

## Os *avatares* Maria e João: Tutores virtuais na plataforma e-learning da Universidade Aberta

Adérito Fernandes-Marcos, Elizabeth Simão Carvalho, Carlos Martinho,  
Ana Paula Cláudio, Maria Beatriz Carmo, Vítor Rocio  
**Universidade Aberta, Portugal**

### RESUMO

Este artigo apresenta reflexões seminais acerca da utilização de tutores virtuais no sistema de e-learning da Universidade Aberta. O tutor virtual é uma analogia do tutor humano, adota uma interface antropomórfica com características emocionais, comumente denominado de *avatar*, que integra inteligência artificial e pode constituir uma abordagem interessante, tanto para o professor como para os estudantes, se se perspetivar o futuro dos ambientes típicos de ensino e educação a distância online e em rede e a crescente massificação da individualização do acompanhamento do estudante. Embora atraente de muitas formas, especialmente quando se leva em linha de conta a redução da carga da interação e do apoio que um professor (humano) deve fornecer nesses ambientes, várias questões se colocam visando a plena e efetiva integração de avatares como artefactos de mediação da tutoria virtual. Este artigo fornece um conjunto de perspetivas iniciais sobre este desafio, introduzindo o estado da arte no campo, enquanto apresenta alguns desenvolvimentos recentes e em experimentação na Universidade Aberta pela instanciação de dois *avatares* – a Maria e o João.

**Palavras-chave:** tutoria online, avatar, tutoria virtual, e-learning, interface antropomórfica

### ABSTRACT

This article presents seminal reflections on the use of virtual tutors in the Aberta University e-learning system. The virtual tutor is an analogy of the human tutor, adopting an anthropomorphic interface with emotional characteristics, commonly called an avatar, which integrates artificial intelligence, and can be an interesting approach for both the teacher and the students, if the future of environments typical of online and networked distance learning and education, and the increasing massification of the individualization of student follow-up. Although attractive in many ways, especially when one takes into account the reduction of the interaction load and the support that a (human) teacher must provide in these environments, several questions are posed for the full and effective integration of avatars as mediation artifacts of virtual tutoring. This article provides a set of initial perspectives on this challenge, introducing the state of the art in the field, while presenting some recent developments and experimentation at the Aberta University by the instantiation of two avatars - Mary and John.

**Keywords:** online tutoring, avatar, virtual tutoring, e-learning, anthropomorphic interface

## 1. Introdução

O ensino e aprendizagem a distância online de nível universitário é hoje uma realidade em todo o mundo, determinando um crescimento acelerado de estudantes online e a consequente necessidade de uma massificação do acompanhamento individual online em cenários em que o estudante forçosamente aguarda que o professor/tutor esteja disponível à medida das suas necessidades e no tempo adaptado do seu plano pessoal de aprendizagem. Este acompanhamento individual impõe níveis de esforço de serviço docente tendencialmente incompatíveis com as equipas docentes existentes ou mesmo os recursos disponíveis nas universidades. Impõem-se, portanto aproximações que proporcionem formas autónomas de alerta e apoio online recorrendo a inteligência artificial no tratamento de dados, laboratórios virtuais, visualização e análise inteligente de dados, simulação e ambientes *gamificados*, ou mesmo recorrendo a entidades inteligentes e afetivas que podem assumir o papel de tutores virtuais, entre outros.

O tutor virtual é uma analogia do tutor humano, adota uma interface antropomórfica com características emocionais, comumente denominado de *avatar*, que integra inteligência artificial, e pode constituir uma abordagem interessante tanto para o professor como para o estudante, se se perspetivar o futuro dos ambientes típicos de ensino e educação à distância online e em rede e a referida crescente massificação da individualização do acompanhamento do estudante.

Portanto, aguarda-se que um tutor virtual esteja disponível para apoio e acompanhamento online, individualmente, a cada estudante, devendo ser capaz de interpretar, de forma autónoma, um determinado conjunto de situações de ensino-aprendizagem particulares, no âmbito de um determinado domínio de conhecimento e plano de tutoria configurado pelo professor/tutor humano, tendo em conta ainda o perfil do estudante, espoletando ações online, constituindo-se, assim como um artefacto mediador/interventor no processo de ensino-aprendizagem do estudante em causa.

De um modo geral, um avatar é a personificação de uma pessoa ou ideia. No entanto, no domínio das ciências informáticas e da computação, um avatar refere-se a um personagem que representa alguém específico, por exemplo um professor, ou uma entidade real ou fictícia. Avatares são comumente usados em jogos multijogador, comunidades online e fóruns da web. O uso de assistentes virtuais em ambientes de aprendizagem é uma ideia que remonta à década de 1990. Lester et al. (1997, 1999) mostraram que os agentes animados oferecem um grande potencial de transmissão em tempo real de recomendações para resolver problemas sofisticados com forte apelo visual. Além disso, a possibilidade de aumentar a eficácia da aprendizagem dos alunos com *feedback* personalizado através de agentes pedagógicos animados pode oferecer outro benefício importante: a motivação.

A ideia de um tutor virtual instanciado através de um avatar (representando e atuando como um tutor online) a partir de um ambiente de ensino-aprendizagem e-learning, disponível para cada estudante de forma individual e específica, sem limite temporal acarreta uma série de questões de partida, tais como:

- É realmente possível auxiliar, ainda que parcialmente, professores/tutores humanos com os seus equivalentes virtuais em um ambiente e-learning?
- Como esses tutores virtuais devem agir, atuar ou mesmo olhar (aparência) para serem totalmente aceites pelos alunos e serem eficazes?
- Seu comportamento deve refletir, em alguma extensão, o desempenho do aluno no processo de ensino-aprendizagem?
- Que impactos sociais implicam o recurso a tutores virtuais de forma massificada?

Estas são algumas das questões de partida que pretendemos discutir neste artigo. Mais do que uma reflexão, queremos analisar o que a tecnologia atual pode realmente oferecer, enquanto analisamos as suas consequências à luz dos desenvolvimentos recentes na Universidade Aberta.

