Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sérgio Manuel de Carvalho Gonçalves

Avaliação como momento de aprendizagem – Análise de *Stress* num ambiente de e-Learning

Universidade do Minho
Departamento de Informática

Sérgio Manuel de Carvalho Gonçalves

Avaliação como momento de aprendizagem – Análise de *Stress* num ambiente de e-Learning

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Informática

Trabalho efetuado sob a orientação de
Paulo Novais
Davide Rua Carneiro

Junho de 2013

Este trabalho foi desenvolvido no contexto do projeto CAMCoF -Contextaware Multimodal Communication Framework financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade - COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto FCOMP-01-0124-FEDER-028980.

Agradecimentos

A realização de um trabalho como o que é apresentado requer não só o gosto e dedicação pela área de estudo mas também o apoio de todos aqueles que nos são mais próximos.

Aos orientadores Paulo Novais e Davide Carneiro pela incansável disponibilidade e orientação demonstradas em todos os momentos ao longo da realização do projeto

À minha família, esposa Mónica Macedo e filha Maria Leonor, pela paciência, suporte e compreensão que sempre tiveram.

Resumo

A avaliação é um momento determinante na elaboração de estratégias de sucesso da aprendizagem. Em ambientes presenciais o educador pode observar o comportamento dos seus alunos e determinar caminhos que facilitem a avaliação e não induzam o *stress* e as consequências negativas no resultado da aprendizagem.

Nos ambientes de aprendizagem de e-Learning torna-se impossível o contacto direto e, como tal, terão de existir formas facilitadoras de detetar e prevenir as situações de *stress* nos momentos de avaliação.

Urge portanto analisar o *stress* e determinar estratégias de resolução dos problemas que são causados por ele. Neste trabalho pretende-se desenvolver um módulo de análise de *stress* em momentos de avaliação em contextos de aprendizagem em linha que possa indicar ao educador os momentos mais propícios para intervir assim como os conteúdos que causam maiores dificuldades. Desta forma o educador poderá intervir de forma mais eficiente junto dos alunos que mais precisem.

Abstract

Evaluation is a key moment in the development of strategies for successful learning. In traditional environments the teacher can observe the behavior of their students and determine ways that facilitate evaluation and do not induce stress and negative consequences on learning outcomes, this is possible because there's a physical presence.

In an e-Learning environments it becomes impossible to promote de physical contact a there for there's de need of tools that can help to detect a prevent stress situations in evaluation moments.

It is therefore urgent to analyze the stress and determine strategies for solving the problems that are caused by it. This work aims to develop a stress analysis module for evaluation moments for e-Learning environments that indicate the educator the proper occasion for his intervention as well as the contents that cause difficulty to the students. In this way the teacher can intervene more effectively with students who need more.

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO 13

1.1. MOTIVAÇÃO 13
1.2. SISTEMAS DE APOIO AO ENSINO 14
1.3. HIPÓTESE DE INVESTIGAÇÃO 14
1.4. OBJETIVOS 15
1.5. ISLAB 16
1.6. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO 17
1.7. ESTRUTURA DO DOCUMENTO 18

2. MODELOS DE APRENDIZAGEM 19

2.1. TEORIA DA INSTRUÇÃO DE GAGNÉ 20
2.2. TEORIA DO EQUILÍBRIO DE PIAGET 21
2.3. TEORIA SOCIOCULTURAL DE VIGOSTSKY 22
2.4. TEORIA DE BRUNER 23
2.5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL 23
2.6. INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE GARDNER 24
2.7. TEORIA UNO DE PERKINS 25

3. E-LEARNING 32

3.1. E-LEARNING 1.0 33
3.2. E-LEARNING 2.0 33
3.3. E-LEARNING 3.0 35
3.4. PLATAFORMAS DE E-LEARNING 37

4. MODELOS E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM 43

4.1. INTELIGÊNCIA AMBIENTE 43
4.2. AMBIENTES VIRTUAIS - LACUNAS 48
4.3. MODELO CONCEPTUAL 51
4.4. *STRESS* 54
4.5. OPERACIONALIZAÇÃO 57

5. CASO DE ESTUDO 59

5.1. FERRAMENTA DE RECOLHA DE DADOS 64
5.2. PARÂMETROS ESTUDADOS 69
5.3. ANÁLISE DE RESULTADOS 81

6. CONCLUSÕES 86

6.1. TRABALHO FUTURO 89
6.2. TRABALHOS DESENVOLVIDOS 90

7. REFERÊNCIAS 92

Figuras

FIGURA 1- TIPOS DE E-LEARNING 36

FIGURA 2 - PLATAFORMAS DE E-LEARNING INSTALADAS, 2007 37

FIGURA 3 - MÓDULOS DO MOODLE LMS 41

FIGURA 4 - AS CAMADAS DA AMI 44

FIGURA 5 - ÁREAS CIENTIFICAS DA INTELIGÊNCIA AMBIENTE 45

FIGURA 6 - CARACTERÍSTICAS DA INTELIGÊNCIA AMBIENTE 46

FIGURA 7 - ESQUEMA DO MÓDULO DE RECONHECIMENTO 53

FIGURA 8 - MODELO APROXIMAÇÃO AO PROBLEMA DE RECONHECIMENTO DE *STRESS* 56

FIGURA 9 - O *STRESS* E A PERFORMANCE 57

FIGURA 10 - EXEMPLO DE ATIVIDADE EM AMBIENTE DE E-LEARNING 60

FIGURA 11 - ATIVIDADE DE AVALIAÇÃO COM FATORES CONDICIONANTES 62

FIGURA 12 - PROCESSO DE RECOLHA DE DADOS - CENÁRIO A 63

FIGURA 13 - PROCESSO DE RECOLHA DE DADOS - CENÁRIO B 63

FIGURA 14 - ECRÃ DA FERRAMENTA DE REGISTO DE UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA DE E-LEARNING 65

FIGURA 15 - EXEMPLO DE FICHEIRO DE *LOG* 68

FIGURA 16- TEMPO MÉDIO DE UMA TECLA PRESSIONADA 73

FIGURA 17 - TEMPO ENTRE DUAS TECLAS SEREM PRESSIONADAS 74

FIGURA 18 - TEMPOS DE ACELERAÇÃO 75

FIGURA 19 - VELOCIDADE DE MOVIMENTAÇÃO 76

FIGURA 20 – TEMPO ENTRE CLIQUES DO RATO 76

FIGURA 21 - EXCESSO DE DISTÂNCIA 77

FIGURA 22 - DISTÂNCIA MÉDIA DO RATO PARA A LINHA RETA 78

FIGURA 23 - DISTÂNCIA DO RATO PARA A LINHA RETA 79

FIGURA 24 - SOMA DE ÂNGULOS 79

FIGURA 25 - SOMA DE ÂNGULOS, VALOR ABSOLUTO 80

FIGURA 26 - DISTÂNCIA ENTRE CLIQUES 81

FIGURA 27 - MAPA DE UTILIZAÇÃO DO RATO EM SITUAÇÃO SEM *STRESS* 82

FIGURA 28 - MAPA DE UTILIZAÇÃO DO RATO EM SITUAÇÃO COM *STRESS* 82

FIGURA 29 – PADRÃO DE DESLOCAMENTO SEM *STRESS* 84

FIGURA 30 - PADRÃO DE DESLOCAMENTO COM *STRESS* 85

FIGURA 31 - CLASSIFICAÇÕES MÉDIAS - GRUPOS COM DESCIDA 88

FIGURA 32 - CLASSIFICAÇÕES MÉDIAS - GRUPOS COM SUBIDA 89

Equações

EQUAÇÃO 1 - DISTÂNCIA ENTRE 2 CLIQUES 69
EQUAÇÃO 2 - DISTÂNCIA ENTRE 2 EVENTOS CONSECUTIVOS 71
EQUAÇÃO 3 - SOMA DE ÂNGULOS ENTRE DOIS CLIQUES 72
EQUAÇÃO 4 - VALOR ABSOLUTO DA SOMA DE ÂNGULOS ENTRE DOIS CLIQUES 72

Tabelas

TABELA 1 - TEORIA DE PIAGET VS TEORIA DE VIGOTSKY 22

TABELA 2 - DADOS ESTATÍSTICOS DA PLATAFORMA MOODLE 39

TABELA 3 - PRESENÇA DO MOODLE NO MUNDO (HTTP://MOODLE.ORG/STATS/) 40

Lista de Acrónimos

Ami - Ambient Intelligence

CBR – Case-Based Reasoning

CMS - Course Management System

IAC - Instrução Assistida Por Computador

ISlab - Intelligent Systems Laboratory

LMS - Learning Management System

Moodle - Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

PDA - Personal Digital Assistant

RNA – Redes Neuronais Artificiais

SCORM - Sharable Content Object Reference Model

SM - Student Module

STI - Sistema Tutor Inteligente

VE – Virtual Environment

ZDP - Zona De Desenvolvimento Proximal

1. INTRODUÇÃO

O e-Learning é nos dias de hoje incontornável. O desenvolvimento da tecnologia é de tal forma extenso que a nossa disponibilidade para a aquisição de conhecimento nunca é descurada. Por todo o lado estamos rodeados de dispositivos tecnológicos que nos permitem um fácil acesso à informação.

Nas escolas e instituições de ensino é já um dado assente que a partilha de informação e de recursos deve ser o mais transparente possível e assim consegue-se uma disponibilidade de informação que à uma década atrás não seria possível. Mas a disponibilização dos recursos de ensino por si só não garante que o processo de ensino/aprendizagem seja algo tendente ao sucesso, o momento de avaliação é um dos pontos fulcrais no desenrolar desse processo.

Nos ambientes de e-Learning esse processo é bastante diferente do tradicional momento de avaliação. A falta de contacto pessoal entre o professor/avaliador e o aluno/utilizador do ambiente de e-Learning é, desde logo, um fator de extrema importância.

1.1. MOTIVAÇÃO

Como profissional de educação, constato que a utilização de plataformas de e-Learning é, sem sombra de dúvidas, bastante positiva e permite uma motivação dos alunos que muitas vezes seria impossível obter pelos tradicionais métodos de ensino.

Porém nem tudo são vantagens e, como referido anteriormente, a situação em que o contacto pessoal entre o professor e o aluno é diminuído de forma substancial,

torna o processo de avaliação algo mais complexo de controlar. Não se torna possível verificar *in loco* como o aluno está a reagir e a ultrapassar eventuais dificuldades que vão surgindo numa tarefa, num momento de avaliação que lhe é proposto. Esta barreira é bastante inibidora para o aluno numa situação de avaliação, nos momentos em que sente a falta de um apoio presencial. Para o professor também traz dificuldades, uma vez que só no final do processo de avaliação é possível constatar as dificuldades que o aluno revelou na realização das atividades de avaliação que lhe foram propostas. No fundo só no final de um momento de avaliação ambas as partes, professor e aluno), percebem o que decorreu de forma menos positiva. Nesse momento pode ser já tarde para efetuar as correções que permitam atingir os objetivos que tanto o aluno e o professor se propuseram.

1.2. SISTEMAS DE APOIO AO ENSINO

As plataformas de e-Learning providenciam uma panóplia alargada de ferramentas de trabalho (atividades, recursos, momentos de avaliação, fóruns de discussão, etc.), no entanto o feedback que é dado a um utilizador e ao avaliador sobre como o processo de aprendizagem está a decorrer é algo que ainda não está com um desenvolvimento sustentado que nos permita afirmar que temos sistemas perfeitos de aprendizagem.

A análise do *stress* na utilização de um ambiente de e-Learning é uma das carências que este tipo de ambientes apresenta. Não é possível aferir como o aluno está a reagir a um momento de avaliação, conseguir perceber quais as suas dificuldades e as suas limitações para dar uma resposta adequada a essas limitações e, assim conseguir obter níveis de sucesso aceitáveis na sua aprendizagem.

1.3. HIPÓTESE DE INVESTIGAÇÃO

A hipótese em que se baseia o estudo pode ser formulada da seguinte forma:

Terá o *stress* uma influência nos padrões de interação do estudante com a plataforma de e-Learning? Se sim pode a mesma ser quantificada?

A resposta a estas questões abrirá novas possibilidades no âmbito do e-Learning.

Se o professor tiver acesso a essa informação é-lhe possível determinar, na performance do aluno, a parte que foi influenciada pelo *stress* ou as questões que influenciaram os níveis de *stress*. Será possível, ao professor, transformar o processo de avaliação num momento em que, de forma eficiente, pode ajustar métodos de ensino mais adequados. Possibilitará a adaptação dos conteúdos ao individuo e aproximará o estudante do seu professor ainda que os mesmos estejam distantes em termos presenciais.

1.4. OBJETIVOS

O ponto de partida para o presente trabalho assenta nas lacunas detetadas na análise das plataformas de aprendizagem com maior quota de mercado. Abrir portas para o desenvolvimento de uma ferramenta que permita, num ambiente de e-Learning, analisar os níveis de *stress* dos utilizadores e permitir ao professor/avaliador corrigir os problemas e adaptar o sistema para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos com níveis de sucesso aceitáveis.

Assim, para que se atinjam resultados de sucesso, foram definidos os seguintes objetivos para a realização do presente trabalho:

- Executar um levantamento dos problemas e lacunas apresentadas pelas plataformas de aprendizagem;

- Conceber um modelo conceptual que pretenda colmatar as lacunas detetadas;
- Implementar uma solução, tendo por base o modelo conceptual definido;
- Realizar um case-study, baseado na aplicação da solução a ambientes de aprendizagem reais;
- Analisar os resultados obtidos pela realização de testes solução implementada;

1.5. ISLAB

Este trabalho tem como um dos objetivos o desenvolvimento de ferramentas que permitam modelar o perfil de utilizadores de ambientes de aprendizagem inteligentes, sendo o *stress* o centro deste projeto. Uma das principais preocupações e linha condutora do trabalho a desenvolver é que, os dispositivos utilizados para a aquisição de dados sejam o menos intrusivos possível para que a posterior análise dos mesmos seja o mais precisa possível. Assim, a previsão dos níveis de *stress* será baseada na análise dos comportamentos e padrões de utilização dos intervenientes da ação com as plataformas de e-Learning.

O trabalho a desenvolver será suportado por dispositivos comummente utilizados no dia-a-dia, a saber o rato e o teclado. Serão monitorizados os movimentos e as interações com estes dispositivos, bem como o tipo de teclas utilizadas.

Com o desenvolvimento destas ferramentas é expectável que a informação obtida seja fornecida ao professor/avaliador para que este conheça de forma precisa o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem dos alunos e, conseguir prever e responder de forma atenta às dificuldades que surgem mediante o comportamento dos alunos nos processos de avaliação.

A abordagem, não invasiva, tem vindo a ser implementada em outros projetos que também eles são desenvolvidos no âmbito do ISLab, num espirito colaborativo, de partilha de conhecimento e experiências.

1.6. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Para conseguir atingir os objetivos enumerados, foi seguida uma metodologia de Pesquisa-Ação (Somekh 2005). No âmbito desta metodologia, iniciou-se o processo pela identificação do problema para que fosse possível formular uma hipótese sobre a qual todo o trabalho será desenvolvido.

Posteriormente, a informação recolhida é recompilada, organizada e analisada construindo desta forma uma proposta para solucionar o problema identificado.

No processo final, podem ser enumeradas as conclusões baseadas nos resultados obtidos durante a investigação.

Para seguir este modelo de investigação, foram definidas etapas para atingir os objetivos enumerados. As etapas são as descritas abaixo:

- Especificação do problema e das suas características;
- Revisão e atualização constante do estado da arte;
- Criação de um modelo e desenvolvimento iterativo do mesmo;
- Experimentação e implementação da solução idealizada;
- Análise dos resultados e formulação das conclusões;
- Difusão do conhecimento, resultados obtidos e experiências realizadas com a comunidade científica.

1.7. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A dissertação encontra-se estruturada ao longo de vários capítulos. No capítulo 2, é apresentado um resumo das diferentes teorias de aprendizagem, a sua evolução e enquadramento histórico.

No capítulo 3 do presente trabalho é efetuado um enquadramento dos diferentes tipos de e-Learning e a sua evolução ao longo dos tempos. O desenvolvimento das tecnologias está intrinsecamente ligado às diferentes versões de e-Learning identificadas em diferentes referências bibliográficas. É ainda apresentada uma contextualização das principais plataformas de aprendizagem existentes no mercado. São identificados os pontos fortes e fracos das ferramentas de e-Learning com maior taxa de implementação na atualidade.

No capítulo 4, é apresentada uma breve modulação do problema que foi sendo aflorado de forma breve nos capítulos anteriores. Apresenta-se o conceito de Inteligência Ambiente como suporte ao trabalho desenvolvido. Além dos aspetos referidos, é efetuado um enquadramento dos Ambientes Virtuais e das suas desvantagens em relação aos métodos tradicionais de ensino. É aqui que se evidencia o *stress* como ponto fulcral a ter em conta no momento de avaliação de um ambiente de e-Learning.

No capítulo 5, é referenciado o caso de estudo. Apresentam-se as ferramentas desenvolvidas, os parâmetros analisados bem como a análise de resultados perante a informação recolhida nas experiências realizadas.

No capítulo final do presente documento são apresentadas as conclusões, as próximas fases do trabalho que se pretendem ver implementadas e as produções científicas produzidas durante o processo de trabalho.

2. MODELOS DE APRENDIZAGEM

A ideia de utilizar a tecnologia, e particularmente a computação no campo do ensino, tanto nas escolas como nas universidades não é nova. A instrução assistida por computador (IAC) integrou-se perfeitamente, devido ao alento fornecido pelo baixar dos custos de *hardware* e de acesso à Internet (A. Yang, Kinshuk, and Patel 2002)

Durante o processo de aprendizagem, pretende-se promover a interação entre o aluno e o professor, (neste caso personificado pelo Sistema Tutor Inteligente), pelo que seria adequado um sistema que permitisse " múltiplas estratégias" (à semelhança do tutor humano). Isto traria robustez e o nível de adaptação desejado às características mutantes dos estudantes.

Castillo estabelece que a pedagogia influencia o desenvolvimento dos sistemas de ensino, que devem basear-se no modelo do aluno, assim como as estratégias de ensino efetivo nas teorias de aprendizagem, abarcando portanto o modelo do aluno e o modelo do tutor (estratégias de ensino). Refere que "a psicologia intervém no estabelecimento de modelos cognitivos, necessários para o entendimento e aplicação apropriada dos modelos de ensino citado", para dar conta que para ensinar se deve conhecer como os sujeitos conhecem (E. Castillo, Gutiérrez, and Hadi 1997).

A necessidade de que a instrução assistida por computador se transforme num apoio efetivo para a tutoria, requer uma base teórica que sustente o desenvolvimento dos sistemas, para que estes sejam efetivos no processo de ensino-aprendizagem. Existem diferentes teorias que explicam o processo de aprendizagem, que se podem agrupar em:

Instrucional: onde o professor ou tutor é o centro da aprendizagem e responsável por desenhar o conteúdo, relegando o aluno para a função de "aprender" o conhecimento que o professor lhe comunica. Este processo de aprendizagem é altamente guiado pelo professor e não requer iniciativa pessoal do aluno.

Aprendizagem por descoberta: onde o professor tem uma tarefa de "explorador", entregando ao aluno as ferramentas necessárias para que este descubra o conhecimento, ao seu próprio ritmo. Este processo de aprendizagem não é guiado, e requer iniciativa por parte do aluno, já que é ele que será responsável por "descobrir" o conhecimento pelos seus próprios meios, guiado pelo tutor para que se possam atingir os objetivos da sessão pedagógica planeada, mas dando lugar a novos objetivos que surgem através da experimentação do aluno. As primeiras aplicações de IAC ocorreram desde a visão comportamentalista. Skinner, muito influenciado pelas investigações de Pavlov, define o comportamentalismo não como uma forma de estudar a conduta, senão como uma filosofia da ciência dedicada ao objeto e métodos da psicologia. Skinner refere que o comportamento dos organismos pode ser explicado através das contingências ambientais, e os processos internos de natureza mental não tem nenhum poder causal-explicativo. Na atualidade o comportamentalismo evolui para modelos cognitivos mais flexíveis e adequados que põem em primeiro plano o aluno no processo educativo.

De seguida resumem-se os modelos mais representativos e referem-se as suas características principais, dada a sua importância e ligação inerente ao desenvolvimento de STI.

2.1. TEORIA DA INSTRUÇÃO DE GAGNÉ

Nesta teoria, a aprendizagem define-se como um processo que permite ao organismo vivo modificar os seus comportamentos de forma rápida e permanente; portanto, a aprendizagem verifica-se quando existe uma mudança de comportamento, relativamente estável. O que supõe quatro elementos:

- Um aprendiz
- Uma situação que permita a aprendizagem
- Um comportamento explícito do aprendiz

- Uma mudança interna

Esta teoria estabelece que existem vários tipos de aprendizagens, o que torna necessários diferentes modos de instrução. Esses tipos são:

- Informação verbal
- Destrezas intelectuais
- Descriminar, formar conceitos
- Aprender regras
- Estratégias cognitivas
- Atitudes e destrezas motoras

Para cada tipo de aprendizagem são necessárias diferentes condições internas e externas. Uma vez que apresenta estes fatores que afetam a aprendizagem, Gagné pode apresentar o processo de aprendizagem como um sistema, onde as entradas afetam as saídas, e portanto o professor pode melhorar a saída controlando as entradas. Gagné sugere agregar o conceito de hierarquia como base para a sua descrição de funcionamento do sistema.

