onde foram retiradas ideias, sistemas pré-desenvolvidos entre outros. Encontra-se também apresentados as teses de mestrado dos dois estudantes que estiveram a trabalhar no projeto previamente, um artigo realizado pela coordenação do projeto que descreve o objetivo do projeto e o porque da necessidade deste, e um artigo sobre ontologias realizado por uma antiga aluna do projeto.

2.1 Conceitos

2.1.1 Ontologia

Uma ontologia no contexto de informática, engloba a representação, o nome formal e a definição de uma categoria, propriedade e relação entre conceitos, informação e entidades, que existem num ou mais domínios de discurso. A ontologia permite limitar a complexidade e organizar informação em dados e conhecimento. Com a criação de diversas ontologias no mesmo domínio é possível melhorar a resolução de problemas dentro deste. Um bom exemplo disto é a tradução de artigos científicos, onde várias ontologias criadas por especialistas são utilizadas para realizar a tradução automática destes.

2.1.2 OWL (Web Ontology Language)

Web Ontology Language (OWL) é uma linguagem para a definição e instanciação de ontologias na Web e permite descrever classes e as suas respetivas propriedades e relacionamentos. Foi desenvolvida de forma a proporcionar uma forma de processamento de conteúdo semântico da informação na Web e com isto facilitar a forma de se expressar semanticamente que existia em outras linguagens com o RDF e XML, logo é uma evolução destas linguagens, utilizando componentes do RDF como por exemplo as classes e propriedades e adicionando primitivas de forma a enriquecer a expressividade necessária.

A linguagem OWL distingue também dois tipos de propriedades, as propriedades dos

objetos e as propriedades dos tipos de dados. As propriedades dos objetos correspondem às relações existentes entre indivíduos. As propriedades dos tipos de dados relacionam os indivíduos com um valor de um certo tipo de dados.

Como se trata de uma linguagem baseada em lógica computacional pode ser utilizada por programas de computador de forma a ser verificada a sua integridade e publicadas na Web na forma de ontologias.

2.1.3 RDF (Resource Description Framework)

Resource Description Framework (RDF) faz parte das especificações da W3C (World Wide Web Consortium). O RDF providencia um modelo de dados independente, sendo a sua estrutura básica um triplo entidade-atributo-valor. Os conceitos fundamentais do RDF são os recursos, as propriedades, as declarações e os gráficos.

Os recursos são um objeto a que pretendemos referir-nos e todos possuem um URI, sendo este um identificador único, de forma a se saber inequivocamente o que está a ser referido, e permitindo assim retribuir o objeto ou obter mais informação sobre este. As propriedades descrevem as relações entre recursos e são também identificadas por URIs. As declarações declaram as propriedades dos recursos sendo esta composta por um triplo entidade-atributo-valor que consiste de um recurso, uma propriedade e um valor, podendo o valor ser um recurso ou um literal como por exemplo um número ou uma data. Os grafos representam as declarações de forma gráfica, sendo representado o triplo criado e existindo a possibilidade de expandir este com a informação obtida através do objeto.

2.1.4 SPARQL

A linguagem semântica SPARQL permite extrair e facilmente aceder a conhecimento guardado em RDF e foi especialmente desenhada para a utilização em base de conhecimento que usam RDF. É uma linguagem com bastantes similaridades a linguagens de interrogações a bases de dados como o SQL.

Uma interrogação SPARQL só pode ser executada a uma base de dados RDF que possua triplos, e esta base de dados precisa de estar preenchida com dados.

Este tipo de interrogações, tratando-se de uma linguagem web, suporta a obtenção de informação de bases de conhecimento da web, através de URI, sendo normalmente guardado num prefixo de forma a facilitar a escrita da interrogação.