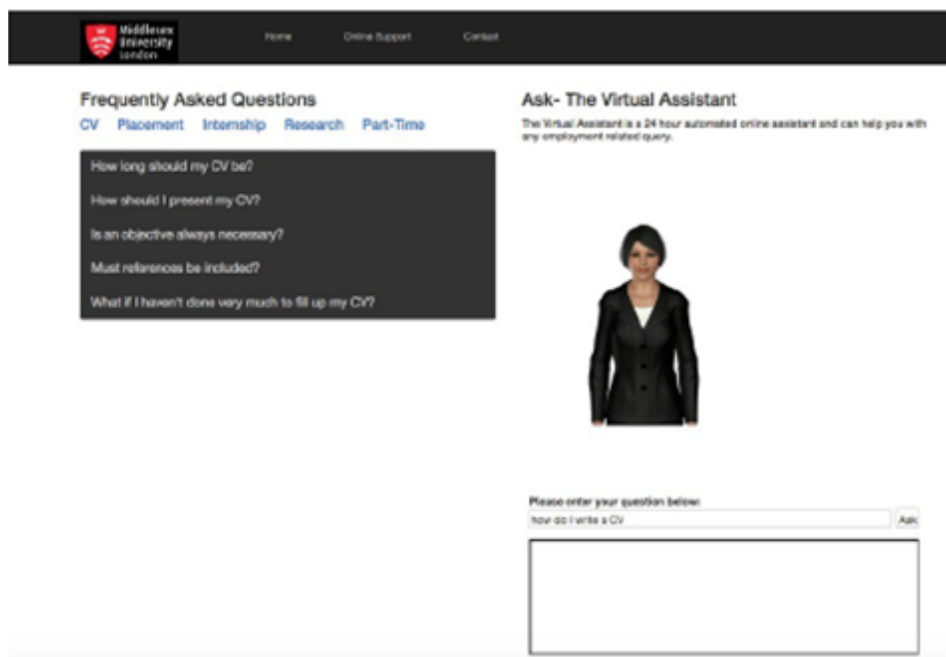
## 2. Trabalho Relacionado

Ao longo das últimas quase duas décadas vários foram os trabalhos de investigação que abordaram as questões da tutoria virtual online, com ou sem recurso aos avatares, embora as abordagens se tenham ficado geralmente pelas reflexões teóricas ou projetos piloto, confinados a cenários de uso restritos tanto no domínio de conhecimento, dos elementos em estudos (questões pedagógicas, representação do conhecimento, interfaces empáticas, etc.) como do universo de utilizadores, em número reduzido, nem sempre recorrendo a avatares. Referem-se aqui alguns trabalhos que consideramos representativos.

Ochs & Frasson (2004) realizaram experiências pioneiras na exploração de interfaces afetivas para conceber e proporem um modelo conceptual geral de sistema de tutoria inteligente e afetivo baseado no estímulo de emoções no aprendente a partir dos próprios conteúdos didáticos. Iurgel & Marcos (2007) propõem um conjunto de ferramentas, a maior parte delas inexistentes à época, mas fundamentais à construção de entidades virtuais inteligentes efetivas como artefactos mediadores de qualquer atividade online incluindo o ensino-aprendizagem. Mahdu (2011) propõe um sistema baseado em agentes inteligentes para o ensino da programação orientada recorrendo a deteção de toda a ação online do estudante e a configuração de agentes inteligentes capazes de espoletar ações de estímulo e alerta, embora sem recurso explícito a avatares. Petrovica (2014) apresenta uma proposta de arquitetura geral para um sistema de tutoria virtual afetivo embora sem o instanciar propriamente em ambiente de e-learning.

No que se refere ao emprego de avatares não existe ainda um consenso generalizado sobre quais as propriedades que estas interfaces devem possuir em termos de aparência, comportamento, estado emocional, expressão não-verbal e função para que possa adequadamente dar resposta às necessidades dos estudantes envolvidos num ambiente de aprendizagem online.

Currie et al (2016) desenvolveram um sistema baseado em avatar para orientar os alunos através dos materiais fornecidos por um serviço de empregabilidade estudantil universitário. Com base na avaliação, perceberam que algumas das partes da informação fornecida pelo avatar oralmente foram considerados pelo representante de empregabilidade muito longas para serem comunicadas de forma contínua. Esta foi uma observação altamente relevante, representando o cerne da natureza e do papel de interfaces baseadas em avatar. Claramente, uma grande vantagem do avatar é a capacidade de orientar o utilizador final para soluções através do processo de interação, e conduzir este diálogo oralmente, ajuda a dar um tom semelhante a conversa humano-humano. Um aspecto do ambiente é apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Interface do assistente virtual (Fonte: Curry et al, 2016, p. 4)

Kokane et al (2014) implementaram uma abordagem de design centrada no aprendiz do sistema de e-learning usando tutores virtuais 3D. Além disso, eles melhoraram seu sistema usando *WebRTC*, que é um sistema multimédia de conversação orientando-se especialmente para a interação entre jovens alunos com tutores humanos. Eles adicionaram sessões de palestras em vídeo, ao vivo, com as quais os alunos interagem com o tutor humano, para além da apresentação de narrações realizadas pelos tutores virtuais 3D, na forma de texto transcrito do discurso ao vivo dos avatares, com teste cronometrado, entre outros, o que permitiu avaliar o desempenho dos alunos. A arquitetura geral de seu sistema é ilustrada na figura 2.

Soliman e Guelt (2013) desenvolveram um protótipo de um agente pedagógico inteligente (IPA) interagindo com um aprendiz e um objeto de aprendizagem em experiências de ciências naturais em um mundo virtual, fornecendo suporte a funcionalidades de comunicação multimodal. O IPA abarca características tais como o canal (chat) de texto baseado na *Artificial Intelligence Markup Language* (AIML) e funcionalidades de comunicação não-verbal através de animação por gestos. Segundo os autores, um módulo de comunicação multimodal é central para o IPA tendo em conta que este constitui o ponto focal de interação com o aprendiz, suscitando ajuda na melhoria do seu envolvimento, compromisso com as tarefas e credibilidade geral do sistema. A figura 3 mostra um dos ambientes disponíveis para os alunos.

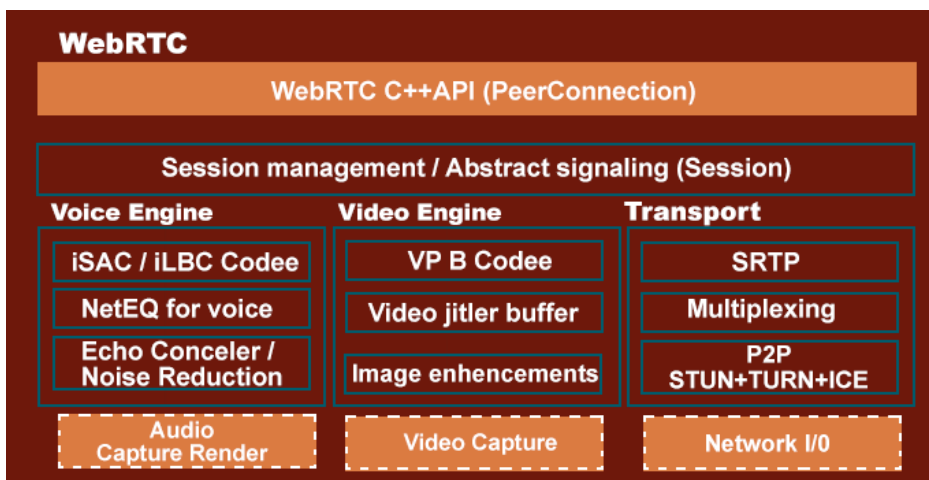


Figura 2. Arquitetura geral do sistema (Fonte: Kokane et al, 2014, p. 1).