2.2. TEORIA DO EQUILÍBRIO DE PIAGET

Para Piaget, existem dois tipos de aprendizagem, sendo um a aprendizagem em sentido estrito, através da qual se consegue informação específica e outro, a aprendizagem em sentido amplo, que consiste no progresso das estruturas cognitivas. A aprendizagem produz-se quando se apresenta um desequilíbrio ou conflito cognitivo, que dá lugar a dois processos: a assimilação e a acomodação (Piaget 1954)

A assimilação é a integração de elementos exteriores nas estruturas em evolução ou já acabadas no organismo. O indivíduo interpreta a informação do meio de acordo com os seus conceitos disponíveis. Através do processo de acomodação, o sujeito adapta os seus conhecimentos à realidade contrastando com a mesma realidade o que assimilou; por outra parte, a mudança de estruturas cognitivas do indivíduo é produzida em dois sentidos, o primeiro como consequência da soma de novos conceitos e o segundo como consequência de uma reinterpretação do conhecimento existente à luz do novo conhecimento.

A teoria de Piaget reduz toda a aprendizagem a aquisições espontâneas e necessárias. Isto é uma falha dado que a maior parte dos conceitos na realidade não são necessários e ainda, não se podem adquirir sem a intervenção da cultura e da instrução, ou seja não são espontâneos.

2.3. TEORIA SOCIOCULTURAL DE VIGOSTSKY

Vigotsky refere que " estudar a conduta do homem sem a parte psíquica, como pretende a psicologia, é tão impossível como estudar o psíquico sem a conduta. O que implica que não existe lugar para ciências distintas. O estado atual dos dois ramos do saber refere insistentemente a questão de tal necessidade e fecundidade da completa fusão de ambas a s ciências" (Vygotsky 1978)

A aprendizagem sucede a partir da interação social, pode estabelecer-se que: o individuo reconstrói o seu saber devido à mistura entre processos de construção pessoal e processos de colaboração com os outros intervenientes. Neste ultimo processo, o professor/tutor deve ser um agente facilitador e mediador da cultura. Na Tabela 1 podemos analisar o paralelismo entre a conceção de Piaget e a de Vigotsky.

Teoria de	Teoria de Vigotsky
O conhecimento é um processo de interação entre o sujeito e o meio (físico unicamente)	O conhecimento é um processo de interação entre o sujeito e o meio (social e cultural)
O ser humano ao nascer é um indivíduo biológico	O ser humano ao nascer é um ser social
No desenvolvimento do ser humano existe um processo de socialização	No desenvolvimento do ser humano existe um processo de diferenciação social
O potencial cognitivo do sujeito depende da etapa de desenvolvimento em que se encontra	O potencial cognitivo do sujeito depende da qualidade cultural da interação social e da ZDP do sujeito.
O ser humano ao nascer encontra-se num estado de desorganização que deverá sendo sucessivamente organizado ao largo das etapas de desenvolvimento da sua vida	O ser humano ao nascer tem uma perceção organizada pois esta dotado para a dirigir para estímulos humanos e para estabelecer interações sociais

Tabela 1 - Teoria de Piaget vs Teoria de Vigotsky

2.4. TEORIA DE BRUNER

Esta teoria está relacionada com a teoria de Piaget, já que enfatiza a aprendizagem por descobrimento. O aluno descobre, pois a descoberta causa maior satisfação e obtém uma maior retenção. Chega um passo mais adiante que a teoria de Piaget, desenvolvendo um processo de instrução onde o professor deve criar um ambiente que favoreça o atingir da descoberta. Propõe que os conteúdos a ensinar se apresentem como um conjunto de problemas e relações que o aluno deve resolver para que aumente o seu interesse e resulte uma aprendizagem significativa, (Bruner 1990; Guardia Robles 1993).

Bruner explica como o aluno chega a dominar os conteúdos que o docente lhe propõe construindo o conceito de "andaime", de "suporte", estritamente ligado ao conceito de zona de desenvolvimento proximal ZDP de Vigotsky. Segundo esta ideia, no processo de interação e diálogo em que se baseia o ensino, o perito tem um conjunto de andaimes ou ajudas por meio das quais o aluno elabora as construções necessárias para aprender os conteúdos. O "andaime" deve contemplar as características particulares do aluno. Serão reguladas à medida que as suas habilidades vão progredindo. Assim, alguns iriam requerer apoio como explicações, modelos, etc, enquanto outros necessitariam de apoios mais complexos (Bruner 1990).

Progressivamente o professor/tutor ajustará o sistema de ajudas e apoios necessários conforme se desenvolvam as habilidades dos alunos, e assim poderá ceder o controlo e a manipulação dos conteúdos e formas de discurso a aprender.

2.5. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Esta teoria trata da aquisição de aprendizagens significativas, ou seja, não considera a aprendizagem mecanizada (de memória). Para considerar que uma aprendizagem é significativa, esta deve ter um sentido para ser incorporada no conjunto de conhecimentos que o sujeito possui (o conceito aprendido deve relacionar-se com conceitos previamente adquiridos). Considera também a

aprendizagem como recetiva, já que o professor é quem estabelece os conteúdos de forma a facilitar a organização do novo conteúdo na estrutura mental do aluno.

Ausubel estabelece que para que se produza a reestruturação é necessária uma instrução que apresente a informação organizada e explícita que desequilibre as estruturas existentes. Uma aprendizagem é significativa quando se pode incorporar nas estruturas de conhecimento, ou seja, os novos conceitos adquirem significado para o sujeito dentro das suas estruturas cognitivas. Uma aprendizagem é "de memória" quando os conceitos aprendidos não estão relacionados entre si e carecem de significado para a estrutura do sujeito. Em geral uma aprendizagem significativa é mais eficaz que a aprendizagem de memória pois: produz retenção mais duradoura, facilita novas aprendizagens e produz mudanças que persistem para além do esquecimento dos detalhes concretos. Outra contribuição de Ausubel é o conceito de organizadores prévios, sobre os quais o aluno se apoia, de tal forma que estes fazem as vezes de estrutura ou andaime entre os conhecimentos a adquirir e os que já possuía.

2.6. INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE GARDNER

Esta teoria da inteligência humana, desenvolvida pelo psicólogo Howard Gardner estabelece que existem pelo menos oito formas através das quais as pessoas percebem e entendem o mundo. Gardner chama a cada uma dessas formas inteligências (conjunto de capacidades que permitem resolver problemas da realidade), (Gardner and Hatch 1989).

Gardner define uma inteligência como " a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valiosos num ou mais ambientes culturais" Este autor fundamenta a sua estrutura em provas biológicas e antropológicas, mais especificamente, em bases neurológicas, evolucionistas e transculturais. Não obstante, o autor clarifica que é uma aproximação que não estabelece as fontes de tais capacidades ou os meios para as medir. Gardner apresenta uma classificação de inteligências, ainda que sugerindo que não é uma classificação terminal.

- Verbal - linguística
- Lógico - matemática

- Visual - espacial
- Kinestésica
- Musical - rítmica
- Interpessoal
- Intrapessoal
- Naturalista

Para Gardner " o objetivo da escola deve ser o de desenvolver as inteligências e ajudar as pessoas a atingir os fins vocacionais e as afinidades que se adequam ao seu espectro particular de inteligências."

Este objetivo consegue-se com uma escola centrada nos indivíduos, onde a avaliação das capacidades e das tendências individuais é contínua.

Gardner assinala que a prática educativa convencional se centra fundamentalmente na inteligência linguística e matemática, mas dado o carácter múltiplo da inteligência humana se deveria dar espaço às diversas capacidades e características das pessoas. Isto pode incluir-se num STI através de distintos protocolos pedagógicos que se adequem da melhor maneira a cada um dos alunos, (Gardner and Hatch 1989).

2.7. TEORIA UNO DE PERKINS

Uma vez apresentadas a técnicas educativas mais importantes, deve-se analisar quais de entre as apresentadas são aplicáveis ao ensino e implementação num STI.

Qualquer das teorias de ensino expostas anteriormente resulta útil para entender o processo de aprendizagem num STI, a seleção de um marco teórico adequado só se pode justificar por meio de razoes pedagógicas correspondentes ao tipo de alunos com os quais o sistema tutor inteligente se vai "enfrentar", (Perkins 1995)].

Perkins propõe a Teoria Uno que não é um modelo nem um método de ensino mas sim um conjunto de recomendações compatíveis com qualquer teoria. Basicamente estipula que "as pessoas aprendem mais quando têm uma oportunidade

razoável e uma motivação para o fazer" e para aplicar esta teoria devem estar reunidas as seguintes condições: informação clara, prática reflexiva, realimentação informativa e uma forte motivação intrínseca e extrínseca.

Perkins refere que combinando as condições que estipula a "Teoria Uno" com cada um dos programas de estudo, obtêm-se os métodos respetivos. Por outras palavras, essa teoria "personifica-se" de distintas formas segundo o programa do momento. As quatro formas principais são enumeradas e brevemente explicadas de seguida.

- Instrução didática
- Treino
- Ensino socrático
- Outras

A instrução didática

Segundo Perkins, é a apresentação clara e correta da informação por parte do professor e dos textos. O seu objetivo centra-se especialmente na explicação onde se expõe "os quês" e os "porquês" de um determinado tema.

É fundamental que se aclarem os componentes básicos de uma boa explicação, já que na instrução didática o aluno encontra-se renegado para um papel de sujeito passivo e o tutor (professor) fica em primeiro plano, como fornecedor único dos saberes e conhecimentos.

Algumas características que devem reunir uma boa explicação na prática educativa são: a identificação de objetivos para os alunos, a supervisão e o assinalar do caminho até aos objetivos, mostrar vários exemplos sobre os conceitos analisados, legitimar um novo conceito ou procedimento mediante princípios já conhecidos pelos alunos.

As aulas do tipo prático não ficam fora deste modelo, apenas nelas se tentam incluir exposições complementares, para assinalar vínculos entre os conceitos

familiares e os novos conceitos, clarificando as condições de aplicabilidade e de não aplicabilidade dos mesmos. A interação é sempre liderada pelo professor ou tutor, renegando o aluno para um segundo plano onde o seu único papel é o de assimilar a informação que lhe está a ser apresentada no momento, portanto os elementos básicos da instrução didática têm sobretudo a ver com a clarificação e clareza informativa

O treino

Existe um vínculo entre o treino e a instrução didática e por isso este é apresentado em segundo lugar. Sem uma instrução didática que apresente uma certa base de informação clara sobre os novos conceitos, os estudantes não iriam possuir os conhecimentos básicos para realizar exercícios de cariz prático. Surge então uma aparente contradição que é, dada a clareza informativa da instrução didática, que função passa a desempenhar o professor (tutor), se numa forma ideal, a instrução didática resolveu todas as dúvidas possíveis sobre o conceito explicado?

O treino oferece uma resposta, já que se baseia em duas das condições apresentadas por Perkins na sua teoria: a prática reflexiva e a realimentação informativa.

As principais atividades do docente que proporciona o treino consistem em:

- Atribuir tarefas práticas;
- Impulsionar os alunos a refletir sobre as tarefas que estão a realizar;
- Fornecer a retroalimentação.

Ao mesmo tempo, espera-se que o docente responsável pelo treino forneça a informação de forma clara dado que é a relação entre o “treinador” e os seus alunos a que deve fomentar mecanismos de motivação destes últimos e garantir assim uma das questões fundamentais da teoria de Perkins que afirma: “as pessoas aprendem mais quando têm uma oportunidade razoável e uma motivação para o fazer”.

O ensino socrático

Ambos os métodos anteriormente vistos (a instrução didática e o treino) possuem um especto regulativo, pois a sua função consiste em modelar e guiar as atividades dos alunos e como se explicou anteriormente renega-se o aluno para um papel secundário, tendo como única função a de assimilar os conhecimentos que se apresentam pelo docente ou tutor.

Neste marco surge o método socrático através do qual se tenta que os alunos trabalhem de uma maneira mais flexível, mas não de forma totalmente livre, continuamente deverão receber o apoio nas suas investigações por parte do tutor, mas sem o esquema mais rígido em que este lhes diz continuamente o que têm de fazer. Perkins apresenta que, desta forma o estudante deve aprender sozinho as respostas, mas também " a arte das perguntas".

O ensino realiza-se quando o "mestre socrático" apresenta um enigma conceptual e incita a investigação do assunto de forma livre por parte dos alunos, fazendo perguntas do tipo:

- Que pensam a esse respeito?
- Que posição se poderia tomar?
- De que definições necessitamos?

Logo na investigação inicial propõem-se ideias, critérios e definições, onde o tutor atua como incitador e moderador do diálogo/discussão: presta ajuda quando os paradoxos estancam o processo de aprendizagem e gera contra exemplos e potenciais contradições quando percebe nos alunos uma satisfação prematura. Desta forma a aprendizagem é "guiada" pelos tutores até se atingir um objetivo, já que sem um guia eficaz os estudantes podem perder-se. Isto não se faz de forma rígida, como na instrução didática e no treino, já que no método socrático se espera que seja o aluno que realize as descobertas por si mesmo. O investigador cognitivo Collins analisou os

passos fundamentais do método socrático que se descrevem de seguida (Perkins 1995):

- Selecionam-se exemplos positivos e negativos para ilustrar as qualidades pertinentes ao tema que se esta a abordar;
- Variam-se os casos sistematicamente a fim de centrar a atenção em dados específicos;
- Empregam-se contra exemplos para por ajuizar das conclusões do aluno;
- Propõem-se casos hipotéticos para que o aluno reflita sobre situações afins que poderiam ocorrer naturalmente;
- Utilizam-se estratégias de identificação de hipóteses para forçar a articulação de uma hipótese específica de trabalho;
- Empregam-se estratégias de avaliação de hipóteses para fomentar a avaliação crítica de previsões e hipóteses;
- Promove-se a identificação de outras previsões que poderiam explicar o fenómeno em questão;
- Utilizam-se estratégias facciosas para induzir o aluno a realizar previsões incorretas e formulações prematuras;
- Procura-se que o aluno deduza as consequências até chegar a uma contradição para que aprenda a construir teorias válidas e consistentes;
- Questionam-se as respostas provenientes de referências como o tutor e os manuais, a fim de promover o pensamento independente.

Segundo Perkins, " o mestre socrático não deve fornecer abundância de dados, mas sim controlar a qualidade e a clareza da informação fornecida pelos alunos fazendo-lhes perguntas. Quando os alunos discutem entre si sobre uma determinada questão, o mestre socrático exige- lhes uma prática continua de reflexão. Fornece ainda realimentação imediata por meio de estímulos e crítica, e incita a que todos os participantes da conversa façam o mesmo.

Outros métodos de ensino

Os protocolos pedagógicos propostos por Perkins não são as únicas aproximações que provêm das características referidas pela sua teoria: *"informação clara, prática reflexiva, realimentação informativa e forte motivação intrínseca e extrínseca"*.

Existem outras aproximações como podem ser a aprendizagem cooperativa e a colaboração entre pares, que vale a pena referir no campo dos assessores inteligentes, onde o sistema deve reagir como um "estudante virtual" que interatua com os alunos que utilizam o sistema para resolver os distintos problemas que se lhe apresentam e para atingir definições básicas para os conceitos que se pretendem ensinar numa sessão pedagógica.

Perkins refere que as crianças aprendem muito melhor em grupos cooperativos bem configurados que sozinhas. De uma forma geral, os grupos cooperativos podem ajudar a atingir determinados fins, sem a planificação cuidadosa que requerem os métodos como a instrução didática e o treino. Os resultados obtidos são satisfatórios porque a aprendizagem cooperativa exige que todos os participantes sejam responsáveis pelo desempenho do grupo.

A aprendizagem cooperativa e a colaboração entre pares podem utilizar a dinâmica de grupos para promover a aprendizagem reflexiva, onde os alunos pensam e discutem os conceitos que se lhes tentam ensinar e os problemas que devem resolver. Na aprendizagem cooperativa e colaborativa, a predisposição para a resolução de tarefas, eleva a motivação do contacto social para manter os alunos interessados nas suas atividades académicas.

Pode parecer que na aprendizagem cooperativa e colaborativa o docente não possui um plano que deva cumprir, e portanto este método de ensino não seria aplicável aos Sistemas Tutores Inteligentes mas, uma análise mais profunda revela que os docentes têm as seguintes tarefas, (Perkins 1995):

- O docente "treina" os alunos para que julguem com critérios próprios adequados à circunstância planeada;

- O docente deve “aumentar” o interesse intrínseco dos problemas que o mesmo apresenta;
- O docente pode “pedir aos alunos que se classifiquem mutuamente”, mas oferecendo uma forte realimentação relativamente a que tipo de respostas tem mais ou menos sentido e porquê.

3. E-LEARNING

Clarificar conceitos como o e-Learning ou ensino à distância é algo que por vezes se torna difícil. Inúmeras publicações e investigações científicas são elaboradas em torno desta temática da educação e a utilização das terminologias de ensino à distância são apresentadas de diferentes pontos de vista e nem sempre com o mesmo significado. Assim, é imprescindível centrar a definição de e-Learning numa perspetiva rigorosa.

Com o surgimento meteórico de ferramentas tecnológicas e a sua introdução no domínio da educação o ensino à distância passou a ser uma área de grande desenvolvimento.

Ao conceito de *Learning* foi acrescentado o *e* em que se passou a valorizar a componente tecnológica como peça essencial na educação.

Associado ao crescimento da Internet e do WWW surgem modelos de educação à distância em que se valoriza a componente de comunicação e interação (Gomes, 2003 e 2004;Carvalho & Cardoso 2004). Os fatores como o baixo custo de acesso à informação, a independência em termos temporais e espaciais nesse mesmo acesso e a facilidade de distribuição e publicação são indissociáveis do crescimento e desenvolvimento do e-Learning.

3.1. E-LEARNING 1.0

O e-Learning 1.0 pode ser caracterizado como a tentativa de criar o conteúdo perfeito, baseando-se nos novos média como eram as animações, simulações complementando o material tradicionalmente usado como são os livros e outros suportes escritos físicos. No fundo é a junção do conhecimento escrito com conteúdos multimédia.

Com este salto tecnológico, a interação entre o aluno e o computador, o processo de aprendizagem tornou-se sem dúvida mais atrativo uma vez que a motivação foi positivamente influenciada.

Com o desenvolvimento das ferramentas técnicas, os recursos passam a estar acessíveis e, a comunicação entre o professor e o estudante pode também ser efetuada fora da tradicional sala de aula, via fóruns ou correio eletrónico por exemplo.

No fundo quando olhamos para a versão 1.0 do e-Learning estamos perante cursos online orientados para o autoestudo com recurso a conteúdos e simulações com áudio e vídeo).

3.2. E-LEARNING 2.0

O e-Learning 2.0 surge automaticamente associado ao termo Web 2.0. Especificamente são utilizadas as ferramentas principais proporcionadas pela Web 2.0. Algumas ferramentas são:

Weblogs

São uma forma de páginas da Internet em que se introduzem conteúdos datados e os mesmos surgem publicados em ordem cronológica inversa. O responsável pelo *Weblog* é chamado de *blogger* e cada contributo que se acrescenta ao *Weblog* é denominado post. É uma ferramenta extremamente popular pois a sua utilização é

bastante simples e dessa forma qualquer espirito mais curioso e empreendedor consegue facilmente construir um Blog

Wiki

É um conceito introduzido por Bo Leuf and Ward Cunningham em 1995 (Leuf and Cunningham 2001). Um sistema Wiki é uma plataforma online que permite que cada utilizador possa criar, editar e rever artigos. Todas as tarefas podem ser efetuadas online. O objetivo de Curringham era o de desenvolver uma ferramenta de fácil utilização que permitisse a construção de conhecimento online de forma eficiente. O caso mais famoso é a Wikipedia.

Podcasts

Um podcast pode ser definido como sendo um ficheiro multimédia que é distribuído pela internet via subscrição, paga ou gratuita, através de RSS e que pode ser reproduzido em dispositivos moveis ou no computador.

Nos primórdios dos podcasts os conteúdos era simples ficheiros áudio, sendo que atualmente se encontram ficheiros vídeo. Alguns exemplos podem ser os audiobooks ou os tutoriais em vídeo.

Aplicações de partilha

São sítios de partilha de recursos como recursos vídeo, imagens ou os nossos sítios favoritos. Podemos aqui encaixar as redes sociais que têm uma implantação bastante sólida em todos os aspetos que se relacionam com a Internet.

Com as ferramentas mais importantes da Web 2.0, podemos então olhar para o e-Learning que usa todos estes recursos. Temos assim o e-Learning 2.0 que foi pela primeira vez referenciado por Stephen Downes (Downes 2005). Downes evidenciou que “Para toda esta tecnologia, o que é importante é reconhecer que o crescimento da Web 2.0 não é uma revolução tecnológica, é uma revolução social”. Com isto entende-se que a usabilidade da tecnologia tende a tornar-se mais simples e, não somos forçados a uma dura aprendizagem de forma técnica mas sim de forma social.

O e-Learning 2.0 é então o mais utilizado no presente sugere-se a utilização de mensagens instantâneas, vídeo em tempo real e webcasting por exemplo.

3.3. E-LEARNING 3.0

Entramos agora na fase da Web 3.0, que é um conceito que ainda se encontra em fase de crescimento mas que todos os indicadores apontam para a integração da Inteligência Artificial.

A Web 2.0 proporciona a criação de conteúdos em larga escala mas que muitas vezes, estes mesmos conteúdos são armazenados e poucas vezes são utilizados por outros e aqui entra o conceito de Web 3.0 para que se utilizem plenamente todos estes recursos. A Inteligência Artificial tem então o papel importante

O conceito que está na base da Web 3.0 é baseado em aplicações web que proporcionam valor acrescentado ao utilizador dando-lhe uma informação precisa e fidedigna. A ideia de conhecimento em qualquer altura e em qualquer lugar é de extrema importância nos dias de hoje com a proliferação de diferentes dispositivos fixos e móveis. Desta forma a interoperabilidade entre diferentes plataformas de recursos e diferentes dispositivos deve ser acautelada.