Em SPARQL os elementos do triplo podem ser alterados com uma variável, sendo estas representadas por um "?" no início, isto pode ser observado na Figura 2.1.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?UC WHERE {
    ?Nome rdf:type tv:Unidade_Curricular.
    ?Nome tv:nome_da_UC ?UC.
} ORDER BY ?UC
```

Figura 2.1: Exemplo de interrogação SPARQL

2.2 Trabalho Relacionado

2.2.1 Sistemas de resposta a pergunta

Os sistemas de resposta a perguntas têm visto um grande crescimento no interesse por parte de empresas que possuem sites na web, conseqüentemente, uma grande procura pelo desenvolvimento destes e de novas inovações. Estes sistemas usam inteligência artificial para apresentar uma resposta ao utilizador que se apresente o mais correta possível baseada na pergunta recebida, alguns até esforçando-se para serem o mais realistas possível e desenvolvem conversas com o utilizador como se tratasse de uma pessoa real, dando respostas mais reais e não repetindo respostas para a mesma pergunta.

Question answering from frequently asked question files: Experiences with the faq finder system. Burke et al. [5] apresentam um sistema que permite responder à pergunta apresentadas pelo utilizador, recorrendo a um sistema de perguntas frequentes. Este sistema não utiliza Inteligência Artificial de forma a gerar respostas para as perguntas, mas sim usa respostas já existentes. Utilizam um sistema de conhecimento semântico base em WORDNET e estatísticas que permite melhorar a habilidade de responder à pergunta.

Este sistema supõem que estes quatro pontos existam: 1) toda a informação encontra-se no formato QA, ou seja uma pergunta e uma resposta; 2) toda a informação necessária para saber a relevância do par QA necessita de estar presente no par; 3) a pergunta tem de ser relevante; 4) o conhecimento base da linguagem da pergunta é suficiente para realizar a correspondência de perguntas.

O processamento da pergunta é realizado em duas fases, a primeira reduz a pesquisa aos ficheiros que possuem uma maior possibilidade de conter a resposta pretendida e a segunda vê todas as possíveis respostas e encontra as que coincidem melhor. São utilizadas três métricas para ver qual a resposta que melhor se adequa sendo estas uma classificação estatística de similaridade, uma classificação de similaridade da semântica e uma classificação de cobertura.

Devido ao tipo de sistema em desenvolvimento foi decidido que o sistema iria devolver as cinco respostas que melhor coincidem com a pergunta obtendo assim bons resultados onde em 88% a resposta correta aparece nos cinco resultados apresentados e 48% das vezes na primeira posição.

Um sistema de pergunta-resposta para uma base de documentos Paulo et al. [17] e a sua equipa apresentam um sistema de resposta a perguntas onde existe um sistema constituído por dois módulos, um módulo de análise prévia de documentos para extrair a informação e outro de processamento das perguntas para recuperar a informação. De forma a analisar a pergunta é realizada uma análise sintática, seguida de uma análise semântica e por fim a interpretação semântica.

O módulo de análise de documentos tem como funcionalidade a leitura de variados documentos e o armazenamento da informação destes em novos documentos que contêm a análise sintática dos anteriores. Esta análise sintática é transformada para outro documento criando uma estrutura para representação do discurso, uma lista de referentes do discurso e um conjunto de condições. Por fim processam esta informação tendo em conta a ontologia e guardam os dados na base de dados.

O módulo de recuperação de informação desenvolve uma análise sintática da pergunta e através desta análise é desenvolvida a análise semântica que constrói a estrutura para representação do discurso. Posteriormente algumas condições são rescritas consoante a ontologia originando uma nova estrutura para representação do discurso. Finalmente a pergunta é interpretada na base de conhecimento com os factos extraídos da coleção de documentos alvo.

2.2.2 Utilização de Ontologias nos sistemas de resposta a perguntas

Os sistemas de resposta a perguntas tem visto um grande crescimento no interesse por parte de empresas que possuem sites na web e conseqüentemente existe uma grande procura pelo desenvolvimento destes e de novas inovações. Apesar deste grande crescimento, muitos dos sistemas ainda usam sistemas de resposta a perguntas bastante básicos, onde existe um conjunto de perguntas tipo e respostas a estas perguntas, e caso a pergunta introduzida pelo utilizador seja similar a uma destas perguntas irá ser fornecida a resposta ao utilizador, por vezes sendo editada de forma a manter uma conversa mais realista com o utilizador. Estes sistemas não apresentam uma componente de inteligência artificial muito desenvolvida, sendo apenas utilizado um algoritmo de comparação de *strings* guardadas numa base de dados.

Sistemas de resposta a perguntas automáticos existem num número bastante inferior em relação aos sistemas mencionadas acima, mas existem alguns que apresentam resultados bastante prometedores, mas utilizando ontologias de uma forma diferente à proposta neste artigo. Estes sistemas usam as ontologias de forma a melhorar a pergunta introduzida pelo utilizador, adicionando sinónimos e mais informação de forma à pergunta realizada à Web obter os melhores resultados possíveis. S. Jayalakshmi [12], R.Mervin [18] e Cody Kwok [13] apresentam artigos que apresentam algumas similaridades entre eles, onde todos usam ontologias para melhoram as perguntas do utilizador e tornarem as interrogação à web mais precisas. Todos estes artigos apresentam um sistema de Q&A

que utiliza uma ontologia, mas usa-a de forma diferente à proposta neste documento. Pelo meu conhecimento não existe nenhum sistema desenvolvido similar ao proposto, que se apresente com a linguagem em português e que permita a resposta a perguntas automaticamente utilizando uma fonte de dados semânticos, como uma ontologia.

2.2.3 Avatares no apoio ao ensino

O uso de avatares no apoio a estudantes traz diversas vantagens, podendo ajudar estes quando possuem questões e o professor não consegue responder a este no momento, ou encontram-se fora de horas normais, conseguindo responder a questões, ou indicando o local onde poderão obter a informação necessária, podendo comunicar com o aluno através de texto e voz e manter um diálogo com este.

Uma investigação desenvolvida por Currie et al. [9] propõe um sistema que permite aos alunos terem suporte sempre que precisarem sem ser necessário existir um elemento humano para responder às suas questões. O sistema é constituído por um avatar que consegue responder às questões que lhe seriam apresentadas, sendo estas do tipo académico ou algumas do tipo não académico, permitindo assim que o aluno consiga obter a sua resposta a qualquer altura do dia.

Foram realizados testes com estudantes de forma a se obter informação relativamente à frequência com que realizavam questões aos professores e se o realizavam fora de aulas regularmente, obtendo-se resultados positivos indicando que este projeto teria um alto indicador de sucesso, pois 80% dos estudantes indicou que provavelmente ou muito provavelmente iriam usar este avatar, para responder a questões. Foi também indicado que os estudantes preferiam informação proveniente de voz em vez de texto, sendo assim decidido implementar um avatar que consegue apresentar mais do que apenas texto, conseguindo falar e manter um diálogo com o aluno.

No final do projeto foram realizados testes com um pequeno número de alunos, sendo os resultados bastante positivos, indicando que as respostas às perguntas eram bastantes relevantes, que gostavam da voz do avatar e do facto de receberem as respostas com fala em vez de ser só texto. Maior parte dos inquiridos indicou que este tipo de sistema deveria ser utilizado para vários serviços na universidade.

O sistema foi considerado um sucesso, permitindo aos alunos obterem respostas fora de horas, sobre assuntos relacionados, ou não, com a escola, através de um avatar que responde por texto e por voz.

2.2.4 Tutores Virtuais no ensino

O uso de tutores virtuais tem visto um grande crescimento nos últimos anos, especialmente no ramo do ensino, onde ajudam os alunos a se encontrarem mais motivados em casos de aprendizagem à distância, pois conseguem interagir com este de uma forma que

o professor não consegue, respondendo às suas perguntas e ajudando a navegar na página web.

Sistema tutor inteligente baseado em agentes na plataforma moodle para apoio as atividades pedagógicas da universidade aberta do piauí Na universidade Aberta de Piauí foi desenvolvido um tutor inteligente baseado em agentes na plataforma MOODLE com o objetivo de ajudar os alunos nas atividades pedagógicas por Silva et al. [20]. Este tutor, através de uma classificação, insere os alunos num grupo baseado no seu perfil de forma a adequar a aprendizagem ao perfil do aluno, facilitando assim a sua aprendizagem.

De forma a ser avaliado o perfil do aluno são utilizados três tipos de agentes, o agente de perfil que tem a responsabilidade de captar o perfil do aluno e identificar as suas deficiências e necessidades, o agente de desempenho que proporcionam condições de decisão da tarefa ou ação a ser executada e o agente de comunicação que serve de elo entre processos do sistema e o tutor, indicando as atividades exercidas pelo aluno e sugerindo intervenções pedagógicas. O conjunto destes agentes permite realizar a classificação dos alunos dividindo-os em grupo de aprendizagem e com isto facilitando a sua aprendizagem pois estes irão receber um ensino baseado nas suas condições pedagógicas.

Até ao momento somente o agente de perfil encontra-se totalmente desenvolvido, sendo indicado como trabalho futuro o desenvolvimento dos outros agentes e da base de conhecimento. Foi concluído que a aplicação completamente desenvolvida irá apresentar uma solução viável para ambientes virtuais que se baseiam na plataforma MOODLE.

Desenvolvimento de um assistente virtual integrado ao moodle para suporte a aprendizagem online Maciel et al. [14] em conjunto com alunos do curso de Engenharia Informática da Universidade de Pernambuco desenvolveram um assistente virtual com o objetivo de ajudar os alunos a compreenderem melhor os conteúdos. Estes conteúdos são ditados ao aluno de forma a tornar a matéria mais interessante para o aluno e a possibilidade de estes reverem a matéria.

O assistente virtual é apresentado no topo do bloco da direita do MOODLE, e este é constituído pelo avatar e a escolha do avatar e do sexo deste foi adicionada à tela de configuração. É possível o professor escolher mensagens a enviar aos alunos através da mesma tela de configuração. Para os alunos interagirem com o assistente apenas precisam de carregar no botão *play* e escolher a matéria que pretendem que lhes seja ditada.

Como trabalho futuro pretendem realizar novas experiências com alunos de ensino à distância, utilizando aspetos motivacionais e cognitivos para ajudar estes alunos.

Outra expectativa de trabalho futuro era o desenvolvimento do tutor virtual para Android, com a capacidade de notificar os alunos para novidades do curso, sendo estas mensagens de professores, tarefas propostas e os recursos disponíveis. Esta acabou por ser realizada posteriormente por Amaral et al. [3] onde foi desenvolvida uma aplicação para

Android similar à presente no MOODLE que permite ao aluno selecionar a disciplina e o conteúdo que pretende estudar e recebe de forma audível esta informação.

2.2.5 Importância do tutor virtual na aprendizagem a distância

Na aprendizagem à distância a falta de contacto com um docente pode levar à falta de motivação por parte do aluno. Um tutor virtual pode fazer o papel deste docente interagindo com o aluno e ajudando-o nas suas dúvidas e motivando-o, mantendo assim o aluno motivado na unidade curricular e reduzindo o número de desistências.

O desafio de uma interação de qualidade na educação a distância: o tutor e sua importância nesse processo Mill et al.[15] fala sobre a introdução de tutores virtuais na educação brasileira e questiona a sua importância e qual a possível ajuda que este pode trazer ao estudante. Pretende também compreender quais as características e especialidades do seu trabalho e como existe a interação entre professor-tutor-estudante.

Os tutores foram divididos em dois grupos, a tutoria presencial que é composta por um grupo de docentes que acompanha os alunos frequentemente, e a tutoria virtual que é dedicada a acompanhamento dos alunos virtualmente através da web. A diferença entre as duas abordagens de tutoria é mais institucional que pedagógica. Consideram o tutor como um docente, mas não como um professor pois não existe uma aula. Concluindo, as principais diferenças entre os dois tipos de tutor são os espaços de trabalho, pois o aluno da tutoria virtual terá uma maior liberdade na escolha dos horários de estudo.

Um estudo anterior realizado por Mill em 2006 a 150 tutores virtuais fez com que este chegasse à conclusão sobre 9 conselhos que daria a quem pretende desenvolver atividades de educação a distância. No geral o docente necessita de cultivar a autodisciplina e ter uma boa organização. As 9 sugestões que podem ser oferecidas aos educadores são as seguintes: convencer-se, organizar-se, disciplinar-se, expressar-se, compartilhar-se, dedicar-se, responsabilizar-se, cuidar-se e desafiar-se.

Concluindo indica que a introdução deste tipo de ensino por parte da Universidade Aberta do Brasil é um compromisso necessário de cumprir de forma a manter a qualidade do ensino no país e que todos os problemas provenientes deste devem ser vistos como desafios a serem solucionados.

Educação a distância ou educação distante? o programa universidade aberta do brasil, o tutor e o professor virtual A possibilidade da utilização das tecnologias no ensino no Brasil tem vindo a trazer muitas questões, e o estudo conduzido por Zuin [21] tenta expor as possíveis soluções para essas questões.

Descreveu o modelo da Universidade Aberta do Brasil e como esta executa a educação à distância, e todos os aspetos que foram necessários tomar consideração ao introduzir este novo modelo no ensino brasileiro e o impacto que este irá ter. É também referido

as decisões necessárias a serem tomadas em relação à exposição da matéria por parte do tutor virtual.

Em conclusão refere que ainda vê com muito receio a implementação da educação a distância, pois indica que é mais uma tentativa de aumentar os índices do ensino universitário brasileiro de forma às novas estatísticas esconderem os problemas existentes no processo educativo. Fica ainda com questões em aberto relativo à relação entre os agentes educativos e a relação entre a autoridade pedagógica e o autoritarismo num ambiente de aprendizagem virtual.

Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem Maria et al [10] descreveu a evolução das tecnologias de ensino à distância e como estas facilitam a aprendizagem dos estudantes e reduzem o trabalho que os professores necessitam de realizar.

Compara conceito de educação à distância atual com o existente no século passado onde este tipo de educação era realizado por meio de correio onde era enviado ao aluno perguntas e este respondia e reenviava ao professor. A educação à distância foi posteriormente melhorada com a introdução de novas tecnologias como o rádio, a televisão e materiais impressos. Com estas tecnologias tornava-se possível chegar a educação a residentes em áreas isoladas ou a quem não consiga acabar o curso no tempo regular.

Com a introdução da Web muitas das barreiras que restavam foram quebradas, pois esta permitia chegar a informação aos alunos instantaneamente, tornando assim possível a comunicação síncrona ou assíncrona.

2.2.6 Trabalho realizado anteriormente no projeto

Previamente ao começo do meu projeto já existia bastante trabalho desenvolvido na solução, tendo existido dois alunos a trabalhar neste projeto que desenvolveram uma solução que contém a interface gráfica constituída por um tutor, um balão de fala, uma caixa com notas e seis botões, as conexões que são necessárias de forma a se poder obter a informação do MOODLE e de uma base de dados externa, e um *BackOffice* temporário que irá guardar valores máximos e mínimos (*thresholds*) para valores de assiduidade e aprovação, alterando assim o comportamento do tutor. Foram também desenvolvidos dois artigos, um relativo ao projeto no geral, sendo realizado pelos coordenadores do projeto e um artigo relativo à criação de uma ontologia e da criação de interrogações a esta, realizado por uma antiga aluna da Faculdade de Ciências.

Virtual tutor: A case of study in university aberta Carvalho et al. [6] descreve como principal objetivo deste projeto realizar análise do impacto pedagógico de uma interface de um utilizador antropomórfico num ambiente de aprendizagem a distância, com o objetivo de ajudar a educação *online*. É utilizado os avatares 3D que realizam as

atividades normais que um tutor realizaria, dando suporte ao aluno no seu processo de aprendizagem.

O tutor acompanha o aluno e lembra-o de atividades importantes, mas não é intrusivo. Foi então decidido criar duas diferentes versões do tutor, sendo uma direcionada à plataforma MOODLE e a outra a dispositivos móveis Android. Existem diferenças entre as duas soluções, sendo a primeira direcionada a ajudar o estudante com a informação presente na página da Unidade Curricular do MOODLE, alertando para a falta de atividade nos fóruns e avaliações importantes, e realçar recursos importante ou tópicos, e a segunda mais direcionada a funcionar como uma forma de lembrar para eventos importantes que estejam a ocorrer na Unidade Curricular. Nas duas soluções existem dois tutores que contêm 8 animações faciais para expressarem como se sentem.

Querying an ontology using natural language Salgueiro [19] descreveu o trabalho realizado com ontologias, onde esta tese se baseia, no desenvolvimento do módulo de respostas a perguntas. Criou uma ontologia que continha informação sobre a metodologia de funcionamento da Universidade Aberta de Lisboa e desenvolveu um sistema que permite a criação e execução de interrogações SPARQL a esta ontologia.

De forma a ser criada a interrogação SPARQL foi utilizado o *parser* de dependências do NLX¹ e através da análise desta categorização irá ser criadas interrogações que serão realizadas à ontologia e esta devolve a resposta à pergunta.

Os desenvolvimentos apresentados na tese apresentada neste relatório foram baseados no desenvolvimento desta ontologia e deste sistema de categorização, de onde já foram realizados diversos melhoramentos.

Tutor virtual para o ensino a distância (elearning) Catarina Alves [2] descreve na sua tese de mestrado como foi feito o desenvolvimento de uma solução para integrar um tutor virtual na página do MOODLE da Universidade Aberta, de forma a tentar minorar os problemas que existem provenientes do ensino a distância, sendo o principal destes problemas a falta de contacto com o professor. A solução desenvolvida encontra-se representada na Figura 2.2.

A solução desenvolvida consiste numa aplicação implementada em Unity3D, em que existe a possibilidade de escolher entre dois tutores, o João e a Maria, que são modelos antropomórficos criados através da sobreposição de fotografias sobre um busto de um humano virtual. O tutor escolhido irá acompanhar o aluno durante a Unidade Curricular e irá reagir consoante os valores da aprovação e assiduidade do aluno, alterando a sua expressão facial, entre níveis: Neutro, Alegre e Alegre++, e as frases de forma a incentivar o aluno a conseguir melhorar o seu aproveitamento na Unidade Curricular. Os valores de aprovação e assiduidade do aluno alteram também as falas do tutor virtual, sendo apre-

¹<http://lxcenter.di.fc.ul.pt/services/en/LXServicesParserDep.html>

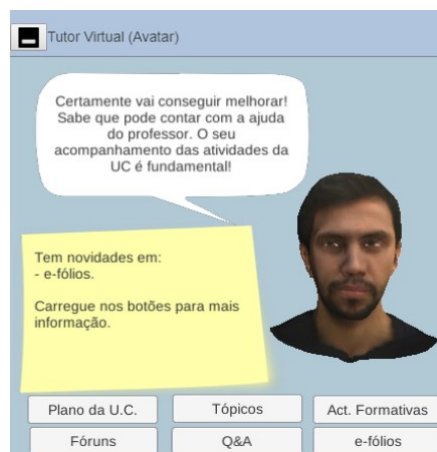


Figura 2.2: Interface do Tutor Virtual

sentado quando os valores são baixos, por exemplo, "As coisas vão certamente melhorar. Contacte o professor que está sempre disponível para colaborar!" e quando os valores são altos "Parabéns pelos excelentes resultados! Continue o bom trabalho."

Na aplicação existem também seis botões, sendo estes o plano da Unidade Curricular, os tópicos, as atividades formativas, os fóruns, o Q&A e os e-fólios. Ao carregar num dos botões (tópicos, atividades formativas, fóruns e e-fólios) aparece uma lista com a informação correspondente à Unidade Curricular e o aluno poderá seleccionar qual de-seja e irá ser marcado com contorno na página o respetivo. O botão do plano da Unidade Curricular irá assinalar na página a localização deste. O botão do Q&A apresenta um ecrã para a introdução de uma pergunta, mas até ao momento do fim do projeto apenas guardava a pergunta na base de dados, pois o módulo ainda não se encontrava desenvolvido. Caso exista um módulo na Unidade Curricular que seja novo desde o último *login* do aluno, a cor do botão será vermelho, se não for novo, mas o aluno ainda não tenha visto aparecerá a amarelo e se já se encontrar visto aparecerá a branco. É também permitido que a aplicação seja minimizada e maximizada na página do MOODLE através de um botão no canto superior esquerdo.

Para a implementação da solução desenvolvida no MOODLE é necessário a criação de um bloco HTML no MOODLE, onde é chamada a solução desenvolvida no Unity3D e compilada no formato WebGL. Também necessita de informação proveniente de duas bases de dados, uma base de dados externa e a base de dados do MOODLE, e das Classes do *WebManager* desenvolvidas por Ricardo Costa [8], onde se obtém informação relativamente ao aluno e à Unidade Curricular.

Foram realizados testes com utilizadores de duas Unidades Curriculares, Biologia Geral e Psicologia do Desenvolvimento, onde foi criado um módulo específico no MOODLE para os alunos usarem durante um período de 10 dias. Foi realizado um inquérito antes da realização do teste, que tinha como objetivo obter dados biográficos, geográficos e dados de carácter mais geral, e um posteriormente com o objetivo de determinar a usabilidade da

aplicação e se a opinião sobre a mesma se mantinha. Os resultados obtidos em Biologia Geral foram uma opinião positiva por parte dos alunos e em Psicologia do Desenvolvimento houve uma opinião mais crítica por parte dos alunos, mas indicaram que tiveram uma experiência positiva com esta. Como trabalho futuro são apresentados diversos pontos, sendo este o melhoramento do tempo de inicialização da aplicação, o melhoramento do aspeto da interface do tutor virtual, a possibilidade de redimensionar a janela do tutor virtual e a inserção de mais escolhas de tutores, podendo estes serem os professores da Unidade Curricular.

Virtual tutor: Information retrieval in moodle and parametrization via a backoffice application A tese de mestrado de Ricardo Costa [8] apresentada a componente de aquisição e organização de dados, com o nome de *WebManager*, de um tutor virtual na página do MOODLE da Universidade Aberta de Lisboa.

O componente *WebManager* foi desenvolvido na forma de um *plugin*, de forma a poder ser implementado em qualquer aplicação Unity3D e consegue comunicar com o MOODLE e uma base de dados externa através de pedidos web, de forma a obter a informação necessária para o *Interface Manager*, desenvolvido por Catarina Alves [2], e a aplicação de Android que se encontra a ser desenvolvida no Instituto Superior Técnico, funcionem corretamente, obtendo informação sobre uma certa Unidade Curricular com base num certo indicador no caso do *Interface Manager* ou a informação de todas as Unidades Curriculares no caso da aplicação Android.

A receção da informação que se encontra guardada na base de dados do MOODLE é realizada através de serviços nativos à plataforma MOODLE e a receção da informação guardada na base de dados externos é realizada através de serviços web desenvolvidos no contexto da tese. A Figura 2.3 apresenta o fluxo de informação dentro do *plugin WebManager*. Os serviços web desenvolvidos encontram-se em ficheiros *php* que funcionam como intermediário e evitam a necessidade de fornecer informação sensível ao servidor.

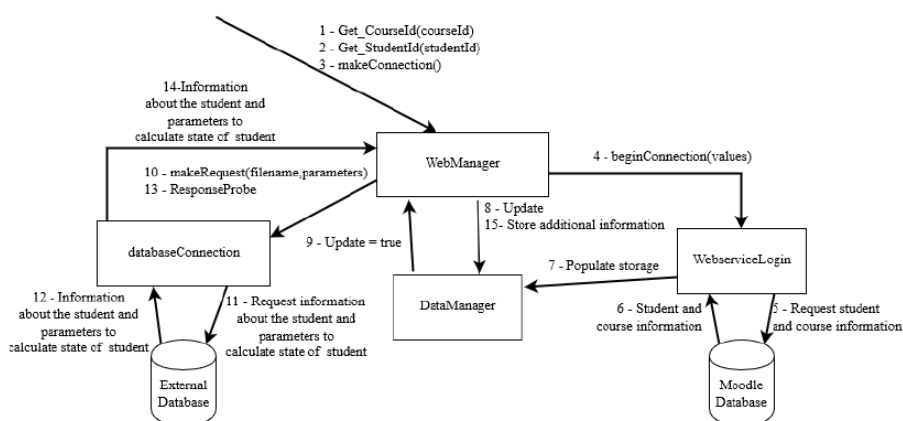


Figura 2.3: Fluxo de comunicação no *WebManager*, Ricardo Costa [8]

De forma a completar o *WebManager* foi desenvolvida uma aplicação em Unity3D

com funcionalidade de *BackOffice* que permite ao professor da Unidade Curricular definir e guardar parâmetros relativos aos cálculos de avaliação dos alunos, na base de dados externa. A Figura 2.4 representa uma das páginas deste *BackOffice*. A informação sobre as falas e restante informação irá ser transmitida ao *Interface Manager* de forma a este definir as expressões faciais que o avatar deve usar.

Threshold de frequência de Login (em dias)
Mínimo Máximo
Thresholds da posts (em nº de posts)
Mínimo Máximo
Importância na formula
Login 100
Posts 0
Threshold de frequência de Assiduidade
Mínimo Máximo
Actualizar
Regressar

Figura 2.4: *BackOffice* do Tutor Virtual

Foram realizados diversos testes ao software desenvolvido. O primeiro, com utilizadores criados especificamente para teste, foi realizado pela equipa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa de forma a testar o funcionamento da aplicação durante a duração do teste. Os segundos testes foram testes de carga ao servidor utilizando uma aplicação desenvolvida em *python*, e obtendo resultados indicando desvantagens associadas ao uso do *plugin* devido ao tempo significativo que demora a aquisição da informação desejada do MOODLE devido a serem realizados muitos pedidos e a estes serem organizados. O terceiro e último teste ocorreu com professores de forma a obter uma opinião de quem se encontra confortável no ensino *online*, e os resultados destes indicaram que os serviços prestados pelo tutor são bastante vantajosos, mas é necessário melhorar o desempenho em termos de carregamento de forma a poder ser usado em Unidade Curriculares reais.

Nesta tese, como trabalho futuro é indicado que seja reduzido o tempo de receção de dados reordenando a ordem dos pedidos realizados e a criação de novos pedidos web no MOODLE. Outra alteração referida é a alteração do local onde a aplicação é inicializada, sendo neste momento inicializada num bloco HTML com o carregamento da página.

2.3 Conclusão

Este capítulo expôs o trabalho previamente realizado neste projeto e apresenta trabalhos realizados noutra projeto de onde foi obtida informação e ideias de forma a melhorar o resultado do sistema. Através da informação obtida a partir dos sistemas de resposta a perguntas descritos foi possível observar que a maior parte deste está desenvolvida de

forma a dar uma resposta a partir de uma lista de perguntas frequentes e não a criar uma pergunta automaticamente. Foi também observado que uma ontologia não é normalmente utilizada de forma a criar respostas às perguntas automaticamente, mas sim é utilizada de forma a melhorar a pergunta realizada a um conjunto de respostas existentes, não sendo encontrado nenhum sistema similar ao que se pretende criar neste projeto.

A pesquisa em termos de elementos gráficos dos avatares apresentou resultados onde existe a necessidade de em um sistema virtual de apoio ao ensino, existir um avatar virtual de forma a manter os alunos mais empenhados nas suas tarefas. Estes tutores não apresentam um resultado tão bom como a existência de um tutor virtual, mas simulam com resultados bastante bons estes tutores na sua ausência.

Capítulo 3

Módulo de Resposta a Perguntas

Neste capítulo encontra-se descrito o trabalho realizado no módulo de resposta a perguntas da aplicação. São descritas as alterações realizadas à arquitetura da aplicação provenientes da adição do módulo de resposta a perguntas, os testes realizados aos diferentes serviços de resposta a perguntas na web, utilizando uma métrica de *strings* e uma ontologia, e realizada a comparação entre eles.

3.1 Arquitetura do sistema

A aplicação foi inicialmente criada com o objetivo da sua utilização numa página de Moodle de forma a que o tutor conseguisse ficar envolvido numa conversa com o aluno através da utilização de balões de fala por parte do Tutor Virtual, que reage à escolha que o aluno faz em termos de botões que carregou.

O design inicial da aplicação é apresentado na Figura 3.1 onde existia um *WebManager* [8] e um *Interface Manager* [2] como principais componentes.

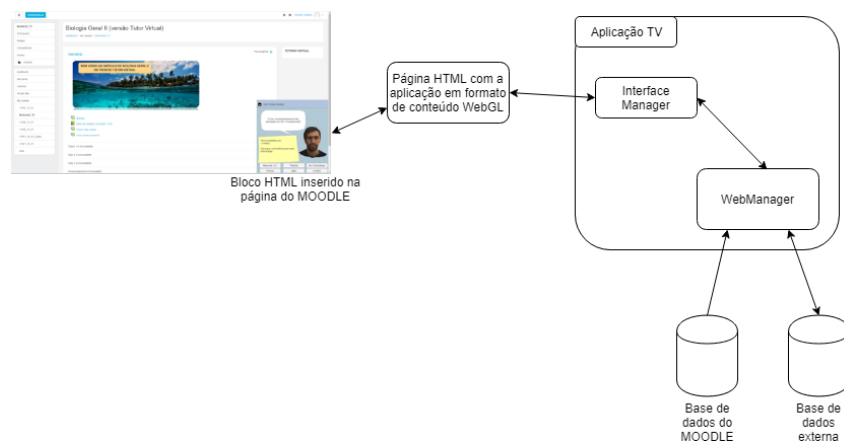


Figura 3.1: Arquitetura do sistema inicial

- *WebManager* [8]: trata-se do serviço que realiza as conexões com as bases de dados do Moodle e a base de dados externa criada para a aplicação, obtendo assim toda a

informação necessária para a aplicação mostrar ao aluno a informação correta sobre a Unidade Curricular que está a visualizar. A informação recebida da base de dados relativa às Unidades Curriculares são por exemplo os tópicos, e-fólios e p-fólios, atividades formativas, entre outros e em relação ao aluno recebe por exemplo o nome, o número de identificação, qual o tipo de avaliação escolhida, entre outros. Esta componente foi desenvolvida por Ricardo Costa e encontra-se descrita na secção de trabalho relacionado sobre o nome de "Virtual Tutor: Information retrieval in Moodle and parametrization via a backoffice application"

- *Interface Manager* [2]: é a componente responsável pela interface, ou seja toda a informação visual apresentada na aplicação, sendo isto a a representação do avatar, as conversas com o aluno, o aspeto visual da aplicação como os balões de fala e os botões. A informação apresentada nesta conversas com o aluno e o comportamento do avatar são baseadas na informação proveniente do *WebManager*. Esta componente foi desenvolvida por Catarina Alves e encontra-se descrita na secção de trabalho relacionado sobre o nome de "Tutor Virtual para o ensino a distância (e-learning)"

Este relatório descreve uma nova componente adicionada ao projeto, a componente de resposta a perguntas. Quando um aluno carrega no botão de Q&A, irá ser direcionado para a componente do projeto de resposta a perguntas, onde é possível introduzir uma pergunta que pretende que seja respondida pelo tutor.

O objetivo inicial deste componente era o envio desta pergunta para um sistema de *parser* de dependências através de um pedido XML-RPC que iria avaliar e classificar a pergunta e devolver à aplicação a pergunta categorizada baseada em diversas categorias. Esta informação seria posteriormente analisada pela aplicação de forma a criar uma SPARQL interrogação que será realizada à ontologia. A Figura 3.2 representa esta arquitetura.

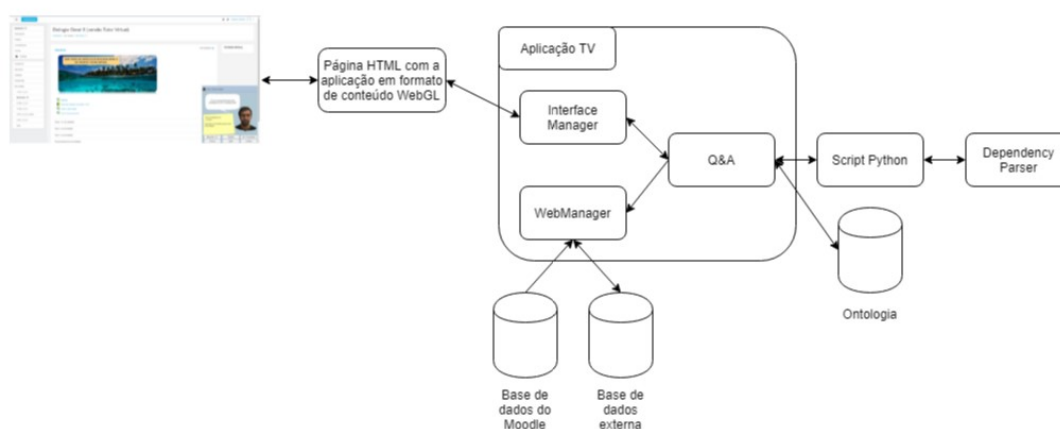


Figura 3.2: Arquitetura do sistema atual

No módulo de Q&A ou resposta a perguntas a informação que é recebida do *dependency parser* é processada e são identificadas as expressões necessárias para a realização da interrogação que irá ser feita à ontologia. Quando as expressões estão identificadas irá ser decidida qual a o tipo de interrogação que será utilizado e posteriormente esta será formulada (Figura 3.3).

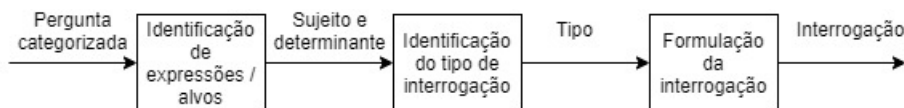


Figura 3.3: Criação da interrogação

Depois de formulada a interrogação será realizada à ontologia e a ontologia irá devolver uma resposta que em conjunto com elementos da pergunta irá criar uma resposta que será dada ao utilizador (Figura 3.4).

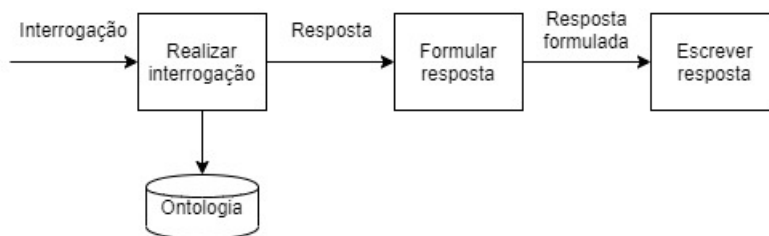


Figura 3.4: Obtenção da resposta

3.2 Ferramentas utilizadas

Esta foi a lista de programas e ferramentas utilizadas:

- Unity3D - Programa utilizado para desenvolver o ambiente gráfico da aplicação e compilação desta em WebGL de forma a poder ser executado numa página do Moodle.
- Protégé - Este programa foi utilizado pois apresenta um ficheiro OWL de uma forma gráfica e facilita as alterações neste. Permite também a execução de interrogações SPARQL a este tipo de ficheiro.
- JetBrains Rider - Programa utilizado para programar os *scripts* C# que são utilizados na aplicação.
- Xamp - Ferramenta que permitiu a criação de um servidor local de testes, sendo utilizada para a criação de um Moodle local de forma a testar a aplicação. Também pode ser utilizada de forma a criar uma base de dados local.

- Sublime - Programa escolhido para desenvolver *scripts* em PHP que são utilizados nas conexões com as base de dados.
- Visual Studio Code - Programa utilizado para desenvolver *scripts* em geral, podendo ser utilizado para um vasto tipo de scripts e documentos.
- PUTY - Consola que permite o acesso a servidores de forma a poderem ser instalados programas neste e alteradas definições ou ficheiros.
- Google Chrome - Ferramenta utilizada para aceder ao Moodle e testar aplicação em WebGL.
- Filezilla - Programa que permite a transferência de ficheiros do computador para um servidor.
- JetBrains Pycharm - Programa utilizado para programar os *scripts* Python que são utilizados para realizar um pedido XML-RPC a um serviço externo.

3.3 Módulo de resposta a perguntas

Para a realização do módulo de resposta a perguntas, foi utilizado no início uma abordagem que utiliza ontologias para se obter a resposta à pergunta realizada. Foi utilizada uma ontologia realizada anteriormente por uma ex-aluna da Universidade de Lisboa, a Ana Marisa Salgueiro [19], onde se encontra informação sobre as metodologias da Universidade Aberta de Lisboa. Para se obter uma resposta à pergunta, primeiro a pergunta iria ser analisada através de um serviço externo com o nome de *Dependency Parser*, fornecido pelo grupo NLX (Natural Language Speech) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e estes iria devolver informação sobre a formação da frase, podendo assim ser realizada uma interrogação à ontologia com as palavras relevantes da pergunta. Este método executava corretamente no Unity3D, mas apresenta algumas falhas que tornam difícil a sua utilização no produto final. Duas destas falhas são este requer uma biblioteca chamada de dotnetRDF¹, que permite a execução de interrogações SPARQL a uma ontologia, e esta biblioteca não ser compatível com o formato WebGL que é o formato necessário para se compilar o programa de forma a ser colocado no Moodle, e a não existência de tolerância a erros ortográficos por parte do utilizador ao inserir a pergunta.

Com a ocorrência destes erros e sendo impossível a colocação do módulo de perguntas e respostas no Moodle, foi decidido experimentar outras abordagens. Foi então iniciado o trabalho com serviços de resposta a perguntas na Web sendo testados diversos serviços e escolhidos um conjunto de serviços que se adequavam ao objetivo pretendido, sendo realizada a implementação destes no código e sendo realizados testes de forma a saber-se qual seria o mais adequado para o projeto.

¹<https://www.dotnetrdf.org/>

3.4 Comparação de serviços na web

Devido aos problemas apresentados acima existiu a necessidade de procurar novas soluções para o problema. Existem soluções *online* desenvolvidas por diversas empresas que oferecem sistemas de resposta a perguntas. Foram encontrados 21 serviços *online* que fornecem um sistema de resposta a perguntas. Os serviços são os seguintes: IBM Watson Assistant, Microsoft QnA Maker, wit.ai, Google Dialogflow, Semantic Machines, DigitalGenius, Chatfuel, Pypestream, Pandorabots, Aivo AgentBot, ChatterBot, ChatScript, Twyla, Msg.ai, Rasa NLU, Reply.ai, ManyChat, KITT.AI, It's Alive, Amazon Lex Bot e Oracle Digital Assistant. Destes serviços mencionados foram selecionados apenas 5 devido a serem os que melhor se adaptam às necessidades do projeto, pois apenas estes suportavam o uso na ferramenta onde a aplicação está a ser desenvolvida o Unity3D, sendo estes o Watson Assistant da IBM², o QnA Maker da Microsoft⁴, o Lex Bot da Amazon⁵, o DialogFlow da Google⁶ e o Oracle Digital Assistant³. Devido a limitações pré-estabelecidas no projeto apenas foi possível testar as funcionalidades oferecidas gratuitamente ou oferecidas a estudantes.

Watson Assistant

O Watson Assistant da IBM² permite a criação de interfaces de diálogo em todas as aplicações, dispositivos ou canais. É um dos *chatbots* mais utilizados para a criação de diálogos. As linguagens suportadas são o inglês, francês, alemão, italiano, japonês, coreano, português (Brasil), espanhol e chinês, e fornece diversas SDK (*Software Development Kit*) de forma a facilitar a implementação noutros serviços. Oferecem também serviços grátis e pagos do tipo *standard* e *premium*.

Uma das grandes vantagens do Watson Assistant é a possibilidade da criação de *Context*, que permitem que sejam dadas respostas ao utilizador baseadas no contexto do diálogo previamente realizado, como por exemplo, se se perguntar “Posso reservar um hotel hoje?”, o sistema irá entrar no *Intent* de reservar um hotel, mas não irá ser necessário perguntar a data pois esta já foi mencionada pelo utilizador, evitando assim a repetição de perguntas.

O Watson Assistant da IBM foi o primeiro a ser experimentado, começando pela criação da base de conhecimento *online*. Cada base de conhecimento tem como nome *Skill* e dentro destas é necessário criar *Intents*. Cada um dos *Intents* contém um grupo de possíveis perguntas que o utilizador pode realizar sobre um certo tópico, como por exemplo, Quando é o próximo e-fólio?, Qual é a data do próximo e-fólio?, Qual é o dia do próximo e-fólio?, todas estas irão devolver a mesma resposta, O e-fólio é no dia 20 de Fevereiro de 2019. De seguida foram criadas as opções de diálogo onde é indicado que

²<https://www.ibm.com/cloud/watson-assistant/>

³<https://www.oracle.com/application-development/cloud-services/digital-assistant/>



Figura 3.5: Exemplos do Watson

caso a pergunta escrita esteja contida num certo *Intent* irá ser dada uma certa resposta, que pode ser aleatória entre um certo número de respostas ou ser definida através da informação enviada pelo utilizador da aplicação. O treino do sistema é feito de forma rápida e bastante inteligente, oferecendo uma grande tolerância a erros ortográficos e a resposta retribuída pelo serviço Watson Assistant é rápida mantendo assim o utilizador mais interessado na conversa.

Para a implementação do Watson Assistant no Unity3D foi utilizada uma SDK desenvolvida pela IBM (Referência) que permite o envio da pergunta escrita na aplicação em Unity3D para o Watson Assistant e a receção da resposta. Este SDK ficou deprecado no início do ano 2019, mas ainda sendo possível utilizar as suas funcionalidades para quem já possuía o SDK implementado na aplicação.

A informação existente na web sobre o Watson Assistant é bastante limitada, o que criou algumas dificuldades à implementação da SDK, mais especificamente devido à alteração de como é realizada a autenticação através do Unity3d, sendo esta alterada de *Username* e *Password* para uma chave da API.

A utilização da SDK permitiu o funcionamento da aplicação localmente e a compilação para WebGL ocorreu sem problemas, sendo este colocado numa página de teste no Moodle da Universidade Aberta, onde começaram a ocorrer problemas, sendo este relativamente ao envio do pedido ao serviço Watson Assistant. O erro apresentado indica que o *header* do pedido web não pode ser alterado, e este é alterado pois o SDK utilizado envia a questão que o utilizador introduziu através do *header*, criando assim o erro. O Watson Assistant apenas recebe as respostas através do *header*, logo esta solução não seria viável para a utilização no servidor do Moodle.

QnA Maker

A Microsoft possui um serviço com o nome de QnA Maker⁴ que permite realizar a criação de *chatbots*, priorizando a rápida criação destes através de ficheiros FAQ (Frequent Asked Questions) colocados na web, documentos estruturados ou outros produtos que contenham pares de resposta a perguntas bem determinados. Consegue obter informação de todas as linguagens, mas é mais efetivo no inglês, francês, italiano, alemão e espanhol, enquanto que as bases de conhecimento podem ser desenvolvidas em 53 linguagens diferentes incluindo as mais faladas no mundo. Em termos de pagamentos este encontra-se dividido em duas partes, umas delas é relativo ao serviço de resposta a perguntas e outro em relação aos recursos consumidos no Microsoft Azure, sendo oferecidos vários níveis de pagamento, incluindo um grátis com a duração de 1 mês, dependendo da quantidade de recursos necessários sendo o preço baseado apenas no que é usado.

O QnA Maker foi o segundo a ser testado depois dos erros apresentados na utilização do Watson Assistant da IBM. Para a criação de uma base de conhecimento foi necessário aceder a outro serviço da Microsoft, o Azure, onde foi realizado o login através da conta de email da universidade obtendo assim uma quantia que o utilizador pode utilizar em diversos serviços. Neste caso uma parte desse dinheiro foi utilizado para a criação da base de conhecimento e a manutenção desta. Esta quantia tem uma duração de 1 mês, sendo a partir dessa data necessário o pagamento para a utilização do serviço. A criação desta base de conhecimento foi confusa devido a ter de aceder a diversos serviços para obter informação e criar a base de conhecimento e existir a necessidade de preencher informação repetida.

Inserir informação na base de conhecimento pode ser realizado através de um documento feito previamente ou através da criação de pares de perguntas e respostas, indicando um conjunto de possíveis pergunta que o utilizador possa fazer e a pergunta que irá ser devolvida. Quando todos os pares estiverem criados irá guardar-se e treinar a base de conhecimento e quando este processo estiver terminado quando se carrega no publicar é nos apresentado um pedido HTTP que pode ser utilizado para comunicar com a base de conhecimento e que irá ser utilizado no Unity3D para realizar a comunicação.

Em termos de treino o QnA Maker é rápido a treinar, mas apresenta uma tolerância a falhas inferior à do Watson Assistant exibindo algumas vezes erros em palavras que são semelhantes como por exemplo “e-fólio” e “p-fólio”.

Para a implementação do serviço na aplicação desenvolvida no Unity3D foi utilizado um método do C# chamado de *HttpClient()* que permite realizar um pedido HTTP a um serviço externo e seguindo um tutor desenvolvido pela Microsoft. Esta solução funcionou localmente, conseguindo apresentar as respostas na aplicação Unity3D, mas quando esta era executada no servidor do Moodle da Universidade Aberta apresentava um erro indicando que não era possível iniciar o *System.Threading.Timer*. Com a pouca informação

⁴<https://www.qnamaker.ai/>

existente na web tudo indicava que este erro estaria ligado à utilização do método *Date-Time()*, que permite obter a data e hora atual e a formatação desta, sendo assim necessário a alteração de código de forma a se poder obter a informação da data de outro forma. Com as alterações realizadas o erro persistia, sendo assim a única possível fonte de erro a chamada ao serviço externo. Depois de diversos testes foi descoberto que o WebGL não suporta o método *HttpClient()*, sendo assim necessário alterar este para o método *UnityWebRequest()*, sendo este bem sucedido na implementação desta funcionalidade do servidor do Moodle da Universidade Aberta.

Lex Bot

O Lex Bot ⁵ é um serviço criado pela Amazon que permite criar conversas e especializar-se na utilização a partir de dispositivos móveis. Apesar de estar direcionado para os dispositivos móveis, também existe a possibilidade do uso em *chatbots*. É o sistema que é usado na Alexa da Amazon. Permite a criação rápida e simples de *chatbots* e a integração com outros serviços da Amazon. De momento apenas suporta inglês dos Estados Unidos. Oferece serviço para estudantes grátis até um limite de utilizações e diversos níveis de pagamento para outros utilizadores, baseado na utilização realizada.

Para a utilização neste serviço é necessária a criação de uma conta no sistema AWS da Amazon. A criação desta conta é complicada, devido à necessidade da introdução de um cartão de crédito ou débito. Existe também a possibilidade de criação de uma conta de estudante com utilização limitada e sem a necessidade da utilização do cartão de crédito ou débito, mas este processo necessita de ser aprovado e encontra-se bastante direcionado a estudantes que residem nos Estados Unidos da América, pois as divisões de graus de ensino só estão focadas nesse país, e o conjunto de Universidades presentes na lista são escassas fora dos Estados Unidos da América. Com a aprovação da conta é possível utilizar os serviços da AWS da Amazon e ao selecionar-se o Lex Bot é bastante fácil a criação da base de conhecimento apenas indicando o nome, se é pretendido o reconhecimento de fala e a localização do servidor utilizado.

Quando a base de conhecimento se encontra criada é possível criar um *Intent* ou importar um previamente criado através de um ficheiro ZIP. Dentro do *intente* indica-se possíveis perguntas que os utilizadores possam realizar, se é pretendido dar a resposta consoante informação presente na frase introduzida e as respostas a dar ao utilizador. Na introdução da informação nos *Intents* encontra-se um problema na utilização deste sistema que é a não aceitação de acentuação. Quando uma frase é introduzida com acentuação e é realizado o *Build* de forma à base de dados ser treinada para responder às perguntas, todas as letras que possuem acentuação desaparecem.

Foi decidido não continuar os testes nesta plataforma devido às limitações com os acentos, que iria causar graves falhas nas respostas oferecidas ao utilizador, que poderiam

⁵<https://aws.amazon.com/lex/>

ser corrigidas através do código, mas não justificava o esforço necessário.

Dialogflow

O Dialogflow da Google ⁶ é um serviço que permite a criação de aplicações com interfaces de diálogo através de voz ou texto. Este sistema pode ser integrado em diversas plataformas onde existem *chats*, como por exemplo o Facebook Messenger, o Twitter, Slack, entre outros, e também pode ser acessado em programas de desenvolvimento, por exemplo Unity3D, através de diversas SDK fornecidas. Oferece funcionalidades em chinês, inglês, francês, alemão, italiano, japonês, coreano, português e espanhol, mas o conjunto de todas as funcionalidades apenas se encontram disponíveis em inglês. O serviço base do Dialogflow é gratuito, mas para planos industriais existem custos que se encontram divididos em dois níveis, *Essentials* e *Plus*.

Para criar uma conta é necessário entrar com uma conta Google. Ao carregar no botão para criar um agente a criação deste também é bastante simples e cria a base de conhecimento, onde irão ser criados os *Intents* que contêm os pares de resposta a perguntas. Dentro de cada *Intent* é possível indicar que se pretende certos parâmetros de forma a adquirir informação da pergunta introduzida pelo utilizador, como por exemplo uma certa data inserida na pergunta, podendo assim apresentar uma resposta adequada.

O serviço treina quando se carrega no botão guardar de cada *Intent* e é bastante rápido a apresentar uma resposta, mas apresenta certos problemas. O serviço não apresenta uma forma de correção ortográfica, criando assim a necessidade da criação de um número muito maior de pares de resposta que nos outros serviços estudados. Também é permitido adicionar bases de conhecimento externas através do módulo de conhecimento que apenas se encontra disponível em inglês.

A integração do serviço com o Unity3D foi feita através de uma SDK fornecida através da Unity Asset Store, bastando importar esta SDK e alterar o código previamente desenvolvido. O serviço encontra-se a funcionar localmente, mas apresenta certos erros que não permitem que este seja compilado para WebGL, nomeadamente em ficheiros .dll.

Comparação de serviços

A primeira comparação a ser feita é a facilidade de utilização, sendo esta a facilidade com que se cria a conta, configuração de uma base de conhecimento e a facilidade de utilização do serviço em geral.

O serviço da IBM e da Google são os mais fáceis de utilizar, sendo fácil a criação da conta e configuração da base de conhecimento, como é apresentado na tabela 3.1, onde isto pode ser realizado em poucos minutos, enquanto que os outros possuem processos demasiado complicados, especialmente o serviço da Microsoft que necessita da utilização de

⁶<https://cloud.google.com/dialogflow/>

	Watson (IBM)	Qna Maker (Microsoft)	Lex Bot (Amazon)	Dialogflow (Google)
Configuração da conta	Necessário criar conta. Criação rápida e sem muitos requisitos.	Utilização da conta de aluno da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	Utilização de conta de estudante elimina a necessidade da utilização de cartão de crédito. Muito demorado na revisão da conta.	Usa a conta da Google. Se já se possuir uma conta basta dar <i>login</i> .
Configuração da <i>Knowledge area</i> (Base de conhecimento)	A criação é fácil bastando criar uma <i>Skill</i> , indicando o nome e a linguagem.	Necessária a criação de uma base de conhecimento através de outro serviço com o nome de Azure.	Criação fácil, apenas é necessário dar um nome, a linguagem não pode ser alterada sendo como <i>default</i> o inglês, o tipo de voz que se pretende e o tempo de <i>timeout</i>	A criação de uma base de conhecimento é feita através da criação de um novo Agente
Facilidade de utilização	Fácil de usar. Caso encontre um certo intente dá uma resposta pré-definida. Ao contrário dos outros treina enquanto é desenvolvido.	Fácil de usar, mas é necessário gravar de forma a este ser treinado.	Necessita de criação de 1 <i>Intent</i> de cada vez. Não permite o uso de acentos. Quando se usa acentos corta a letra. Apenas treina depois de ser feito <i>Build</i> .	Fácil de utilizar, basta criar <i>Intents</i> para cada possível resposta. Não possui correção ortográfica. Treina quando se grava o <i>Intent</i> .

Tabela 3.1: Comparação da facilidade de utilização dos serviços

um segundo serviço. O serviço da Amazon demorou alguns dias a ser configurado devido à necessidade de aprovação, pois a aprovação automática existe apenas para universidades dos Estados Unidos da América. Em termos de facilidade de utilização de treinamento o Watson foi o melhor pois permite o treino enquanto está a ser desenvolvido.

A segunda comparação (ver tabela 3.2) é relativa a utilização do serviço com o Unity3D, sendo comparada existência de uma SDK que facilite a integração, como é realizada esta integração, se esta permite que seja compilado para WebGL e os tempos de resposta dos serviços.

A implementação de alguns serviços foi facilitada devido à existência de SDK (*software development kit*) criadas pelas empresas fornecedores dos serviços. Apesar de o serviço da Microsoft ser o único que não possuía uma SDK foi o mais fácil de implementar, sendo apenas necessário realizar um pedido HTML. A integração do serviço da IBM e da Google foi mais demorada devido a problemas com as suas SDK, como problemas de conflitos de ficheiros .dll e a SDK da IBM ser descontinuada. Foi tomada a decisão de não implementar o serviço da Amazon devido a este só funcionar na linguagem inglesa.

Em termos de funcionamento em WebGL o único dos serviços que permitiu que a compilação fosse bem-sucedida foi o Qna Maker, que com algumas mudanças ao código dos guias existentes foi possível colocar na página do Moodle. Os outros serviços apresentaram erros na forma como são enviados pedidos para o servidor da IBM, no caso do Watson e no caso do Dialogflow, os erros apresentados pela SDK permitem o funcionamento no Unity3D, mas não a sua compilação para WebGL. Em tempo de velocidade de resposta média os três serviços apresentaram uma resposta bastante rápida, sendo o Dialogflow o mais rápido.

	Watson (IBM)	Qna Maker (Microsoft)	Lex Bot (Amazon)	Dialogflow (Google)
Existência de SDK de integração com o Unity3D	Existe um SDK para a implementação do serviço, mas foi descontinuado durante a realização do projeto	Não existe	Existe um SDK para serviços da Amazon que usam o AWS (Amazon Web Services)	SDK na Unity Asset Store com o nome de Api.Ai.
Integração com o Unity3D	Utilização do SDK da IBM Torna a integração facilitada, mas com a existência de mudanças na forma de implementação e pouca documentação, este processo levou algum tempo	Integração fácil bastando realizar um pedido HTML ao serviço		Integração local fácil, apesar da existência de vários conflitos com ficheiros .ddl.
Funcionamento em WebGL	Com a utilização da SDK desenvolvida pela IBM o WebGL não é suportado.	Funciona em WebGL com alterações ao código de implementação nos guias da Microsoft.		O SDK importado cria vários erros no Unity3D devido a problemas com repetições em ficheiros .dll, impedindo assim a compilação para WebGL.
Velocidade de resposta média	Rápido – 0.45 sec	Rápido – 0.4 sec		Rápido – 0.2 sec

Tabela 3.2: Comparação da utilização dos serviços com o Unity3D

A terceira comparação (ver tabela 3.3) é relativa aos tipos de funcionalidade que o serviço oferece, comparando o formato de ficheiro que a base de conhecimento pode ser exportada ou importada, as linguagens suportadas e a utilização de contexto para diálogos mais complexos.

O serviço da IBM e da Microsoft permitem realizar a exportação e importação de bases de conhecimento, enquanto que o serviço da Amazon e da Google apenas permite a importação de ficheiros. Em termos de linguagens suportadas o Dialogflow e o Qna Maker são os que suporta mais linguagens, apesar de o Dialogflow possuir funcionalidades que só funcionam em inglês. O Lex Bot apenas suporta inglês limitando assim muito a sua utilização. Em termos da criação de diálogos complexos o Watson, o Lex Bot e o Dialogflow suportam esta funcionalidade, permitindo a gravação de valores em variáveis que podem ser posteriormente utilizadas em decisões de resposta ou de forma a completar a resposta.

Na última comparação (ver tabela 3.4) irá ser comparada a disponibilidade de informação *online*.

Apenas o Dialogflow possui bastante informação na web, e é fácil de seguir os tutoriais. Os outros serviços possuem pouca informação e a que existe por vezes é confusa.

	Watson (IBM)	Qna Maker (Microsoft)	Lex Bot (Amazon)	Dialogflow (Google)
Funcionalidade de Exportar / Importar	Exporta e importa em JSON	Exporta e importa em TSV	Importa em ZIP	Importa em ZIP
Linguagens suportadas	Inglês, francês, alemão, italiano, japonês, coreano, português (Brasil), espanhol e chinês	53 linguagens diferentes incluindo as mais faladas no mundo	Apenas suporta inglês dos Estados Unidos	Oferece funcionalidades em chinês, inglês, francês, alemão, italiano, japonês, coreano, português e espanhol, mas o conjunto de todas as funcionalidades apenas se encontra disponível em inglês
Suporta a criação de diálogos complexos utilizando contexto	Permite a criação de variáveis onde é guardado o contexto, podendo assim ser utilizado em decisões para as respostas seguintes.	Não suporta	Permite a criação de <i>Slots</i> onde é gravado numa variável uma palavra introduzida pelo utilizador, e a resposta é dada consoante esta palavra.	Permite a criação de <i>Contexts</i> que permitem gravar valores introduzidos pelo utilizador de forma a serem usados para futuras respostas

Tabela 3.3: Comparação das funcionalidades dos serviços

	Watson (IBM)	Qna Maker (Microsoft)	Lex Bot (Amazon)	Dialogflow (Google)
Quantidade de informação disponível <i>online</i>	Pouca informação por se tratar de um serviço recente	Apenas possui poucos tutoriais de implementação realizados pela Microsoft.	Quase nenhuma. Apenas existem alguns tutoriais realizados pela Amazon, mas não são muito claros.	Existe bastante informação na web, vindo da página oficial do produto e de outras fontes.

Tabela 3.4: Comparação da disponibilidade de informação sobre os serviços

Conclusão

Com as versões dos softwares utilizados, nenhuma delas apresentou todas as funcionalidades necessárias para o funcionamento no projeto, sendo o QnA Maker da Microsoft o único que apresentou funcionamento na página do Moodle, mas apresenta-se limitado a um mês de utilização na versão de estudante. Em termos de funcionamento no Unity o que apresentou melhores resultados foi o Watson da IBM, apresentado um bom tempo de resposta, uma boa tolerância a erros na frase introduzida pelo utilizador e uma forma facilitada de realizar a implementação deste no programa utilizando a SDK desenvolvida pela IBM. O preenchimento da informação da página web do serviço e a criação dos serviços mostrou ser desnecessariamente complicada no QnA Maker, sendo os serviços mais amigáveis do utilizador o Watson e o Dialogflow. O serviço que apresentou mais funcionalidades foi o Watson, sendo o mais completo em termos da criação de diálogos permitindo criar conversas com contexto de uma forma simples.

Para concluir, se o objetivo for utilizar o *chatbot* numa página web utilizando WebGL, o melhor serviço é o QnA Maker da Microsoft, mas sendo necessário o pagamento relativo à utilização realizada. Caso seja pretendido criar apenas uma aplicação Unity o sistema mais completo e mais fácil de implementar é o Watson da IBM. Não foram realizados testes no sistema Oracle Digital Assistant devido a este não apresentar uma versão grátis o com acesso gratuito para estudantes, sendo assim impossível realizar testes.

3.5 Serviço de resposta a perguntas local

Com as limitações dos serviços utilizados de resposta a perguntas foi criado um destes serviços localmente onde foi colocado numa base de dados um conjunto de perguntas e a resposta que seria devolvida ao utilizador caso a pergunta introduzida fosse similar a alguma existente na base de dados.

Para realizar a comparação foi utilizado um algoritmo com o nome de Damerau-Levenshtein distance. Esta distância trata-se de uma métrica de *strings* que permite calcular as diferenças entre duas frases, calculando o número mínimo de alterações de um carácter necessário para alterar uma palavra para a outra. Estas alterações de carácter podem ser do tipo inserir, apagar, substituir ou transpor. As palavras são colocadas numa matriz, uma na vertical e outra na horizontal e feita a comparação letra a letra. A seguinte fórmula (Figura 3.6) é utilizada de forma a ser feita a comparação onde é obtido o menor valor das condições, sendo as letras a e b as duas *strings* que se pretende comparar e i e j duas posições desta *string*. As condições são as seguintes:

- Caso os símbolos na posição i e j sejam iguais o valor será 0
- Caso o valor de i seja maior que 0, o valor será o da posição (i-1,j) da matriz mais 1 e corresponde a um apagar

- Caso o valor de j seja maior que 0, o valor será o da posição $(i, j-1)$ da matriz mais 1 e corresponde a um inserir
- Caso o valor de i e j seja maior que 0, o valor será o da posição $(i-1, j-1)$ da matriz mais 1 e corresponde a um substituir caso o valor de i e j seja diferente
- Caso o valor de i e j seja maior que 1 e que o valor de i seja o mesmo que o de $j-1$ e que o valor de j seja igual ao de $j-1$, o valor será o da posição $(i-2, j-2)$ da matriz mais 1 e corresponder a um transposição.

$$d_{a,b}(i, j) = \min \begin{cases} 0 & \text{if } i = j = 0 \\ d_{a,b}(i-1, j) + 1 & \text{if } i > 0 \\ d_{a,b}(i, j-1) + 1 & \text{if } j > 0 \\ d_{a,b}(i-1, j-1) + 1_{(a_i \neq b_j)} & \text{if } i, j > 0 \\ d_{a,b}(i-2, j-2) + 1 & \text{if } i, j > 1 \text{ and } a[i] = b[j-1] \text{ and } a[i-1] = b[j] \end{cases}$$

Figura 3.6: Fórmula da distância de Damerau-Levenshtein

Através deste algoritmo era possível saber se a pergunta introduzida pelo utilizador era similar a alguma introduzida na base de dados, obtendo o valor mais baixo obtido da comparação realizada pelo algoritmo, existindo um limite para este valor que caso fosse ultrapassado poderia ser concluído que não existia uma resposta para a pergunta, seria possível dar a resposta correta à pergunta introduzida.

3.6 Criação de perguntas e respostas automaticamente através de uma ontologia

Uma ontologia foi criada através do software Protégé que contém informação relativa ao curso de Mestrado em Tecnologias e Sistemas Informáticos Web da Universidade Aberta [1]. A ontologia é constituída por um grupo de classes e subclasses e estas contêm instâncias que se relacionam entre elas através das Propriedades de Objetos e são descritas através das Propriedades dos Dados.

De momento apenas se encontra, como referido anteriormente, um curso de Mestrado que possui 17 Unidades Curriculares. Cada Unidade Curricular possui informação sobre os livros recomendados, os alunos que a frequentam, os temas lecionados, o plano da Unidade Curricular, o plano das Atividades Formativas, as Atividades Formativas, os Fóruns (Fórum de Avaliação Contínua, Fórum de Dúvidas e o Fórum de Alunos), os e-fólios e p-fólios e os professores que lecionam a Unidade Curricular. Existem também Propriedades de Objetos que permitem criar as ligações entre instâncias.

Através da informação presente na ontologia é possível a criação de interrogações SPARQL que permitem obter informação através da ontologia como é apresentado na Figura 3.7, obtendo a informação presente na Figura 3.8.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?Nome ?UC ?Titulo ?Autores ?Ano ?Edição ?Editora ?ISBN_10 ?ISBN_13 ?Mês ?Site
WHERE {
    ?Nome rdf:type tv:Recursos_de_Aprendizagem.
    ?Nome tv:nome_da_UC ?UC.
    ?Nome tv:titulo ?Titulo.
    ?Nome tv:autores ?Autores.
    OPTIONAL{?Nome tv:ano ?Ano}.
    OPTIONAL{?Nome tv:edição ?Edição}.
    OPTIONAL{?Nome tv:editora ?Editora}.
    OPTIONAL{?Nome tv:ISBN-10 ?ISBN_10}.
    OPTIONAL{?Nome tv:ISBN-13 ?ISBN_13}.
    OPTIONAL{?Nome tv:mês ?Mês}.
    OPTIONAL{?Nome tv:site ?Site}.
    #FILTER( regex(str(?Nome), "Programação_Web"))
}
ORDER BY ?UC
```