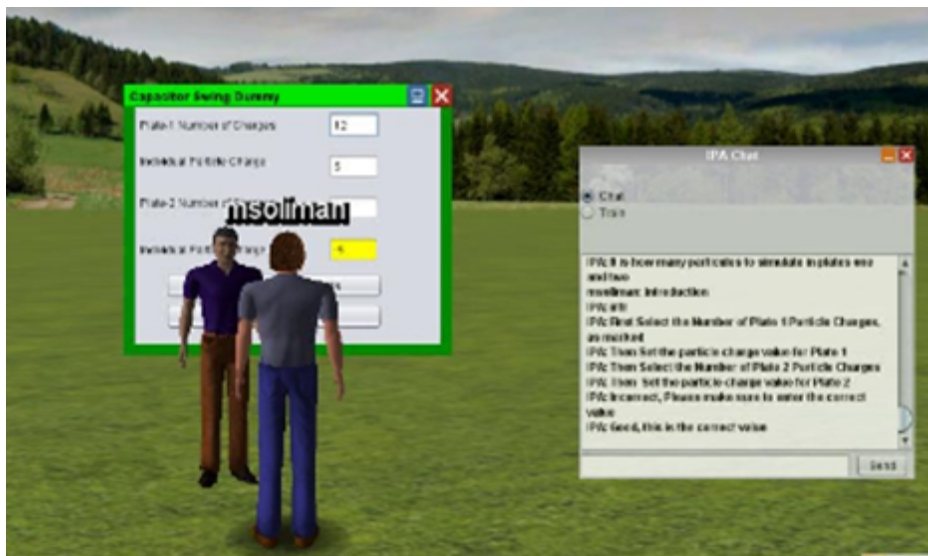


Figura 3. Agentes pedagógicos a monitorizar as ações (Fonte: Soliman e Guelt, 2013, p. 6).

### 3. O projeto Tutoria Virtual na UAb

O projeto de Tutoria Virtual, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, desenvolvido pelo consórcio constituído pela Universidade Aberta, INESC-ID e FCUL-Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e coordenado pela Universidade Aberta, visa analisar o impacto pedagógico das interfaces antropomórficas, também denominada agentes de conversação incorporados (ECA) ou “avatares”, em ambientes de aprendizagem online que são baseados em sistemas de gestão de aprendizagem (LMS) e orientados para uso em cursos de nível universitário. O objetivo primordial do projeto é conseguir entender melhor como os ECAs podem ser modelados/adaptados como tutores virtuais nos sistemas de e-learning ou LMS e disponibilizar ajuda online e orientação para cada aluno individualmente. Como referido anteriormente, também aqui se adota o pressuposto fundamental de que um tutor virtual toma como referência o tutor humano em ambiente de e-learning, aquele que acompanha online os estudantes nas suas atividades de ensino-aprendizagem, e tal como este, o tutor virtual deverá ser capaz de interpretar de forma autónoma cada situação de aprendizagem individual e efetivamente intervir, face ao domínio do conhecimento e ao perfil do aluno, no processo de ensino-aprendizagem de acordo com um dado plano de tutoria que engloba um conjunto de instruções dadas pelo professor/tutor humano.

O projeto Tutoria Virtual abrange portanto a implementação de uma interface antropomórfica adaptável e interativa que é capaz de suportar a interação natural humano-computador, e que é modelada como um Tutor Virtual e avaliada em termos de eficiência e impacto pedagógico como um artefacto mediador orientado para o ensino-aprendizagem online no contexto de cenários de avaliação e teste concretos em turma virtual.

- O artefacto Tutor Virtual, em fase piloto de implementação, adotou duas abordagens distintas: em plataforma móvel, que funciona como uma aplicação para telemóvel; e em desktop, que funciona parcialmente integrada na plataforma Moodle.

Até agora, foram conduzidos testes com potenciais utilizadores finais, levando-nos para novos ajustes e melhorias, mas acima de tudo, permitiu-nos perspetivar o que é realmente fundamental para fazer o Tutor Virtual algo realmente útil e eficaz, no apoio ao processo de ensino-aprendizagem online.

Em ambos os casos, existem dois tutores com os seguintes nomes: Maria e João. Estas duas entidades permitem construir um triângulo comunicacional com o estudante abrindo novas linhas para a construção de diálogos. Ambos avatares foram modelados graficamente a partir da digitalização da face e busto de duas pessoas reais. Esse procedimento foi feito, no sentido de garantir que o aspeto do avatar é o mais próximo do real de uma pessoa e, eventualmente assumir, que futuramente, os próprios professores poderão ser a base para a criação dos seus Tutores Virtuais.

Os avatares são animados (sobretudo animação facial) para apresentarem as emoções base de Ekman (6 emoções + 1 estado neutro), com duas intensidades (alta/baixa), permitindo 13 estados afetivos atômicos. As emoções base de Ekman são: tristeza, raiva, surpresa, medo, nojo, desprezo, alegria e ainda o estado neutro ou indiferente (Ekman 2007).

### 3.1. Protótipo – Plataforma Móvel

A versão para plataforma móvel / telefone inteligente funciona como uma aplicação que faculta regularmente avisos para o estudante. A simulação de um comportamento empático é um dos objetivos deste protótipo, além do comportamento do avatar ser modulado segundo, por exemplo, as notas que o aluno tem, a sua participação em fóruns ou com base em uma árvore de diálogo definida pelo professor.

### Modelo Concetual

A flexibilidade dos ambientes de aprendizagem a distância permite a cada estudante adaptar o ritmo de estudo às suas necessidades individuais. Esta distância, no entanto, pode não ajudar a que fatores externos surjam como distrações e levem a uma perda de interesse pelo ambiente de aprendizagem. Para ajudar a mitigar esta questão, o projeto Tutoria Virtual está a desenvolver dois tutores virtuais, João e Maria, que atuam como “coaches” personalizados, capazes de modelar o estado emocional do estudante e oferecer um apoio empático individual durante o percurso do aluno, com a finalidade de ajudá-lo a manter-se ativamente envolvido com os conteúdos pedagógicos oferecidos.

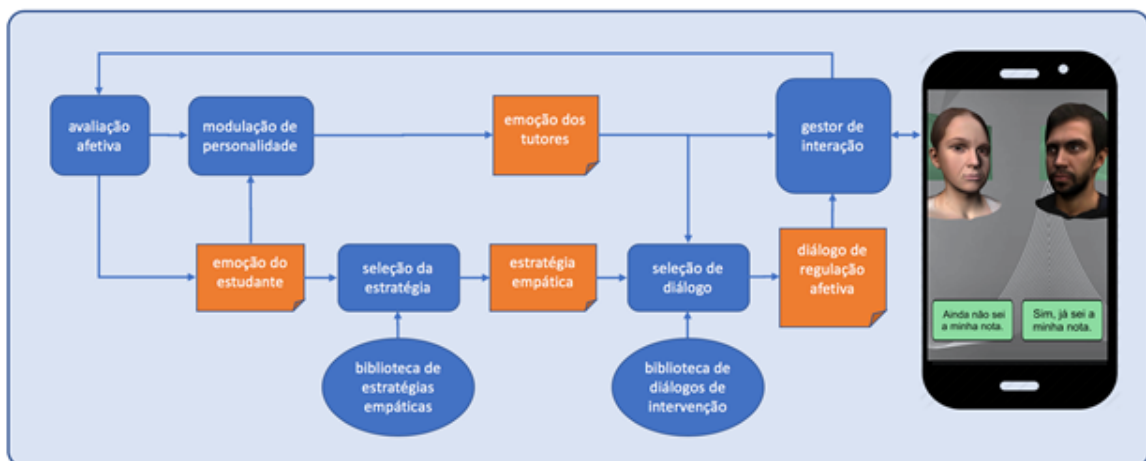


Figura 4. Arquitetura conceitual para “coaching” empático no projeto Tutoria Virtual