Mas então que será o e-Learning 3.0. Tomemos como exemplo os seguintes pontos de vista:

- Considerar que a Web 3.0 será formatada em "Ler/Escrever/Colaborar. e-Learning 3.0 terá quatro pontos-chave: computação distribuída, tecnologia móvel inteligente, filtros inteligentes e colaborativos, visualização e interação 3D. A computação distribuída e combinação com as tecnologias móveis permitem aos utilizadores ficarem mais perto dos conceitos de "em qualquer lugar e a qualquer hora", proporcionando ainda soluções inteligentes de pesquisa, gestão de documentos e organização de conteúdos(Wheeler 2009).

- Jonh Moravec (Moravec 2008), refere que no e-Learning 3.0, ser sobretudo construído na base social e reinventado com base no contexto. O ensino será construtivista. O centro da aprendizagem será modificado de "o que aprender" para "como aprender". O papel central será da tecnologia, que suporta todo o conhecimento, mas de uma forma invisível para os utilizadores. A tecnologia que estará em background suportará o conhecimento.

- Existem investigadores que consideram que o conhecimento que pode ser processado de forma automática será a base para que as ferramentas Web 3.0 usem e interpretem a informação, beneficiando os autores de conteúdos e os educadores. Teremos plataformas de e-Learning 3.0 que se adaptam a cada um dos educandos de forma particular (Coutinho and Bottentuit Jr. 2009).

A Figura 1 resume os tipos de e-Learning quanto às suas ferramentas, apresentados nas secções anteriores:

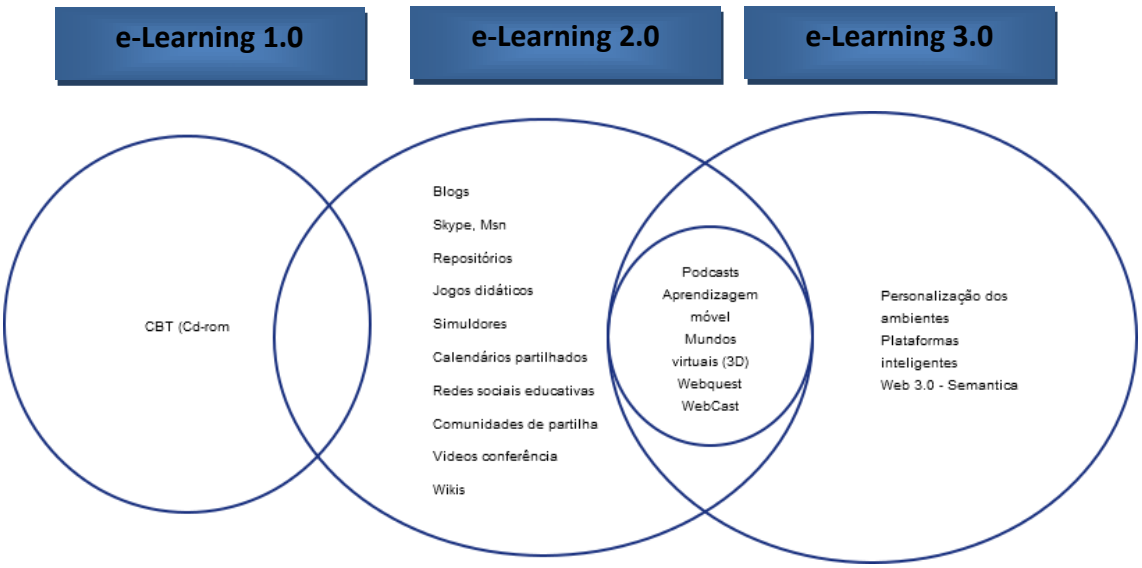

Figura 1- Tipos de e-Learning

3.4. PLATAFORMAS DE E-LEARNING

Em 2007 foi realizado, em Portugal, um estudo intitulado "Estudo das Plataformas de e-Learning em Portugal", da responsabilidade da Delta Consultores, Perfil – Psicologia e Trabalho e do Instituto Superior de Psicologia Aplicada (ISPA)(DeltaConsultores, Perfil - Psicologia e Trabalho, and Instituto Superior de Psicologia Aplicada (ISPA) 2007).

O referido estudo foi realizado com a colaboração de 472 organizações que possuíam plataformas de e-Learning instaladas. Destas respostas, concluiu-se que a plataforma Moodle é aquela que possuiu maior quota de Mercado com 57.6% como se pode observar pela Figura 2.

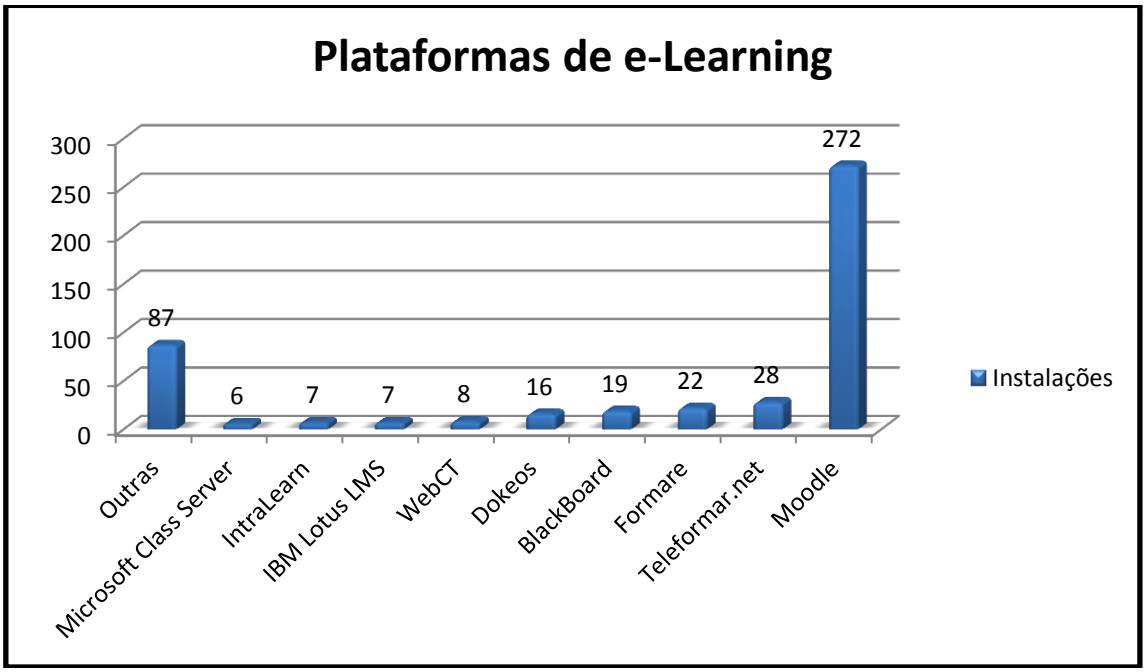

Figura 2 - Plataformas de e-Learning instaladas, 2007

3.4.1. BLACKBOARD LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

Na Universidade do Minho a opção recaiu na plataforma Blackboard. Uma plataforma proprietária que possui uma grande quota de Mercado nos Estados Unidos da América. Alguns exemplos de implementação e utilização estão documentados em (Coutinho and Bottentuit Junior 2007).

Para Rodrigues, Oliveira e Peixoto (2003) a Blackboard "é um ambiente virtual voltado para o ensino a distância, onde a maioria das ferramentas de comunicação são assíncronas, onde o professor pode expor documentos de texto, vídeo, áudio, etc.".

Sendo uma plataforma proprietária oferece vantagens ao nível da assistência técnica e todos os aspetos relacionados com o suporte. Sendo uma plataforma que exige um investimento considerável é importante garantir que os fatores relacionados com o suporte serão devidamente acautelados. Porém, os aspetos negativos são, nos momentos em que os investimentos se contraem pela escassez de recursos financeiros, fatores determinantes na tomada de decisão ao optar por plataformas deste género. Além dos custos de licenciamento, as limitações impostas nas alterações da estrutura da plataforma é algo que pesa negativamente.

O ambiente da plataforma Blackboard tem, tal como outras plataformas, ferramentas para o ensino *online*, para a criação de comunidades educacionais, e providência ainda serviços que se podem integrar nos sistemas administrativos e de segurança das organizações (Science 2011)

Assim, em resumo, existem diferentes recursos na plataforma Blackboard:

- Criação de conteúdos;
- Estruturação de recursos;
- Notificações para alunos e professores;
- Calendário de eventos para disciplinas/ Cursos;
- Criação de grupos;
- Sistemas de mensagens eletrónicas;
- Criação e gestão de fóruns de discussão;
- Criação de sessões de chat;
- Criação de tarefas/atividades;
- Envio e gestão de documentos para os utilizadores;
- Criação de glossários;
- Criação de testes/momentos de avaliação;
- Gestão de classificações;
- ...

3.4.2. MOODLE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

Alternativamente, com custos de investimento substancialmente menores que os sistemas proprietárias como o Blackboard, temos a plataforma Moodle.

A plataforma MOODLE é um excelente exemplo de um LMS/CMS que é usado de forma abrangente no sistema educativo em Portugal. O seu crescimento de utilização é enorme e a sua utilização tem sido encorajada pelas instituições oficiais de educação.

Claramente popular em todo o mundo a plataforma Moodle apresenta números expressivos como se pode observar pelas informações presentes na Tabela 2 e Tabela 3.

Item	Valor
Sites registados	82,998
Países	236
Cursos	7,516,850
Utilizadores	70,749,619
Professores	1,294,464
Matriculas	66,572,125
Posts em fóruns	126,086,477
Recursos	67,500,212
Questões em Quizzes	182,941,570

Tabela 2 - Dados estatísticos da plataforma Moodle

Pais	Registos
Estados Unidos da América	13,809
Espanha	7,197
Brasil	6,151
Reino Unido	4,389

México	3,528
Alemanha	3,270
Colômbia	2,527
Portugal	2,314
Austrália	1,974
Itália	1,967
Estados Unidos da América	13,809

Tabela 3 - Presença do Moodle no mundo (http://moodle.org/stats/)

No presente e no futuro, a médio prazo, em que os custos são determinantes e imperativos nas escolhas de plataformas a serem utilizadas, a opção pelo Moodle continuará a ser enorme, ainda mais nas instituições públicas de ensino básico e secundário.

A plataforma Moodle é constituída por uma série de componentes de aprendizagem interativa como fóruns, chats, quizzes e tarefas. Existem ainda módulos de *logging* que permitem efetuar o registo das atividades e recursos a que os utilizadores acedem. Com estes componentes, administradores e professores podem construir relatórios, recorrendo a ferramentas apropriadas para a análise dessa informação. A Figura 3 evidência uma visão de alto nível dos módulos que constituem a plataforma Moodle.

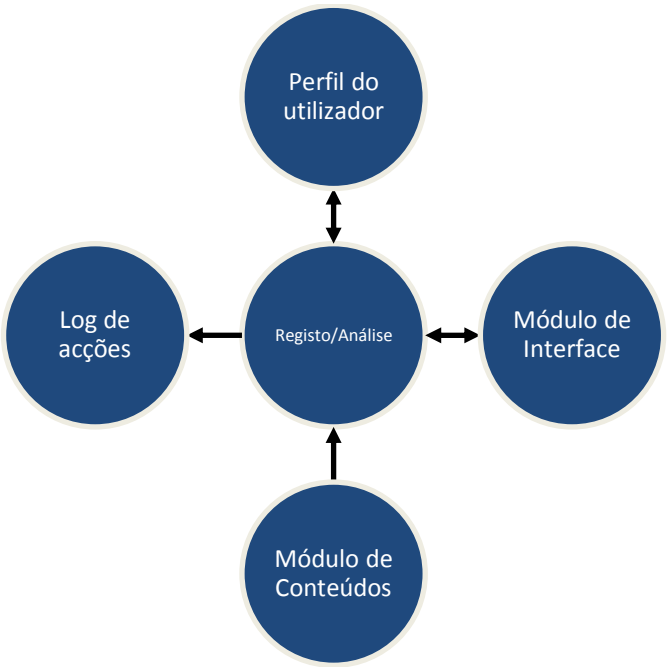

Figura 3 - Módulos do Moodle LMS

Com este desenho modular, torna-se fácil adicionar novos módulos e desta forma enriquecer a plataforma Moodle, indo de encontro às necessidades mais específicas que possam surgir nas diferentes utilizações de um determinado número de utilizadores.

Avaliação

As atividades são um dos pontos fortes do Moodle enquanto ferramenta de aprendizagem. Possui um conjunto alargado de ferramentas de comunicação e discussão variado (Fóruns, Chats, Diálogos), assim como de avaliação e de construção coletiva (Testes, Trabalhos, Workshops, Wikis, Glossários), não esquecendo a instrução direta (Lições, Livros, atividades SCORM) ou de pesquisa e opinião (Pesquisas de avaliação, Escolhas, Questionários).

Os momentos de avaliação são o tipo de atividades em que o presente trabalho se centra. No caso dos testes são tradicionalmente a opção mais usual para efetuar a avaliação das aprendizagens. Assim, os testes podem ter diferentes formatos de resposta (V ou F, escolha múltipla, valores, resposta curta, etc.) e é possível, entre outras coisas, escolher aleatoriamente perguntas, corrigir automaticamente respostas e exportar os dados para Excel. O criador tem apenas de construir a base de dados de

perguntas e respostas. É ainda possível importar questões de arquivos txt seguindo algumas regras.

Esta multiplicidade de recursos e a parametrização torna o Moodle uma plataforma com enormes potencialidades e versatilidade.

Deficiências da plataforma

Em qualquer situação um LMS deve ter algum conhecimento sobre os estudantes e o seu processo de aprendizagem. Este tipo de conhecimento que o sistema tem sobre os estudantes é usualmente denominado de Student Module (SM). Sem um módulo deste tipo, o LMS comporta-se da mesma forma para todos os seus utilizadores. Além do mais, o Student Module deve ser atualizado dinamicamente para que reflita os estados afetivos, a motivação e outras condicionantes que influenciam a aprendizagem.

LMS como o Moodle e Balckboard são plataformas, como já foi referido, com muito sucesso na educação mas não permitem ainda parametrizar aspetos como os referidos no Student Module (Graf and Kinshuk 2007).

Especificamente, o Moodle não implementa ainda os aspetos referidos anteriormente e a necessidade de um módulo que responda a essas deficiências, é crucial para que atinja o sucesso de aprendizagem por parte dos estudantes.

É importante compreender que a plataforma Moodle é um "Ambiente Colaborativo de Aprendizagem" cujo conceito evoca o lugar onde a aprendizagem ocorre. Envolve um contexto mais amplo que puramente a utilização de tecnologia, que possibilita que se compartilhem ações com as quais todos atuam simultaneamente como professores-aluno (Franciosi, MEDEIROS, and Colla 2003).

O processo de construção do conhecimento em um ambiente colaborativo de aprendizagem centra sua abordagem no papel ativo dos participantes dentro de um processo de reflexão na ação, interatividade e colaboração feita entre os envolvidos de modo a desenvolver uma aprendizagem significativa.

4. MODELOS E AMBIENTES DE APRENDIZAGEM

4.1. INTELIGÊNCIA AMBIENTE

A Inteligência Ambiente é um dos principais conceitos que serve de base a esta dissertação e está presente em todo o trabalho desenvolvido. Nesta secção apresenta uma detalhada descrição de Inteligência Ambiente bem como as suas principais características a par da sua utilização e o caminho que a mesma tem para o futuro.

A Inteligência Ambiente[1] (AmI) foi definida pelo IST Adivisory Group (ISTAG) como corporizando um novo paradigma computacional possível graças à integração de três tecnologias (IST 2003): Computação Ubíqua (Weiser, Gold, and Brown 1999), Comunicação Ubíqua (Vasilakos and Pedrycz 2006) e Interfaces Inteligentes (Riva 2005) e está a mudar a forma como vemos os computadores. Até agora, os computadores têm-se comportado como uma ferramenta, fazendo as tarefas para as quais são programados. Nada os distingue de qualquer outra das nossas ferramentas a não ser o facto de que estes podem ser reprogramados para executar diferentes tarefas.

Os computadores, embebidos em ambientes inteligentes já não são meras ferramentas mas estão gradualmente a aprender as nossas preferências, a nossa forma de fazer as coisas, os nossos hábitos, de maneira a poderem simplificar as nossas vidas. Mais do que isso, os computadores estão a diminuir em tamanho, escondendo-se nos nossos dispositivos pessoais de maneira a nem notarmos a sua presença.

[1] Ambient Intelligence na versão anglo-saxónica, daqui adiante usar-se-á abreviatura usada internacionalmente AmI

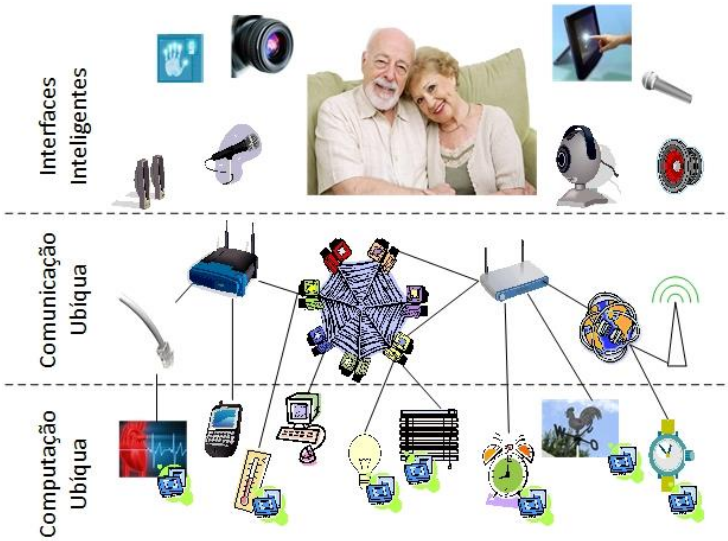

Figura 4 - As camadas da AmI

Fisicamente um ambiente inteligente é composto pelo ambiente em si (e.g., uma casa, uma divisão, uma escola, um escritório…) e os dispositivos que o compõem. Estes dispositivos são dispositivos comuns como o telemóvel, aparelhos de ar condicionado, desktops, portáteis, micro-ondas, PDAs (são já dispositivos que não dispensamos no nosso dia a dia). A inovação é que todos estes dispositivos estão agora ligados em rede de forma a comunicarem e poderem ser controlados através da rede. Esta ligação é possível de ser encontrada em projetos de domótica que se começam a tornar bastante acessíveis e de utilização comum. No fundo, a domótica apresenta os dispositivos ligados entre si, por forma a poderem ser controlados à distância mas isso só por si não é AmI (Badami and Chbat 1998).

A presença dos dispositivos não deve ser algo "estranho" no ambiente. Devem ser algo presente, devem realizar as funções para as quais foram concebidos, mas que passem despercebidos.

O ambiente inteligente ideal deve parecer-se tanto quanto possível como um ambiente normal, escondendo os seus componentes nos dispositivos normais, sendo notado apenas pelo resultado das suas ações. É por esta razão que a AmI depende da computação ubíqua: uma tentativa de integrar poder computacional nos pequenos dispositivos de maneira a que estes passem desapercebidos mas, mesmo assim, consigam fazer a sua função (Figura 4). Esta arquitetura distribuída torna as

tecnologias de agentes muito indicadas para implementar estes ambientes como se verá a seguir.

É imperioso que a AmI assegure o bem-estar e a segurança das pessoas. Para que tal esteja assegurado, é importante saber as suas necessidades e preferências (Novais et al. 2010). Existem duas formas de conhecer as necessidades: manualmente, através de um processo de configuração do sistema ou de uma forma mais automatizada, em que essas preferências podem ser aprendidas pelo sistema à medida que a pessoa vive a sua rotina, o seu dia-a-dia (Carneiro et al. 2009). Esta é uma das características da AmI, aprender simplesmente com a **interação** com o utilizador. Sem este se aperceber, o sistema está a estudar o seu comportamento, a determinar o que eles costumam fazer e em que contexto. Isto implica que cada ambiente seja único, adaptado à pessoa ou grupo de pessoas que o utilizam. Nesse sentido, a AmI pode também ser descrita como personalizada (Rubel et al. 2004). Pode ainda ser caracterizada como **adaptativa**, uma vez que depois de aprender os nossos hábitos, se nós os alterarmos o sistema vai também mudar e readaptar-se a nós e ao nosso novo estilo de vida(Bick, Kummer, and Rössig 2008).