Figura 3.7: interrogação SPARQL que obtém todas a informação da ontologia sobre livros

Nome	UC	Titulo	Autores	Ano	Edição	Editora	ISBN_10	ISBN_13	Mês	Site
Livro_Interação_Humano< "Interação Humano Comp.>	Interação Humano Comp.	Interaction Design	Beyon "Jenny Freese, Yvonne Rogers"	2002	<http://www.w3	Addison Wesley		978-0470665763		
Livro_Interação_Humano< "Interação Humano Comp.>	Interação Humano Comp.	KCI Theory: Classical, Mix	"Yvonne Rogers"			Cambridge University Pres		978-1608499001		
Livro_Pesquisa_e_Recupe< "Pesquisa e Recuperação c<	Pesquisa e Recuperação c<	Introduction to Informa	Christopher D. Manning, P	2008	<http://www.w3			978-0321865157		
Livro_Pesquisa_e_Recupe< "Pesquisa e Recuperação c<	Pesquisa e Recuperação c<	Modern Information Retri	"Ricardo Baeza-Yates e Be	2010	<http://www.w3 "20"	Pearson - Addison Wesley		978-0321416919		
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	PRAXIS: Um Referencial p<	"Luís Amaral"	1994	<http://www.w3					
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	Information Management	"Michael J. Earl"	1996	<http://www.w3					
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	Management Information	"Davis, G.B. e M.H. Olson"	1985	<http://www.w3	McGraw-Hill				
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	Planeamento de Sistemas	"Luís Amaral e João Varajá	2000	<http://www.w3	FCA - Editora de Informáti				
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	Strategic Planning for Info	"Ward J. and Prasad, J.V"	2002	<http://www.w3	John Wiley & Sons				
Livro_Planeamento_e_Des< "Planeamento e Desenvol<	Planeamento e Desenvol<	Data Stores, Data Wareh	"Tomson, W.H., J.A. Zachara	1997	<http://www.w3	McGraw Hill				
Livro_Plataformas_de_Conte< "Plataformas de Conteúdo<	Plataformas de Conteúdo<	Information Architecture	"Louis Rosenfeld, Peter Mo	2002	<http://www.w3	O'Reilly				
Livro_Plataformas_de_Conte< "Plataformas de Conteúdo<	Plataformas de Conteúdo<	Content Management Bibl	"Bob Boko"	2001	<http://www.w3	John Wiley & Sons				
Livro_Plataformas_de_Conte< "Plataformas de Conteúdo<	Plataformas de Conteúdo<	Content Management Sys	"Phil Suh, Dave Adley/Dan"	2002	<http://www.w3	Osbashaur				
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	HTML5 - A vocabulary and	"Hickson, R, Berjon, Fauli	2014	<http://www.w3					https://www.w3.org/TR/h
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	Web Application Architekt	"L. Shilar e R. Rosen"	2009	<http://www.w3 "20"	Wiley				
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	HTML 1.1 - Module bar	"S. Hickson, M. Ishikawa"	2010	<http://www.w3 "20"					https://www.w3.org/TR/d
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	HTML 4.01 Specification	"D. Raggett, A. Le Hors, I. J.	1999	<http://www.w3					https://www.w3.org/TR/h
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	RFC 7540 - Hypertext Tra	"M. Belshe, R. Peon, M. The	2015	<http://www.w3					http://www.rfc-editor.org
Livro_Programação_Web< "Programação Web"	Programação Web	RFC 2616 - Hypertext Tra	"R. Fielding, J. Getty, J. Mc	1999	<http://www.w3					http://www.rfc-editor.org
Livro_Programação_Web< "Programação Web Avanç<	Programação Web Avanç<	Design for Community: Th	"Derek M. Powazak"	2002	<http://www.w3	New Riders		978-0735710757		
Livro_Realidade_Virtual_D< "Realidade Virtual Distribuí<	Realidade Virtual Distribuí<	Creation 3D Worlds?	"Simon Danahie"	2005	<http://www.w3	Barrons Educational Serie		978-0764178436		

Figura 3.8: Resultado da SPARQL apresentada na Figura 3.7

Ao gravar a ontologia num ficheiro do tipo RDF/XML Syntax é nos permitido a utilização deste documento no software previamente desenvolvido em Unity3D, onde é possível a criação de uma interrogação SPARQL utilizando a biblioteca do c# dotnetRDF⁷, para a obtenção de dados desta ontologia.