A arquitetura concetual suportando o comportamento dos tutores virtuais está representada na Figura 4. A perceção é baseada em fatores subjetivos que o aluno vai relatando aos tutores (e.g. evolução da dificuldade dos conteúdos) e fatores objetivos extraídos da plataforma Moodle (e.g. resultado de avaliações, materiais consultados) e do ecossistema *Android* no qual a aplicação reside (e.g. períodos de estudo marcados no calendário). A evolução desses indicadores, quando analisada no contexto adequado (individual, da turma, etc.), permite a computação de um estado afetivo associado com a situação atual do aluno, usando uma adaptação do modelo “emotivector” (Martinho & Paiva, 2006). Estes estados afetivos são então modulados de forma a permitir a cada tutor virtual expressar uma personalidade distinta: e.g. a Maria pode expressar tristeza face ao resultado de um exame enquanto o João expressa surpresa relativamente ao mesmo evento. Desta forma a triangulação dos circuitos de diálogo é reforçada, pois ambos os tutores virtuais se revestem de “personalidades” diversas em conversação com o aluno. Esta conversação pode revestir-se da natureza visual (texto escrito) ou outras como a linguagem corporal / facial / emocional.

À luz do estado afetivo do estudante associado à situação atual, é selecionada uma estratégia de intervenção adequada. Esta pode ser orientada à tarefa, como chamar a atenção para a proximidade de uma avaliação, ou ser de regulação afetiva, baseando-se na categorização das estratégias de regulação para melhoramento afetivo propostas por Niven et al. (2009, 2012). Estas estratégias são implementadas através de árvores de diálogo anotadas com informação afetiva dos intervenientes. A interação decorre em tempo real através de uma metáfora de bolhas de diálogos animadas e a animação dos atores virtuais complementa os aspetos não-verbais desta comunicação. Um aspeto interessante da interação é que não é bloqueante, no sentido em que os intervenientes não esperam indefinidamente por uma resposta, sendo a falta de resposta, ela própria, integrada no diálogo.

## **Estudo Preliminar**

Um estudo exploratório foi realizado com 13 estudantes da Universidade Aberta enquanto se preparavam para um exame na área de Ciências do Ambiente. Durante um período de 10 dias, durante o qual eram oferecidas tarefas diversas no *Moodle*, os estudantes tinham a oportunidade de interagir com os tutores virtuais nos seus dispositivos móveis. Os resultados sugerem que os tutores foram bem recebidos, a interação ocorrendo, em média, todos os dois dias, e durante todo o período de preparação. Alguns alunos, de forma independente, prolongaram essa interação para além do período de preparação. A Figura 5 mostra capturas de ecrã de momentos do diálogo entre os dois tutores e o estudante no contexto deste estudo preliminar.



**Figura 5.** Maria e João na avaliação exploratória do projeto Tutoria Virtual.

Resumindo, a abordagem descrita captura elementos importantes, confirmando-os, associados a comportamento empático (Feshbach, 1978; Hoofman, 2000): a capacidade de reconhecer o estado afetivo de outrem, a integração no modelo computacional da capacidade de se colocar na perspetiva de outrem assim como a capacidade de expressar emoções que suportem o comportamento empático (verbal e não verbalmente).

### 3.2. Protótipo – Plataforma Moodle

A versão que está disponível na plataforma Moodle é composta por uma janela pop-up com diálogos escritos em balões e botões, que permitem a navegação pelo espaço do curso em questão. Também é possível colocar algumas perguntas para pesquisa de conteúdos do espaço. A cor dos botões varia consoante a adição e consulta de novos conteúdos ou avaliações, havendo ainda uma forma de “post-it” digital a chamar a atenção para algo em especial no espaço do curso. O aluno pode escolher um de entre os dois tutores virtuais (Maria e João).

De facto, a interface foi inicialmente pensada para que o tutor ficasse envolvido numa conversa com o aluno, em que o aluno teria uma área para escrever o que desejava visualizar ou carregava em botões para obter uma resposta do Tutor Virtual. O que daria a sensação ao aluno que estaria a falar com um robô o que não era a intenção pretendida. A solução adotada foi a de criar um balão de fala do tutor para dar uma sensação de normalidade ao utilizador, verificando-se que, a cada vez que o aluno interage com o Tutor Virtual, reage em relação à escolha que este fez.

A janela do Tutor Virtual (Figura 6) é apresentada através de um bloco HTML inserido no código da interface *Moodle*. Esta janela é fixa no canto inferior direito, de modo a que não ocupe muito espaço e que acompanhe o aluno ao longo da navegação da página da unidade curricular (UC) (Figura 7). O aluno pode minimizar a janela do tutor sempre que deseje usando o ícone no canto superior esquerdo da janela e pode voltar a maximizá-la (Alves, 2018).



**Figura 6.** A janela do Tutor Virtual.

A arquitetura da aplicação Tutor Virtual na plataforma *Moodle* comporta duas componentes principais:

- *WebManager*: realiza a gestão da informação respeitante ao aluno e à UC. Esta informação é obtida a partir da base de dados do sistema *Moodle* e ainda de uma base de dados própria criada para a própria aplicação. É assim possível aceder e gerir a informação acerca da UC que o aluno está a visualizar/aceder, tal como, os tópicos, e-fólios<sup>1</sup>, documentos, atividades formativas, entre outros. Este módulo realiza ainda a gestão da informação acerca do próprio aluno, por ex., nome e identificação, se este está inscrito na disciplina e qual a modalidade de avaliação escolhida (Avaliação Contínua ou Avaliação por Exame Final), entre outros;
- *InterfaceManager*: instancia e gere a própria interface do Tutor Virtual, incluindo a representação gráfica antropomórfica do avatar. O comportamento exibido pelo avatar acontece em estreita inter-relação com toda a informação fornecida ao aluno, em coerência com os dados fornecidos pelo *WebManager*.

A informação, fornecida ao módulo *InterfaceManager* logo após o acesso do aluno ao espaço *Moodle*, é filtrada de modo a que na interface apenas sejam mostrados dados efetivamente associados ao aluno específico e à UC em causa. O módulo *WebManager* extrai toda a informação da UC da base de dados do sistema *Moodle*.

<sup>1</sup> O e-fólio é um instrumento inerente à avaliação contínua nos cursos do 1º ciclo de estudos. Constitui um pequeno documento digital elaborado pelo estudante sobre uma secção dos temas trabalhados, seguindo as indicações específicas fornecidas pelo professor para a sua realização.