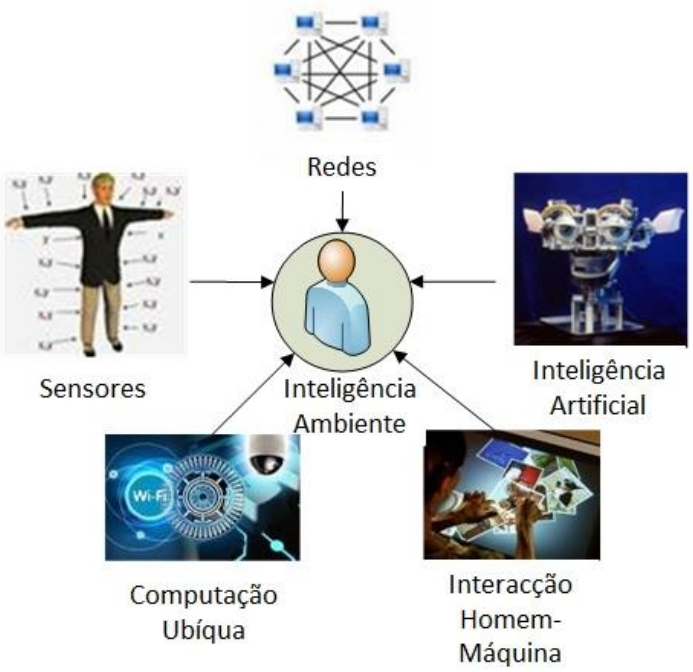

Figura 5 - Áreas Cientificas da Inteligência Ambiente

Conhecer os hábitos dos utilizadores é um fator decisivo para prever as ações futuras dos utilizadores e desta forma auxiliar na realização das tarefas. Podemos considerar assim a AmI como **proactiva.**

Um outro ponto importante é o contexto em que o utilizador se insere. Esta característica é essencial a um sistema que pretenda responder com algum serviço às necessidades dos utilizadores. O contexto, em AmI, é descrito pela ação que alguém está a executar, onde a faz, o estado do ambiente que a rodeia, o seu estado físico e emocional e eventualmente outros fatores, dependendo de cada aplicação em concreto. Nesse sentido, a AmI pode também ser caracterizada como sendo consciente do contexto (Acampora and Loia 2005).

Como forma de resumo, as características que definem a AmI podem ser elencadas da seguinte forma:

Figura 6 - Características da Inteligência Ambiente

4.1.1. SENSORIZAÇÃO

Até agora foram descritas algumas das principais características da AmI: a sua capacidade de aprender o nosso comportamento; adaptar-se a nós próprios;

esconder-se nos nossos dispositivos; estar consciente do contexto em que nos movimentámos; a capacidade de prever as nossas ações.

Surge então um possível entrave. Como obter este enorme volume de informação necessário para que o sistema tenha uma base de conhecimento que o capacite na tomada de decisões.

Será necessária uma rede sensorial de recolha de informação, tendo sempre como requisito a sua total transparência pois estamos a falar de Inteligência Ambiente.

Nesse sentido teremos por exemplo as situações em que a presença de detetores de fumo ou de gás tornam determinados ambientes mais seguros. Teremos também uma larga panóplia de outros sensores, sejam eles de temperatura, luz ou humidade. No fundo todo o tipo de sensores com capacidade de ler e monitorizar parâmetros ambientais que possibilitem uma posterior atuação no ambiente.

Outro uso importante de sensores é na monitorização dos sinais vitais. Há atualmente várias formas de o fazer: casacos, relógios e outros dispositivos do que é chamado *Wearable Computing* (Starner et al. 1997): roupas que têm poder computacional. Estas roupas conseguem ainda partilhar a informação que adquirem dos sensores que possuem através de redes sem fios.

Neste âmbito, a utilização de sensores representa um papel importante no trabalho desenvolvido. Sem uma base sólida de informação sobre os utilizadores não é possível perceber e caracterizar o seu estado na utilização de um ambiente de e-Learning.

A utilização do rato e do teclado é a opção mais óbvia para a recolha de informação. São dispositivos de utilização comum e dos quais não existe a "desconfiança" no sentido em que se tornem instrumentos que sejam encarados como intrusos no processo de interação com os ambientes de e-Learning. Aqui se evidência uma das características a Inteligência Ambiente, a sua completa transparência. São dispositivos que passam despercebidos no ambiente. Através deles é possível recolher um grande volume de informação essencial ao desenvolvimento de um sistema que atue de forma inteligente num ambiente de e-Learning.

Há muitos mais tipos de sensores que podem ser usados para aumentar a quantidade de informação que um dispositivo pode adquirir do ambiente. Um outro exemplo são as estações meteorológicas externas que fornecem informação a um sistema acerca das condições meteorológicas, transmitindo estas informações a quem estiver interessado.

4.2. AMBIENTES VIRTUAIS - LACUNAS

Uma comunicação eficiente entre o professor e o estudante é um dos pressupostos para que se consiga obter um processo de aprendizagem com sucesso, de fato o estudante necessita de transmitir informação ao professor relativamente aos tópicos e aprendizagem e às metodologias de aprendizagem. Quando a situação se desenrola dentro de uma sala de aula, o professor recebe de imediato o feedback na maioria das vezes pelas reações que os alunos vão apresentando bem como os seus comportamentos e atitudes.

Este modo mais tradicional de relacionamento está a ser de certa forma abalado pelo aparecimento das plataformas de comunicação que surgem como resposta às necessidades de mobilidade. Em particular, os Ambientes Virtuais (Virtual Environments – VEs) que emergem na área da educação e atingem bastante sucesso e importância.

Os VEs ambicionam o encurtamento das distâncias entre as pessoas ainda que de uma forma virtual. Apresentam enormes pontos positivos neste aspeto mas trazem consigo algumas desvantagens, em particular no caso do domínio do e-Learning.

Blascovich (Blascovich et al. 2002), define os VEs como um conjunto de informação sintética e sensorial que conduz à perceção de ambientes e conteúdos como se os mesmos não sejam sintéticos. Por outras palavras, os VE's podem ser vistos com ambientes de simulação que de certa forma tentam ser e parecer como ambientes reais. O principal objetivo é o de implementar, permitir e suportar algum tipo de interação entre participantes. As áreas com aplicações típicas de VEs são o

ensino em salas de aula, ensino informal, aprendizagem à distância, comércio eletrónico, jogos, simulação da vida real ou sistemas de resolução de conflitos.

Apesar de uma larga aceitação e utilização, as evoluções tecnológicas que apresentam mudanças muito significativas, devem ser claramente consideradas com cuidado. É um fato que neste momento, os VEs não são ainda um substituto para a comunicação pessoal (frente a frente), nem para um ambiente de aprendizagem tradicional.

É um facto que um VE é ainda encarado como sendo "frio" ou "distante" quando o encaramos pela perspetiva das emoções ou outros aspetos mais complexos do relacionamento humano. Um dos mais importantes aspetos é a linguagem corporal. No nosso dia-a-dia ao interagimos, inconscientemente, essas interações baseia-se na linguagem corporal para nos expressarmos de uma forma mais enriquecedora. Mehrabian (Mehrabian 1980), conclui que na comunicação frente a frente existem três elementos chave: as palavras, o tom de voz e o comportamento não-verbal. Conclui também que os elementos não-verbais são de uma importância elevada na comunicação de sentimentos e atitudes, afirmando que os mesmos constituem a maioria da informação transmitida. No fundo, a forma como as palavras são ditas, é mais importante que as palavras em si.

Ainda na mesma linha de investigação, (Dodds, Mohler, and Bülthoff 2011) conclui que a falta de informação gestual da parte do emissor e do recetor limita o sucesso do processo de comunicação num VE. Os autores demonstram através de uma experiência que a linguagem corporal é importante para transmitir informação mas é também importante para receber o feedback dessa transmissão, ou seja para compreender se uma determinada comunicação está a ser bem-sucedida ou se devem ser tomadas iniciativas para que a mesma seja conseguida com sucesso.

A falta de feedback de um ambiente e de conteúdo significativo são desvantagens apontados por outros investigadores (Campbell 1997), (Costalli et al. 2001).

Para encarar este assunto, podem ser encontradas diferentes abordagens. Recentemente, (Alsina-Jurnet and Gutiérrez-Maldonado 2010) analisou a influência de cinco características dos utilizadores: ansiedade, inteligência espacial, inteligência

verbal, personalidade e experiência com o computador. Também, (Rehm, Bee, and André 2008) trata da ideia de análise dos comportamentos dos utilizadores no âmbito dos seus antecedentes culturais, usando para o efeito acelerómetros que analisam os padrões de expressividade dos gestos enquadrado num modelo baseado em dimensões culturais. (Jaimes and Sebe 2007) apresenta o conceito de interação multi-modal como sendo a forma de comunicação entre humanos e computadores utilizando mais do que uma modalidade ou canais de comunicação (como exemplo o discurso, gestos ou escrita).

Um ponto de importância é também o aspeto da afetividade da comunicação (Beale and Creed 2009), (Hudlicka 2003). As emoções surgem em quase todos os modelos da comunicação humana, mediada em expressões faciais, gestos, tom de voz, taxa de respiração, temperatura corporal. Mais uma vez e dependendo das emoções, o que é importante não é o que se diz mas como se diz.

Como referido por (Picard 2000) o reconhecimento dos afetos é tanto mais preciso quando combina diferentes formas, informação sobre o utilizador e o seu contexto, o objetivo e as preferências.

A importância do *stress* na definição de um VE é também de ser tida em consideração. Evidentemente, o *stress* é um fator de extrema importância na comunicação interpessoal tal como em qualquer outro aspeto da nossa vida. Porém, as abordagens atuais aos VEs têm as lacunas em modelos de análise de *stress*. Isto constitui um enorme obstáculo na comunicação entre utilizadores.

Todos os pontos supracitados, que estão presentes em qualquer VEs, assumem uma grande importância no e-Learning uma vez que têm influência direta na performance dos estudantes. Geralmente, um professor baseia-se nas relações de proximidade e interações diárias com os estudantes para aferir o estado das aprendizagens bem com a sua evolução. Agindo desta forma, o professor não se baseia exclusivamente nos resultados quantitativos dos testes realizados. Baseia-se nos diálogos diários, nas ações e reações dos alunos, no seu comportamento dentro e fora da sala de aula e em outros aspetos e índole contextual que tradicionalmente é de extrema importância mas que, nas soluções tecnológicas são completamente secundarizados.

Um professor conhece os seus alunos e as suas particularidades únicas de comportamento durante um processo de aprendizagem. Esta proximidade é, atualmente, impossível no e-Learning. Por um lado este aspeto resulta numa dificuldade acrescida para o professor conhecer de forma correta o estão e as necessidades dos estudantes além de que o próprio estudante sente a distância que pode conduzir a uma sensação e abandono e decréscimo de motivação para a aprendizagem.

Assim, as plataformas de e-Learning no seu estado atual, estão distantes das necessidades em termos de obtenção de informação contextual na relação professor-aluno. Esta é a motivação para o desenvolvimento de uma forma não invasiva para a aquisição de informação de contexto, em particular no conhecimento dos níveis de stress dos estudantes durante a utilização da plataforma de e-Learning uma vez que o stress se torna um ponto determinante na performance dos alunos.

Fornecendo ao professor a informação deste tipo, permite que melhor compreenda os resultados das avaliações mas mais importante, conhecer e compreender como cada aluno é afetado por um determinado tópico ou assunto. Torna-se assim possível alterar as metodologias de ensino os objetivos e os processos nos casos em que tal seja necessário.

4.3. MODELO CONCEPTUAL

A análise dos momentos de avaliação e o *stress* associado é o foco principal deste trabalho. Com base nas carências identificadas nas plataformas de aprendizagem, principalmente naquela que se encontra mais consolidada nos níveis de utilização que é o Moodle.

A criação de uma ferramenta de registo das atividades dos utilizadores da plataforma Moodle é desde logo o ponto de partida. Os logs produzidos pela plataforma Moodle, não permitem, atualmente, obter os todos os dados necessários à análise dos níveis de *stress*. Neste momento é possível obter informação sobre a atividade de um utilizador da plataforma mas, essa informação contempla somente os

tempos de utilização de um determinado recurso como por exemplo uma atividade de avaliação. Não é assim possível perceber se o utilizador realiza a atividade com níveis de *stress* que prejudicam os seus resultados de avaliação.

Torna-se necessária a utilização de sensores que possibilitem a obtenção de dados mais específicos que permitam concluir se existe *stress* ou o mesmo é inexistente.

O desenvolvimento de uma ferramenta de análise das atividades e com base nos registos dos sensores, apresentar resultados que identifiquem os níveis de *stress* dos utilizadores da plataforma de e-Learning. Assim, os sensores a utilizar devem ser minimamente intrusivos ou mesmo nada intrusivos para que os resultados não sejam condicionados. É facilmente percetível que, se numa determinada situação, o utilizador perceber que se encontra a ser monitorizado, vai agir de forma condicionada e tentar de alguma forma atingir os resultados pretendidos numa situação ideal a utilização de sensores ca utilização é o objeto principal. A *framework* proposta é apresentada na Figura 7.

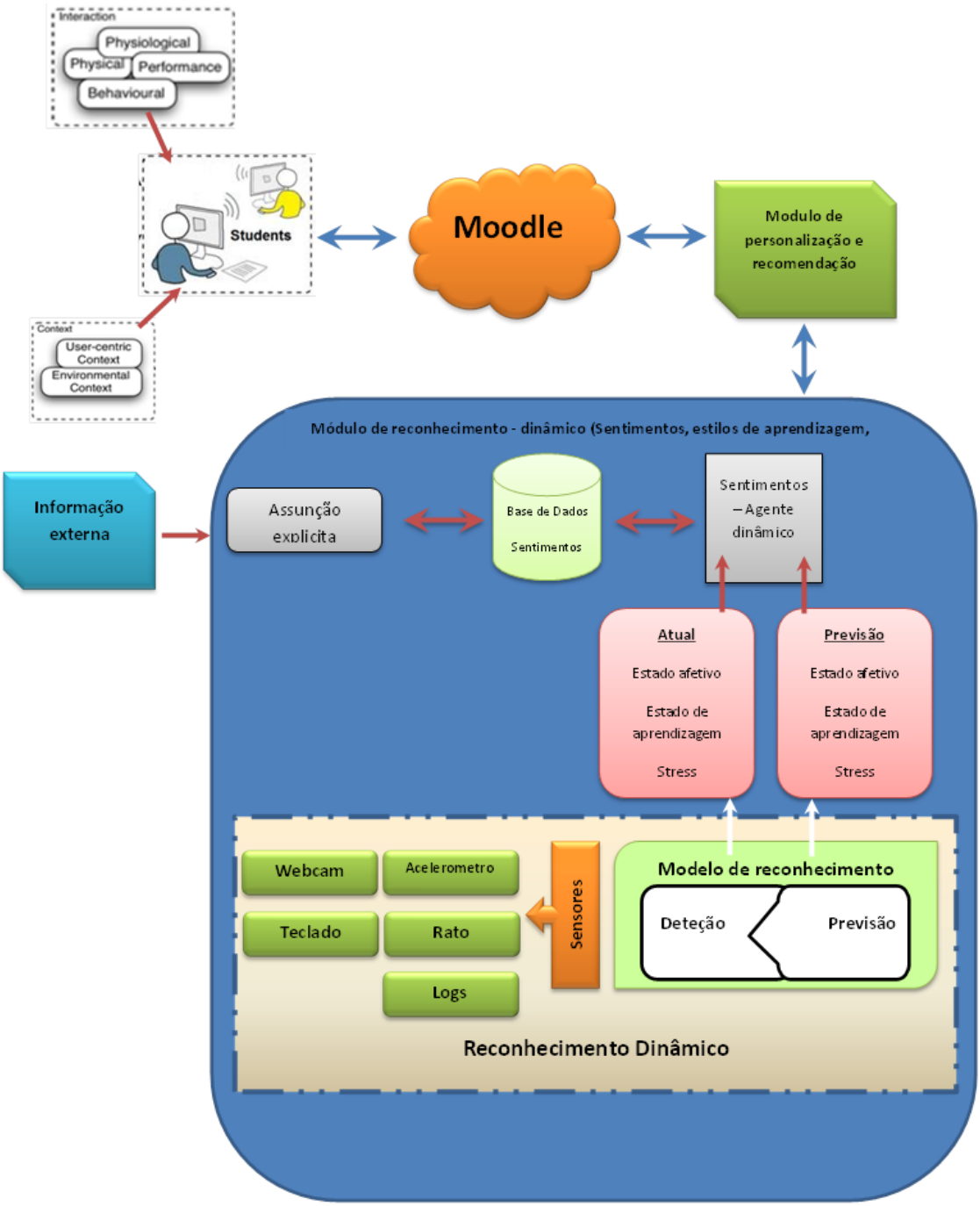

Figura 7 - Esquema do módulo de reconhecimento

Uma das condicionantes na utilização dos sensores é a questão dos custos de operacionalização e dos recursos existentes. Assim, uma estratégia possível e que neste momento melhor se adequa é a utilização dos sensores que existem já nas salas de aulas. Nesse sentido nada mais usual que a utilização do rato e do teclado como principais sensores na recolha de dados de utilização da plataforma de e-Learning. Como se pode visualizar, na Figura 7, esses sensores estão integrados no módulo de

reconhecimento dinâmico. É aí que se concentram todos os outros sensores como a Webcam e os Acelerómetros.

Foi ponderada a utilização da Webcam como ferramenta de aquisição de dados mas por questões de privacidade e de proteção de dados a ideia foi colocada de parte no presente trabalho além de ser um sensor que facilmente seria detetado e condicionaria a ação do utilizador do ambiente de e-Learning. Porém, trata-se de um caminho interessante a seguir uma vez que, a tecnologia de reconhecimento facial está numa fase de desenvolvimento que, nos permite obter de forma correta e precisa informação útil na análise do *stress* com base nas expressões faciais dos utilizadores, existindo neste campo experiências já consolidadas(Dinges et al. 2005; D. Metaxas, Venkataraman, and Vogler n.d.), além de ser utilizado na monitorização do *stress* dos astronautas durante as missões espaciais(Dinges et al. 2007). Por outro lado a utilização dos acelerómetros é possível nas situações que o acesso à plataforma de e-Learning seja efetuado através de dispositivos que possuam este tipo de sensores. Alguns desses dispositivos são já de utilização comum no nosso dia-a-dia, como os *smartphones* e os *tablets* e dispositivos similares. Todavia a sua utilização em salas de aula não é ainda corrente e as limitações financeiras poderão ser o maior obstáculo na sua utilização.

4.4. *STRESS*

Aqui serão detalhados alguns dos aspetos mais importantes na descrição de diferentes níveis de *stress*, quer seja ao nível geral e sendo mais detalhadamente apresentada a ligação de níveis de *stress* com os processos de avaliação nos ambientes inteligentes de aprendizagem.

Uma das primeiras definições de *stress* foi proposta por Hans Seyle (Seyle 1956). O *stress* é um elemento inerente a toda doença, que produz certas modificações na estrutura e na composição química do corpo, as quais podem ser observadas e mensuradas.

Segundo Hans Seyle, *stress* pode ser encarado como uma resposta do corpo a fatores externos. Esses fatores são denominados agentes *stressantes* ou *stressores*, ao

passo que as alterações internas do corpo humano constituem a resposta aos fatores *stressantes*. Foi então um dos primeiros a documentar as alterações químicas e hormonais que ocorrem o corpo devido ao *stress*.

No entanto a definição de *stress* não totalmente consensual, permanecendo ainda em aberto a discussão sobre essa mesma definição. Ivan Khorol, médico soviético, aborda a questão do *stress* retomando as formulações de Hans Selye. Enfatiza que este defendia que a faculdade de adaptação é provavelmente a mais importante da vida e que, em biologia, chama-se *stress* à reação do corpo humano a qualquer modificação ou mudança relevantes, seja ela agradável ou desagradável. A definição de *stress* apresentada por Ivan Khorol: "Apesar de os desequilíbrios possíveis apresentarem uma gama variada, os sistemas do nosso organismo, como indica Selye, reagem em todos os casos de maneira idêntica: observa- se uma hiperatividade na substância cortical, nas glândulas suprarrenais e uma atrofia do timo (glândula endócrina). Esta reação do organismo é geral. Em cada caso concreto difere apenas quanto à intensidade do processo de adaptação, intensidade que é proporcional à amplitude do desequilíbrio, sempre e quando os sistemas de adaptação funcionem normalmente." (Khorol, 1975, p .6)

Facilmente se percebe que o *stress* envolve uma série de fatores, dos quais muitos são subjetivos, transportando-nos assim para uma dificuldade na definição objetiva de *stress*.

Desta forma, quando se fala de *stress*, o assunto é encarado de uma forma empírica por muitos investigadores. Nesse sentido, é colocado um grande enfâse nos efeitos cognitivos e comportamentais, sendo encarado como um fenómeno psicossomático ou psicofisiológico. Conjugando todos os aspetos referidos é plausível encarar que os efeitos dos fatores *stressantes* são dependentes do individuo em que os mesmos são aplicados.

Existem já estudos que apresentam modelos que ilustram o problema do reconhecimento de *stress* tendo em vista a classificação dos seus efeitos. A Figura 8 (Carneiro et al. 2012), apresenta um modelo dentro desta temática:

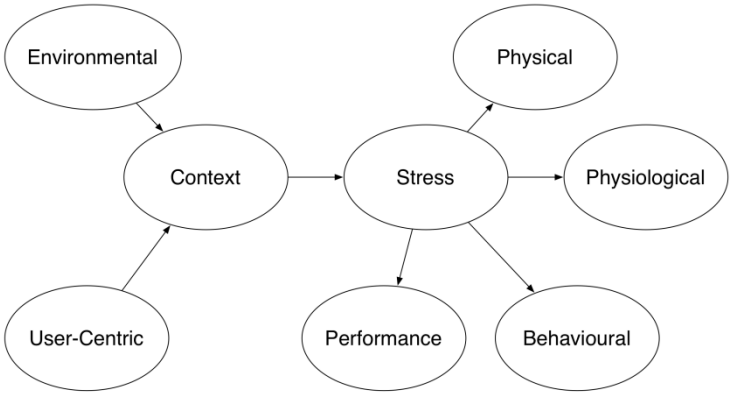

Figura 8 - Modelo aproximação ao problema de reconhecimento de *stress*

A análise deste diagrama deve considerar alguns aspetos de importância. Assim, são apresentados, do lado esquerdo, os fatores que podem influenciar o *stress* humano, o contexto. Dentro do contexto temos a divisão em *user-centric* e *environmental.* Quando se fala de *user centric* (centrado no utilizador),temos de observar ainda a divisão em duas categorias: *background* e comportamento dinâmico. O *background* diz respeito aos atributos genéricos como a idade, género, área profissional, *status* social por exemplo. O comportamento dinâmico reflete o contexto dos atributos relacionados com a atividade do utilizador, a sua intenção em atingir ou não um determinado objetivo.