A criação de perguntas automáticas é realizada através de um *template* de pergunta já existente que depois é complementado com informação obtida através de uma interrogação SPARQL à ontologia, como por exemplo a interrogação representada na Figura 3.9, que permite a obtenção do nome de todas as Unidades Curriculares, criando assim um conjunto de perguntas como apresentado na Figura 3.10.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?UC WHERE {
    ?Nome rdf:type tv:Unidade_Curricular.
    ?Nome tv:nome_da_UC ?UC.
} ORDER BY ?UC
```

Figura 3.9: Exemplo de uma interrogação SPARQL realizado à ontologia

⁷https://www.dotnetrdf.org/

```
Qual é o código da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos ECTS tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é o professor da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é o semestre da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é a sinopse da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é um resumo da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quais são os alunos que tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos alunos estão inscritos na UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quais são os temas da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos temas tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quais são os livros recomendados para a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos livros recomendados tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é a data do p-fólio de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quando é o p-fólio de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é a data dos e-fólios de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quando é o e-fólio de Análise Formal de Redes Sociais?
```

Figura 3.10: Exemplo de perguntas criadas automaticamente

Ao criar as perguntas também é criada uma resposta que irá ser selecionada caso o sistema detete que a uma certa pergunta foi selecionada, sendo esta resposta uma interrogação SPARQL que irá ser realizada para obter a informação necessária para responder à pergunta.

A deteção de qual das perguntas foi selecionada é realizada através de um algoritmo com o nome de Levenshtein distance, que permite a comparação da distância entre duas *strings* através do número mínimo de operações necessário para se transformar uma *string* na outra.

Para se realizar a comparação primeiro é necessário formatar as perguntas criadas automática e a pergunta introduzida pelo utilizador, realizando a remoção de toda a acentuação e colocando todas as letras das frases em letra minúscula, criando assim um ambiente ideal à comparação de *strings*. Após esta formatação é realizada a comparação utilizando o algoritmo da distância de Levenshtein, que utiliza 3 operações, o remover, alterar e inserir, e devolve o resultado da operação que necessitou de menos operações para transformar uma frase na outra. A comparação é realizada entre a frase introduzida pelo utilizador e todas as perguntas criadas de forma automática, e a que obteve um valor menor proveniente do algoritmo será a mais próxima da pergunta introduzida, existindo um limite ao valor devolvido que, caso seja maior que um certo valor predefinido, irá apresentar uma mensagem de erro, pois mesmo que encontre a com menor valor proveniente do algoritmo, esta pode ser completamente diferente da pergunta introduzida.

Depois de selecionada qual das perguntas é a mais similar à introduzida irá ser selecionado da lista de respostas a correspondente à pergunta selecionada, e a interrogação SPARQL presente será realizada, obtendo assim a informação necessária para criar a resposta à pergunta.

3.7 Sistema de resposta a pergunta usando a ontologia

Para ser possível a interpretação automática de uma frase é necessário um sistema que permita indicar as dependências de cada palavra na frase, indicando assim as ligações existentes entre as palavras. Para isto foi utilizado o *dependency parser* fornecido pelo grupo NLX⁸. A este *parser* foi fornecido um conjunto de 1065 perguntas previamente criadas através de um sistema, que através de perguntas tipo existentes e várias interrogações feitas à ontologia, conseguem criar perguntas similares às que um aluno iria fazer ao sistema de Q&A, sendo também algumas destas perguntas introduzidas manualmente. A Figura 3.11 apresenta um algumas dessas perguntas.

```
Qual é o código da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos ECTS tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Qual é o professor da UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quais são os alunos que tem a UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos alunos estão inscritos na UC de Análise Formal de Redes Sociais?  
Quantos e-fólios tenho de fazer no mês de Janeiro?  
Qual é o significado de p-fólio?
```

Figura 3.11: Exemplo de perguntas

Processamento da informação obtida do *parser* de dependências

O processamento deste conjunto de perguntas pelo *parser* deu origem a um documento em que estão expressas as dependências entre as palavras. A partir desta informação é possível encontrar padrões, como por exemplo, expressões que contém mais que uma palavra o valor do *deprel* nas palavras depois da primeira é sempre C, ou que caso a frase contenha um verbo o *parent* será sempre 0 nesta palavra.

As palavras da frase encontram-se divididas nas categorias listadas abaixo e na Figura 3.12 está demonstrada esta categorização.

- Form – o *token* propriamente dito
- Raw – a palavra tal como surge no texto
- Lemma – o lema como por exemplo a “forma de dicionário”
- Pos – Categoria morfológica
- Infl – informação de flexão (género, número, tempo, aspecto, etc.)
- Ne – informação de entidade nomeada (pessoa, organização, etc.)
- Deprel – relação de dependência gramatical (utilizando o *tagset* do NLX)
- Parent – índice do *token* que é o *head* deste *token*

⁸<http://lxcenter.di.fc.ul.pt/services/en/LXServicesParserDep.html>

- Udeprel – relação de dependências gramatical (utilizando o *tagset* das Stanford Universal Dependencies ou USD)
- Uparent – index do *token* que é o *head* deste *token* mas em USD

form	raw	lemma	pos	infl	ne	deprel	parent	udeprel	uparent	space
Qual	Qual	_	INT	gs	0	SJ-ARG1	2	DEP	4	R
é	é	SER	V	pi-3s	0	ROOT	0	COP	4	LR
o	o	_	DA	ms	0	SP	4	DET	4	LR
código	código	CÓDIGO	CN	ms	0	PRD-ARG2	2	ROOT	0	LR
de_	da	_	PREP	_	I-ORG	OBL-ARG1	4	CASE	7	LR
a	_	_	DA	fs	I-ORG	SP	7	DET	7	R
UC	UC	_	PNM	_	I-ORG	C	5	POBJ	4	LR
de	de	_	PREP	_	I-ORG	N	7	MWE	7	LR
Análise	Análise	_	PNM	_	I-ORG	N	7	MWE	7	LR
Formal	Formal	_	PNM	_	I-ORG	N	7	MWE	7	LR
de	de	_	PREP	_	I-ORG	N	7	MWE	7	LR
Redes	Redes	_	PNM	_	I-ORG	N	7	MWE	7	LR
Sociais	Sociais	_	PNM	_	I-ORG	N	7	MWE	7	L
?	?	_	PNT	_	0	PUNCT	2	PUNCT	4	

Figura 3.12: Informação de uma frase obtida através do *parser* do NLX

Através da categoria *deprel* e *parent* é possível criar o grafo da frase como pode ser observado na Figura 3.13.

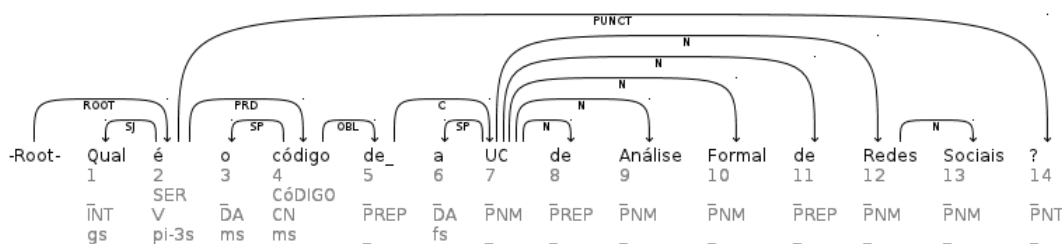


Figura 3.13: Grafo da frase "Qual é o código da UC de Análise Formal de Redes Sociais" através do *parser* do NLX

Através da informação da coluna *parent* e *uparent* que fornecem informação sobre qual é o *token* que é o *head* da frase apresentada, podemos criar uma árvore de dependências que permite visualizar e encontrar padrões entre as ligações das palavras numa frase.

Nas figuras 3.14 e 3.16 encontra-se uma representação das árvores criadas pela frase anteriormente usada, usando o *tagset* do NLX e o *tagset* do USD.

A Figura 3.14 representa a árvore criada utilizando o *tagset* do NLX podemos observar um padrão que ocorre na maioria das perguntas testadas. Neste padrão encontra-se representado no primeiro nível o verbo da frase.

No segundo nível é apresentada a primeira palavra da frase que indica o tipo de pergunta existente, neste caso queremos um resultado específico à pergunta, mas existem

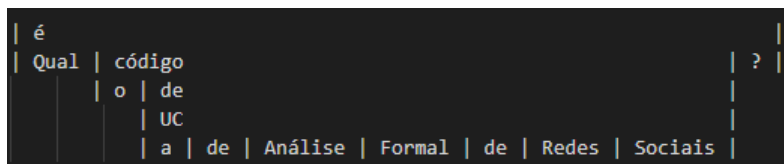


Figura 3.14: Árvore criada utilizando o *tagset* do NLX

outros casos que se pretende um valor e nesse caso este valor será por exemplo “Quantos”. De seguida encontra-se o sujeito da frase que é uma das expressões necessárias para a interrogação à ontologia. Por fim aparece a pontuação da frase que neste caso é um ponto de interrogação devido a se tratar de uma pergunta.

O terceiro nível trata-se de um nível intermédio que não contém informação necessária a criação da interrogação.

No quarto nível podemos observar que exista uma palavra importante para a interrogação que é o determinante ou o objeto direto da frase, sendo apresentado com um *deprel* de C ou DO-ARG2 e sendo um filho do sujeito da frase. Este determinante será utilizado na interrogação em conjunto com a outra expressão apresentada anteriormente.

O nível cinco apresenta informação complementar que poderá ser utilizada para melhorar a informação presente na interrogação. Caso alguma das palavras presentes apresente um *deprel* de N e é um filho do determinante então indica que esta deverá ser agrupada com o determinante da frase pois é a continuação deste. No caso apresentado o determinante seria “UC de Análise Formal de Redes Sociais”.

A interrogação a enviar à ontologia seria então constituída pela expressão “código” e a expressão “UC de Análise Formal de Redes Sociais”.

Existem algumas exceções a notar onde não existe verbo definido na frase o que altera a estrutura da árvore, passando a primeira palavra da frase que indica o tipo de pergunta para o primeiro nível (Figura 3.15).

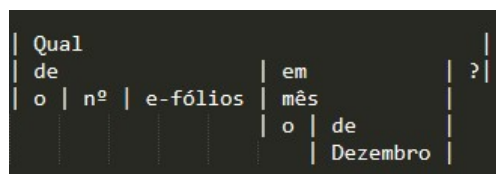


Figura 3.15: Árvore quando a frase não tem verso

Outras exceções em que nenhum dos casos apresentados acima apresentam um resultado válido, apresentam as necessidades de realizar outras comparações utilizando a coluna *pos*, onde podemos observar que a primeira expressão necessário para a interrogação normalmente encontra-se representado por *CN*, e na coluna *ne* podemos confirmar que a segunda expressão normalmente encontra-se dentro do grupo de *tokens* que possui um valor diferente de “O”.

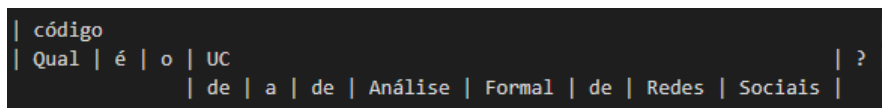


Figura 3.16: Árvore criada utilizando o *tagset* da USD (Universal Stanford Dependencies)

A Figura 3.16 representa uma árvore criada utilizando o *tagset* da USD, Universal Stanford Dependencies. Através deste *tagset* também é possível obter um padrão que ocorre na maioria das questões a que foi submetido.

No primeiro nível encontra-se o sujeito da frase que será utilizado para realizar a interrogação à ontologia.

O segundo nível contém a primeira palavra da frase e que define o tipo de pergunta. De seguida contém o verbo, o determinante da frase e a pontuação. Este determinante apresenta um *udeprel* de DOBJ, POBJ ou MOD. Poderá existir mais informação necessária adicionar à expressão que contém o determinante e esta estará presente no último nível e terá um *udeprel* de MWE e sendo filho do determinante.

É possível observar que a informação necessária para criar a interrogação à ontologia é o sujeito “código” e o determinante “UC de Análise Formal de Redes Sociais”, sendo assim igual ao que foi possível observar como o *tagset* anterior.

Testes aos dois métodos apresentados

A realização de testes a este método de obtenção das expressões através da criação de árvores apresentou resultados bastante bons.

Para os testes aos dois métodos de classificação das frases através de *tagsets* foram utilizadas 1065 perguntas exemplo e nos resultados obtidos podemos observar valor bastante similares entre ambos os métodos, mas concluindo que o método usando o *tagset* do NLX foi o que apresentou melhores resultados onde em 48 das perguntas a primeira expressão não foi obtida com sucesso e na segunda expressão o valor de expressões mal foi de 171.

O valor relativo à primeira expressão ocorre devido ao tipo de pergunta a que se refere, sendo as perguntas do tipo “O que significa ...” e “O que é um ...”.

Das 171 expressões erradas referentes à segunda expressão necessária para realizar a interrogação à ontologia, 150 destas são devido a um erro na categorização por parte do serviço do NLX, onde o sistema não classifica alguns nomes das Unidades Curriculares como uma expressão, mas sim como palavras separadas, criando cortes na expressão. As restantes 21 expressões ocorrem nas mesmas frases que as relativas aos erros apresentados da primeira expressão.

Criação de interrogação

Através da informação obtida através do método exposto previamente irão ser criadas interrogações SPARQL, que são realizadas a uma ontologia que devolve um certo resultado que será a resposta devolvida ao utilizador.

Para cobrir todas as perguntas foi necessário criar seis tipos de interrogações:

- Interrogação básica seguindo o padrão normal
- Interrogação para definições
- Interrogação para perguntas que contém um valor numérico
- Interrogação com datas dos componentes
- Interrogação com filtro do mês
- Interrogação para as Unidades Curriculares com filtro do mês

O primeiro tipo de corresponde à criação de uma interrogação básica usando a primeira e a segunda expressão. Este tipo de interrogação será utilizado quando não existirem nenhum dos outros casos. Para o caso da questão “Qual o código da UC de Análise Formal de Redes Sociais?”, a interrogação iria indicar qual o “Individual” (neste caso “UC de Análise Formal de Redes Sociais”) e depois qual a *Data Property* que pretendemos (o código da UC), e esta informação fica guardada na variável “a”. Com o SELECT, é nos permitido mostrar todos os dados desta variável. A Figura 3.17 representa uma interrogação deste tipo.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?a
WHERE {
    tv:UC_de_Análise_Forma_de_Redes_Sociais tv:código ?a
}
```

Figura 3.17: Interrogação básica seguindo uma padrão standard

No tipo de perguntas antes definido que estava a apresentar vários erros, foi definido um tipo de interrogação específico que permite que estes sejam resolvidos sem existirem erros.

Para o tipo de pergunta “O que é um Cartão de Aprendizagem?” será utilizada a interrogação na Figura 3.18.

A interrogação obtém todas as Classes da ontologia e guarda-as na variável “b” e de seguida lê como é que todas estas classes estão definidas nas *Annotations* através do *isDefinedBy* e guarda este valor na variável “a”. Por fim é realizado um filtro de forma a apenas ser apresentada a informação pretendida pelo utilizador.

```

PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT DISTINCT ?a WHERE {
    ?b a owl:Class.
    ?b rdfs:isDefinedBy ?a
    Filter (regex(str(?b), "Cartao_de_Aprendizagem$"))
}

```

Figura 3.18: Interrogação para perguntas onde se pretende uma definição

Esta interrogação foca-se no tipo de pergunta que contém um valor numérico antes da segunda expressão, como por exemplo na Figura 3.19 está apresentada uma interrogação para a questão “Quais são as Unidades Curriculares com 6 ECTS?”.

É realizada uma pesquisa de todas as Unidades Curriculares e é guardada o nome delas na variável “a” e a variável “Nome” irá guardar todos os *Individuals* que contém a *Data Property* nome_da_UC. De seguida é guardado o número de ECTS de todas as Unidades Curriculares na variável “b” que depois será filtrada consoante a pergunta realizada pelo utilizador.

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?a
WHERE {
    ?Nome tv:nome_da_UC ?a.
    ?Nome tv:ECTS ?b .
    Filter( ?b = 6)
}

```

Figura 3.19: Interrogação para perguntas que contém valores numéricos

Este tipo de interrogação é específico para obter a data dos e-fólios e p-fólios, onde quando é detetado que a frase começa com “Quando” ou contém a palavra “data” e contém a palavra ou similar a e-fólios ou p-fólios irá ser criada uma interrogação do tipo apresentado na Figura 3.20, que apresenta a interrogação para a pergunta “Quando é o e-fólio de Análise Formal de Redes Sociais?”.

Através da *Object Property* tem_Elementos_de_Avaliação aplicada a um certo “Individual” a interrogação obtém todos os elementos de avaliação (ou fólios) da Unidade Curricular especificada na pergunta e guarda estes valores na variável “a”. De seguida obtém a *Data Property* data_início da variável “a” e guarda na variável “efólio”, este valor representa a data de início do e-fólio.

Como o e-fólio ocorre durante um período, este possui uma data de início e uma data de fim, logo é necessário realizar uma interrogação similar, mas usando data_fim em vez de data_início.

Caso seja encontrado um caso onde a segunda expressão e um mês irá ser utilizada um tipo diferente de interrogação onde irá existir um filtro que irá filtrar todas as respostas, selecionando apenas as que se aplicam ao mês pretendido. A primeira expressão caso seja

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?efólio
WHERE {
    tv:UC_de_Análise_Formal_de_Redes_Sociais tv:tem_Elementos_de_Avaliação ?a .
    ?a tv:data_início ?efólio
}

```

Figura 3.20: Interrogação para obtenção de datas

igual a “e-fólio”, ou uma palavra similar a esta, será alterada para `mês_de_realização_e-fólio`, e caso seja igual ou similar a “p-fólio” será alterada para `mês_de_realização_p-fólio`.

Na Figura 3.21 encontra-se um exemplo de uma interrogação deste tipo para a frase “Quais os e-fólios que tenho de fazer no mês de março?”.

A interrogação procura todas os *Individuals* que têm a *Data Property* `mês_de_realização_e-fólio` e guarda o seu nome na variável “a” e o valor desta propriedade será guardado na variável “mês”. Esta variável `mês` é depois filtrada de forma a no final apenas ser apresentado os e-fólios do mês de março.

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT ?a
WHERE {
    ?a tv:mês_de_realização_e-fólio ?mês.
    Filter(regex(?mês,"Março$"))
}

```

Figura 3.21: Interrogação básica com filtro de mês

Num caso similar ao anterior mas onde se pergunte quais as unidade curriculares (ou UC) que irão ter e-fólios ou p-fólios num certo mês, em vez de se pergunta quais são os fólios em específico, irá ser utilizado um tipo de interrogação diferente.

Na Figura 3.22 está demonstrado um exemplo de uma interrogação para a pergunta “Quais as UC que têm e-fólios para entregar em março?”.

A interrogação obtém todos os *Individuals* que são do tipo `e-folio` e coloca-os na variável “a”. De seguida obtém o `mês_de_realização_e-fólio` destes *Individuals* e guarda na variável “mês” que irá ser filtrada pelo mês pretendido, neste caso é março. Para apresentar a resposta ao utilizador com o nome da unidade curricular é utilizado a *Object property* `elementos_de_avaliação_da_UC` para obter o nome do “Individual” de cada Unidade Curricular ligado ao “Individual” anterior dos fólios, e depois a *Data property* `nome_da_UC` para obter o nome da Unidade Curricular e mostrar este ao utilizador.

3.8 Resultados finais

O método que usa a ontologia apresentou resultados melhores que outros métodos testados, sendo estes muito bons e respondendo corretamente à maior parte das perguntas. Os

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX tv: <https://tutoria-virtual.uab.pt/>
SELECT DISTINCT ?b
WHERE {
    ?a rdf:type tv:e-folio.
    ?a tv:mês_de_realização_e-fólio ?mês.
    ?a tv:elementos_de_avaliação_da_UC ?UC.
    ?UC tv:nome_da_UC ?b.
    FILTER(regex(?mês,"Março$"))
}
```

Figura 3.22: Interrogação básica com filtro de mês e palavra "UC"

erros encontrados acontecem maioritariamente devido a falhas na interpretação da frase por parte do *Dependency Parser* Do NLX, sendo estas falhas devido a uma interpretação errada de algumas expressões. Isto é causado por certas palavras contidas nestas serem consideradas expressões singulares, quebrando assim o grupo de palavras que completa as expressões. Estes erros de interpretação errada ocorrem maioritariamente em perguntas que contém nomes de Unidade Curriculares, onde algumas das palavras existentes no nome são expressões que o *Dependency Parser* considera como expressões singulares. Um exemplo destas expressões é "UC de Extração de Conhecimento de Dados", onde o *Dependency Parser* considera a palavra "Conhecimento" e "Dados" como expressões singulares devido a uma má categorização das palavras de ligação. Os resultados finais são apresentados no Figura 3.23, onde podemos observar que o sistema consegue responder à maior parte das perguntas corretamente (sendo a percentagem de respostas corretas 80.3%) e que do conjunto das respostas erradas, uma grande parte destas é devido a uma má categorização do *Dependency Parser*.