**Figura 7.** Vista do espaço Moodle com a localização da janela do Tutor Virtual.

## Janela do Tutor Virtual e o Estado do Aluno

O sistema apresenta uma janela que integra a interface gráfica do avatar e informação importante da UC. A janela inclui os seguintes elementos:

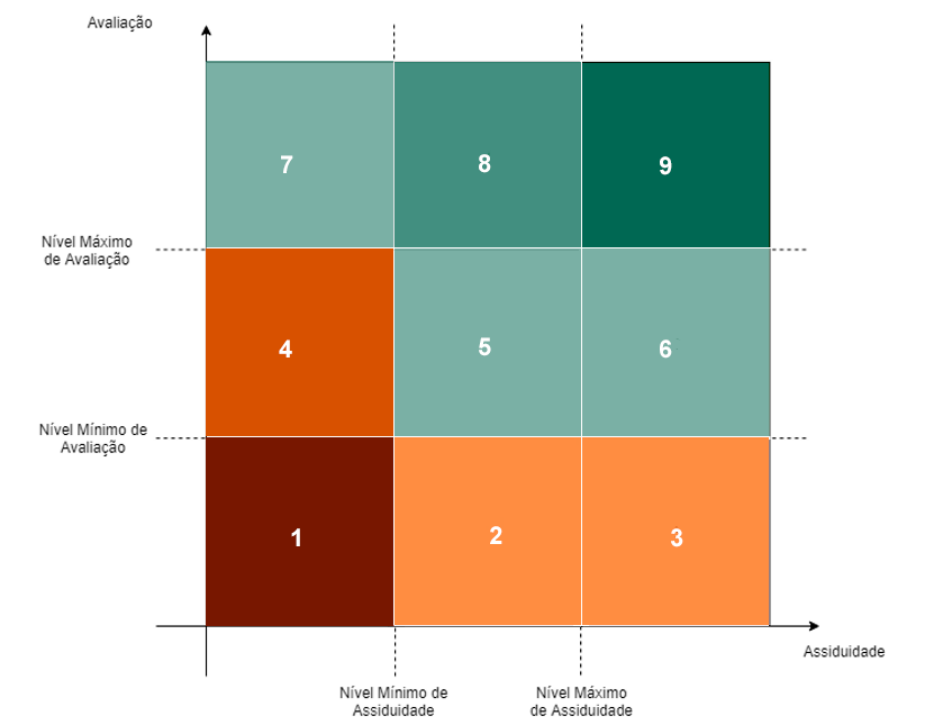
- Balão de comunicação do Tutor Virtual;
- “Post-it” amarelo com as novidades na UC desde o último acesso;
- Avatar do Tutor Virtual;
- Botões para outras janelas com conteúdos da disciplina.

A figura 6 apresenta um exemplo da janela do Tutor Virtual. As frases presentes no balão de comunicação e a expressão do avatar mudam consoante o valor de uma grandeza que convencionámos designar por “estado do aluno”, uma forma de determinar o comportamento do aluno medido pelo nível de assiduidade conjugado com a avaliação atual medida pelo sucesso escolar realizado na UC, valor obtido em função das notas nos e-fólios, da sua frequência de acesso ao espaço Moodle da UC e do número de mensagens colocadas nos fóruns.

Estas duas grandezas são descritas da seguinte forma:

1. Avaliação – é calculada em função das notas obtidas nos e-fólios corrigidos até à data corrente (dependente ainda dos pesos para cada e-fólio).
2. Assiduidade – é calculada em função da frequência de acessos do aluno ao espaço Moodle da UC e da frequência com que coloca mensagens nos fóruns.

Para cada um destes valores, Avaliação e Assiduidade, são definidos pelo professor níveis e pesos estipulando valores máximos e mínimos, estabelecendo assim margens para “estados do aluno” entre níveis do ausente até ao excelente. A definição destes níveis possibilita ao professor adaptar o comportamento do avatar à sua UC. A figura 8 apresenta um exemplo de um mapa do “estado do aluno”.



**Figura 8.** As 9 regiões do estado do aluno.

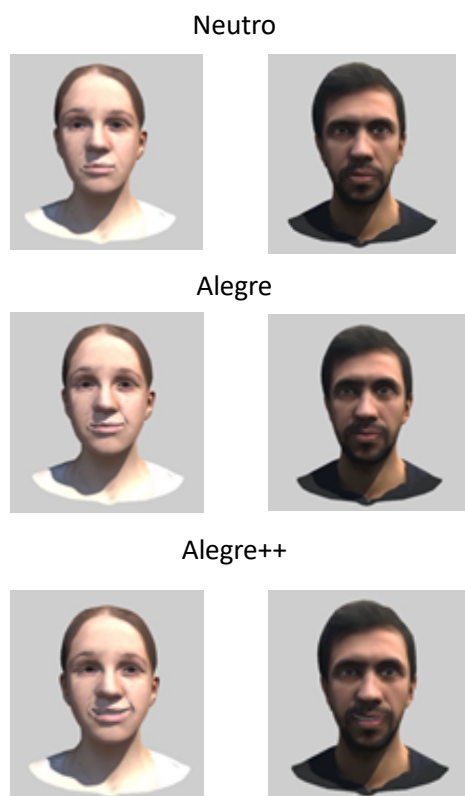
Tendo em conta os dois níveis, teremos para cada grandeza 3 regiões: abaixo do nível mínimo, acima do nível máximo e entre os dois níveis. No total, com este processo, definem-se então 9 regiões (Figura 8). No estabelecimento da relação de empatia entre o Tutor Virtual e o aluno utilizaram estados emocionais valorizando a expressão neutra e os dois níveis da expressão alegre.

## Estabelecendo a Relação de Empatia

Através do Tutor Virtual pretende-se mediar um acompanhamento do aluno ao longo do semestre, fazendo com que este tome contacto com informação pertinente da disciplina tal como, os novos conteúdos, fóruns novos, novas atividades formativas, ou a avaliação obtida em determinado trabalho ou e-fólio, entre outros.

A semelhança do tutor humano o Tutor Virtual poderá cativar a atenção do aluno enquanto o motiva a participar com mais frequência nas atividades letivas, ajudando-o a manter-se assíduo e ativo na UC, sendo, portanto, fulcral promover uma relação de empatia com o aluno, razão

porque se decidiu descartar qualquer atitude recriminatória, potencialmente assim aprendida pelo aluno se o avatar apresentar as expressões mais negativas da paleta de emoções de Ekman. Desta forma, tomou-se a decisão de apenas utilizar as expressões alegre e alegre com intensidade alta (que designamos por alegre++) e a expressão neutra, esta última acompanhada de avisos e recomendações ao aluno para os casos que o “estado do aluno” assim o aconselham (ver tabela 1).



**Tabela 1.** As diferentes expressões dos avatares Maria e João.

De referir ainda que posição do busto do Tutor Virtual se situa a meio do ecrã do lado direito de modo a que fiquem visíveis todos os outros componentes da interface incluindo o balão de comunicação e os conjuntos de botões de interação com o utilizador-aluno (Figura 7).