Ao referirmos os aspetos classificados como *environmental*, estamos a referir tudo aquilo que gira em torno das características físicas do ambiente (temperatura, ruido, luminosidade, etc), em que o utilizador está inserido bem como o contexto social do mesmo.

Ainda no mesmo diagrama, do lado direito, temos evidenciado as características que podem ser "observáveis" e revelarem o *stress*.

A alteração física do utilizador, o seu comportamento e no caso do estudo presente, a sua performance.

Todas estas características são quantificáveis e com os corretos procedimentos de análise são mensuráveis.

No caso da utilização de um ambiente de e-Learnig a performance torna-se um fator de extrema importância dado a sua influência nos resultados do processo de

avaliação. A Figura 9, é uma representação gráfica bem evidente da relação entre o *stress* e a performance.

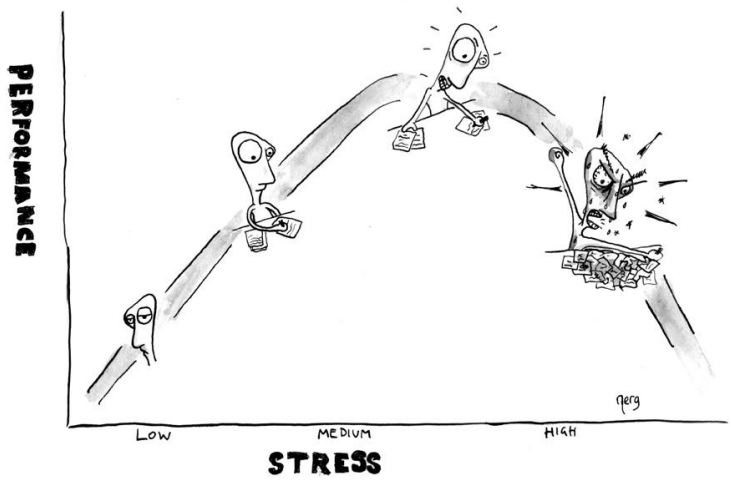

Figura 9 - O *stress* e a performance

4.5. OPERACIONALIZAÇÃO

O principal objetivo com já tem sido referido é o estudo dos efeitos do *stress* na utilização de plataformas de e-Learning, nomeadamente o Moodle e, não os resultados quantitativos dos estudantes. Detetar o *stress* pela análise de mudanças comportamentais baseado nos padrões de interação com a plataforma Moodle.

Para a implementação do estudo, cada um dos estudantes teve de realizar uma determinada atividade em dois cenários diferentes tal como será apresentado no capítulo 7.

Em cada um dos cenários são recolhidos dados de utilização dos dois periféricos utilizados pelos estudantes para interagirem com a plataforma Moodle: o rato e o teclado.

Participara seis turmas diferentes de onde resultaram 12 momentos de recolha de dados, um para cada turma e cada cenário. Assim, estiveram envolvidos 74 estudantes, divididos em 49 estudantes do sexo masculino e 25 estudantes do sexo feminino. Neste grupo de estudo as idades variam entre 13 e 17 anos.

Os dados recolhidos foram analisados tendo em vista a determinação estatística de diferenças entre os cenários de recolha de dados, anteriormente apresentados

Foram efetuados cálculos de medidas de tendência central e variância tendo por base as variáveis de interesse.

Sabendo que as distribuições existentes não seriam normais, foi então utilizado o teste estatístico Mann-Whitney-Wilcoxon (H. B. Mann and Whitney 1947), para aferir as diferenças entre as distribuições dos dados dos 2 cenários propostos.

O teste de Mann-Whitney teste foi desenvolvido primeiramente por F. Wilcoxon em 1945, para comparar tendências centrais de duas amostras independentes de tamanhos iguais.

4.5.1. A HIPOTESE MATEMÁTICA

A hipótese inicial é H_0 = *As médias das duas distribuições são iguais.* Para cada uma das distribuições quando se comparam, o teste retorna um valor p sugerindo que é improvável que H_0 seja verdadeira.

Para cada uma das funcionalidades apresentadas em **5.2 - Parâmetros estudados,** os dados recolhidos em cada um dos 2 cenários são comparados. Em todos os testes, é utilizado um valor $\alpha = 0{,}05$. Assim, para todos os testes Mann-Whitney em que o valor-p $< \alpha$, a diferença é considerada estatisticamente significativa e assim a H_0 é rejeitada.

No contexto dos dados recolhidos, existe de facto uma diferença significativa nas distribuições dos 2 cenários analisados e isso significa que, de facto, existe a influência do *stress*.

A análise dos dados foi realizada tendo por base a utilização do programa Wolfram Mathematica, Version 8.0.

5. CASO DE ESTUDO

Um dos momentos fundamentais de todo o processo de avaliação é a realização de testes ou atividades, por parte dos utilizadores do ambiente de e-Learning, que trarão consigo uma classificação que influência o seu desempenho enquanto aluno.

A realização de atividades na plataforma Moodle é uma ação bastante intuitiva e sem qualquer condicionante para os utilizadores envolvidos no estudo. Sem sombra de dúvida que eles, demonstram uma destreza e facilidade de navegação nas páginas que são apresentadas e, desta forma é possível descartar qualquer condicionante que pudesse ser incluída numa utilização normal da plataforma Moodle e que encaminhasse os utilizadores para uma situação de *stress* permanente.

Durante a recolha de dados foram apresentadas dois tipos de cenários. No **cenário A** foi realizada uma atividade em que aos alunos era apresentada uma atividade de consolidação de conhecimentos, algo que pode ser encarado como revisões dos conceitos abordados ao longo de um período de tempo.

A **atividade A** era realizada pelos alunos sem que o professor apresentasse condicionantes para a realização da mesma. Simplesmente se solicitava que, no ambiente de e-Learning com o qual já estavam familiarizados, realizassem a atividade proposta, semelhante à Figura 10.

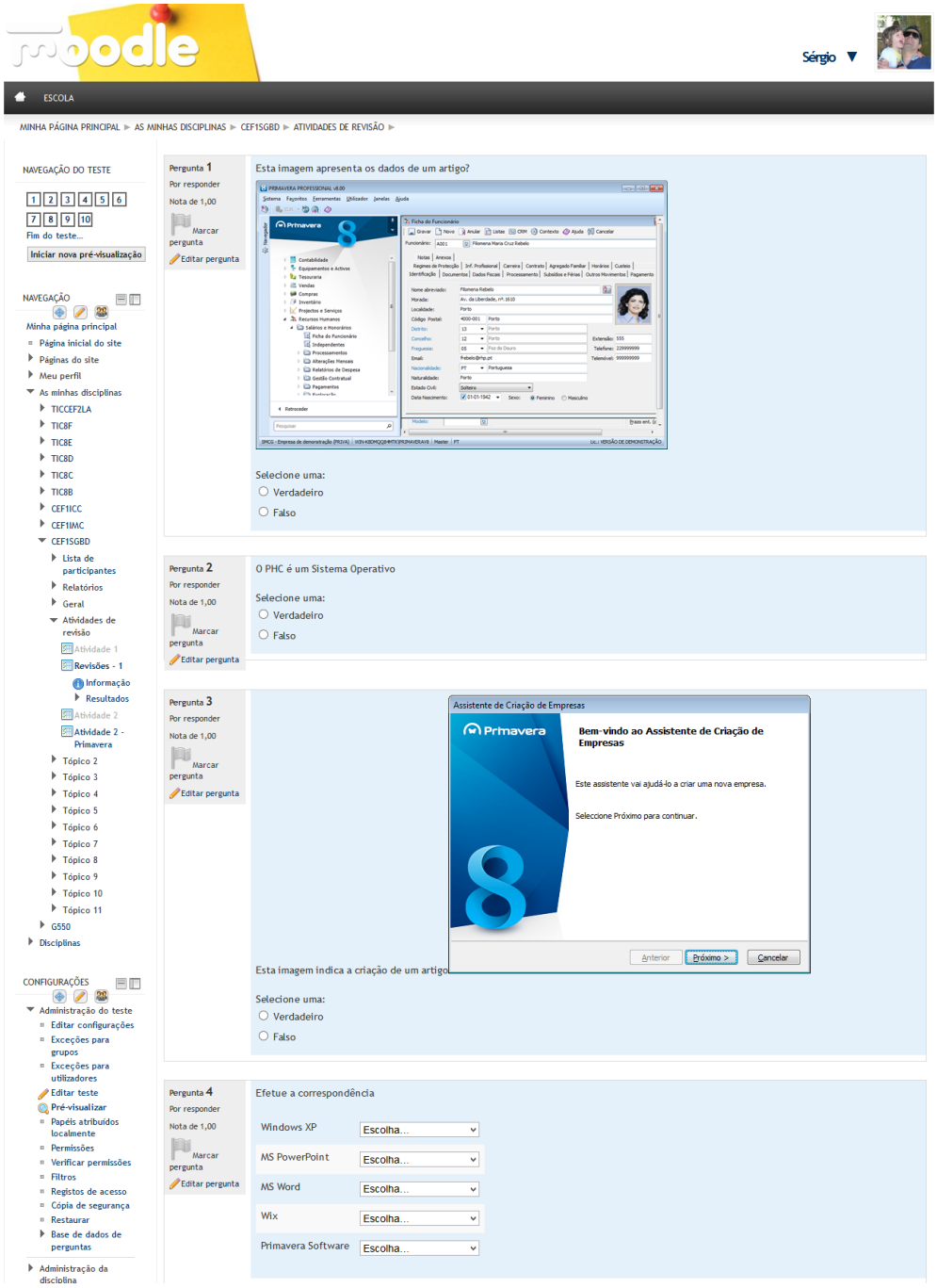

Figura 10 - Exemplo de atividade em ambiente de e-Learning

Durante a realização de atividades deste tipo foi observado que todo o processo decorreu sem sobressaltos e sem interrupções, aliás decorreu de forma bastante rápida e eficiente, revelando os utilizadores uma concentração e empenho consideráveis.

Cada um dos utilizadores pôde no final da atividade, e após submeter para avaliação, analisar as suas respostas e perceber os erros cometidos e comparar com os

recursos, fornecidos pelo professor, que se encontravam disponíveis para consulta na plataforma Moodle.

No **cenário B**, foi solicitada a realização de uma atividade (**Atividade B**). Aqui o professor, e após diálogo com os alunos sobre o tipo de avaliação a que iria ser submetidos e tendo por base as respostas elaboradas pelos alunos na atividade A, apresentou as condicionantes para a atividade de avaliação.

Neste ponto, o alvoroço teve o seu início, pois a utilização da expressão "atividade de avaliação" trouxe consigo alguma impaciência e nervosismo bem patentes na postura dos alunos. Acrescente-se a esse aspeto o fato de ser comunicado que o "teste" teria peso na avaliação da disciplina. Além das condicionantes anteriormente referidas, foi transmitida a informação de que existiria um tempo limite para a realização da tarefa, tempo ao qual os alunos deveriam dar atenção para que a gestão da realização da tarefa fosse a melhor possível e, não fossem surpreendidos pelo final da mesma.

Após a apresentação das informações, os alunos partiram para a realização da Atividade B, recorrendo à palavra-chave de acesso que o professor forneceu. Durante o período de tempo de realização da tarefa, foi notada uma grande impaciência por parte de alguns alunos. O ruido na sala de aula tornou-se mais audível, quando se compara com a Atividade A.

No decorrer da atividade, o professor foi alertando constantemente os alunos para a importância dos resultados da atividade e para terem em atenção o tempo disponível.

No final do tempo disponível, constatou-se que alguns alunos foram surpreendidos pelo términus da atividade e que a desilusão por não terem respondido a todas as questões, de forma ponderada e concentrada, era elevada.

O *stress* evidenciado por alguns alunos foi evidente. Algumas das razões apresentadas revelam isso mesmo. Entre algumas razões/fatores que condicionaram a realização da tarefa, os alunos referiram:

- A limitação do tempo;
- O ruído que se gerou;

- Os constantes alertas do professor;
- A existência de uma palavra-chave de acesso à atividade;
- O peso na avaliação dos resultados obtidos.

A atividade realizada (Figura 11), era bastante semelhante à inicialmente proposta e notou-se que, com os fatores de condicionamento, algumas respostas que inicialmente forma apresentadas de forma correta, numa segunda fase foram realizadas de forma errada ou incompleta.

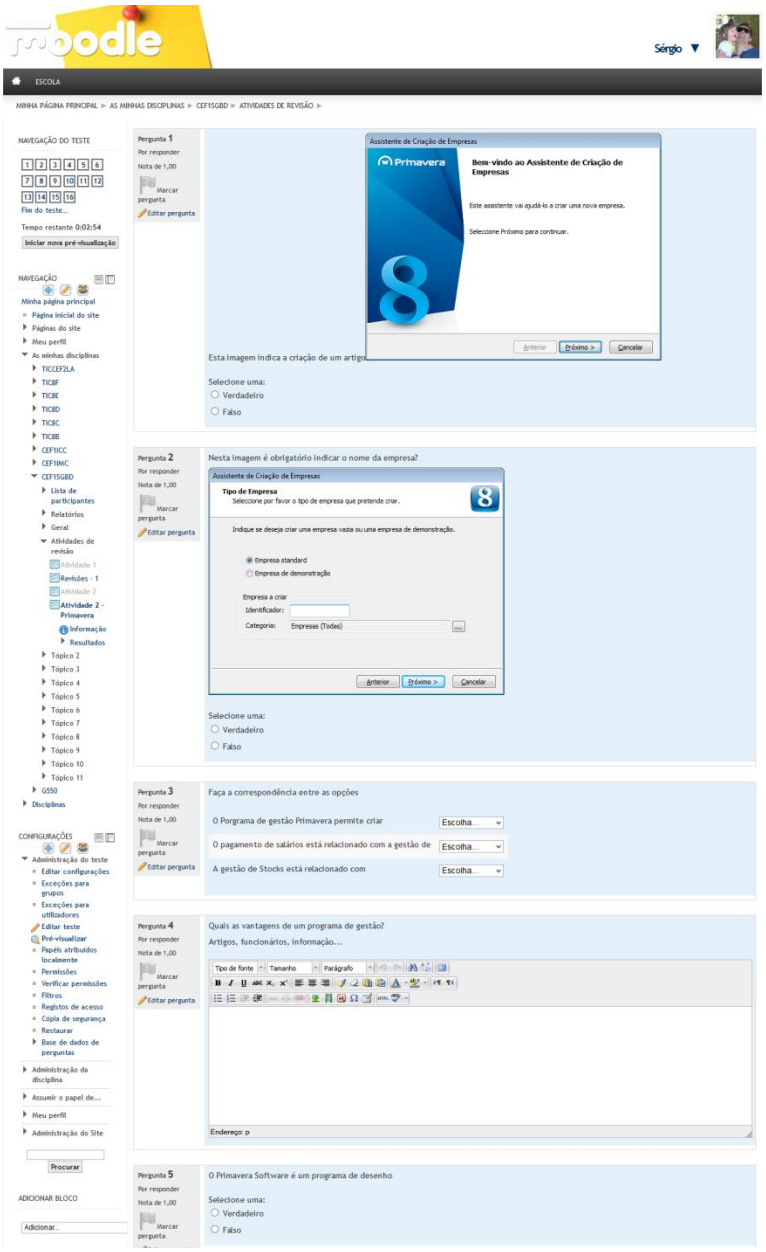

Figura 11 - Atividade de avaliação com fatores condicionantes

Para melhor perceber o processo desenvolvido, seguem-se os esquemas resumos das duas situações em que foram efetuadas a recolha de dados para análise (Figuras 12 e 13).

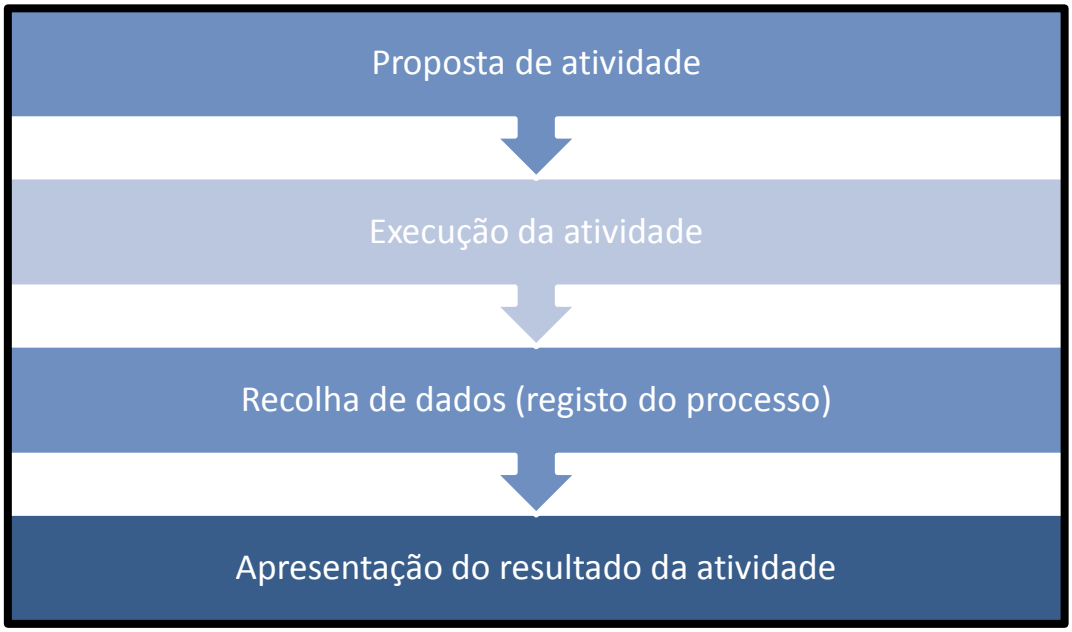

Figura 12 - Processo de recolha de dados - cenário A

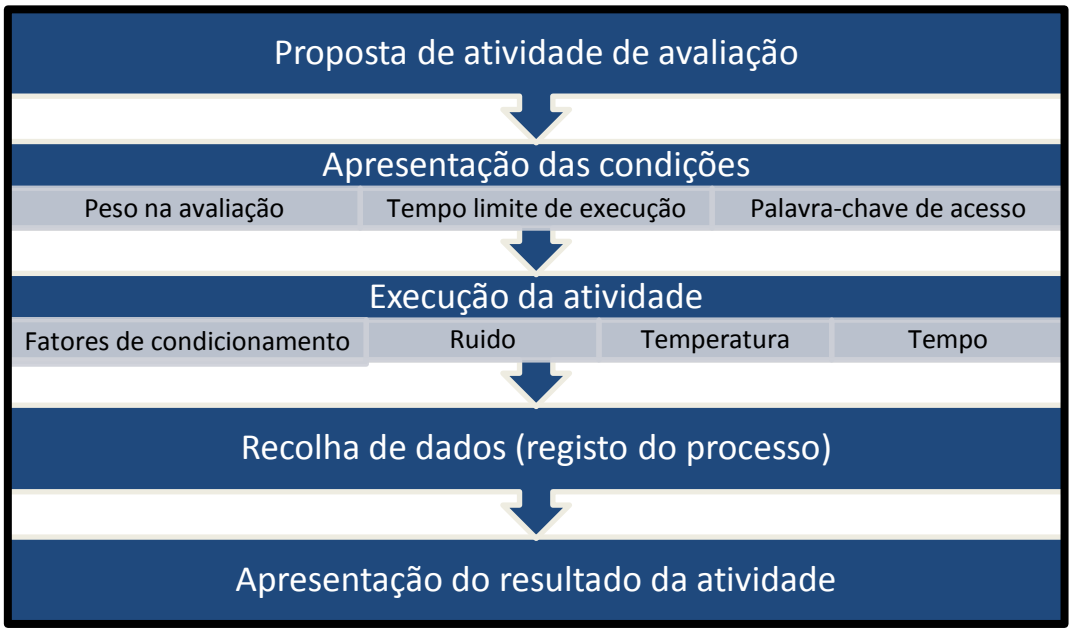

Figura 13 - Processo de recolha de dados - cenário B

Em cada um dos cenários, é criado um ficheiro de registo para cada um dos utilizadores da plataforma Moodle. Com o registo dos eventos recolhidos é assim possível analisar o comportamento dos estudantes.

5.1. FERRAMENTA DE RECOLHA DE DADOS

Para a recolha de dados que possibilitem uma detalhada análise do *stress* nos momentos de avaliação, foi utilizada uma ferramenta desenvolvida em *.Net(*Figura 14).

O propósito da ferramenta desenvolvida era o de possibilitar a recolha de dados que seriam registados num ficheiro de *log*, o qual podia facilmente ser usado em diferentes ferramentas de análise como *Mathematica*[2].

O utilizador numa situação real faria uso do ambiente de e-Learning de uma forma natural sem se aperceber da monitorização que seria feita pela ferramenta desenvolvida. Desta forma tudo seria transparente e o fator que pudesse influenciar o desempenho seria eliminado, ou seja a ferramenta estaria a monitorizar a utilização da plataforma de e-Learning não tendo o utilizador conhecimento de tal fato.