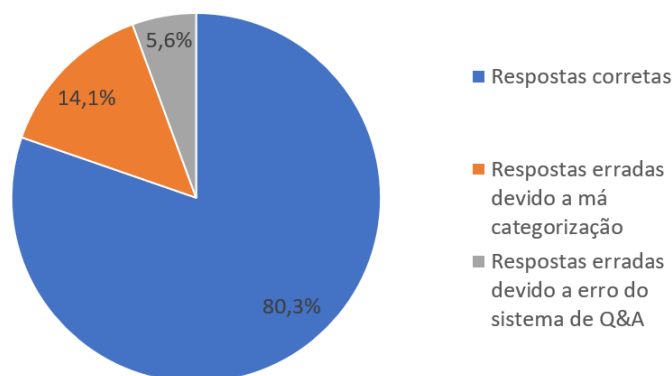


Figura 3.23: Resultados das perguntas testadas com o método de resposta a perguntas utilizando ontologias

Ao comparar este método diretamente com o método de resposta a perguntas local, este método foi ligeiramente melhor, devido ao local utilizar perguntas escritas previamente de forma a comparar com a introduzida pelo aluno e dar uma resposta, enquanto que este método consegue obter através da maioria das frase as componentes principais

desta e assim criar a interrogação à base de dados, dando também uma resposta personalizada à pergunta. Os resultados do método local estão apresentados na Figura 3.24.

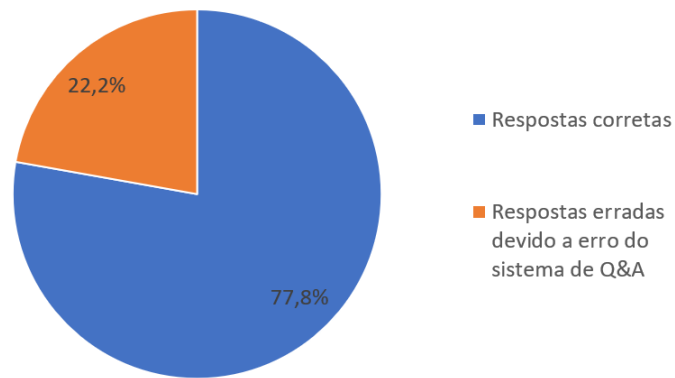


Figura 3.24: Resultados das perguntas testadas com o método de resposta a perguntas local

Capítulo 4

Interface do Tutor Virtual

Neste capítulo descreve-se o trabalho relativo à interface do tutor virtual. São descritas as adaptações realizadas para integrar o sistema de resposta a perguntas, e descrevem-se os resultados de um questionário que foi realizado para perceber a preferência dos utilizadores relativamente ao tipo de modelos de tutores virtuais (3D vs 2D).

4.1 Interface da funcionalidade de resposta a perguntas

Foram realizadas algumas alterações no *Interface Manager* [2] de forma a ser disponibilizada na interface a funcionalidade de resposta a perguntas.



Figura 4.1: Bloco do Tutor Virtual na funcionalidade de resposta a perguntas

No bloco de resposta a perguntas (Figura 4.1) podemos observar a existência de um balão de fala, o Avatar do Tutor Virtual, uma caixa de texto e um conjunto de botões. O balão de fala tem como funcionalidade apresentar ao utilizador as falas do Tutor Virtual que é apresentado através do Avatar presente no bloco. A caixa de texto existente permite ao utilizador a introdução da pergunta que este pretende que seja respondida e através dos botões será possível realizar esta pergunta ou voltar para o ecrã anterior.

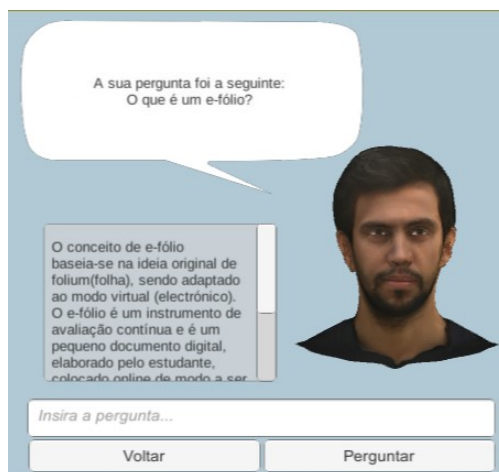


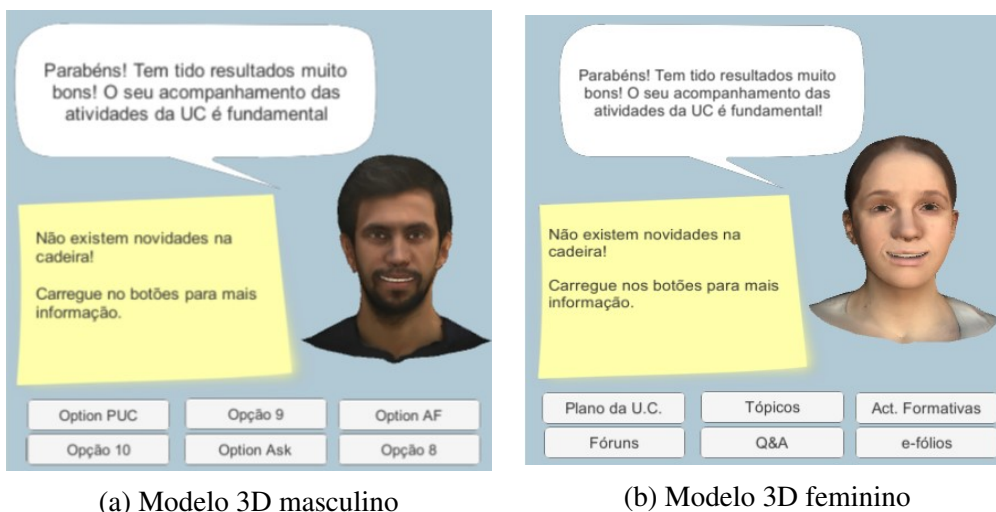
Figura 4.2: Bloco do Tutor Virtual na funcionalidade de resposta a perguntas, com resposta apresentada

Após a pergunta ser executada irá ser apresentado um segundo ecrã (Figura 4.2) onde é apresentada a resposta num novo componente com o nome de *scrollbox* que apresenta a resposta ao utilizador e caso esta exceda o tamanho da caixa irá ser apresentada uma *scrollbar* que permite que o utilizador leia toda a resposta. O balão de fala irá ser alterado, apresentado agora qual foi a pergunta introduzida pelo utilizador. A caixa de texto e os botões presentes não irão ser alterados permitindo ao utilizador introduzir outra pergunta ou voltar ao menu principal.

4.2 Questionário: Tutor Virtual 3D vs 2D

4.2.1 Modelos 3D do Tutor Virtual

Na aplicação previamente desenvolvida existem 2 modelos de tutor implementados com animações faciais que permitem a criação expressões de forma a criar empatia com o aluno. Estes dois modelos foram criados através de fotografias a pessoas reais. Os modelos existentes são o João (Figura 4.3a) e a Maria (Figura 4.3b).



Usando estes modelos foi feita uma experiência alterando o tipo de projeção usado para a sua representação, o que se explica em seguida.

Foram testados dois tipos de projeção para o tutor virtual:

- Projeção em perspectiva - Na projeção em perspectiva (Figura 4.4) todas as linhas de projeção saem de um ponto chamado de centro de projeção. Esta perspectiva simula o olho humano e as lentes das câmaras fotográficas, sendo assim mais realista. Utilizando esta perspectiva objetos distantes parecem mais pequenos do que os mais perto, fenómeno que se designa por encurtamento.

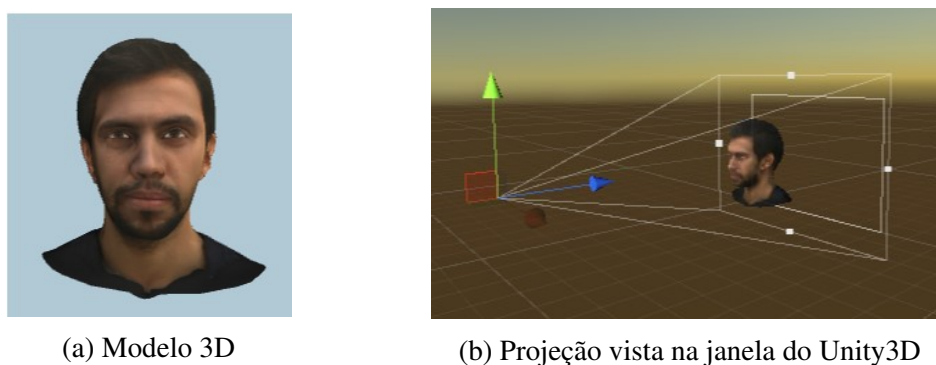
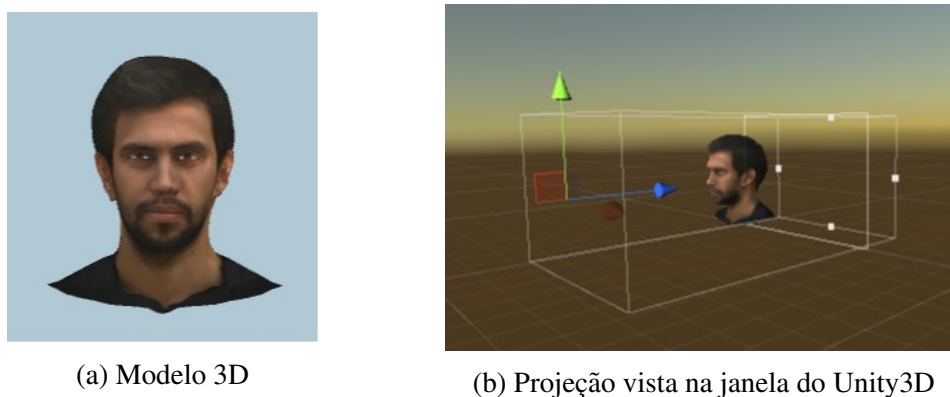


Figura 4.4: Projeção em perspectiva

- Projeção ortogonal - A projeção ortogonal (Figura 4.5) é uma forma de projeção paralela em que todas as linhas de projeção são paralelas entre si e podem ser ortogonais ao plano de projeção. Neste tipo de projeção não há encurtamento perspetivo.



(a) Modelo 3D

(b) Projeção vista na janela do Unity3D

Figura 4.5: Projeção ortogonal

Os elementos da equipa de investigação testaram os dois modelos 3D de tutor virtual com ambas as projeções e consideraram que a projeção paralela produzia um modelo mais realista e que seria preferível usar este na interface da aplicação.

Porém, nos questionários com os utilizadores manteve-se a projeção perspetiva pois foi a que se usou em todos os testes anteriores (Catarina Alves [2] e Ricardo Costa [8]).

4.2.2 Modelos 2D do Tutor Virtual

Foram introduzidos 2 modelos 2D de forma a poderem ser realizados testes para sabermos as preferências de possíveis utilizadores. O modelo 2D masculino (Figura 4.6a) foi encontrado na web e foi contactado o criador e obtido a autorização para a utilização deste, e o modelo 2D feminino (Figura 4.6b) foi realizado por uma colega do laboratório com o nome de Catarina Cavique. Ao escolhermos estes modelos tipo cartoon tivemos a preocupação de verificar que estes tinham as expressões faciais que eram necessárias no nosso projeto: neutro, contente e contente muito alto.



(a) Modelo 2D masculino

(b) Modelo 2D feminino

4.2.3 Questionário com utilizadores

Foi elaborado um questionário (Google Forms)(Apêndice B) com o objetivo que identificar o tipo de modelos de tutores virtuais que os utilizadores consideram mais adequados para o projeto Tutoria Virtual. O questionário foi enviado alguns contactos pessoais da equipa, solicitando a estas pessoas que respondessem ao questionário e divulgassem através, por exemplo, das redes sociais.

4.2.4 Estrutura do inquérito

O questionário encontra-se dividido em três secções.

- Informação pessoal - Nesta secção são realizadas as perguntas essenciais de forma a se poder categorizar os dados obtidos com tipo de utilizador que estão a ser inquiridos.
- Apresentação da aplicação - Nesta secção é apresentado um vídeo que demonstra a utilização normal da aplicação por um aluno e todas as suas funcionalidades. É também apresentada a janela do tutor virtual e feita a sua descrição.
- Inquérito sobre o aspeto gráfico - Esta secção encontra-se dividida em 2 secções, a que é relativa ao avatar feminino e a que é relativa ao avatar masculino. Na secção do avatar masculino são apresentados os modelos do João, como modelo 3D, e o modelo do Gareth, como modelo 2D. O inquirido é questionado sobre qual a emoção que lhe é apresentada nas imagens e qual o tipo de modelo prefere que seja apresentado numa aplicação de apoio ao ensino. O mesmo será questionado relativamente aos avatares femininos. mas utilizando o modelo da Maria, como modelo 3D, e o modelo da Noa, como modelo 2D.

4.2.5 Análise de resultados

Participantes no questionário

O grupo que participou neste questionário foi composto por 30 pessoas onde o maior número encontra-se na faixa etária dos 18 aos 25 anos (50%), seguida da faixa etária entre os 46 e os 55 anos (23,3%) e da faixa etária entre os 25 e os 33 anos (20%). Os restantes participantes encontram-se na faixa etária de mais de 55 anos (6,7%), não existindo participantes na faixa etária dos 36 a 45 anos (Figura 4.7).

Dos inquiridos 68,7% são do sexo masculino enquanto que 33,3% são do sexo feminino.

Em relação à pergunta se já utilizou um sistema de *E-learning* como o Moodle ou BlackBoard, grande parte dos inquiridos apresentaram conhecimento sobre estes sistemas (73,3%) e apenas 26,7% não tinham conhecimento.

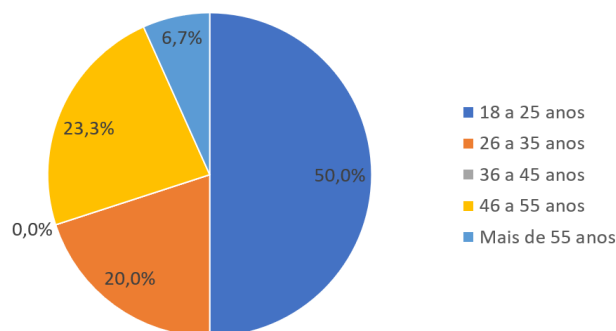


Figura 4.7: Gráfico da faixa etária dos inquiridos

De forma a saber se o inquirido possui alguma experiência com formas de aprendizagem através da web foram realizadas duas perguntas, uma questionando se o inquirido frequentou a Universidade Aberta e outra questionando se já realizou algum MOOC (Massive Open Online Courses).

Na pergunta seguinte foi questionado se o inquirido tinha sido aluno da Universidade Aberta onde apenas 1 respondeu que sim (3,3%), os restantes inquiridos disseram que não (96,7%). O inquirido que mencionou ser aluno da Universidade Aberta indicou que realizou o curso de Ciências Sociais e que realizou mais de 16 disciplinas com sucesso.

Quanto à questão se já realizou algum MOOC, 4 pessoas responderam que sim (13,3%) e as restantes indicaram que não (86,7%) (Figura 4.8). Das que responderam que sim 1 indicou que já tinha realizado entre 3 a 5 e os restantes indicaram que realizaram menos de 3. Os cursos indicados são da Coursera e da Universidade de Stanford, e vão desde Informática com o desenvolvimento de aplicações móveis e inteligência artificial a Bioestatística e Bioquímica.

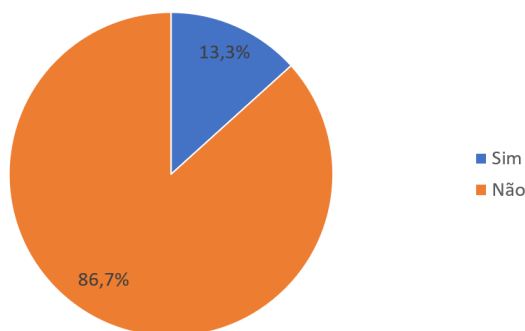


Figura 4.8: Gráfico sobre se os inquiridos já realizaram um MOOC

De seguida foi questionado se os inquiridos alguma vez tinham interagido com um sistema de *chat bot* ou assistente virtual de forma a saber a familiaridade que estes apresentavam com a aplicação mencionada.

Na pergunta se já tinha utilizado um *chat bot* metade dos inquiridos responderam que sim (50%), 30% indicaram que não e 20% indicaram que não sabem (Figura 4.9).

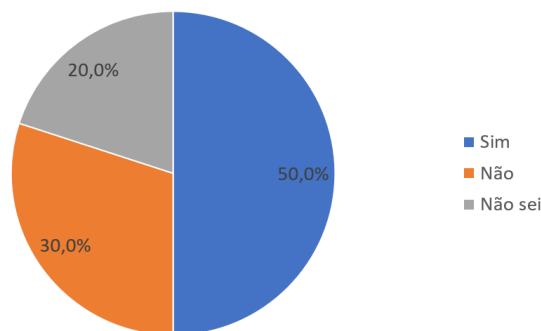


Figura 4.9: Gráfico sobre a utilização de "chat bots"

Quanto à pergunta sobre se já utilizou um assistente virtual 53,3% responderam que sim e 46,7% responderam que não (Figura 4.10). Os inquiridos que responderam sim indicaram que os assistentes virtuais são provenientes de diversos tipos de aplicação, como por exemplo, aplicações de reconhecimento de voz e apoio nos dispositivos móveis, aplicações de ensino *online*, aplicações de apoio médico, *chat bots* de conversa *online* e sites de compras ou serviços que apresentam um assistente na página para ajudar o cliente.

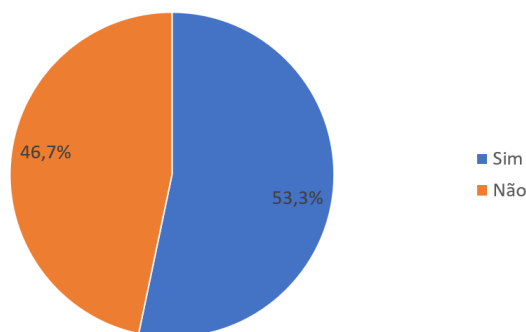


Figura 4.10: Gráfico sobre a utilização de assistentes virtuais

Em relação à interação com assistentes virtuais foram apresentados tópicos aos inquiridos onde estes necessitavam de colocar a sua concordância de Discordo totalmente a Concordo totalmente (Figura 4.11). Os tópicos apresentados foram os seguintes:

1. Contribui para que aceda mais rápido à informação
2. Permite explorar mais informação que não está no ambiente/contexto visualizado
3. Facilita a comunicação pois a linguagem utilizada é acessível
4. O diálogo resultante é agradável e inteligente

No primeiro tópico 5% indicou que discordava, 20% respondeu neutro, 50% que concordava e 25% que concordava completamente, concluindo assim que de acordo com as respostas obtidas um assistente virtual ajuda a aceder mais rápido à informação.

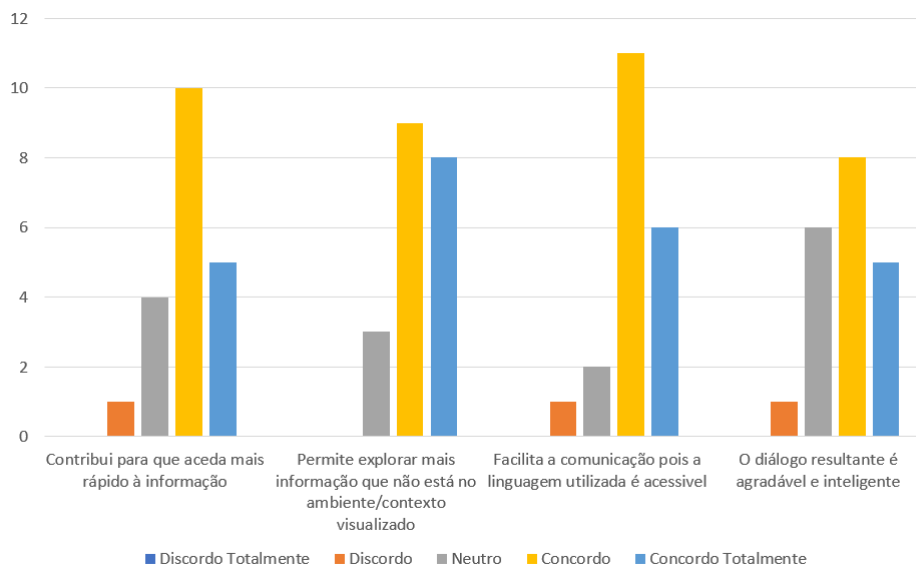


Figura 4.11: Respostas dos inquiridos sobre a utilização de assistentes virtuais

O segundo tópico apresentou resultados onde 15% respondeu neutro, 45% concordou e 40% concordou totalmente, indicando assim que os assistentes virtuais permitem explorar mais informação à presente inicialmente ao utilizador.

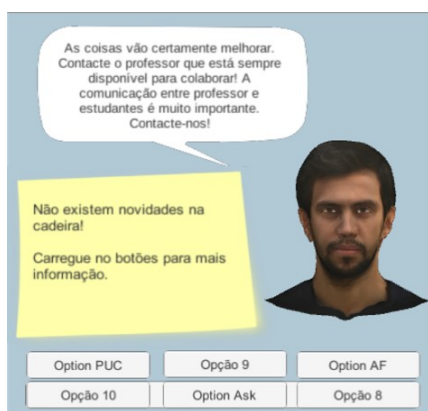
Quanto ao terceiro tópico 5% indicou que discorda, 10% respondeu de forma neutra, 55% indicou que concordava e 30% que concordava totalmente, representando assim que os inquiridos concordam no ponto em que os assistentes virtuais facilitam a comunicação com linguagem adequada.