Os primeiros estudos exploratórios, ainda muito preliminares, com professores e alunos, envolvendo cerca de duas dezenas de alunos, permitiram aferir níveis elevados de aceitação do Tutor Virtual, com interação autónoma com o estudante, augurando linhas futuras de construção de relações empáticas base essencial para estabelecer o Tutor Virtual como mediador do ensino-aprendizagem online.

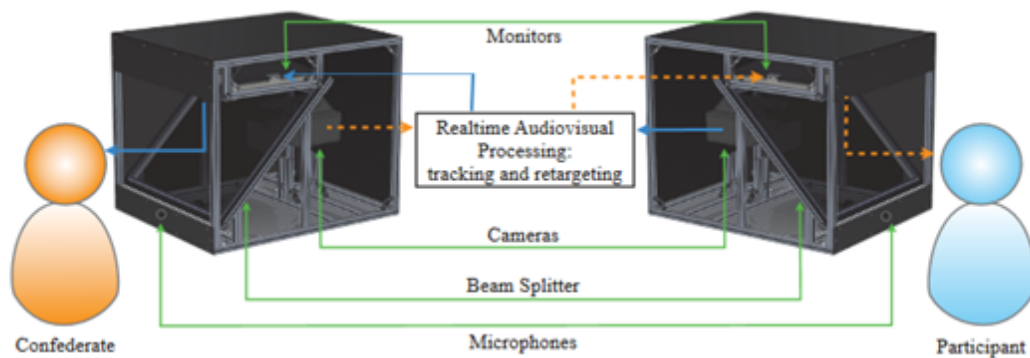
#### 4. Discussão

Existem evidências (Currie et al, 2016) que demonstram que os alunos preferem informações fornecidas através da palavra falada a informações escritas.

A comunicação pessoa a pessoa atinge facilmente esse objetivo.

O vídeo gravado com áudio pode fornecer tanto linguagem sonora quanto corporal, embora ainda falte a interação real. Um sistema baseado em avatar não tem o toque pessoal, mas fornece outra dimensão, facilitando o diálogo.

Uma questão delicada é a aparência do avatar. Um personagem de desenho animado pode representar o Tutor Virtual, mas ele realmente consegue o envolvimento e atenção necessários do utilizador? Hyde, Kiesler, Hodgins e Carter (2014) tentaram averiguar se personagens animados interativos têm o potencial de envolver e educar crianças. Eles usaram tanto personagens animados quanto pessoas reais, conduzindo uma experiência com 69 crianças entre 4 e 10 anos de idade. Embora os seus participantes tenham se comportado de maneira semelhante em todas as condições, eles tinham uma forte preferência pela opção do vídeo. A figura 9 ilustra o esquema de comunicação utilizado.



**Figura 9.** Diagrama do sistema de comunicação (Fonte: Hyde, Kiesler, Hodgins e Carter, 2014, p. 4)

Levando isso em conta, um Tutor Virtual para apoiar os estudantes deve se aproximar ao máximo da aparência humana, sendo desejável que ele possa ser uma cópia aproximada de alguém (do professor/tutor da disciplina, por exemplo) real e com expressões faciais, igualmente realistas. O projeto Tutoria Virtual é um bom exemplo da aplicação destes resultados, pois os rostos dos Tutores Virtuais foram obtidos pela digitalização facial de pessoas reais.

A forma de agir e expressar é algo que também é relevante. O Tutor Virtual deve ser capaz de expressar estados emocionais coerentes e com expressões faciais significativas visando estimular potenciais relações/interações de proximidade e empatia. Existem várias maneiras de executar gestos e expressões nos avatares, que incluem o seguinte:

- a) manipulação em tempo real de membros do avatar e rosto usando o corpo real do participante ligado a sensores, vídeo transmitido em tempo real de um participante para o respectivo avatar; ou
- b) execução de animações pré-definidas de uma biblioteca local de gestos e expressões.

Estudos realizados por de Melo, Carnevale, Read e Gratch (2014), destacaram que as emoções desempenham um papel funcional nas interações sociais (isto é, comunicar o estado mental) e que os sistemas computacionais podem recorrer a esta função para melhorar a sua própria eficácia, em termos de comunicação com o utilizador final. O recurso à comunicação de estados emocionais do avatar através das suas expressões faciais constituem uma estratégia para cumprir esta aspiração, cuja viabilidade em cenários reais de ensino-aprendizagem online tem sido demonstrada através dos avatares Maria e João, no âmbito do projeto Tutoria Virtual.

Outro pormenor importante neste âmbito é assegurar que o Tutor Virtual acompanha o desempenho do estudante. Consciencializar o aluno do seu desempenho é importante, na medida que pode influenciá-lo a melhorar possíveis limitações. Embora noutro contexto, Verbert et al (2014) desenvolveram um trabalho de análise de aprendizagem visando apoiar os alunos e professores por meio de aplicações de painéis de controlo (*dashboards*), suportados por pequenas aplicações móveis ou mesmo espaços físicos de aprendizagem (*learnsapes*) recorrendo a grandes exposições públicas. Os painéis de controlo permitem, usualmente, capturar e visualizar traços e aspetos intrínsecos (e extrínsecos) das atividades de ensino-aprendizagem, a fim de promover a conscientização, a reflexão e a perceção do estado do desempenho do aluno, tanto do ponto de vista do professor como do próprio aluno. Os resultados do trabalho permitiram que os alunos definissem metas e acompanhassem o progresso relativamente a essas metas. De forma idêntica, é interessante que o Tutor Virtual também seja capaz de traduzir, através de suas expressões e comportamento, por exemplo, pistas ou mesmo informação contundente acerca de como o aluno está a progredir no curso. A Janela do Tutor Virtual cumpre essencialmente esta missão.

Avatares que interagem com os utilizadores podem ser projetados para influenciar aqueles com quem eles interagem, de modo a levar estes a aceitar certas proposições ou visões de mundo. Um avatar pode responder com um sorriso se for perguntado sobre uma ideia política ou religiosa, e franzir a testa ao discutir outro. Embora o exemplo seja genérico indica já potenciais linhas de desenvolvimento de aplicações baseadas em avatares com propósitos de influenciar utilizadores de mundos virtuais ou obter destes reações acerca de informações que lhe estão a ser apresentadas em um determinado momento de uso do sistema (O’Brolcháin et al, 2016). Esse facto é de grande relevância, que pode levar a efeitos ainda não previsíveis. O aluno ao lidar com um Tutor Virtual pode acabar por receber uma mensagem nem sempre harmoniosa com o objetivo que o processo de aprendizagem pretende, situações que importa investigar e registar. Por último importa referir nesta discussão a potencial reação adversa dos docentes à plena utilização de Tutores Virtuais nos processos de ensino-aprendizagem tomando-os como uma ameaça, real ou fictícia, ao seu próprio emprego. Esta situação será tanto ou mais significativa na medida em que os Tutores Virtuais venham a estabelecer-se como ferramentas complementares à atividade docente, mas essenciais à massificação da educação e ensino-aprendizagem online, em rede, e a consequente individualização do acompanhamento letivo do estudante.