[2] http://www.wolfram.com/mathematica

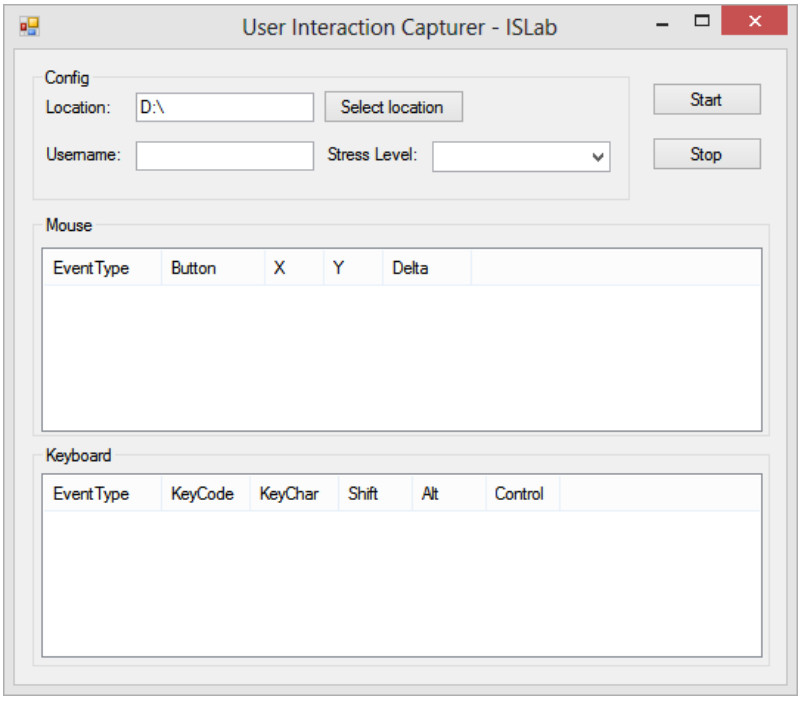

Figura 14 - Ecrã da ferramenta de registo de utilização da plataforma de e-Learning

As principais funcionalidades proporcionadas são:

- Indicação da localização do ficheiro de *log*;
- Indicação do utilizador que está a efetuar a utilização;
- Apresentação dos movimentos do rato e do teclado

Todas as operações são registadas então e para o efeito são monitorizados os movimentos do rato e a utilização do teclado.

O registo de utilização do teclado é efetuado com recurso ao método apresentado:

```
void AddKeyboardEvent(string eventType, string keyCode, string keyChar, string
shift, string alt, string control)
        {

                listView2.Items.Insert(0,
                     new ListViewItem(
                         new string[]{
                        eventType,
                        keyCode,
                        keyChar,
                        shift,
                        alt,
                        control
                }));
                if (eventType.Equals("KeyDown")) file.WriteLine("KD," +
getCurrentTimeMillis() + "," + keyCode + "," + keyChar);
                if (eventType.Equals("KeyUp")) file.WriteLine("KU," +
getCurrentTimeMillis() + "," + keyCode + "," + keyChar);
        }
```

Todos os movimentos do rato são registados, no ficheiro de *log*, com o seguinte método:

```
void AddMouseEvent(string eventType, string button, string x, string y, string
delta)
        {
            listView1.Items.Insert(0,
                    new ListViewItem(
                        new string[]{
                        eventType,
                        button,
                        x,
                        y,
                        delta
                    }));
             if (eventType.Equals("MouseDown")) file.WriteLine("MD," +
             getCurrentTimeMillis() + "," + button + "," + x + "," + y);
             //MOV,timestamp,button,X,Y
            if (eventType.Equals("MouseUp")) file.WriteLine("MU," +
            getCurrentTimeMillis() + "," + button + "," + x + "," + y);
            //MOV,timestamp,button,X,Y
            if (eventType.Equals("MouseWheel")) file.WriteLine("MW," +
            getCurrentTimeMillis() + "," + delta);
            //MOV,timestamp,button,X,Y
            if (eventType.Equals("MouseMove")) file.WriteLine("MV," +
       getCurrentTimeMillis() + "," + x + "," + y + "," + delta);
       //MOV,timestamp,,X,Y
        }
```

Com estes métodos, é construído um ficheiro de *log* em que cada uma das linhas tem a estrutura seguinte:

Utilização do teclado:

[KD/KU],[Tempo em milissegundos], [Pos X],[Pos Y]

KD – Pressionar uma tecla

KU – Libertar uma tecla

Movimentos do rato:

[MV/MW/MD/MU],[Tempo em milissegundos],[Pos X],[Pos Y]

[MD/MU],[Tempo em milissegundos],[LEFT|RIGHT], [Pos X],[Pos Y]

MV – Movimento do rato

MW – Movimento do scroll do rato

MD – Pressionar a tecla do rato

MU – Libertar a tecla do rato

Desta forma temos, a título de exemplo, um ficheiro de registos com o seguinte aspeto:

```
# ISLab User Interface Capturer #
# user: 2 #
# stress level:  #
MV,63498791693826,845,630,
MV,63498791693861,844,596,
MV,63498791693872,844,594,
MV,63498791693880,844,593,
MV,63498791693891,844,592,
MV,63498791693903,844,590,
MV,63498791693912,843,590,
MV,63498791693923,843,589,
MV,63498791693934,843,589,
MV,63498791693945,843,588,
MV,63498791693956,843,587,
MV,63498791693967,842,587,
MV,63498791693978,842,586,
MV,63498791693990,842,585,
MV.63498791694001.841.583.
```

Figura 15 - Exemplo de ficheiro de *log*

A cada iteração do utilizador com a plataforma de e-Learning, a ferramenta de recolha de dados efetua o registo desse movimento com o rato e/ou ação com o teclado. Nesse registo é armazenada a informação relativa ao tipo desse mesmo movimento e as coordenadas em que a ação foi executada bem como o instante temporal em que foi executada essa mesma ação.

Dado o elevado número de movimentos do tipo MV (um por cada pixel em que o rato se movimenta), estes movimentos são registados em intervalos de três, ainda assim temos uma precisão elevada em relação aos movimentos que o rato efetua e, desta forma reduzimos de forma substancial a quantidade de dados registados. São eliminadas inúmeros registos redundantes ao estudo.

5.2. PARÂMETROS ESTUDADOS

Na análise de todo o processo, torna-se essencial definir parâmetros importantes para a elaboração de conclusões sólidas. Assim, os dados recolhidos permitem compilar informação sobre as seguintes características:

Tempo de tecla pressionada – intervalo de tempo entre 2 eventos consecutivos KEY DOWN e KEY UP executados no teclado.

UNIDADES - milissegundos

Tempo entre utilização das teclas – intervalo de tempo entre 2 eventos consecutivos KEY UP e KEY DOWN, ou seja quanto tempo demorou o utilizador para pressionar uma outra tecla.

UNIDADES – milissegundos

Velocidade – A distância que o rato realizou (pixeis) ao longo do tempo (milissegundos). A velocidade é calculada para cada intervalo definido por 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN.

Assumindo 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**, com as coordenadas (x1, y1) e (x2, y2), respetivamente, que ocorreram nos instantes *t1* e *t2*. Assumindo, também, dois vetores posx e posy, de tamanho *n*, que guardam as coordenadas de 2 eventos consecutivos MOUSE MOV entre **mup** e **mdo**. A velocidade entre dois cliques é dada por $\frac{r_dist}{(t2-t1}$, em que *r_dist* representa a distância percorrida pelo rato e é obtida pela aplicação da Equação 1.

UNIDADES - pixeis/ milissegundos

$$r_dist = \sum_{i=0}^{n-1} \sqrt{(posx_{i+1} - posx_i)^2 + (posy_{i+1} - posy_i)^2}$$

Equação 1 - Distância entre 2 cliques

Aceleração – A velocidade do rato (pixeis/milissegundos) ao longo do tempo (milissegundos). O valor da aceleração é calculado para cada intervalo definido por 2 eventos consecutivos MOUSE DOWN e MOUSE UP, utilizando para o efeito os intervalos e os dados calculados para a funcionalidade VELOCITY.

UNIDADES - px/ms^2

Tempo entre cliques – o intervalo de tempo entre 2 eventos consecutivos de MOUSE UP e MOUSE DOWN. Qual o tempo que o estudante demorou a executar um novo clique com o rato.

UNIDADES – milissegundos

Duração do duplo clique – o intervalo de tempo entre 2 eventos consecutivos de MOUSE UP, sempre que esse tempo seja inferior a 200 milissegundos. Os intervalos superiores não são considerados como duplo-clique.

UNIDADES – milissegundos

Excesso de distância médio – medida do excesso médio de distância percorrida pelo rato entre 2 eventos consecutivos de MOUSE UP e MOUSE DOWN.

Assumindo 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**, respetivamente com as coordenadas (x1, y1) e (x2, y2). Para calcular esta característica é em primeiro lugar medida a distância em linha reta entre as coordenadas de **mup** e **mdo,** $s_dist = \sqrt{(x2 - x1)\ 2 + (y2 - y1)^{\mathbf{2}}}$**.** É medida a distância percorrida pelo rato, somando a distância ente 2 eventos consecutivos MOUSE MV. Tendo 2 vetores posx e posy, de tamanho *n*, que armazenam as coordenadas dos eventos MOUSE MV entre **mup** e **mdo**. A distância percorrida pelo rato é dada pela Equação 1. O excesso médio de distância entre dois cliques consecutivos é obtido pelo cálculo *r_dist/s_*dist.

UNIDADES – pixeis

Distância média do rato para a linha reta – mede a distância média do rato em relação à linha reta definida por 2 cliques consecutivos.

Assumido 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**, respetivamente nas coordenadas (x1, y1) e (x2, y2). Assumindo também 2 vetores **posx** e **posy**, de tamanho *n*, que guardam as coordenadas de 2 eventos consecutivos MOUSE MOV entre **mup** e **mdo**. O somatório das distâncias entre cada posição e uma linha reta definida pelos pontos (x1, y1) e (x2, y2) é obtido pela equação em que *ptLineDist* retorna a distância entre o ponto especificado e o ponto mais próximo da linha reta definida por (x1, y1) e (x2, y2). A média da distância do rato em relação à linha reta definida por dois cliques consecutivos é obtida através de $\frac{s_dists}{n}$.

UNIDADES – pixeis

$$s_dists = \sum_{i=0}^{n-1} ptLine\ Dist(posx_i, posy_i)$$

Equação 2 - Distância entre 2 eventos consecutivos

Distância do rato para a linha reta - Funcionalidade semelhante à descrita no ponto anterior na medida em que será calculado o valor *s_dists* entre 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**, de acordo com a Equação 2. No entanto o valor retornado é a soma ao invés da média, como no caso anterior.

UNIDADES – pixeis

Soma de ângulos – com esta funcionalidade, o objetivo é determinar se o movimento executado revela uma tendência mais para a "esquerda" ou para a "direita".

Assumindo 3 eventos consecutivos MOUSE MOVE, **mov1**, **mov2** e **mov3**, respetivamente nas coordenadas (x1, y1), (x2, y2) e (x3, y3). O ângulo α entre a primeira linha (definida por (x1, y1) e (x2, y2)) e a segunda linha definida por (x2, y2) e (x3, y3)) é obtido por degree(x1, y1, x2, y2, x3, y3) = tan(y3 − y2, x3 −x2) − tan(y2 − y1, x2 − x1). Assumindo ainda 2 eventos consecutivos MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**. Tendo também 2 vetores posx e posy, de tamanho *n*, em que estão guardadas as

coordenadas dos eventos MOUSE MOV realizados entre **mup** e **mdo**. A soma dos ângulos entre estes dois cliques é dada pela Equação 3

UNIDADES – graus

$$s_angle = \sum_{i=0}^{n-2} degree(posx_i, posy_i, +posx_{i+1}, posy_{i+1}, posx_{i+2}, posy_{i+2})$$

Equação 3 - Soma de ângulos entre dois cliques

Soma de ângulos, valor absoluto – muito semelhante ao descrito anteriormente. No entanto, o objetivo final é o de encontrar a quantidade de vezes que o rato alterou a sua direção, independentemente do sentido dessa direção. Assim, a única diferença é a de utilizar o valor absoluto obtido pela aplicação da função degree(x1, y1, x2, y2, x3, y3), como se pode constatar pela Equação 4

UNIDADES – graus

$$s_angle = \sum_{i=0}^{n-2} |degree(posx_i, posy_i, +posx_{i+1}, posy_{i+1}, posx_{i+2}, posy_{i+2})|$$

Equação 4 - Valor absoluto da soma de ângulos entre dois cliques

Distância entre cliques (DISTANCE BETWEEN CLICKS) – representa a distância total percorrida pelo rato entre 2 cliques consecutivos, ou seja entre 2 eventos MOUSE UP e MOUSE DOWN.

Assumindo 2 eventos consecutivos de MOUSE UP e MOUSE DOWN, **mup** e **mdo**, com as coordenadas (x1, y1) e (x2, y2) respetivamente. Da mesma forma, assumindo 2 vetores **posx e posy**, de tamanho n, que guardam as coordenadas dos movimentos consecutivos MOUSE MOV entre **mup** e **mdo**. A distância total percorrida pelo rato é então dada pela Equação 1.

5.2.1. RESULTADOS

Nesta secção é realizada uma análise detalhada a cada uma das características descritas na secção **5.2,** tendo por base os dados recolhidos.

O objetivo é o de identificar comportamentos que são comuns a todos os participantes. Para possibilitar esta análise, foi calculada a média de cada um dos valores de cada característica descrita, para cada um dos estudantes. Estes resultados foram combinados num conjunto único e analisados simultaneamente.

Tempo de tecla pressionada

Quando se analisa o tempo médio que uma tecla é pressionada, a principal conclusão é de que um estudante *stressado* tende a pressionar as teclas por um período de tempo pequeno. Nos dados recolhidos no cenário A, a duração média é de 102.85 ms, no cenário B o tempo médio é de 97.8 ms (Figura 16). Esta tendência é observada em 70.5% dos estudantes. Observando a mediana, a média baixa de 98.5 ms para 96.2 ms, mostrando uma tendência decrescente em 68.9% dos casos analisados. Todavia, estes valores não indicam que o estudante escreve mais rapidamente no cenário B (sob *stress*),indica isso sim que despende menor tempo na tarefa de pressionar as teclas.

Quando se observa a significância das diferenças entre as distribuições do cenário A (cenário base) e do cenário B (*stress*), para cada um dos estudantes, somente 31% dos casos apresentam dados estatisticamente significativos. Mas, de qualquer forma, a tendência de decréscimo de tempo na tarefa de pressionar uma tecla existe.

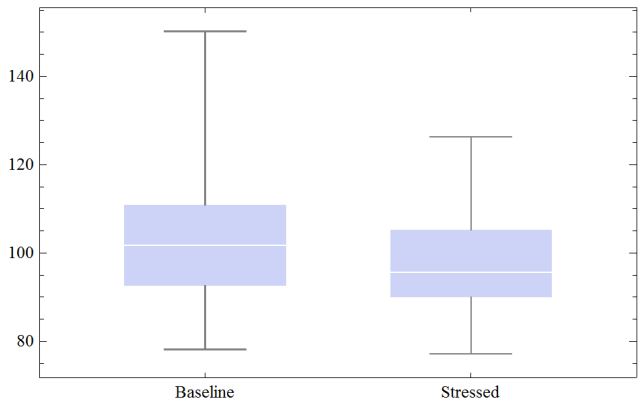

Figura 16- Tempo médio de uma tecla pressionada

Tempo entre utilização das teclas

Neste parâmetro é analisado o tempo despendido entre a utilização de duas teclas, o que define a velocidade de digitação.

No cenário A o estudante despende em média 3 segundos entre a utilização de duas teclas (2904.86 ms). Na situação de *stress* o tempo aumenta para 5202.19 ms. Esta tendência é observada em 60% dos estudantes no valor da média e 83.6% evidencia este aumento no valor da mediana, de 449.156 ms na média para 1979.51 ms (Figura 17).

Podemos então afirmar que o estudante utiliza o teclado a um ritmo menor numa situação de *stress* uma vez que foram observadas diferenças significativas em 54%.

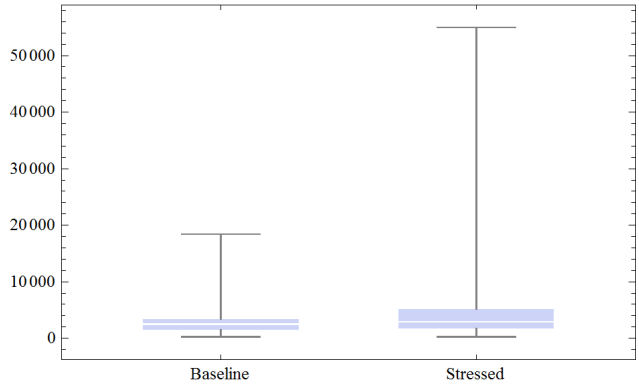

Figura 17 - Tempo entre duas teclas serem pressionadas

Aceleração

A expectativa inicial era a de que quando em situação de *stress* os estudantes tivessem movimentos do rato mais rápidos e repentinos ou mesmo involuntários. Porém, os resultados apontam precisamente no sentido inverso: a aceleração é menor na atividade do rato com os estudantes na situação de *stress*.

O valor médio da aceleração entre dois cliques consecutivos é, no cenário A, de 0.532 px/ms^2, baixando para 0.449 px/ms^2, no cenário B (Figura 18), o que representa uma diferença de -0.083 px/ms^2. Esta tendência de decréscimo no valor médio da aceleração foi observada em 77.42% dos estudantes. Se considerarmos o valor médio da aceleração, o mesmo é de 0.2 px/ms^2 no cenário A e de 0.169 px/ms^2 no cenário B. 87.1% dos estudantes evidenciam uma diminuição dos valores médios de aceleração o

que aponta para uma tendência que pode ser generalizada para um elevado número de estudantes.

As diferenças observadas em 77% dos estudantes são estatisticamente significativas entremos dois cenários o quer aponta no sentido de os estudantes serem afetados pelo *stress*.

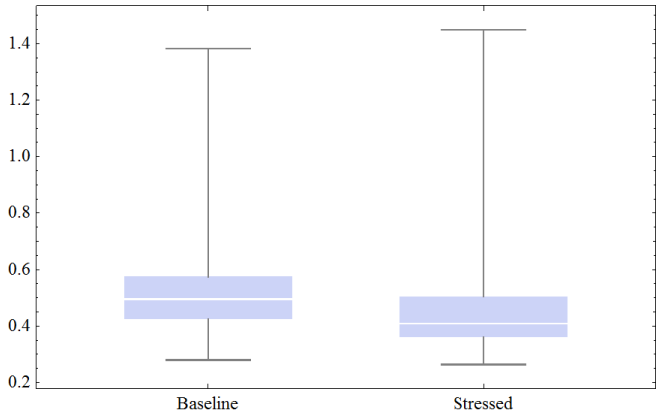

Figura 18 - Tempos de aceleração

Velocidade

Tal como no caso da aceleração, era esperado um aumento da velocidade, porém o inverso foi constatado: os movimentos do rato eram mais lentos nos estudantes em situação de *stress*. Foi observado uma diminuição do valor médio da velocidade entre cada 2 cliques, isto em 77.4% das amostras, de 0.58 px/ms para o valor de 0.4 px/ms. A diferença foi ainda mais notória na mediana, uma vez que o decréscimo foi evidente em 90.3% dos estudantes, do valor de 0.22 px/ms para 0.189 px/ms (Figura 19). Tal como na análise da aceleração, um elevado número de estudantes demonstrou a mesma tendência no caso da velocidade. Aliás as diferenças estatisticamente relevantes foram detetadas em 81% dos estudantes.

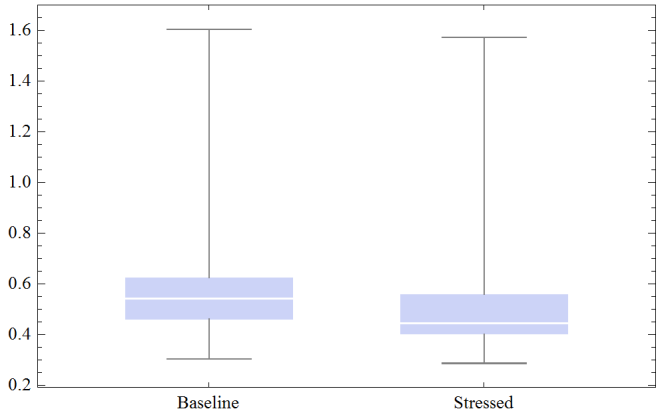

Figura 19 - Velocidade de movimentação

Tempo entre cliques

A taxa de cliques a que os estudantes submetem o rato é afetada pelos fatores de *stress* e podemos identificar claramente uma tendência: na situação de *stress* é despendido menos tempo entre cada evento consecutivo de clique no rato. No cenário A, cada estudante despende aproximadamente 7 segundos sem efetuar um clique (7033 ms), em situação de *stress* (cenário B), esse valor diminui quase 2 segundos para 5104 ms. Esta tendência é observada em 80.6% dos estudantes (Figura 20).

Relativamente à mediana, o valor é de 3149.18 ms, para o cenário A, diminuindo para 2349.61 no cenário B. Assim, a mediana diminui em 74.2% das situações.

Porém, se considerarmos as diferenças mais significativas para cada estudante, somente 32% das amostras apresenta diferenças relevantes entre os dois cenários. Desta forma apesar de existir uma tendência, ela não é marcante.