No último tópico 5% indicou que discorda, 30% indicou neutro, 40% que concordava e 25% que concordava totalmente, sendo este o tópico onde os resultados obtidos foram mais baixos, mas ainda sendo positivos.

Modelos masculinos

Para avaliar o realismo dos modelos masculinos em 2 dimensões e 3 dimensões (Figura 4.12 e Figura 4.13), foram colocadas imagens dos modelos na aplicação utilizando 2 expressões faciais, sendo estas a Positiva muito alta e a neutra. Foi questionado aos inquiridos qual a sensação que estes pensavam que o tutor estava a demonstrar.

A primeira imagem apresentada era do modelo 3D com a expressão facial positiva muito alta. A maioria dos inquiridos indicou a expressão muito positiva (46,7%), 36,7% indicou que a expressão era positiva, 10% indicou neutra e 6,7% indicou negativa (Figura 4.14).

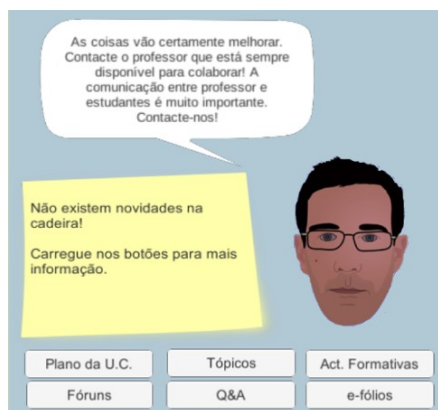


(a) Modelo 3D masculino com expressão neutra



(b) Modelo 3D masculino com expressão contente muito alta

Figura 4.12: Modelos 3D masculinos



(a) Modelo 2D masculino com expressão neutra



(b) Modelo 2D masculino com expressão contente muito alta

Figura 4.13: Modelos 2D masculinos

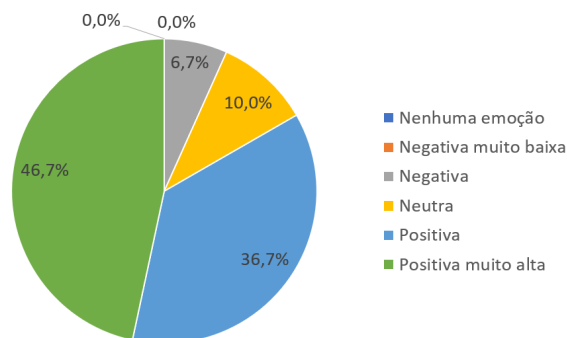


Figura 4.14: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 3D masculino

A segunda imagem é também de um modelo 3D, mas com uma expressão facial neutra. Grande parte dos inquiridos indicou a expressão correta, tendo 70% indicado que a expressão era neutra ou nenhuma emoção, 23,3% indicou que era a expressão negativa, e os restantes 3,3% indicou que era negativa muito baixa e 3,3% indicou que era positiva (Figura 4.15).

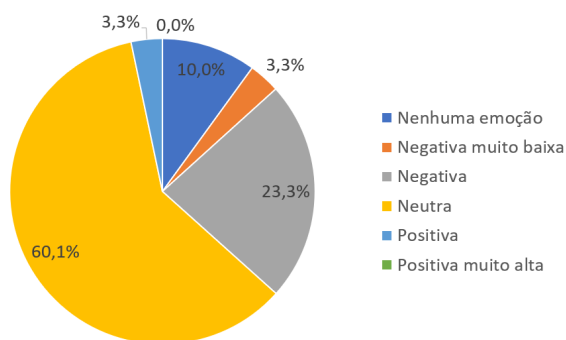


Figura 4.15: Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 3D masculino

A terceira imagem era referente a um modelo 2D com a expressão facial neutra e as respostas obtidas em grande parte estão em concordância, sendo indicado em 70% das respostas que se trata de uma expressão neutra ou sem expressão, em 23,3% que é negativa e em 6,7% que é positiva (Figura 4.16).

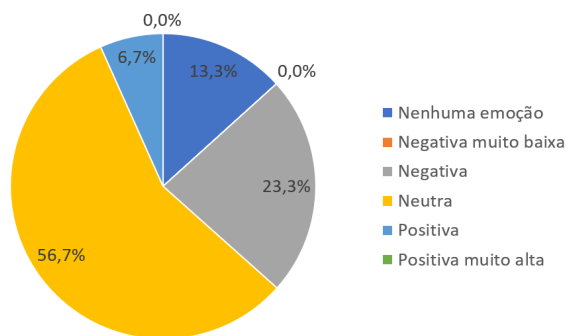


Figura 4.16: Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 2D masculino

Na última imagem dos modelos masculinos é apresentado o modelo 2D com a expressão facial positiva muito alta. As respostas indicadas pelos utilizadores e maior parte foram a expressão positiva com 73,3%, seguida da positiva muito alta com 20%, e os restantes indicaram neutra com 3,3% e negativa muito baixa com 3,3% (Figura 4.17).

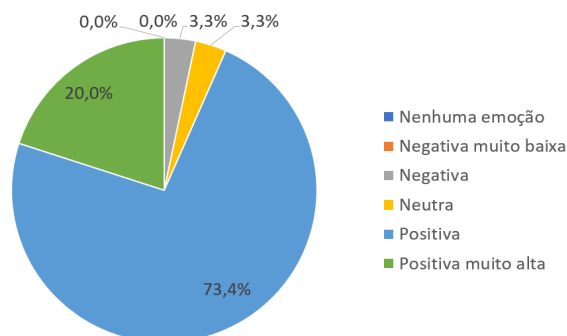


Figura 4.17: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 2D masculino

No final deste grupo foi questionado aos inquiridos para classificarem numa escala de 1 a 5 (em que 1 corresponde a não gosto muito e 5 a gosto muito) os modelos na sua adequação para a representação da aplicação do Tutor Virtual.

No caso do modelo 3D do João os resultados foram positivos, obtendo uma média de 3,6 (Figura 4.18).

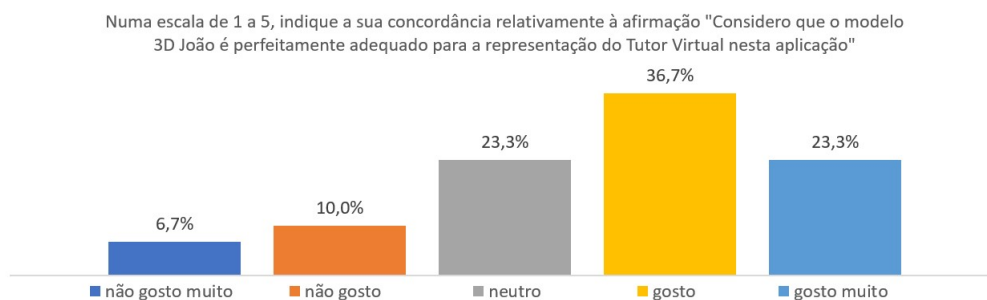


Figura 4.18: Gráfico sobre a adequação do modelo 3D do João no contexto da aplicação

O modelo 2D do Gareth apresentou resultados inferiores, mas positivos, obtendo uma média de 3,2 (Figura 4.19).

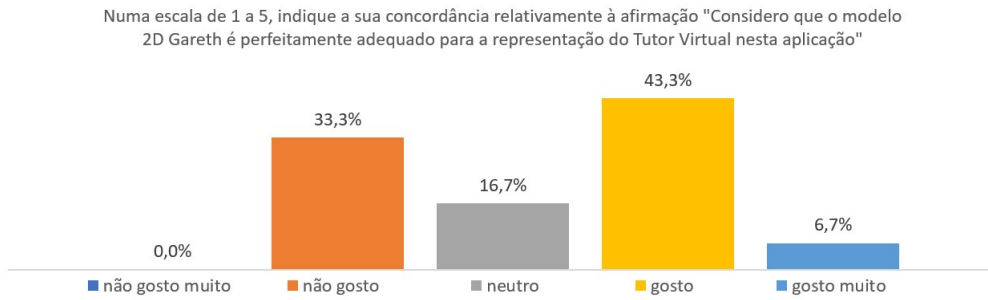
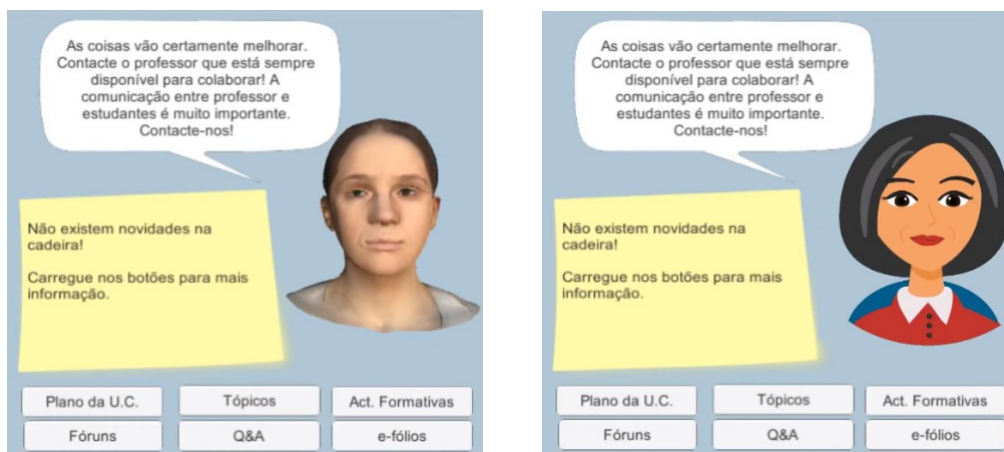


Figura 4.19: Gráfico sobre a adequação do modelo 2D do Gareth no contexto da aplicação

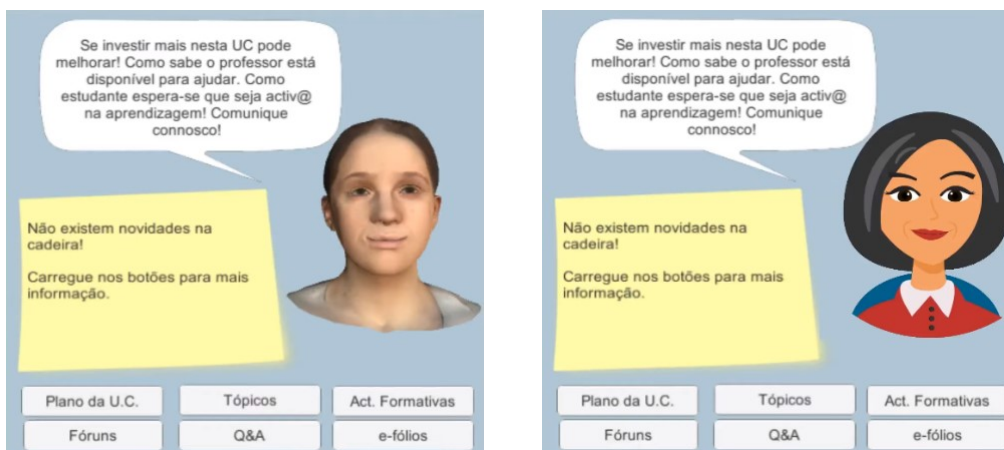
Modelos femininos

Em relação à avaliação dos modelos femininos em 2 dimensões e 3 dimensões, foram utilizados vídeos e imagens dos dois tipos de modelos utilizando 3 tipos de expressões faciais, sendo estas a positiva muito alta, a positiva e a neutra. Os inquiridos foram questionados sobre qual a sensação que estes pensavam que o tutor estava a demonstrar.



(a) Modelos 3D feminino com expressão neutra (b) Modelos 2D feminino com expressão neutra

Figura 4.20: Modelos femininos com expressão neutra



(a) Modelos 3D feminino com expressão neutra (b) Modelos 2D feminino com expressão neutra

Figura 4.21: Modelos femininos com expressão neutra



(a) Modelos 3D feminino com expressão positiva muito alta (b) Modelos 2D feminino com expressão positiva muito alta

Figura 4.22: Modelos femininos com expressão positiva muito alta

O primeiro vídeo apresentado foi do modelo 2D da Noa com a expressão facial neutra. A maioria dos inquiridos indicou a expressão correta, indicando que era a expressão neutra ou nenhuma expressão em 63,3% das respostas, seguida da expressão positiva com 30% e negativa em 6,7% (Figura 4.23).

O segundo vídeo demonstrava a expressão facial positiva no modelo da 2D da Noa, e a maioria dos inquiridos conseguiu classificar esta emoção corretamente, onde 60% indicou que se tratava da expressão positiva, 26,7% indicou que era a expressão neutra, e os restantes 6,7% indicou negativa, 3,3% Negativa muito baixa e 3,3% Nenhuma emoção (Figura 4.24).

O terceiro vídeo apresenta a expressão facial de positiva muito alta no modelo 2D na Noa, sendo esta a pergunta onde mais inquiridos concordaram na resposta final onde a res-

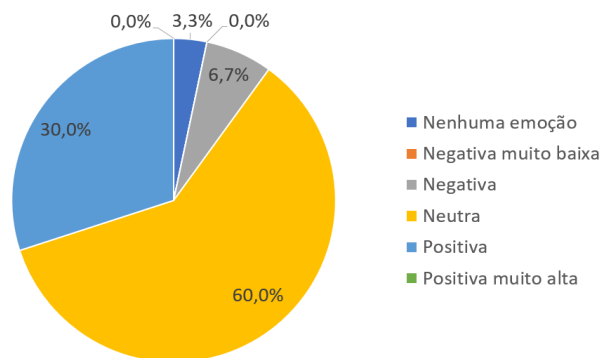


Figura 4.23: Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 2D feminino

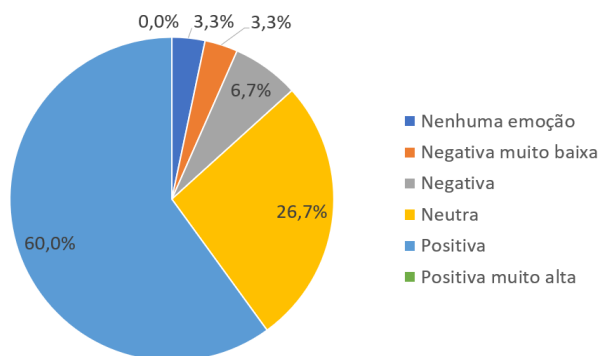


Figura 4.24: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva do modelo 2D feminino

posta positiva muito alta foi seleccionada por 86,7% dos inquiridos, seguida da expressão positiva em 10% e neutra em 3,3% (Figura 4.25).

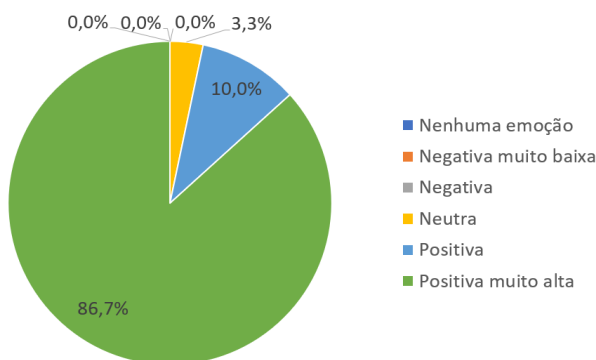


Figura 4.25: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 2D feminino

O quarto vídeo demonstra a expressão facial neutra do modelo 3D da Maria. A maioria das respostas esteve correta, indicando que era neutra ou nenhuma emoção em 60% das respostas, 30% responderam que era negativa e em 10% que era negativa muito baixa (Figura 4.26).

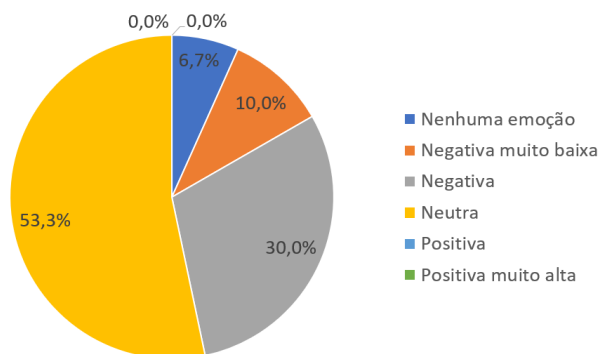


Figura 4.26: Resposta dos inquiridos sobre a expressão neutra do modelo 3D feminino

O quinto vídeo representa a expressão facial neutra do modelo 3D da Maria, e nesta pergunta também a maioria dos inquiridos respondeu corretamente indicando que era positiva em 46,7%, 26,7% indicou que a expressão era neutra, 20% indicou negativa, 3,3% negativa muito baixa e 3,3% nenhuma emoção (Figura 4.27).

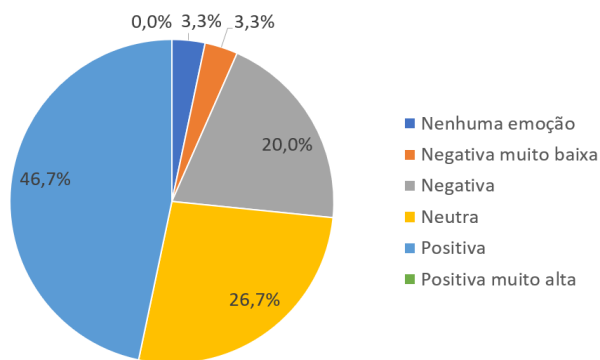


Figura 4.27: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva do modelo 3D feminino

No sexto e último vídeo é apresentado o modelo 3D da Maria com a expressão facial de positiva muito alta. A maioria das respostas este incorreta, indicando que se tratava da expressão positiva em 53,3% e a positiva muito alta em 40%, os restantes responderam em 3,3% que era neutra e em 3,3% que era negativa muito baixa (Figura 4.28).

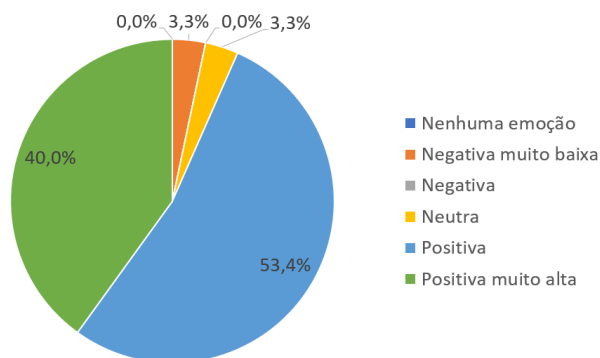


Figura 4.28: Resposta dos inquiridos sobre a expressão positiva muito alta do modelo 3D feminino

No final deste grupo de perguntas foi feita a pergunta novamente para classificarem os modelos numa escala de 1 a 5 (em que 1 corresponde a não gosto muito e 5 a gosto muito) na sua adequação para a representação da aplicação do Tutor Virtual, mas com os modelos femininos, e os resultados foram bastante diferentes.

No caso do modelo 3D da Maria os resultados foram bastante baixos, apresentando um valor negativo de 2,7 (Figura 4.29).

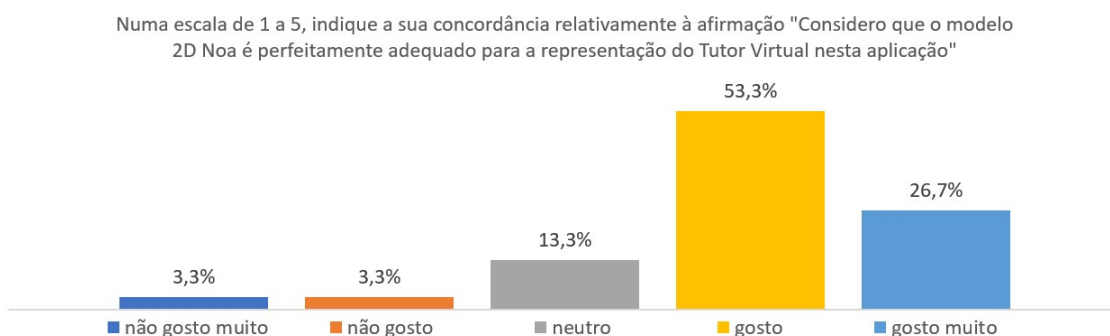


Figura 4.29: Gráfico sobre a adequação do modelo 3D da Maria no contexto da aplicação

O modelo 2D da Noa apresentou os melhores resultados entre todos os modelos, obtendo uma média bastante positiva de 4 (Figura 4.30).

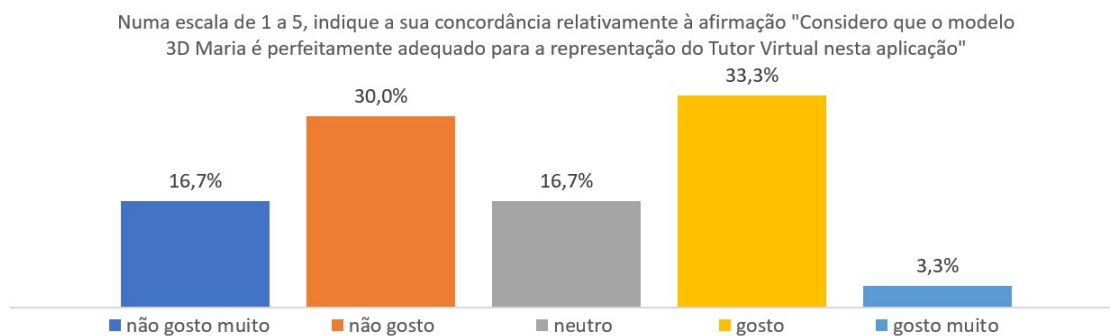


Figura 4.30: Gráfico sobre a adequação do modelo 2D da Noa no contexto da aplicação

Em conclusão os modelos 3D apresentaram uma média de 3,15 no conjunto do modelo feminino e masculino e os modelos 2D apresentaram uma média de 3,6, concluindo assim a preferência dos inquiridos pelos modelos 2D apresentados.

Na seguinte questão foi pedido para classificar numa escala de 1 a 5 (em que 1 corresponde a não concordo muito e 5 a concordo muito), de forma geral, a adequação de um modelo 3D ao apoio à distância em comparação com o modelo 2D, e os resultados obtidos contrariam os valores obtidos previamente, sendo indicado que preferem os modelos 3D com valor de 3,3 (Figura 4.31). Ao pedir-se para justificar foi obtida uma resposta para a discrepância apresentada, e esta é devido ao desgosto apresentado pelo modelo 3D feminino, onde indicam que se estivesse melhor realizado seria melhor para colocar na aplicação. Em relação ao modelo 2D alguns inquiridos indicaram a sua preferência por estes devido à simplicidade que apresentam. OS modelos 3D também foram mencionados como mais realistas e conseguindo assim exprimir melhor as expressões necessárias e transmitir empatia.

Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação: "De um modo geral e tendo em consideração os modelos observados neste questionário, penso que os modelos 3D são mais adequados do que os modelos 2D numa aplicação de apoio ao ensino a distância"

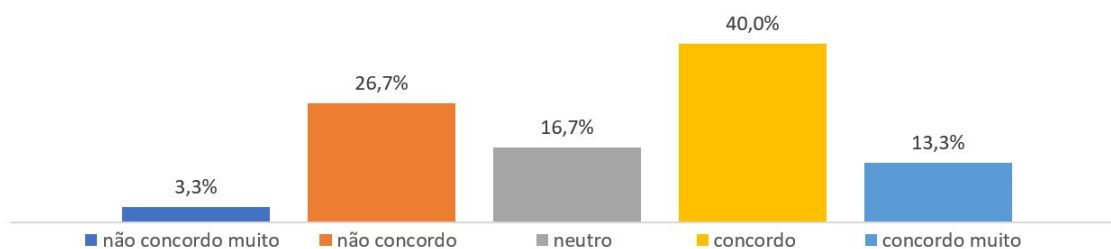


Figura 4.31: Gráfico sobre a adequação dos modelos 3D no ensino a distância em comparação com os 2D

No final foi realizada uma questão de como seria o modelo ideal para a aplicação as respostas foram variadas, desde a necessidade de existir mais formalidade nas roupas vestidas pelo tutor, melhor enquadramento da imagem tutor, como por exemplo, a câmara mostrar do peito para cima, um humano 3D indistinguível do real de forma a mostrar melhor as expressões faciais e a existência de outro tipo de modelos que não sejam humanos e que consigam interagir com o tutor de diversas formas. As respostas mencionadas mais vezes são a existência de um modelo 3D mais realista e a possibilidade de escolha do modelo pelo aluno, entre 2D e 3D e dentro destes diversos modelos diferentes.

Conclusões

Através dos resultados obtidos nos testes foi possível obter informação necessária para o possível desenvolvimento futuro da aplicação, mas de forma a indicar que estes resultados estão totalmente corretos iria ser necessária uma amostra maior de respostas. Foi possível

observar que os inquiridos gostaram bastante do modelo 3D masculino em relação ao 2D masculino, pois este apresentava mais realismo e conseguia produzir mais empatia nos alunos, mas em relação ao modelo 3D feminino o resultado foi diferente, pois não gostaram de como estava desenvolvido o modelo, e preferiram o modelo 2D. Indicaram também que caso os modelos 3D estivessem mais perto do aspeto real de uma pessoa estes seriam os melhores para representar na aplicação.

Com isto podemos concluir que os inquiridos acharam que o modelo 3D da aplicação precisam de mais desenvolvimento e que seria o ideal para o desenvolvimento final da aplicação, apesar de muitas das sugestões indicadas em termos de realismo implicarem a produção de modelos com um elevado nível de qualidade.

Capítulo 5

Conclusão e Trabalho futuro

Neste capítulo é apresentado um balanço final do trabalho realizado neste projeto, os obstáculos que existiram e foram ultrapassados e o trabalho futuro a ser realizado para melhorar a aplicação final.

5.1 Trabalho realizado

O trabalho realizado nesta tese foi focado na componente de resposta a perguntas, mas existiu também alguns desenvolvimentos realizados na componente gráfica.

Na componente de pergunta e resposta foi realizado um sistema inicial utilizando o método apresentado por Catarina Alves [2], que apresentava erros na sua compilação para WebGL através do Unity3D, por isso foi necessário explorar outras alternativas. Foi realizada uma pesquisa por outros métodos de resposta a pergunta online e feita a comparação entre os 5 sistemas que se adaptam ao tipo de trabalho que se encontra a ser desenvolvido. Estes sistemas foram implementados na aplicação e realizados testes e uma comparação entre os 5. Um dos grandes obstáculos encontrados foi apenas ser possível utilizar as versões grátis dos sistemas e com isto estar limitado a utilização a 1 mês em maior parte dos casos.

Devido às limitações apresentadas foi decidido criar um sistema local de resposta a perguntas utilizando uma métrica que calcula as diferenças entre a pergunta introduzida e um conjunto de perguntas existentes e caso seja similar a uma existente é apresentada uma resposta pré-determinada ao utilizador. Devido a este sistema ser muito linear foi decidido utilizar o primeiro sistema, utilizando as ontologias, mas sendo alterado e melhorado. O novo sistema apresentou resultados bastante bons, apesar de ainda ser impossível de compilar para WebGL.

Em termos da componente gráfica foram realizados testes utilizando novos estilos de câmara e novos modelos 2D. Os testes com modelos 2D foram realizados a possíveis utilizadores da aplicação e apresentaram resultados que permitem uma compreensão das preferências destes, podendo ajudar ao possível desenvolvimento futuro

da aplicação. Foram também realizadas alterações ao módulo de resposta a pergunta da aplicação de forma a ser apresentada a resposta ao utilizador.

5.2 Conclusão

A solução apresentada neste relatório visa concluir uma das secções do sistema do Tutor Virtual, criando um local onde os alunos que possuem dúvidas acerca de uma certa Unidade Curricular ou outro tema relacionado com a Universidade Aberta, possa obter uma resposta a qualquer altura do dia sem ser necessário a interação pessoal com um docente.

Com a leitura de vários artigos e estudo sobre projetos já realizados foi possível compreender que os problemas que esta aplicação apresenta não são problemas comuns, visto que não existem muitas aplicações desenvolvidas com as mesmas características finais, e uma grande parte das que existem utilizam serviços online de pergunta e resposta que facilita muito o desenvolvimento.

O tempo previsto para o desenvolvimento ultrapassou o esperado devido aos vários imprevistos que ocorreram durante o desenvolvimento da aplicação, nomeadamente os testes com os utilizadores demoraram bastante mais tempo do que estava pensado, atrasando assim a conclusão do projeto.

Tendo estes fatores em consideração o desenvolvimento apresentou uma dificuldade superior à inicialmente esperada, demorando mais tempo o desenvolvimento, mas apresentando no final um resultado satisfatório que satisfaz todos os requisitos.

5.3 Principais dificuldades

Alguns dos obstáculos que apareceram durante o desenvolvimento da aplicação foram:

1. **Descontinuação do *parser* de dependências** - O *parser* de dependências é uma componente fundamental neste projeto pois é utilizada na interpretação da frase introduzida pelo aluno. A utilização deste *parser* era realizada através de um pedido XML-RPC realizado através de um ficheiro em python. Ao fim de três meses a utilizar o *parser* de dependências este sistema foi descontinuado e foi necessário obter uma alternativa. Foram contactados os membros que desenvolveram o *parser* e enviado um conjunto de perguntas para testar a aplicação. Com a resposta obtida do *parser* de dependências é possível desenvolver e testar o código utilizando as classificações obtidas, e com este método foi possível desenvolver a aplicação final, que se encontra, de momento, a utilizar as perguntas tipo, mas está também preparado para caso o *parser* de dependências volte a estar funcional.

2. **Criação de um plataforma de teste local** - Foi criada uma plataforma local através do programa XAMP, que permite a criação de um servidor local. Neste servidor local foi instalado uma versão do Moodle de forma a ser possível realizar testes sem a necessidade de conectar ao servidor da universidade aberta ou da Amazon, criando também a possibilidade de ser trabalhar offline. Ocorreram vários problemas na criação desta plataforma Moodle sendo estes relacionados com os pedidos web necessário para a aplicação que necessitavam de estar presentes no Moodle.
3. **Erros na compilação para WebGL** - Para a execução da aplicação no Moodle é necessário que este seja compilado para o formato WebGL de forma a poder ser executado numa página HTML, mas com este tipo de compilação podem ocorrer vários problemas. O WebGL Api do JavaScript que suporta a maioria das bibliotecas existentes em Unity3D e com isto torna possível que uma aplicação desenvolvida em Unity3D possa ser compilada em WebGL através do próprio Unity3D. O Unity3D utiliza a linguagem de programação C# para a programação dos seus *scripts* e este permite a adição de bibliotecas externas, e estas bibliotecas externas podem causar problemas durante a compilação para WebGL. Neste projeto é necessário serem executadas interrogações a uma ontologia, e para executar estas interrogação é necessário usar SPARQL *queries* que necessitam de uma biblioteca externa chamada de DotNetRDF para poderem ser executadas em *scripts* de C# e consequentemente no Unity3D. Ao tentar compilar para WebGL utilizando esta biblioteca o Unity3D apresenta erros não especificando exatamente o local do erro, mas depois de vários testes e pesquisas na web conclui-se que o erro se tratava desta biblioteca. Não existindo outra biblioteca que permita executar estas *queries* em C# tornou-se impossível a compilação para WebGL.
4. **Falhas no servidor da Universidade Aberta** - Ao iniciar a aplicação é realizado uma ligação ao servidor da Universidade Aberta de forma a obter informação sobre os alunos e as Unidades Curriculares, e caso este servidor não consiga ser acedido a aplicação não possui a informação necessária para iniciar, sendo assim impossível testar e usar a aplicação. Durante o desenvolvimento esta ligação muitas vezes falhava ou demorava muito tempo a ocorrer, aumentando assim o tempo necessário para o teste das funcionalidades.

5.4 Trabalho Futuro

Para a utilização final desta aplicação ainda existem várias alterações que necessitam de ser realizadas de forma a poder ser dado este projeto como concluído. Alguns dos pontos a melhorar são:

1. **Corretor ortográfico no módulo de resposta a perguntas** - O módulo de Q&A

encontra-se desenvolvido de forma a utilizar as palavras inseridas pelo utilizador para fazer a interrogação à base de dados, mas isto cria problemas quando as palavras têm erros ortográficos. Outro problema existente é na realização do *parser* das perguntas, que caso estas apresentem os erros ortográficos, os resultados em maioria dos casos são diferentes dos esperados. Uma solução seria a criação de uma biblioteca que permitisse a correção das palavras antes do envio ao *parser* de dependências.

2. **Mais escolhas de tutor** - Neste momento apenas estão presentes na aplicação duas possibilidades de avatares, mas a escolha entre modelos 2D e 3D como mencionado no questionário realizado e entre outros de modelos, como por exemplo a utilização do modelo de professores é uma opção que poderia ser implementada na aplicação.
3. **Tamanho na janela do TV** - A janela do tutor virtual encontra-se adaptada a um ecrã com a resolução de 1080 por 1920 píxeis, cobrindo assim a maioria de ecrãs do mercado. Mas ocorre o problema onde caso o ecrã seja mais pequeno, como por exemplo num computador portátil com ecrã de 1366 por 768 píxeis, como tem sido a resolução padrão destes ecrãs até recentemente, a janela do tutor virtual irá ocupar grande parte do ecrã. Caso o ecrã apresente uma resolução maior, como tem vindo a ocorrer recentemente, de 2560 por 1440 ou de 3840 por 2160 píxeis, a janela do tutor virtual irá ficar muito pequena.

Bibliografia

- [1] Guia de curso de mestrado em tecnologias e sistemas informáticos web. http://portal.uab.pt/dcet/wp-content/uploads/sites/12/2019/01/MW_2018-20_Guia-de-curso-para-atualizar-o-atual.pdf. Accessed: 15-05-2019.
- [2] Catarina Bilé Fanguero Cesteiro Alves. Tutor virtual para o ensino a distância (e-learning). Master's thesis, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2018.
- [3] Ygor Amaral, Alexandre Maciel, and Rodrigo Rodrigues. Development of a virtual assistant for alerts and notifications in a learning environment. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 742, 2015.
- [4] João Balsa, Luís Neves, Maria Beatriz Carmo, and Ana Paula Cláudio. Question & answering interface to improve the students' experience in an e-learning course with a virtual tutor. In *Proceedings of the 3rd EAI International Conference on Technology, Innovation, Entrepreneurship and Education*, 2019.
- [5] Robin D Burke, Kristian J Hammond, Vladimir Kulyukin, Steven L Lytinen, Noriko Tomuro, and Scott Schoenberg. Question answering from frequently asked question files: Experiences with the faq finder system. *AI magazine*, 18(2):57, 1997.
- [6] Elizabeth Carvalho and Adérito Marcos. Virtual tutor: A case of study in university aberta. In *The 2018 International Conference on Digital Science*, pages 465–471. Springer, 2018.
- [7] Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, João Balsa da Silva, Catarina Bilé Alves, Ricardo Costa, Adérito Marcos, Elizabeth Carvalho, Vitor Rocio, Leonel Morgado, Lina Morgado, et al. Empathic mediators for distance learning courses. In *Proceedings ICGI-2018. International Conference on Graphics and Interaction*, pages 177–178. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2018.
- [8] Ricardo Jorge Correia Costa. Virtual tutor: Information retrieval in moodle and parametrization via a backoffice application. Master's thesis, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2018.

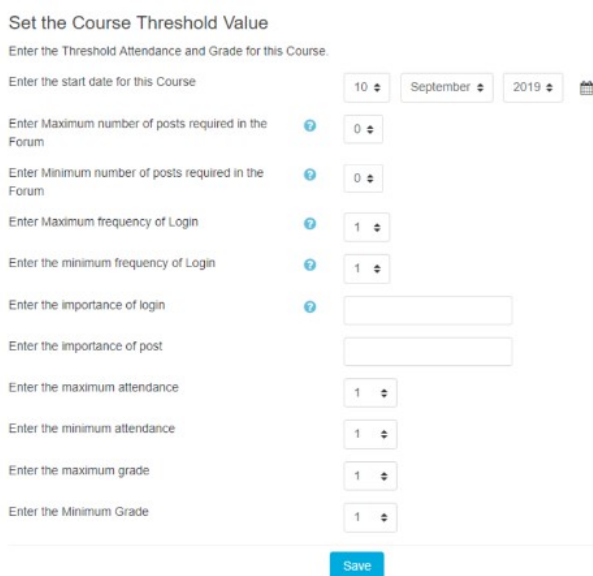
- [9] Ed Currie, Pirkko Harvey, Padma Daryanani, Juan Carlos Augusto, Rabia Arif, and Almaas Ali. An investigation into the efficacy of avatar-based systems for student advice. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 3(11), 2016.
- [10] Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e pesquisa*, 29(2):327–340, 2003.
- [11] IBM. Watson assistant solutions—ibm. <https://www.ibm.com/watson/ai-assistant-2/>, 2016. [Online; Acedido em 20-Novembro-2018].
- [12] S Jayalakshmi and Ananthi Sheshasaayee. Automated question answering system using ontology and semantic role. In *2017 International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)*, pages 528–532. IEEE, 2017.
- [13] Cody Kwok, Oren Etzioni, and Daniel S Weld. Scaling question answering to the web. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 19(3):242–262, 2001.
- [14] Alexandre MA Maciel, Rodrigo L Rodrigues, and Edson CB Carvalho. Desenvolvimento de um assistente virtual integrado ao moodle para suporte a aprendizagem online. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 25, page 382, 2014.
- [15] Daniel Mill, Denise A Lima, Valeria S Lima, and Regina MSP Tancredi. O desafio de uma interação de qualidade na educação a distância: o tutor e sua importância nesse processo. *Cadernos da pedagogia*, 2(4), 2009.
- [16] Alda Pereira, António Quintas Mendes, Lina Morgado, Lúcia Amante, and José Bidarra. Modelo pedagógico virtual da universidade aberta: para uma universidade do futuro, 2007.
- [17] Paulo Quaresma, Irene Rodrigues, Carlos A Prolo, and Renata Vieira. Um sistema de pergunta-resposta para uma base de documentos. *Letras de Hoje*, 41(2), 2006.
- [18] R.Mervin and Dr.A.Jaya. Knowledge baesd question answering system using ontology. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, pages 523–528, 2014.
- [19] Ana Marisa Salgueiro, Catarina Bilé Alves, and João Balsa. Querying an ontology using natural language. In *International Conference on Computational Processing of the Portuguese Language*, pages 164–169. Springer, 2018.

- [20] Samuel BJ Silva, Vinicius Ponte Machado, and Francisco NC Araújo. Sistema tutor inteligente baseado em agentes na plataforma moodle para apoio as atividades pedagógicas da universidade aberta do piauí. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 3, page 592, 2014.
- [21] Antonio AS Zuin. Educação a distância ou educação distante? o programa universidade aberta do brasil, o tutor e o professor virtual. *Educação & Sociedade*, 27(96):935–954, 2006.

Apêndice A

Integração com novo BackOffice

O desenvolvimento do BackOffice mencionado na tese de Ricardo Costa [8], foi uma solução temporária para uma necessidade que existia. Foi criada uma versão definitiva por uma aluna da Universidade Aberta que criou um BackOffice na página do Moodle, onde o docente da Unidade Curricular introduz os valores para o tutor virtual. Estes valores são o número mínimo e máximo de *posts* nos fóruns, o número mínimo e máximo da frequência de *logins*, a importância dos logins e dos posts onde a soma dos 2 é 100%, o número mínimo e máximo de assiduidade e o número mínimo e máximo da nota necessária (Figura A.1).



The screenshot shows a Moodle form titled "Set the Course Threshold Value". The form includes the following fields and controls:

- Header: "Set the Course Threshold Value"
- Instruction: "Enter the Threshold Attendance and Grade for this Course."
- Start Date: "Enter the start date for this Course" with dropdowns for "10", "September", and "2019", and a calendar icon.
- Forum Posts: "Enter Maximum number of posts required in the Forum" (0) and "Enter Minimum number of posts required in the Forum" (0), both with spinners and help icons.
- Login Frequency: "Enter Maximum frequency of Login" (1) and "Enter the minimum frequency of Login" (1), both with spinners and help icons.
- Importance: "Enter the importance of login" and "Enter the importance of post" (empty text boxes).
- Attendance: "Enter the maximum attendance" (1) and "Enter the minimum attendance" (1), both with spinners.
- Grade: "Enter the maximum grade" (1) and "Enter the Minimum Grade" (1), both with spinners.
- Bottom: A blue "Save" button.

Figura A.1: BackOffice no Moodle

Foi criado um web-service neste BackOffice por parte da aluna da Universidade Aberta de forma a ser possível obter estes valores através da aplicação. Este web-service fornece a informação e através destes a aplicação realiza os cálculos de aproveitamento e presença e altera a expressão do tutor baseado nos resultados.

Na aplicação do tutor virtual foi criado um pedido Get de forma a retribuir estes valores da base de dados do Moodle da Universidade Aberta e colocá-los na aplicação, sendo estes valores depois utilizados para calcular o tipo de emoção que o tutor exprime, sendo estas a emoção neutra, positiva ou positiva muito alta. O sistema de cálculo da emoção foi desenvolvido pelos alunos Catarina Alves [2] e Ricardo Costa [8] que trabalharam previamente no projeto.

Apêndice B

Questionário a utilizadores

Tutoria Virtual

O projeto de investigação Tutoria Virtual visa analisar o impacto pedagógico resultante da integração num ambiente de aprendizagem online de “avatares” capazes de desempenhar o papel de tutores virtuais.

O projeto, com financiamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (referência PTDC/IVC-PEC/3963/2014), envolve investigadores de 3 instituições: a Universidade Aberta, como instituição líder, e 2 instituições participantes da Universidade de Lisboa, a Faculdade de Ciências e o Instituto Superior Técnico.

Neste questionário pretendemos recolher a opinião de possíveis utilizadores desta aplicação sobre o tipo de modelo de tutor virtual (“avatar”) que preferem.

A informação obtida neste questionário anónimo é para uso exclusivo do projeto. Caso exista alguma dúvida envie um email para: virtuالتutoringfcul@gmail.com

Agradecemos muito a sua colaboração!

***Obrigatório**

Consentimento informado

1. **Li e compreendi a explicação dada sobre o questionário no âmbito do projeto FCT “Tutoria Virtual – referência PTDC/IVC-PEC/3963/2014” e concordo em responder voluntariamente a este questionário. ***

Marcar apenas uma oval.

- Concordo *Passe para a pergunta 2.*
- Não concordo *Passe para "Caso mude de opinião."*

Dados

2. **Faixa etária ***

Marcar apenas uma oval.

- 18-25 anos
- 26-35 anos
- 36-45 anos
- 46-55 anos
- mais de 55 anos

3. **Género ***

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
- Masculino
- Prefere não responder

4. Já utilizou um sistema de E-learning como o Moodle ou BlackBoard? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

5. É ou foi alun@ da Universidade Aberta? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

6. Se respondeu sim à pergunta anterior, por favor indique o curso.

7. Por favor indique também o número de disciplinas que já realizou com sucesso.*Marcar apenas uma oval.*

- Menos 5
- 6 - 10
- 11 - 15
- Mais de 16

8. Já realizou algum MOOC (Massive Open Online Courses)? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

9. Se respondeu sim à pergunta anterior, por favor indique quantos.*Marcar apenas uma oval.*

- Menos de 3
- 3 - 5
- Mais de 5

10. Por favor indique quais:

11. Já utilizou algum sistema de "chat bot"? **Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei

12. Já utilizou algum "assistente virtual" (por exemplo numa loja online ou numa plataforma de ensino, de treino ou de aprendizagem)? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

13. Se respondeu sim na pergunta anterior, por favor, diga quais.

14. Se já interagiu com um "assistente virtual", na sua opinião esta interação:

Marcar apenas uma oval por linha.

	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
Contribui para que aceda mais rápido à informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Permite explorar mais informação que não está no ambiente/contexto visualizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilita a comunicação pois a linguagem utilizada é acessível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O diálogo resultante é agradável e inteligente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

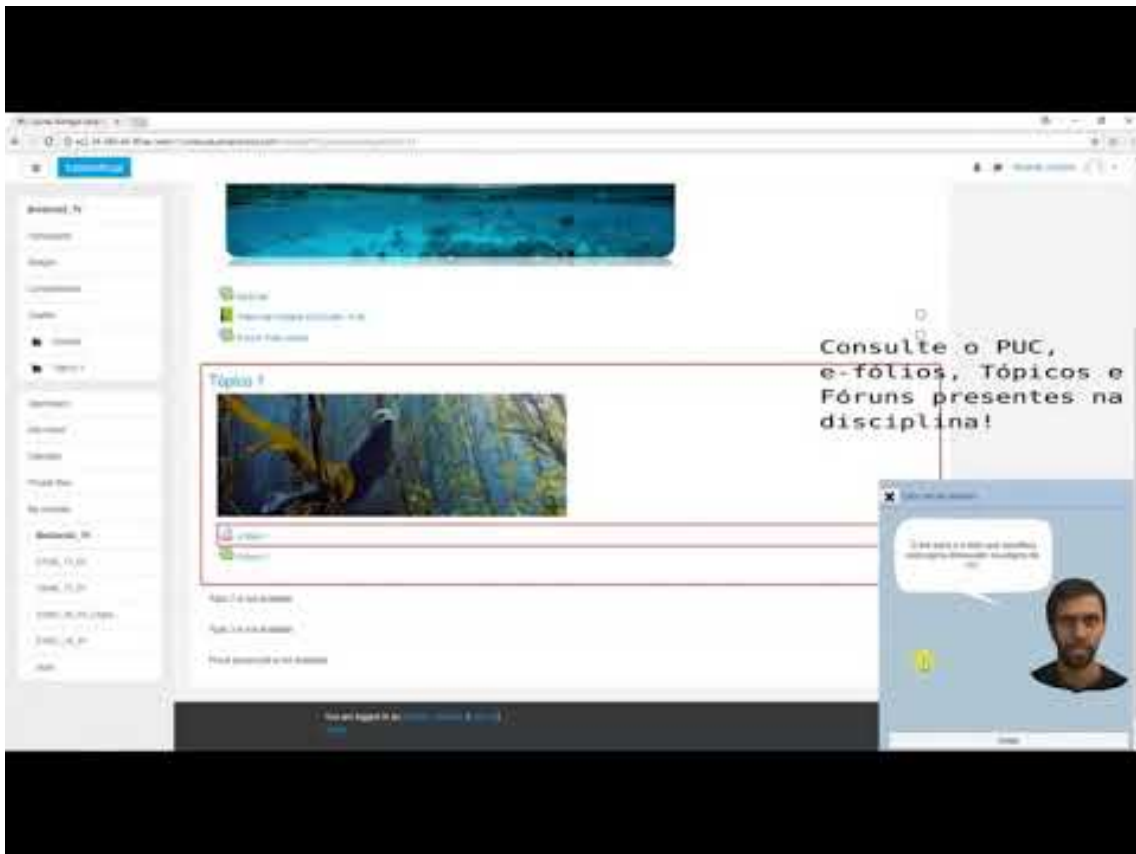
A aplicação Tutoria Virtual no Moodle (vídeo)

O vídeo seguinte ilustra a utilização da aplicação Tutor Virtual desenvolvida para a plataforma Moodle.

