



Tecnologias Emergentes no *design for all*: um projeto para o 1º Ciclo

Fátima Pais

Universidade de Aveiro

fpais@ua.pt

Sandra Vasconcelos

Universidade de Aveiro

sandra.torreca@gmail.com

Susana Capitão

Universidade de Aveiro

susanacapitao@ua.pt

Margarida Almeida

Universidade de Aveiro

marga@ua.pt

Resumo: Atualmente, não obstante a ubiquidade e papel fundamental desempenhado pela tecnologia, continuam a verificar-se problemas ao nível do acesso e usabilidade de conteúdos por todos. No presente artigo é abordada a problemática dos alunos do primeiro ciclo com limitações, sendo apresentada uma ideia que visa a concretização de um projeto acessível a todos. Com esta proposta pretende-se demonstrar a importância da utilização de dispositivos móveis e as potencialidades da Realidade Aumentada e dos Ambientes Inteligentes no desenvolvimento de competências funcionais e na promoção da inclusão. Tendo por base as tecnologias emergentes é apresentado o estado da arte, sendo ainda descritos protótipos e modelos ilustrativos da ideia a desenvolver, as diferentes fases projetuais, sendo posteriormente elencadas algumas das suas vantagens, potencialidades e dificuldades.

Palavras-chave: inclusão; acessibilidade; dispositivos móveis; realidade aumentada; necessidades educativas especiais.



Abstract: Nowadays, despite the fundamental role played by technology and its ubiquity, contents are still not available and accessible to everyone. In this paper we intend to address the problem of primary school students with disabilities, presenting a project that might be accessible to all. With this proposal we intend to demonstrate the importance of mobile devices and the potential of Augmented Reality and Intelligent Environments in developing functional skills and promoting inclusion. Based on emergent technologies, we present the state of the art, followed by a description of prototypes and models that intend to explain the main idea, as well as the project's different stages, concluding with a list of some of its advantages and potential difficulties.

Key-words: inclusion; accessibility; mobile devices; augmented reality; special education needs.

Résumé: Aujourd'hui, malgré l'omniprésence et le rôle fondamental joué par la technologie, des problèmes persistent avec l'accès et l'utilisation des contenus pour tout le monde. Dans cet article nous avons abordé le problème des de l'enseinemet primaire avec des limitations, en présentant une idée qui vise la concrétisation d'un projet qui soit accessible à tous. Avec cette proposition, nous avons l'intention de démontrer l'importance de l'utilisation de dispositifs mobiles et les potentialités de la Réalité Augmentée et des Environnements intelligents dans le développement de compétences fonctionnelles et dans la promotion de l'inclusion. En ayant comme point de départ les technologies émergentes nous présentons l'état de l'art, et décrivons aussi des prototypes et des modèles pour expliquer l'idée à développer et les différentes phases du projet, pour ensuite énumérer quelques uns de ses avantages, potentialités et difficultés.

Mots-Clés: inclusion ; accessibilité; appareils mobiles ; réalité augmentée; besoins éducatifs spéciaux.

Introdução

A tecnologia faz parte da sociedade atual dos países desenvolvidos. No entanto, o facto de se poder encontrar ao alcance de qualquer um, não implica que possa ser utilizada por cada um, o que levanta questões, não só ao nível do acesso "físico", mas também da usabilidade dos conteúdos disponíveis.

A exclusão tecnológica é o "fenómeno em que um contexto tecnológico ignora a presença e necessidades da heterogeneidade demográfica dos seus utilizadores, e

exclui determinados segmentos da sociedade de beneficiarem com as aplicações tecnológicas” (Ashok & Jacko, 2009, pp. 4-1). Se os designers perceberem as diferenças que existem entre os vários utilizadores são capazes de incorporar técnicas que permitem a todos obter as mesmas vantagens no uso dos sistemas. Ashok e Jacko (2009) esquematizam a diversidade, ilustrando que esta pode ser de diversos tipos:

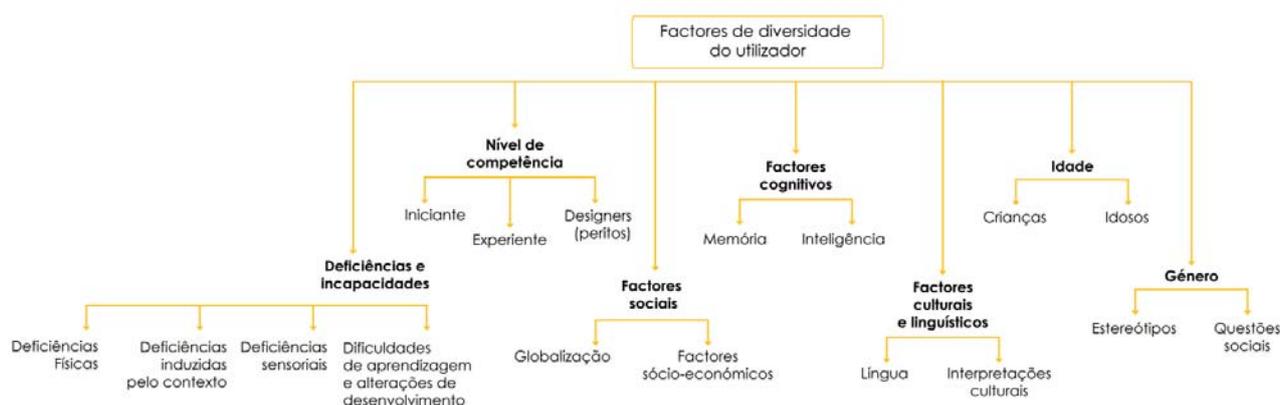


Figura 1- Fatores de diversidade dos utilizadores (adaptado de Ashok & Jacko, 2009).

No caso de pessoas com deficiência, a tecnologia pode reduzir a eficiência e alterar a qualidade do que pode ser uma experiência positiva. Assim, a tecnologia torna-se uma barreira por haver um design que exclui.

A Classificação Internacional da Funcionalidade (C.I.F.) (International Classification of Functioning, Disability and Health – I.C.F.) (O.M.S. & D.G.S., 2003) realça que o olhar sobre a deficiência deve descentrar-se do indivíduo e ter em atenção também os seus contextos e as interações que aí decorrem. Com o desenvolver da nova conceção de deficiência, emergiu também um novo modelo, o Modelo Social. A deficiência passa a ser vista numa vertente social e as limitações funcionais destes indivíduos (em termos de atividade e participação) passam a ser justificadas não pela deficiência em si, mas pelas falhas existentes no contexto físico e social que não consegue responder às suas necessidades e proceder à sua inclusão (Carson, 2009; Pound, Parr, Lindsay, & Woolf, 2001). De acordo com este modelo a limitação de atividade surge quando há uma diminuição das oportunidades da pessoa em participar na vida normal da comunidade, da mesma forma que os restantes indivíduos, devido às barreiras físicas e sociais existentes (Finkelstein e French, 1993 In Pound, et al., 2001). Este modelo não pretende negar a existência de deficiências, mas refere-se a ela sem lhe associar juízos de valor, colocando a ênfase nos aspetos do mundo em redor que podem ser alterados (Carson, 2009).



A melhoria da atividade e da participação da pessoa com deficiência é conseguida quando a intervenção atua não só no próprio indivíduo, mas também na modificação de comportamentos e na utilização de estratégias facilitadoras por parte daqueles com quem interage, assim como na adequação dos próprios contextos às capacidades da pessoa com deficiência, construindo por exemplo rampas para uma pessoa com limitação motora. Desta forma, pensando num contexto educativo, questiona-se até que ponto os conteúdos estão e são acessíveis a todos os alunos, ao mesmo tempo que se adequam ao seu perfil de aprendizagem. O conceito de funcionalidade indica que tudo o que a criança aprende deve ser suscetível de ser utilizado e contribuir para aumentar a sua autonomia pessoal; pressupõe que o ensino se faça em função das necessidades da criança e aconteça nos seus contextos reais (Vieira & Pereira, 1996). No entanto, verifica-se que a maior parte das ferramentas de trabalho utilizadas pelos alunos do ensino básico são concebidas a pensar num utilizador típico, anódino e que não vai ao encontro da realidade heterogénea das escolas.

Pretende-se conceber um recurso de base, com características multimédia, onde os conteúdos sejam acessíveis, usáveis e manipuláveis por qualquer aluno da escola portuguesa. Selecionando-se o nível de ensino do 1º Ciclo, analisou-se o respetivo programa curricular de forma a identificar que conteúdos poderiam ser abordados neste projeto, de forma a desenvolver uma resposta que, por um lado, incluisse conteúdos curriculares, mas por outro lado também fosse desencadear uma melhoria da funcionalidade e autonomia do aluno nos seus contextos reais. Foram assim identificados dois temas principais de Estudo do Meio: “À descoberta dos outros e das instituições” e “À descoberta das inter-relações entre espaços” (Os seus itinerários, Localizar espaços em relação a um ponto de referência, Os diferentes espaços do seu bairro/localidade, O comércio local) (Min.Ed., 2004). A escolha destes dois temas principais está relacionada com o facto de se pretender que as atividades construídas possam facilitar o domínio dos temas abordados na escola, mas também contribuam para um aumento das competências funcionais dos alunos, com maior interação com a comunidade local e sua inclusão na mesma. O uso da tecnologia móvel e da internet, irá também potenciar um maior domínio das tecnologias de informação e comunicação, de forma a promover a literacia e a inclusão digital.