O projeto Tutoria Virtual tem vindo a ser implementado promovendo a integração dos avatares Maria e João como Tutores Virtuais pioneiros nas práticas do ensino e aprendizagem a distância online da Universidade Aberta. Sem ter sido ainda concretizada uma análise mais detalhada e aprofundada dos resultados, e tendo em consideração que o estado atual do protótipo ainda não configura uma versão robusta de um Tutor Virtual, constataram-se elevados níveis da sua aceitação pelos alunos e professores, com efetivo envolvimento em diálogos aluno-tutor virtual. Os dois protótipos desenvolvidos, para plataforma móvel/telefone inteligente e plataforma *Moodle*, permitem já vislumbrar uma arquitetura geral do sistema para que o ensino a distância online seja capaz de dar um acompanhamento pertinente, significativo e individualizado ao aluno.

A figura 10 ilustra a arquitetura geral do sistema de tutoria virtual. A existência de um módulo dedicado ao processamento léxico da comunicação decorrida entre o aluno e o Tutor Virtual, ou ainda um módulo capaz de interpretar a semântica e significados existentes nas perguntas colocadas, são fundamentais. O Tutor Virtual deve ser munido de inteligência artificial que possibilite um amplo espectro de perguntas e respostas no diálogo com o aluno, tendo como base o contexto da unidade curricular em que ele se insere e o estado do seu desempenho escolar (estado do aluno). Outro pormenor é permitir que a comunicação ocorra também através do canal auditivo (para além do textual), ou seja, possibilitando formas de conversação. A existência de um módulo dedicado a conversão de texto-para-fala ou TTS (*text-to-speech*) permite uma maior fluidez na comunicação, atendendo a alunos com algumas limitações visuais, por exemplo.

Na arquitetura geral releva-se ainda o conjunto de bases de dados que organiza toda informação pertinente que vai desde os conteúdos curriculares da disciplina, regras do modelo pedagógico virtual, elementos relativos à performance dos alunos até aos dados necessários ao funcionamento do avatar, entre outros.



**Figura 10.** Arquitetura geral de um sistema de Tutoria Virtual.

## 5. Conclusões

O Tutor Virtual é uma analogia do tutor humano, pois adota uma interface antropomórfica com características emocionais, com inteligência artificial, devendo estar capaz de estabelecer uma relação empática com o aluno enquanto o motiva para a participação e realização das tarefas letivas de uma determinada unidade curricular. O Tutor Virtual deverá estar disponível online para cada estudante, instanciando-se como um mediador que interpreta um determinado estado do aluno, em termos da sua assiduidade, participação e avaliação, para esboçar ações de aviso, recomendação e informação, procurando motivar à participação e envolvimento na unidade curricular.

No corrente capítulo apresentamos os resultados preliminares do projeto Tutoria Virtual, na forma de dois avatares, a Maria e o João, e como estes têm vindo a instanciar-se como Tutores Virtuais no sistema de ensino-aprendizagem online experimental que é a plataforma e-learning da Universidade Aberta. São apresentados os conceitos fundamentais subjacentes e as duas implementações principais do Tutor Virtual, uma para plataforma móvel / telefone inteligente e outra para plataforma Moodle. Os resultados preliminares permitem augurar que os avatares Maria e o João se encontram no bom caminho para gradualmente vir a assumir o papel de Tutores Virtuais pioneiros na plataforma e-learning da Universidade Aberta.

O futuro do projeto passa não somente pela implementação de melhorias com base nos resultados obtidos nas avaliações, mas também pela realização de testes mais abrangentes e inclusão de novas funcionalidades. O Tutor Virtual neste momento ainda não possui voz, sendo a inclusão de um módulo para TTS considerado um dos objetivos principais, além do aperfeiçoamento do módulo de inteligência artificial. O objetivo futuro passa por permitir que o Tutor Virtual possa alargar a sua capacidade de avaliar a performance do aluno, tendo sempre em mente a importância de funcionar como uma interface altamente versátil, (sim)empática e efetivamente motivadora para o aluno.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a toda a equipa de investigação e desenvolvimento do projeto Tutoria Virtual com especial menção aos investigadores Lina Morgado, Daniela Melaré Barros, Sónia Seixas e aos estudantes André Guilherme Carrasqueira Lima, Catarina Bilé Figueiro Cesteiro Alves, Ricardo Eugénio Proença Rodrigues, Ricardo Filipe Fonseca Silva, Ricardo Godinho Pereira, Ricardo Jorge Correia Costa e Anila Thomas Varghese. O projeto Tutoria Virtual é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia através do contrato número PTDC/ IVC-PEC/3963/2014.

## Referências

Alves C. (2018). Tutor Virtual para o ensino a distância (e-learning). Tese de Mestrado em Engenharia Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2018 (em publicação).

Currie, E., Harvey, P., Daryanani, P., Augusto, J. C., Arif, R., & Ali, A. (2016). An investigation into the efficacy of avatar-based systems for student advice. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 3(11).

De Melo, C. M., Carnevale, P. J., Read, S. J., & Gratch, J. (2014). Reading people's minds from emotion expressions in interdependent decision making. *Journal of personality and social psychology*, 106(1), 73.

Ekman P. (2007). Emotions Revealed - Recognizing Faces and Feelings to Improve Communication and Emotional Life. Holt Paperbacks; 2nd edition (March 20, 2007), ISBN-13: 978-0805083392;

Feshbach N. (1978). "Studies of empathic behavior in children", *Progress in experimental personality research*, vol. (8), pp. 1-47.

Hyde, J., Kiesler, S., Hodgins, J. K., & Carter, E. J. (2014). Conversing with children: cartoon and video people elicit similar conversational behaviors. In *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems* (pp. 1787-1796). ACM.

Hoffman M., (2000) : "Empathy and moral development: implications for caring and justice", Cambridge University Press.

Iurgel I., Marcos A. (2007). Employing Personality-Rich Virtual Persons – New Tools Required, In "Computers & Graphics", 31(6), 825-836, ISSN: 0097-8493, Elsevier Science, 2007.

Lester, J. C.; Converse, S. A.; Stone, B. A.; Kahler, S. E.; and Barlow, S. T. (1997). Animated pedagogical agents and problem-solving effectiveness: A large-scale empirical evaluation. In *Proceedings of the Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education*, 23{30. IOS Press

Lester, J. C.; Zettlemyer, L. S.; Gregoire, J.; and Bares, W. H. (1999). Explanatory lifelike avatars: Performing user-designed tasks in 3d learning environments. In *Proceedings of the Third International Conference on Autonomous Agents*.

Kokane, A., Singhal, H., Mukherjee, S., & Reddy, G. R. M. (2014). Effective e-learning using 3D virtual tutors and WebRTC based multimedia chat. In *Recent Trends in Information Technology (ICRTIT), 2014 International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.

Martinho C., Paiva A. (2006). Using Anticipation to Create Believable Behaviour, In Proceedings of the 21st AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI'16), pp. 175-180. AAAI Press.