-- A interface que contém a figura do tutor virtual ocupa uma posição fixa no canto inferior direito da janela de uma Unidade Curricular (UC) do Moodle.

-- Na primeira utilização o aluno escolhe o seu tutor entre dois modelos 3D alternativos, um masculino e outro feminino. Estes modelos foram gerados a partir de fotografias de humanos reais, têm expressões faciais e usam balões de texto como modos de comunicação com o aluno.

-- Adicionalmente, o tutor responde a algumas perguntas sobre a UC, ajuda o aluno a encontrar informação importante na página, a saber quais são as novidades (por exemplo, conteúdos para estudo, actividades formativas) e dá-lhe feedback baseado nas suas notas de avaliação contínua (obtidas na resolução de e-fólios), na sua assiduidade na página da disciplina e na participação nos fóruns.



http://youtube.com/watch?v=m_enWljBSS

A janela do Tutor Virtual

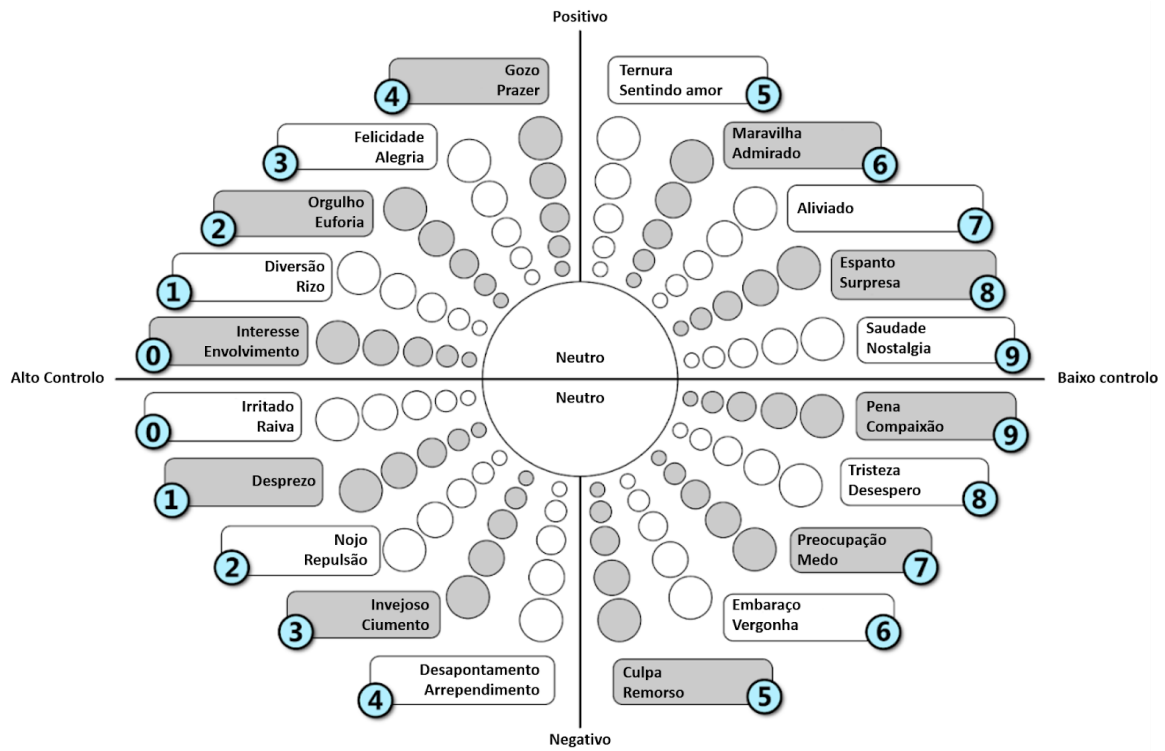
A figura seguinte mostra a janela do Tutor Virtual e tem assinaladas as suas 4 partes distintas:

- 1- Balão de fala;
- 2- Post-it com as novidades da disciplina desde o último login do aluno na página da UC;
- 3- Modelo do tutor virtual;
- 4- Botões para obter conteúdos específicos da UC (por exemplo o PUC- Plano da Unidade Curricular) e botão de funcionalidade Question & Answering (Q&A).



Modelos Masculinos

Considere a "Geneva wheel of emotions", que representa emoções positivas na metade superior, emoções negativas na metade inferior e neutra no centro.



Observe a imagem 1 (modelo 3D João)



15. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Observe a imagem 2 (modelo 3D João):



16. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Observe a imagem 3 (modelo 2D Gareth):



17. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Observe a imagem 4 (modelo 2D Gareth):



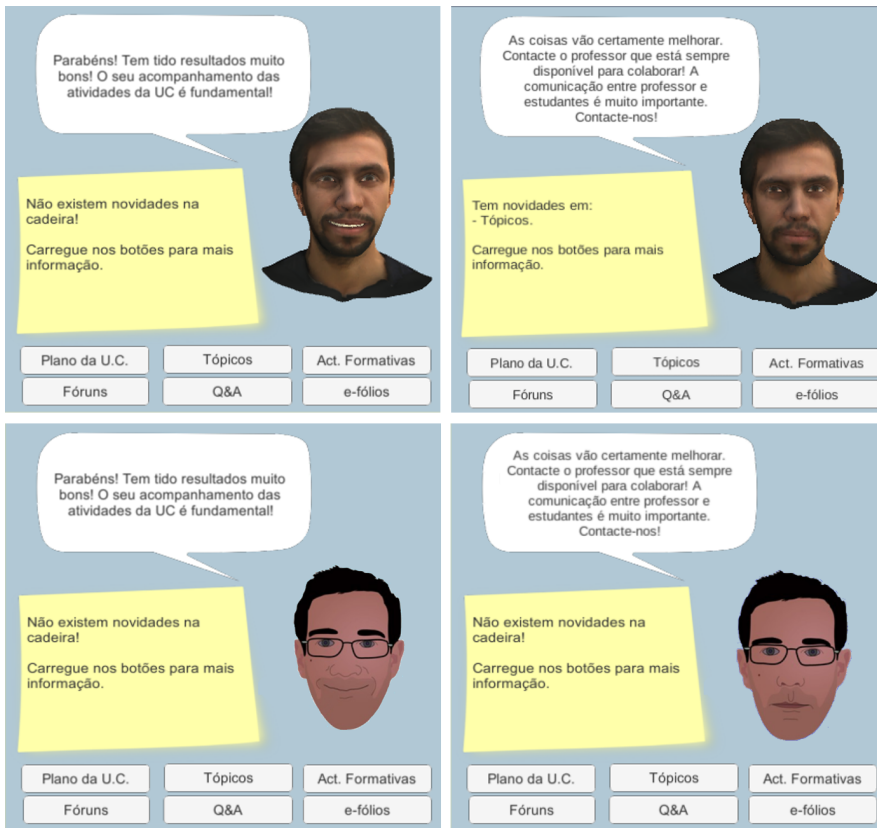
18. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Modelos Masculinos 3D vs 2D

Compare os modelos na imagem abaixo (linha de cima modelo 3D João, linha de baixo modelo 2D Gareth):



19. Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação "Considero que o modelo 3D João é perfeitamente adequado para a representação do Tutor Virtual nesta aplicação" *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

20. Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação "Considero que o modelo 2D Gareth é perfeitamente adequado para a representação do Tutor Virtual nesta aplicação" *

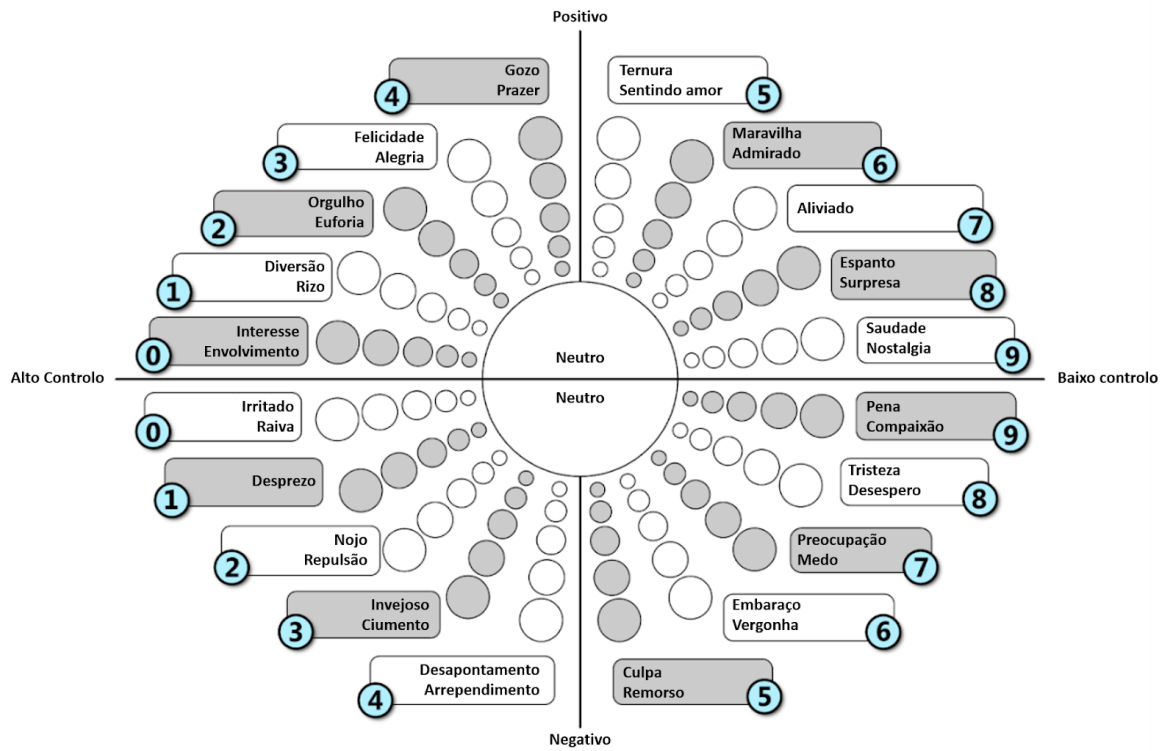
Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

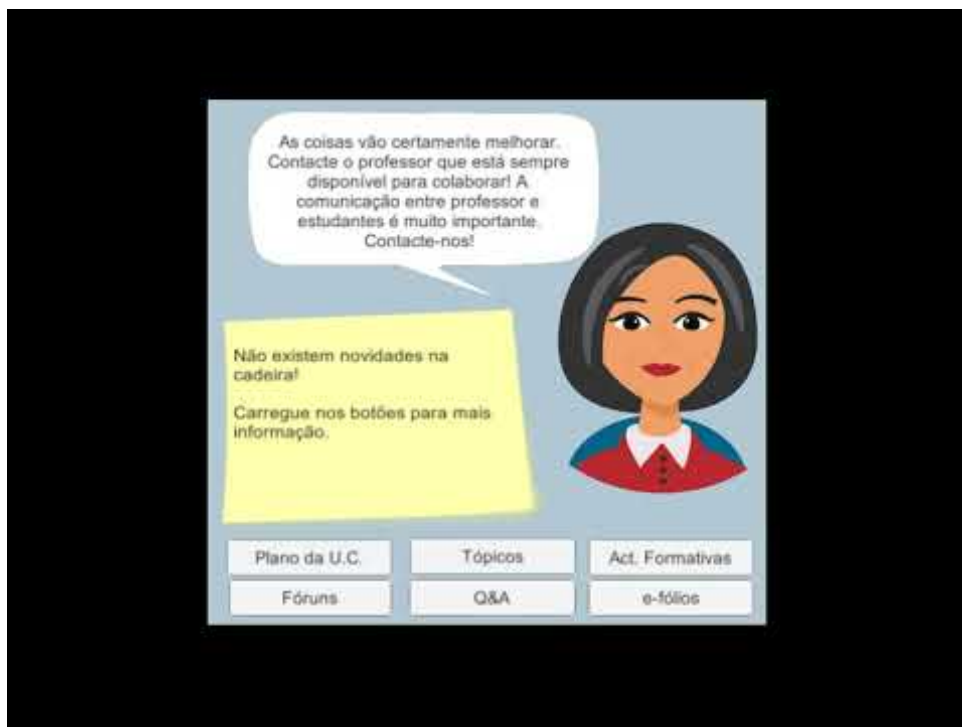
Discordo totalmente Concordo totalmente

Modelos Femininos

Considere a "Geneva wheel of emotions", que representa emoções positivas na metade superior, emoções negativas na metade inferior e neutro no centro.



Animação 1 (Modelo 2D Noa)



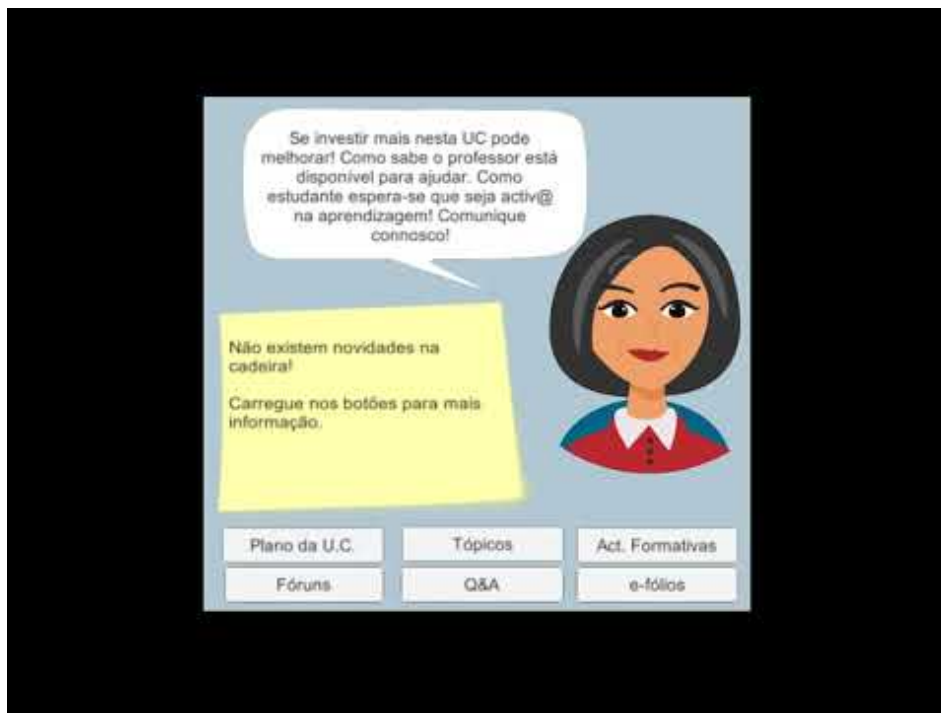
<http://youtube.com/watch?v=UC5uitx-CGw>

21. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Animação 2 (Modelo 2D Noa)



<http://youtube.com/watch?v=o7gkplCXJtU>

22. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Animação 3 (Modelo 2D Noa)



<http://youtube.com/watch?v=SbwLDt-J6Y>

23. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Animação 4 (Modelo 3D Maria)



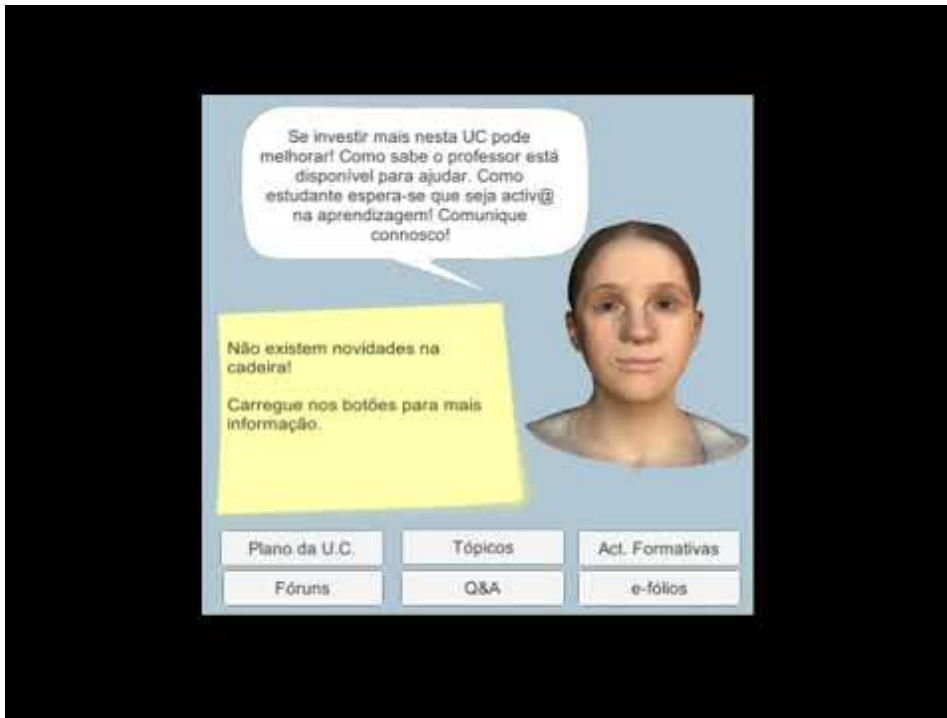
<http://youtube.com/watch?v=l80bUXe2MmM>

24. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Animação 5 (Modelo 3D Maria)



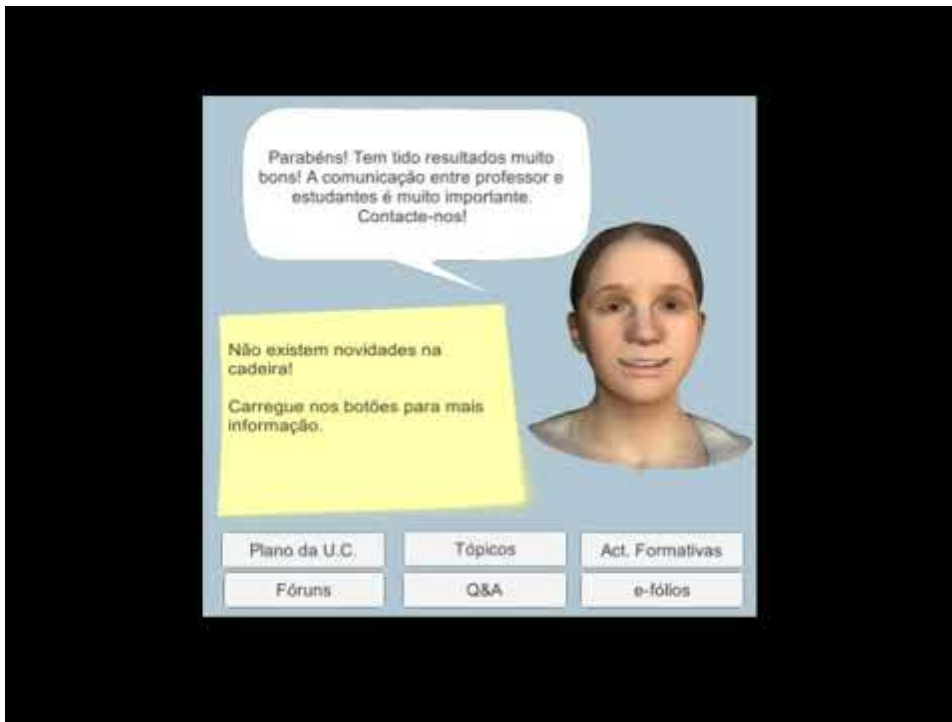
<http://youtube.com/watch?v=usQGCeU-R-c>

25. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Animação 6 (Modelo 3D Maria)



<http://youtube.com/watch?v=s1lx5h8Qylc>

26. Na sua opinião, quantifique a emoção que o "assistente virtual" pretende exprimir *

Marcar apenas uma oval.

- Nenhuma emoção
- Negativa muito baixa
- Negativa
- Neutra
- Positiva
- Positiva muito alta

Modelos Femininos 3D vs 2D

Compare os modelos na imagem abaixo (linha de cima modelo 2D Noa, linha de baixo modelo 3D Maria):



27. Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação "Considero que o modelo 2D Noa é perfeitamente adequado para a representação do Tutor Virtual nesta aplicação" *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

28. Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação "Considero que o modelo 3D Maria é perfeitamente adequado para a representação do Tutor Virtual nesta aplicação" *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

Modelos 3D vs 2D

29. Numa escala de 1 a 5, indique a sua concordância relativamente à afirmação: "De um modo geral e tendo em consideração os modelos observados neste questionário, penso que os modelos 3D são mais adequados do que os modelos 2D numa aplicação de apoio ao ensino a distância" *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Discordo totalmente Concordo totalmente

30. Por favor justifique a sua escolha à resposta anterior. *

31. Descreva sucintamente como pensa que deveria ser o modelo perfeito para este tipo de aplicação.

Muito obrigad@!

Agradecemos muito a sua colaboração neste estudo!

A sua opinião é indispensável para a evolução deste projeto de investigação!
Com a sua ajuda vamos continuar a trabalhar para introduzir melhorias neste protótipo.

Pare de preencher este formulário.

Caso mude de opinião

Se mudar de opinião e pretender responder ao questionário poderá fazê-lo carregando no botão recuar (back em inglês), ou através do seguinte link:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfj0_9cRONW_HKn1-eDCdCScXlaHj7hfDpFMySqwnMEeUHgoQ/viewform

Com tecnologia