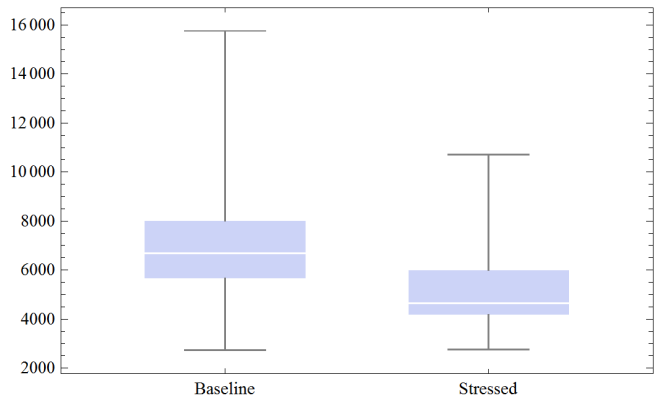

Figura 20 – Tempo entre cliques do rato

Duração do duplo clique

Dada a natureza das atividades propostas para a recolha de dados, na qual os estudantes não tinham obrigatoriamente de efetuar operações de duplo-clique, esta característica foi dispensada da análise.

Excesso de distância médio

Nesta situação a tendência de excesso de distância percorrida pelo rato é de diminuição com o aumento do *stress*. Foi constatado que, na generalidade dos casos, o movimento do rato torna-se mais preciso e eficiente no cenário B.

É medida a quantidade de pixeis que o rato percorreu em excesso para cada pixel que eram necessários na realidade, entre cada 2 cliques. Sem *stress,* o rato percorre um excesso de 7.59 pixeis, para cada pixel realmente necessário. Em situação de *stress*, o valor diminui para 6.53 pixeis (Figura 21). Todavia, somente em 61.29% dos estudantes foi observado este comportamento.

Existem ainda um elevado número de estudantes que se tornam mesmos eficientes e movimentam mais o rato. O que aponta no sentido de serem necessários modelos personalizados.

Relativamente à mediana, os valores diminuem de 1.96 to 1.68 pixeis respetivamente para os cenários A e B. É notório em 69.35% dos casos analisados.

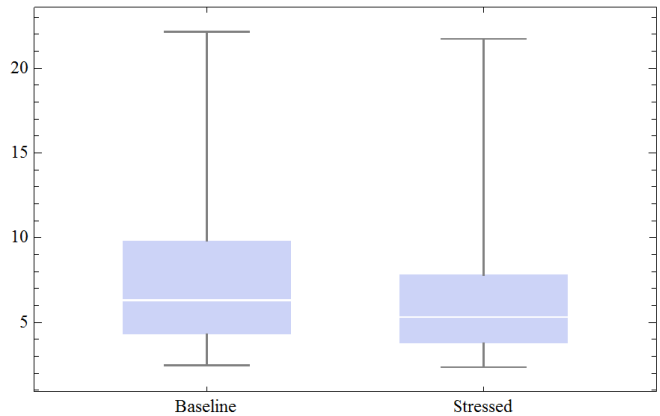

Figura 21 - Excesso de distância

Distância média do rato para a linha reta

A distância média do rato para a linha reta definida por 2 cliques consecutivos apresenta uma tendência de diminuição com o *stress*, indicando que os estudantes são mais eficientes na forma como movimentam o rato, claramente movimentando o rato em linha mais retas por forma a conseguir o objetivo desejado. O valor médio para todos os estudantes foi de 59.85 pixeis, no cenário A, diminuindo para 44.51 pixeis no cenário B, uma diminuição de 25.63% (Figura 22). 85.48% dos estudantes revelam um comportamento semelhante. Da mesma forma a mediana diminui em 82.26% dos estudantes de um valor de 30.14 para 16.63 pixeis.

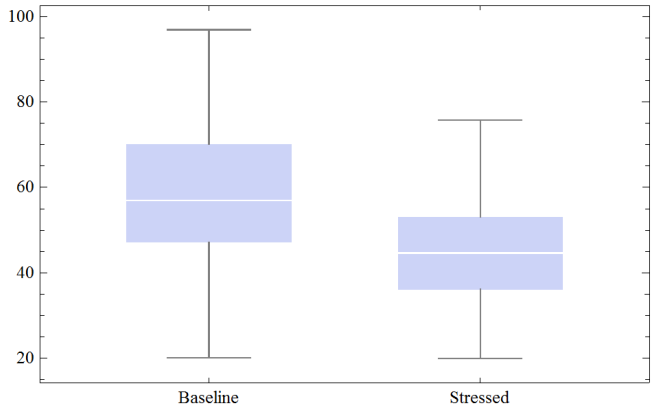

Figura 22 - Distância média do rato para a linha reta

Distância do rato para a linha reta

Esta característica está relacionada com a anteriormente descrita. Mede o valor total e não o valor médio. Assim, os valores obtidos estão em linha com os anteriormente observados. A soma das distâncias do rato para o ponto mais próximo na linha reta entre dois cliques é de 782.03 pixeis no cenário A, diminuindo para 549.752 pixeis no cenário B (Figura 23). 87.1% dos estudantes apresentam um comportamento semelhante. O valor da mediana também diminui de 241.1 pixeis para 104.07 pixeis, em que 80.65% dos estudantes revelam uma diminuição.

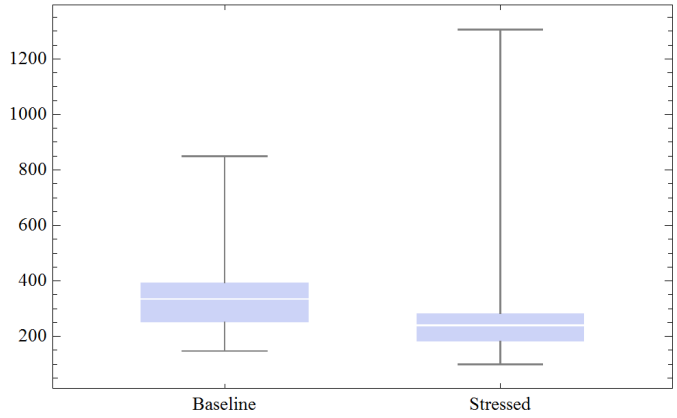

Figura 23 - Distância do rato para a linha reta

Soma de ângulos

Observar se o rato se movimenta mais para a esquerda ou para a direita no cenário de *stress*, não apresenta dados conclusivos. O *stress* não parece ter uma influência nesta característica, todavia os estudantes tendem a utilizar o rato mais na direção esquerda nos 2 cenários, ou seja independentemente da existência dos fatores *stressantes*. Os valores recolhidos apontam para uma média de -12.42 no cenário A e de -10.43, no cenário B (Figura 24).

Torna-se difícil apontar uma razão para este facto demonstrado no comportamento dos estudantes, mas podemos assumir que o mesmo se deve à natureza da interface das atividades propostas. Da mesma forma a mediana também diminui de -6.55 para -2.6, respetivamente do cenário A para o cenário B.

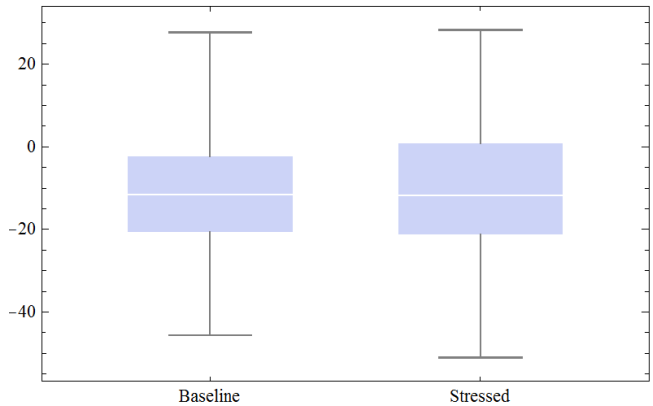

Figura 24 - Soma de ângulos

Soma de ângulos, valor absoluto

Os resultados aqui são intrigantes. Em vez de sabermos para que lado o rato mais se movimenta, tentamos saber quantas vezes o rato se movimentou numa direção. Sem *stress*, entre dois cliques, a alteração de movimento ocorreu em média 8554.4, ao passo que em *stress* o valor diminui para 5119,75, o que representa um decréscimo de 64.64 entre cada 2 cliques (Figura 25). 69.35% dos estudantes apresentam uma diminuição desses valores. O valor da mediana, também ele, diminui de 6598.54 para 3134.04, respetivamente do cenário A para o cenário B.

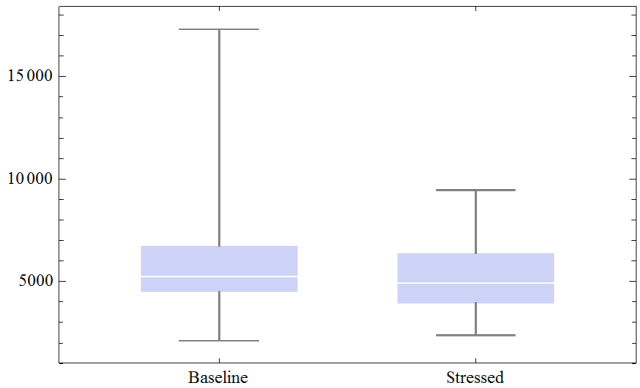

Figura 25 - Soma de ângulos, valor absoluto

Distância entre cliques

A distância total percorrida pelo rato entre dois cliques consecutivos também apresenta uma diminuição devido ao *stress*. Em média, o rato de um aluno sem *stress* "viajou" 342.61 pixeis entre cada 2 cliques consecutivos. O valor diminui em 92 pixeis para 250.64 pixeis no caso de se estar perante a situação de *stress*, ou seja uma diminuição de 27%, em média (Figura 26). 85.5% dos estudantes apresentam este comportamento. O valor da mediana também diminui para 87.1% dos estudantes, de 186.5 para 103.5 pixeis.

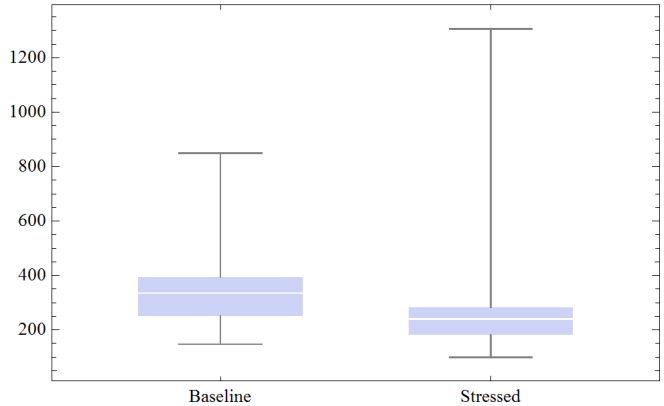

Figura 26 - Distância entre cliques

5.3. ANÁLISE DE RESULTADOS

No decorrer deste estudo foram encontrados dois tipos de comportamentos que, pela sua frequência num variado número de alunos, podem ser considerados como casos-tipo. Aponta-se no sentido de que, apesar de os modelos genéricos funcionarem, a personalização dos modelos deve ser considerada sempre que conduzir a uma melhoria do sucesso dos resultados, tal como as diferenças entre estes dois casos-tipo mostram.

”Eficiente e concentrado”

Este caso é um excelente exemplo de um comportamento comummente observado: em situação de *stress* os estudantes tendem a tornar-se mais eficientes e focados nas tarefas que estão a realizar. O rato é movimentado e utilizado nas áreas em que os controlos para a realização das respostas se localizam.

A Figura 27 apresenta o movimento do rato no cenário A (sem *stress*). Como se pode observar, o rato é movimentado numa área abrangente e regista igualmente um variedade de caminhos que são desnecessários na realização da tarefa, notando-se assim um desperdício de atividade.

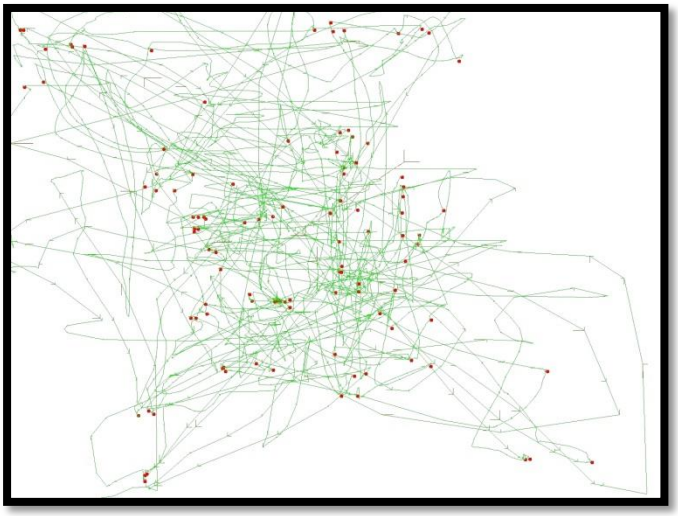

Figura 27 - Mapa de utilização do rato em situação sem *stress*

A Figura 28 mostra um mapa de utilização do rato para retratar a situação de utilização em cenário de *stress*. Como se pode observar, os movimentos tendem a estar mais concentrados na zona central, zona em que se localizam os controlos da atividade. Esta constatação visual é consistente com a análise dos dados recolhidos para a situação em causa.

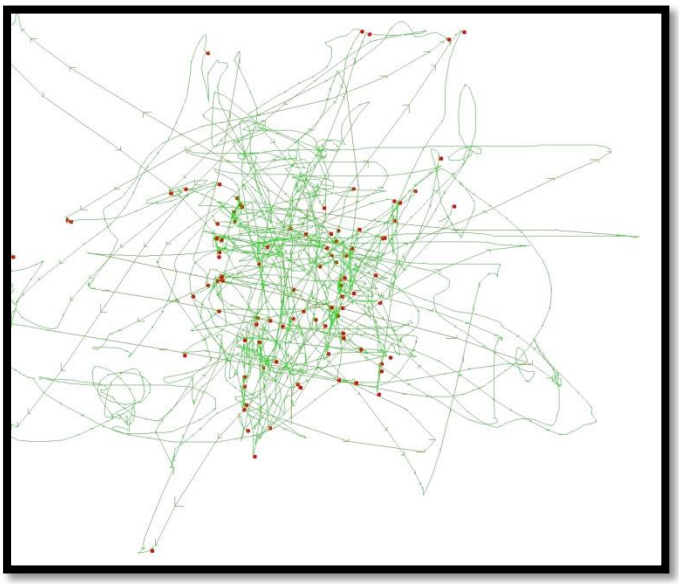

Figura 28 - Mapa de utilização do rato em situação com *stress*

Quando se analisa a quantidade de vezes que o rato efetuou movimentos de mudança de direção, podemos indicar que o rato "virou" mais para a esquerda (8.03

em média, entre cada 2 cliques consecutivos), esta operação foi ainda mais evidente no cenário de *stress* (30.5 em média). Estes resultados são estatisticamente significativos.com um *p-value* = 0.0148716).

A aceleração e a velocidade do rato mostram diferenças estatisticamente significativas.

A aceleração, diminui de um valor médio de 0.55 px/ms 2 para 0.43 px/ms 2 , com um *p-value* de 0.00079.

A velocidade também diminui de um valor médio de 0.61 px/ms para 0.48 px/ms, com um *p-value* de 0.00015.

Como esperado, as distâncias percorridas são também elas menores quando se está numa situação de *stress* diminuindo de uma média de 276.36 para 232.42 pixeis.

Concluindo, este estudante é aquele que em situação de *stress* se torna mais eficiente e concentrado nas tarefas que tem para execução, apresenta movimentos mais estáveis e precisos otimizando o seu trabalho.

”Menos eficiente”

Um outro grupo de estudantes, tendem a ter um comportamento ligeiramente diferente: apesar de movimentarem o rato mais lentamente e com menores valores de aceleração, apresentam mais movimentos em situação de *stress*.

O número de amostras pertencentes a este grupo é bem menor que o anteriormente descrito.

Tal como na maioria dos estudantes, os valores da aceleração diminuem de 0.42 px/ ms^2 para 0.4 px/ms^2 , sendo as diferenças entre as distribuições com um p-value = 0.0006. A mesma situação ocorre na velocidade de movimentação do rato que diminui de 0.46 px/s para 0.43 px/s, com um *p-value* de 0.00012.

Porém, ao contrário do anterior grupo analisado, a distância média do rato para o ponto mais próximo definido pela linha reta de dois cliques consecutivos, aumenta de 35.41 pixeis para 46.8 pixeis. O aumento é também visível na característica da soma absoluta dos ângulos, de 4365.17 para 4799.07, indicando desta forma que o rato

efetua alterações de direção em maior número na situação de *stress* (realiza movimentos com curvaturas mais amplas).

A distância percorrida entre 1 cliques consecutivos aumenta de 234.5 pixeis em média na situação sem *stress*, para 257.9, no cenário de *stress.*

A Figura 29 apresenta o padrão de deslocamento, do rato numa amostra, no cenário em que o *stress* não é provocado. Nela podemos observar que os movimentos mapeados, ocorrem numa área reduzida. Na Figura 30 (cenário de *stress*), os movimentos são dispersos por uma área mais abrangente e, indicando algumas curvas "sem sentido" ou desnecessários.

Este tipo de estudante não é tão proeminente como o anteriormente descrito, de qualquer forma foi um padrão detetado e que deve ser considerando no desenvolvimento de modelos de análise de *stress*. Mais uma vez se revela importante a necessidade de ir ao encontro dos aspetos individuais.

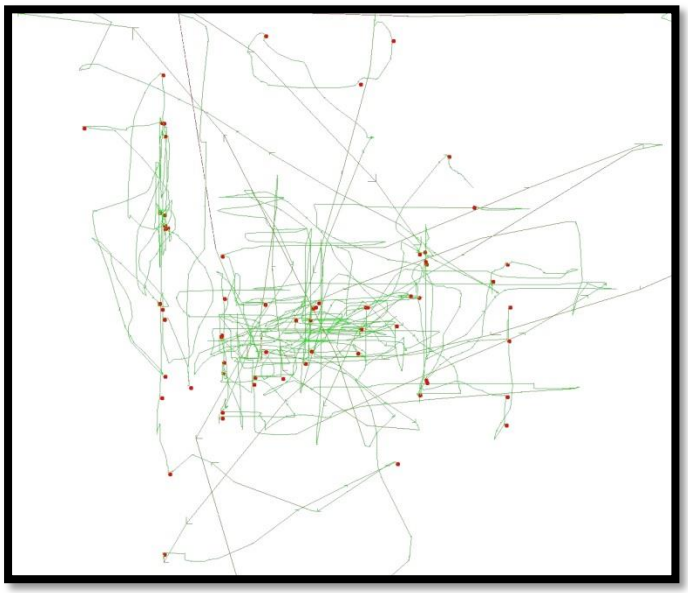

Figura 29 – Padrão de deslocamento sem *stress*

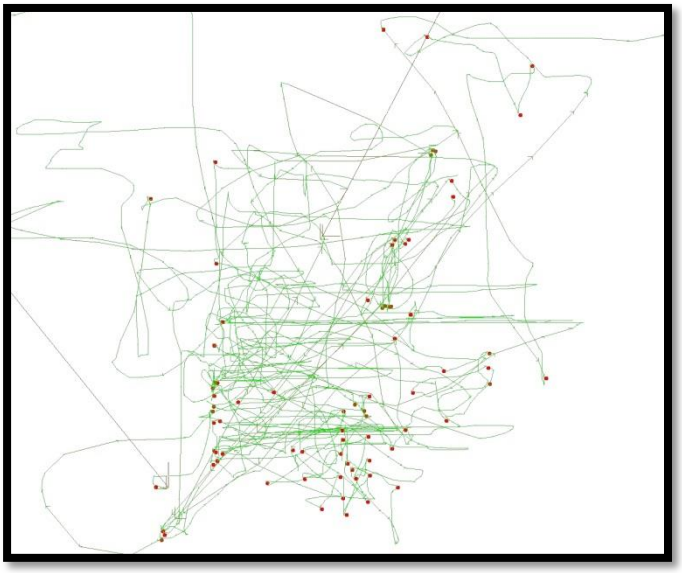

Figura 30 - Padrão de deslocamento com *stress*

6. CONCLUSÕES

Nos capítulos iniciais desta dissertação foram apresentadas de forma pormenorizada o estado da arte no âmbito da aprendizagem *online*.

Evidenciaram-se os desenvolvimentos ao longo da história do e-Learning. Desde a sua versão inicial até ao momento presente e simultaneamente apresentando as perspetivas de futuro. Neste ponto foi evidenciada a importância da Inteligência Artificial como sendo imprescindível no desenvolvimento de ferramentas e instrumentos que permitam uma evolução de plataformas e outros programas de apoio à aprendizagem.

No momento em que nos encontramos, começam a surgir já instrumentos que auxiliam professores e formadores no acompanhamento das aprendizagens dos alunos, em ambientes de ensino à distância.

Para ultrapassar o fator limitativo da distância é importante que os professores ou formadores tenham a perceção das dificuldades que, em momentos de avaliação, surgem aos alunos. Em situações de ensino presencial, o professor tem a capacidade de perceber as dificuldades que os alunos apresentam uma vez que é possível constatar *in loco* os comportamentos que os alunos apresentam e que possam indicar perturbação ou dificuldade num processo de avaliação.

Ao longo dos tempos o desenvolvimento das plataformas de e-Learning tiveram, entre outros, o objetivo de tentar aproximar o professor e os alunos, vencendo as distâncias físicas, porém o oposto parece acontecer. De fato, o professor fica mais acessível e contactável mas sempre de uma forma virtual, ficando sempre uma sensação de distância.

Numa situação normal, quando um professor analisa o estado dos seus alunos, seja em que vertente for, os resultados quantitativos dos momentos de avaliação não são os únicos parâmetros que são levados em consideração. Intuitivamente é criado um conjunto de parâmetros que permitem ao professor perceber como o seu aluno se "sente".