Niven, K., Totterdell K. P., and Holman D. (2009). A Classification of Controlled Interpersonal Affect Regulation Strategies, *Emotion*, vol. 9(4), pp. 498-509.

Niven K., Holman D., and Totterdell P. (2012). How to win friendship and trust by influencing people's feelings: An investigation of interpersonal affect regulation and the quality of relationships, *Human Relations*, vol. 65(6), pp. 777-805.

O'Brolcháin, F., Jacquemard, T., Monaghan, D., O'Connor, N., Novitzky, P., & Gordijn, B. (2016). The convergence of virtual reality and social networks: threats to privacy and autonomy. *Science and engineering ethics*, 22(1), 1-29.

Ochs, M.; Frasson, C. (2004). Optimal emotional conditions for learning with an intelligent tutoring system, In 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, 30 August – 3 September, 2004, Maceió, Alagoas, Brazil, 845-847. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30139-4\\_95](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30139-4_95).

Petrovica S. (2014). Design of the Pedagogical Module for an Emotionally Intelligent Tutoring System, In *SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA*, 6(3): 138-146, ISSN: 2029-2341, <http://dx.doi.org/10.3846/mla.2014.18>.

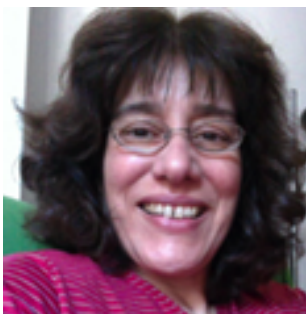
Soliman, M., & Guetl, C. (2013). Implementing Intelligent Pedagogical Agents in virtual worlds: Tutoring natural science experiments in OpenWonderland. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE* (pp. 782-789). IEEE.

Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J. L., Van Assche, F., Parra, G., & Klerkx, J. (2014). Learning dashboards: an overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1499-1514.



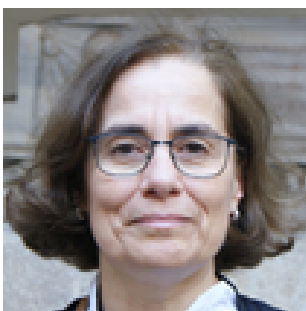
**Adérito Marcos** é Professor Catedrático da Universidade Aberta. É licenciado em Engenharia Informática pela Universidade Nova de Lisboa; doutorado em Engenharia Informática (especialização em Computação Gráfica) pela *Teschnische Universität Darmstadt*, Alemanha; e agregado em Tecnologias e Sistemas de Informação pela Universidade do Minho. Foi o fundador, sendo o atual diretor do programa de Doutoramento em Média-Arte Digital, uma oferta em associação da Universidade Aberta e da Universidade do Algarve.

É investigador e coordenador do Centro de Investigação em Artes e Comunicação – Polo da Universidade Aberta. Foi fundador, sendo o atual presidente da *Artech-Int* – Associação Internacional de Arte Computacional. É (co)autor de cerca de uma centena de publicações e artefactos nacionais e internacionais. É editor-chefe das revistas científicas: *International Journal of Creative Interfaces and Computer Graphics (ISSN: 1947-3117)*; *ART(e)FACT(o) – Revista Internacional de Estudos Transdisciplinares em Artes, Tecnologia e Sociedade (ISSN: 2184-2086)*.



Elizabeth Simão Carvalho é professora auxiliar na Universidade Aberta, Departamento de Ciências e Tecnologia, em Lisboa Portugal. Ela possui um doutorado em Sistemas de Informação e Tecnologias (2008) e mestrado em Ciências da Computação (1994), ambos pela Universidade do Minho. Ela tem participado em projetos nacionais e internacionais, tanto como pesquisadora e gestora de projeto possuindo uma grande experiência em gestão de projetos. Ela é investigadora no Centro de Investigação do CIAC-Artes e Comunicação

da Universidade do Algarve. Sua investigação científica está ligada a área da computação gráfica com foco especial na visualização de informação e científica de dados. É autora e co-autora de diversos artigos em revistas e conferências no campo da visualização científica e da informação, realidade aumentada e web semântica. Ela é membro da Artech-International e vice-coordenadora da licenciatura de Informática. Ela é revisora de diferentes conferências e revistas na área de computação gráfica.



Ana Paula Cláudio é professora auxiliar no Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) e investigadora do Biosystems & Integrative Sciences Institute (BioISI). É licenciada em Matemática (ramo de Estatística, Investigação Operacional e Computação) pela FCUL e doutorada em Informática pela mesma Universidade. Os seus interesses principais de investigação são: Computação Gráfica em geral, modelação 3D, Realidade Virtual e Aumentada, Herança Cultural Digital.

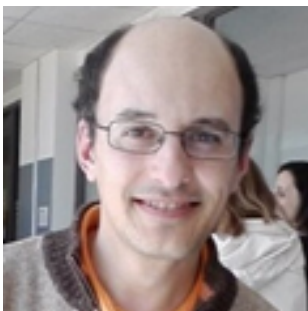
Na sua actividade de ensino é responsável por disciplinas (graduação e pós-graduação) que cobrem estes assuntos.



Maria Beatriz Carmo é licenciada em Matemática Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) e doutorada em Informática pela mesma Universidade. É professora auxiliar no Departamento de Informática da FCUL e investigadora do grupo Agent and Systems Modelling (MAS) do Biosystems & Integrative Sciences Institute (BioISI). As suas principais áreas de interesse são: Visualização, Computação Gráfica, Realidade Aumentada, Realidade Virtual e Herança Cultural Digital.



Carlos Martinho é Professor do Departamento de Engenharia Informática do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, onde leciona sobre diversas temáticas associadas com personagens sintéticas, vida artificial, computação gráfica, videojogos e criatividade computacional. É Investigador no Grupo de Agentes Inteligentes e Personagens Sintéticas do INESC-ID, onde desenvolve atividade de investigação na qual funde a área de Inteligência Artificial, em particular Computação Afetiva, com a área de Interação para melhorar a experiência do utilizador em videojogos assim como suportar o processo criativo de conceção de jogos. É coautor de mais de uma centena de artigos nessas temáticas, do livro “Design e Desenvolvimento de Jogos” (FCA, 2014) e esteve envolvido em mais de uma dúzia de projetos internacionais relacionados com a criação de jogos sérios, dois dos quais internacionalmente premiados.



**Vitor Rocio** é Professor Associado no Departamento de Ciências e Tecnologia (DCeT) e Pró-Reitor para o Campus Virtual e Modernização Tecnológica da Universidade Aberta (UAb). Doutorado em Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (UNL), é Vice-Coordenador da Licenciatura em Engenharia Informática da UAb. Desenvolve atividade de investigação no INESC TEC, sendo as suas áreas de interesse: tecnologias de *elearning*, plataformas web, e tecnologias das línguas humanas. Integra o conselho editorial da Revista de Ciências da Computação, sendo autor e coautor de diversas comunicações e artigos científicos, nas suas áreas de especialização