Assim, pretende-se uma ferramenta que permita ultrapassar as lacunas apresentadas pelas plataformas de e-Learning. Permitir obter informação que nos ambientes virtuais a distância impede de recolher.

Como referido, a análise do *stress* nos alunos é um dos parâmetros que exerce uma forte influência na performance dos referidos alunos.

Os resultados obtidos apontam como principal conclusão de que em situações de *stress* os alunos tendem a comportar-se de uma forma mais eficiente, como se observa pela redução de ações não necessárias à persecução de uma determinada tarefa, estando assim mais focados e concentrados no objetivo. Existem no entanto alguns alunos que apresentam um comportamento oposto ao descrito, apresentando uma menor eficiência nas suas ações com o rato e teclado. Estes dois aspetos levam a que:

1) Os modelos genéricos possam ser desenvolvidos e conseguirem modelar a resposta dos alunos ao *stress*;
2) Os modelos personalizados não devem ser esquecidos já que o *stress* é um fenómeno individual e claramente uma resposta individual é adequada a cada individuo.

Na análise de resultados é evidente a influência do *stress* na ação dos alunos. Sendo um efeito que se quantifica e é possível medir.

Na secção de análise de resultados apontaram-se os valores que refletem o stress dos alunos que alteram os valores entre os cenários testados, cenário sem *stress* e cenário com *stress.*

Um outro aspeto interessante é a análise efetuada às classificações obtidas pelos alunos em cada um dos cenários. A recolha de dados foi realizada em 6 grupos de alunos e em 4 desses grupos a média de classificações ter reduzido na situação de

stress. Ou seja, quando perante um cenário com os fatores stressantes, os alunos tendem a apresentar piores resultados, apesar de os graus de dificuldade das atividades ser semelhante. Aliás em alguns casos a atividade era composta por questões idênticas.

Foi notório que os fatores stressantes, em alguns alunos, levaram a confusões e más interpretações de questões algo que no cenário normal não aconteceu.

O gráfico seguinte (Figura 31) apresenta as classificações médias dos grupos em que a média diminuiu entre os cenários com *stress* e sem *stress.*

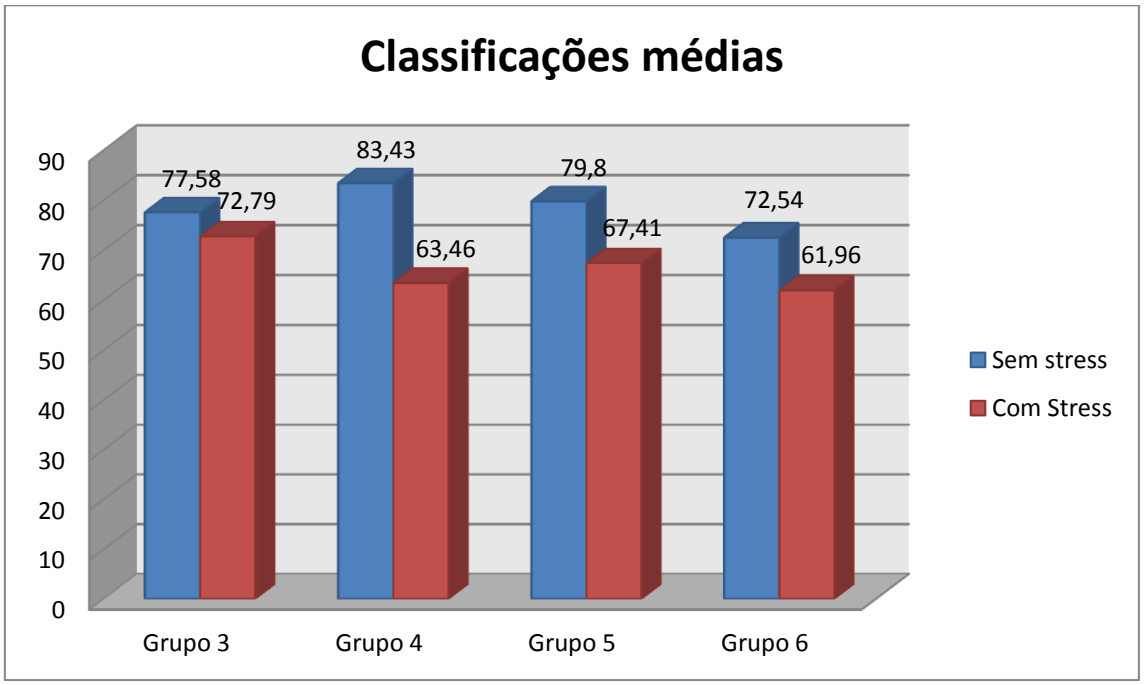

Figura 31 - Classificações médias - grupos com descida

No gráfico seguinte (Figura 32) apresentam-se os resultados dos 2 grupos em que a recolha de dados revelou um aumento das classificações médias dos alunos entre o cenário sem *stress* e com stress. Curiosamente estes 2 grupos são aqueles em que a média de idades é superior.

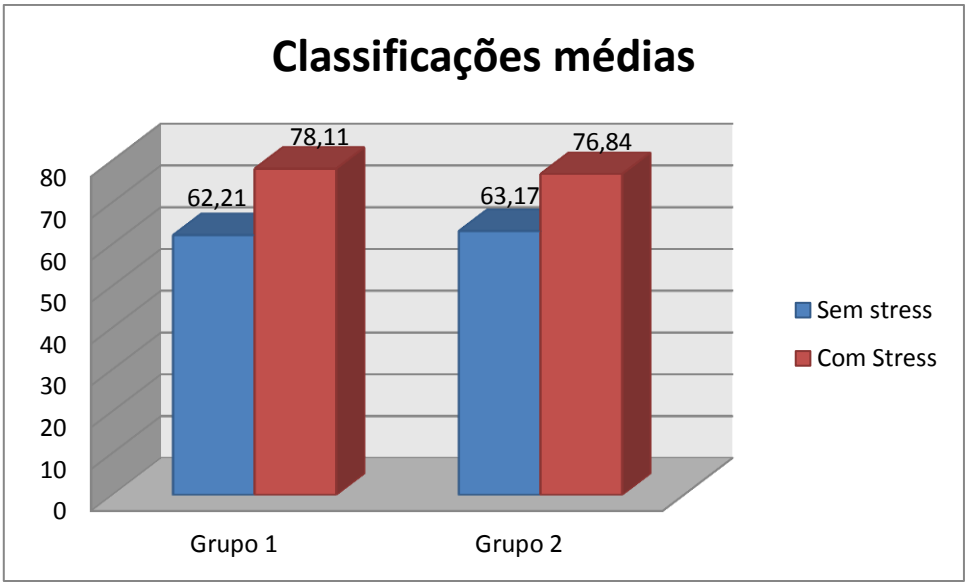

Figura 32 - Classificações médias - grupos com subida

6.1. TRABALHO FUTURO

Nesta dissertação, a recolha de dados incidiu essencialmente sobre tarefas em que a utilização do rato era em grau superior à utilização do teclado. A natureza das tarefas requeria a utilização do rato numa elevada percentagem.

Numa próxima fase será dada importância ao equilíbrio na utilização do teclado e do rato para desta forma complementar as conclusões conseguidas com os dados recolhidos.

Com a recolha de dados suficientes para o teclado e rato, será possível conceber um modelo de análise mais detalhado.

Está a ser iniciado um estudo similar para medir os efeitos da fadiga na utilização dos periféricos teclado e rato. O objetivo desse estudo é o de determinar se os efeitos da fadiga podem ser medidos e quantificados tal como acontece com o *stress.*

Será assim aberto o caminho para o desenvolvimento de classificadores não invasivos que atuem em tempo real para fornecer ao professor, uma descrição precisa do estado do estudante. Torna-se possível ultrapassar a distância virtual e, tornar o professor capaz de entender as dificuldades dos seus alunos e as situações em que os mesmos estão com menores dificuldades.

O professor terá à sua disposição a informação do seu aluno e, desta forma poderá ajustar estratégias e metodologias que acomodem as mudanças que os seus alunos apresentam no momento de avaliação e tornar o processo de aprendizagem mais eficiente.

Outras possibilidades em análise estão relacionadas com a utilização de outras técnicas de inteligência artificial. Técnicas que se revelem adequadas e permitam a obtenção de resultados de análise e desenvolvimento de ferramentas com níveis de confiança elevados.

6.2. TRABALHOS DESENVOLVIDOS

No âmbito dos estudos levados a efeito, foram publicados e/ou enviados para publicação os seguintes artigos:

- Artigos em Revistas, com Revisão pelos pares

Rodrigues M., Gonçalves S., Fdez-Riverola F., Novais P., E-learning Platforms and E-learning Students: Building the Bridge to Success, Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal (ADCAIJ), ISSN: 2255-2863, Volume I, issue nº2, pp 21-34, 2012. http://adcaij.usal.es/sites/default/files/issue02_0_0.pdf

- Capítulos de Livros Springer, com Revisão pelos pares (atas de Reuniões Científicas Internacionais)

Rodrigues M., Gonçalves S., Carneiro D., Novais P., Fdez-Riverola F., Keystrokes and Clicks: Measuring Stress on E-learning Students, Management Intelligent Systems, Second International Symposium, Jorge Casillas, Francisco J., Martínez-López, Rosa Vicari and Fernando De la Prieta (Eds.), Springer - Series Advances in Intelligent and

Soft Computing Vol 220, ISBN 978-3-319-00568-3, pp 119-126, 2013. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00569-0_15

Carneiro D., Novais P., Gonçalves S., Neves J., Studying Stress on e-Learning Users, Proceedings of the 16th Portuguese conference on Artificial Intelligence - EPIA 2013, Angra do Heroísmos Lisboa, Portugal, Springer-Verlag, Lecture Notes in Artificial Intelligence (Accepted to appear 2013).

- Artigos submetidos a Revistas, com Revisão pelos pares

Novais P., Carneiro D., Gonçalves S., Rodrigues M., Riverola F., Neves J., Extracting contextual information from the use of e-learning platforms, submetido Expert Systems with Application

7. REFERÊNCIAS

Acampora, Giovanni, and Vincenzo Loia. 2005. “Using FML and fuzzy technology in adaptive ambient intelligence environments.” *International Journal of Computational Intelligence Research* 1(1): 171–182.

Agrawal, R, and R Srikant. 1995. “Mining sequential patterns.” In *Data Engineering, 1995. Proceedings of the Eleventh International Conference on*, , p. 3–14.

Alsina-Jurnet, Ivan, and José Gutiérrez-Maldonado. 2010. “Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments.” *International journal of human-computer studies* 68(10): 788–801.

Augusto, Juan Carlos. 2007. “Ambient Intelligence: the Confluence of Ubiquitous/Pervasive Computing and.” http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.147.553.

Badami, Vivek V, and Nicolas W Chbat. 1998. “Home appliances get smart.” *Spectrum, IEEE* 35(8): 36–43.

Beale, Russell, and Chris Creed. 2009. “Affective interaction: How emotional agents affect users.” *International Journal of Human-Computer Studies* 67(9): 755–776.

Bick, Markus, Tyge-F Kummer, and Wiebke Rössig. 2008. *Ambient intelligence in medical environments and devices: qualitative Studie zu Nutzenpotentialen ambienter Technologien in Krankenh{ä}usern*. European School of Management.

Blascovich, Jim, Jack Loomis, Andrew C Beall, Kimberly R Swinth, Crystal L Hoyt, and Jeremy N Bailenson. 2002. “Immersive virtual environment technology as a methodological tool for social psychology.” *Psychological Inquiry* 13(2): 103–124.

Bruner, J. 1990. “Culture and human development: A new look.” *Human Development* 33(6): 344–355.

Campbell, Dace A. 1997. “Explorations into virtual architecture: a HIT Lab gallery.” *Multimedia, IEEE* 4(1): 74–76.

Carneiro, Davide, José Carlos Castillo, Paulo Novais, Antonio Fernández-Caballero, and José Neves. 2012. “Multimodal Behavioural Analysis for Non-invasive Stress Detection.” *Expert Systems with Applications*.

Carneiro, Davide, Paulo Novais, Ricardo Costa, and José Neves. 2009. “Case-based reasoning decision making in ambient assisted living.” In *Distributed Computing, Artificial Intelligence, Bioinformatics, Soft Computing, and Ambient Assisted Living*, Springer, p. 788–795.

Castillo, E, J M Gutiérrez, and A S Hadi. 1997. *Expert systems and probabilistic network models*. Springer Verlag.

Chan, M, C Hariton, P Ringeard, and E Campo. 1995. “Smart house automation system for the elderly and the disabled.” In *Systems, Man and Cybernetics, 1995. Intelligent Systems for the 21st Century., IEEE International Conference on*, , p. 1586 –1589 vol.2.

Cook, Diane J, and Sajal K Das. 2007. “How smart are our environments? An updated look at the state of the art.” *Pervasive and Mobile Computing* 3(2): 53–73. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574119206000642.

Costalli, Filippo, Luisu Marucci, Giulio Mori, and Fabio Paterno. 2001. “Design criteria for usable web-accessible virtual environments.” In *Proc. international cultural heritage informatics meeting (ICHIM)*, , p. 3–7.

Coutinho, Clara Pereira, and João Batista Bottentuit Jr. 2009. *Handbook of Research on Practices and Outcomes in E-Learning*. eds. Harrison Hao Yang and Steve Chi-Yin Yuen. IGI Global. http://www.igi-global.com/chapter/web-web-learning/38344/ (January 6, 2013).

Coutinho, Clara Pereira, and João Batista Bottentuit Junior. 2007. “Utilização da Plataforma Blackboard num curso de pós-graduação da Universidade do Minho.” http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6515 (September 14, 2012).

DeltaConsultores, Perfil - Psicologia e Trabalho, and Instituto Superior de Psicologia Aplicada (ISPA). 2007. *Estudo das Plataformas de eLearning eLearning em Portugal*.

Dinges, David F, Robert L Rider, Jillian Dorrian, Eleanor L McGlinchey, Naomi L Rogers, Ziga Cizman, Siome K Goldenstein, Christian Vogler, Sundara Venkataraman, and Dimitris N Metaxas. 2005. “Optical computer recognition of facial expressions associated with stress induced by performance demands.” *Aviation, space, and environmental medicine* 76(6 Suppl): B172–82. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15943210.

Dinges, David F., Sundara Venkataraman, Eleanor L. McGlinchey, and Dimitris N. Metaxas. 2007. “Monitoring of facial stress during space flight: Optical computer recognition combining discriminative and generative methods.” *Acta Astronautica* 60(4-7): 341–350. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0094576506003079 (September 5, 2012).

Doctor, F, H Hagras, and V Callaghan. 2005. “A fuzzy embedded agent-based approach for realizing ambient intelligence in intelligent inhabited environments.” *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on* 35(1): 55–65.

Dodds, Trevor J, Betty J Mohler, and Heinrich H Bülthoff. 2011. “Talk to the Virtual Hands: Self-Animated Avatars Improve Communication in Head-Mounted Display Virtual Environments.” *PloS one* 6(10): e25759.

Downes, Stephen. 2005. “E-learning 2.0.” http://elearnmag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1.

Franciosi, B, M F MEDEIROS, and A L Colla. 2003. “Caos, criatividade e ambientes de aprendizagem.” *Educação à Distância--Cartografias Pulsantes em Movimento. Porto Alegre: EDIPUCRS,. cap7*: 129–149.

Le Gal, C, A Lux, J L Crowley, and others. 2001. “Smartoffice: Design of an intelligent environment.”

Gardner, H, and T Hatch. 1989. “Educational implications of the theory of multiple intelligences.” *Educational researcher* 18(8): 4–10.

Graf, Sabine, and K Kinshuk. 2007. “Providing Adaptive Courses in Learning Management Systems with Respect to Learning Styles.” In *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2007*, eds. Theo Bastiaens and Saul Carliner. Quebec City, Canada: AACE, p. 2576–2583. http://www.editlib.org/p/26739.

Guardia Robles, B. 1993. “Asesores Inteligentes para apoyar el proceso de ense{ñ}anza de lenguajes de programaci{ó}n.” Tesis de grado. Asesor: Dr. Marc Boumedine Montane. ITESM: Instituto Tecnol{ó}gico de Monterrey.

Hagras, H, V Callaghan, M Colley, G Clarke, A Pounds-Cornish, and H Duman. 2004. “Creating an ambient-intelligence environment using embedded agents.” *Intelligent Systems, IEEE* 19(6): 12–20.

Hudlicka, Eva. 2003. “To feel or not to feel: The role of affect in human--computer interaction.” *International Journal of Human-Computer Studies* 59(1): 1–32.

Jaimes, Alejandro, and Nicu Sebe. 2007. “Multimodal human--computer interaction: A survey.” *Computer vision and image understanding* 108(1): 116–134.

Jakkula, V R, and D J Cook. 2007. “Using temporal relations in smart environment data for activity prediction.” In *Proceedings of the 24th International conference on machine learning*, , p. 1–4.

Jakkula, V R, A S Crandall, and D J Cook. 2007. “Knowledge Discovery in Entity Based Smart Environment Resident Data Using Temporal Relation Based Data Mining.” In *Data Mining Workshops, 2007. ICDM Workshops 2007. Seventh IEEE International Conference on*, , p. 625–630.

Jiang, Li, Da-you Liu, and Bo Yang. 2004. “Smart home research.” In *Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on*, , p. 659 – 663 vol.2.

Khorol, Ivan Semyonovich. 1975. *Stress: the wear and tear of modern life*. http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=188076&set=514F42FC_3_74&gp=1&lin=1&ll=1 (March 24, 2013).

Leuf, Bo, and Ward Cunningham. 2001. *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web*. Addison-Wesley Professional. http://www.amazon.com/exec/obidos/redirect?tag=citeulike07-20&path=ASIN/020171499X.

Mann, H B, and D R Whitney. 1947. "On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other." *Ann. Math. Stat.* 18: 50–60.

Mehrabian, Albert. 1980. *Basic dimensions for a general psychological theory: Implications for personality, social, environmental, and developmental studies*. Oelgeschlager, Gunn & Hain Cambridge, MA.

Metaxas, Dimitris, Sundara Venkataraman, and Christian Vogler. "Image-Based Stress Recognition Using a Model-Based Dynamic Face Tracking System." 813–821.

Mitchell, T M, and others. 1997. 227 *Machine learning*. McGraw-Hill New York:

Moravec, John W. 2008. "A new paradigm of knowledge production in higher education." *On the Horizon* 16(3): 123–136. http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?issn=1074-8121&volume=16&issue=3&articleid=1740566&show=html (January 6, 2013).

Mozer, Michael C, Robert H. Dodier Dier, Marc Anderson, Lucky Vidmar, Robert F. Cruickshank III, and Debra Miller. 1995. "The Neural Network House : An Overview 1 Introduction."

Novais, Paulo, Ricardo Costa, Davide Carneiro, and José Neves. 2010. "Inter-organization cooperation for ambient assisted living." *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments* 2(2): 179–195.

Partala, Timo, Veikko Surakka, and Toni Vanhala. 2006. "Real-time estimation of emotional experiences from facial expressions." *Interacting with Computers* 18(2): 208–226. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095354380500055X.

Perkins, D. 1995. 17 *Escuela Inteligente*. Gedisa Barcelona.

Piaget, J. 1954. "Les relations entre l'intelligence et l'affectivité dans le développement de l'enfant." *Bulletin de psychologie* 7: 143–150.

Picard, Rosalind W. 2000. *Affective computing*. MIT press.

Rehm, Matthias, Nikolaus Bee, and Elisabeth André. 2008. "Wave like an Egyptian: accelerometer based gesture recognition for culture specific interactions." In *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 1*, , p. 13–22.

Riva, Giuseppe. 2005. 6 *Ambient intelligence*. IOS Press.

Rubel, Paul, Jocelyne Fayn, Lucas Simon-Chautemps, Hussein Atoui, Mattias Ohlsson, David Telisson, Stefano Adami, Sébastien Arod, Marie Claire Forlini, Cesare Malossi, and others. 2004. "New paradigms in telemedicine: ambient intelligence, wearable, pervasive and personalized." *Stud Health Technol Inform* 108: 123–132.

Sadeh, N M, F L Gandon, and O B Kwon. 2005. *Ambient intelligence: The mycampus experience*.

Science, Computer. 2011. "World Journal on Educational." 3(3): 153–167.

Seyle, Hans. 1956. *The stress of life*. New York: McGraw-Hill.

Somekh, Bridget. 2005. *Action research: A methodology for change and development*. Open University Press.

Starner, Thad, Steve Mann, Bradley Rhodes, Jeffrey Levine, Jennifer Healey, Dana Kirsch, Rosalind W Picard, and Alex Pentland. 1997. "Augmented reality through wearable computing." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6(4): 386–398.

Vasilakos, Athanasios, and Witold Pedrycz. 2006. "Ambient Intelligence, Wireless Networking, And Ubiquitous Computing, Artech House." *Inc., Norwood, MA*.

Vygotsky, L S. 1978. "Mind and society: The development of higher mental processes."

Weiser, Mark, Rich Gold, and John Seely Brown. 1999. "The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s." *IBM systems journal* 38(4): 693–696.

Wheeler, Steve. 2009. "e-Learning 3.0." http://steve-wheeler.blogspot.pt/2009/04/learning-30.html (January 6, 2013).

Witten, I H, and E Frank. 2005. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann.

Yang, A, Kinshuk, and A Patel. 2002. "A plug-able Web-based intelligent tutoring system." In *Proceedings of the Xth European Conference on Information Systems*, , p. 1422–1429.

Zadeh, L. 1965. "Fuzzy Sets." *Information and Control* 8: 338–353.