Contextualização Teórica

Perfil das necessidades do utilizador de interfaces tecnológicas

Para que a tecnologia seja útil para todos e não se constitua como uma barreira para determinados utilizadores, é necessário que todos os utilizadores sejam capazes de "*perceive*", "*operate*" e "*understand*" a forma de utilização do produto, e este deve ser compatível com as suas tecnologias pessoais (Vanderheiden, 2009). No que diz respeito à perceção, é necessário que consigam receber qualquer informação apresentada, percebam que componentes de ação existem (botões, controlos, etc.) e onde estão, e que compreendam o *feed-back* de qualquer ação realizada. Ao agir sobre a tecnologia o utilizador tem de conseguir realizar as funções necessárias, completar as ações e tarefas no tempo permitido, corrigir erros, ter privacidade e segurança. É ainda necessário que compreenda como usar o produto e o seu output (Vanderheiden, 2009).

Assim, segundo o mesmo autor, quando surge uma situação em que a pessoa não consegue usar o seu contexto e dispositivos que encontra no seu quotidiano podem adotar-se três abordagens de intervenção:

- Modificar o indivíduo;
- Adaptar os produtos individuais para os tornar adequados à pessoa;
- Alterar o mundo e seus contextos, para que a pessoa o consiga usar com as suas capacidades e funcionalidades.

As dificuldades do utilizador podem ser de caráter permanente ou temporária, total ou parcial, e afetar o funcionamento motor, visual, auditivo e cognitivo.

A interação com um computador implica normalmente o uso de um teclado, um rato e um monitor. No caso das pessoas com deficiência motora são essencialmente de considerar sintomas como rigidez das articulações, paralisia de um ou mais membros, desequilíbrio, fraqueza, bradiquinésia (movimento mais lento), rigidez, dificuldades de coordenação e equilíbrio. Existem algumas soluções ao nível dos produtos de apoio, de software e de hardware. Quanto ao software são exemplos a adaptação do teclado convencional, o uso de emuladores de teclado no ecrã, o recurso a um preditor de palavras ou a modificação do controlo do cursor. Quanto ao hardware, numa ordem de apresentação do mais tradicional para o mais atual e até futurista, podem ser utilizados dispositivos como *trackballs*, *keyguards*, *joysticks*, dispositivos de input isométrico, apontadores de cabeça, *switches*, dispositivos de *damping/haptic force feedback*, sistemas de reconhecimento de fala, *head (or hand) motion transducers*, e ainda a utilização de sinais nervosos e cerebrais (Keates, 2009).

As deficiências sensoriais que mais afetam a interação homem-computador são as visuais e as auditivas. As limitações de visão podem corresponder a diferentes funções visuais, desde o campo visual, a discriminação de cores, a acuidade visual e a sensibilidade para contrastes (Kinzel & Jacko, 2009). Uma deficiência no campo visual pode afetar a interação com a tecnologia na realização de tarefas como ver o ecrã completo, ou discriminar textos e ícones pequenos. Ter dificuldade em distinguir cores ou contrastes pode dificultar o uso de interfaces em que a cor é a fonte principal para distinguir uma fonte ou implicar um acesso a novas informações.

No caso da audição, a dificuldade em ouvir pode ser de diferentes graus e tipos, afetando a percepção dos sons ao nível da intensidade, frequência e duração, sendo útil o uso de formas alternativas de comunicação. São estratégias que facilitam a interação com a tecnologia a inclusão de legendas de texto e o uso simultâneo de vídeos com tradução em Língua Gestual. A legendagem em texto é um exemplo de uma estratégia que pode ser útil não só para a pessoa com deficiência auditiva, mas também numa situação em que não se consegue ouvir o que está a ser transmitido devido a um ambiente ruidoso, onde a audição fica temporariamente limitada (Ashok & Jacko, 2009).

“O design perceptual é um paradigma que humaniza a interação entre o humano com uma limitação de percepção e o computador” (Ashok & Jacko, 2009, pp. 5). Assim, é possível que sejam criadas aplicações que vão de encontro às necessidades humanas, adequando a tecnologia às formas de percepção do utilizador.

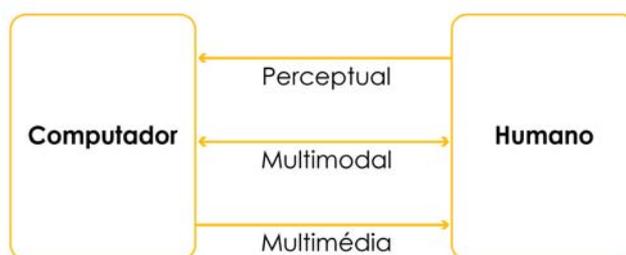


Figura 2 - Passagem de informação em interfaces perceptuais, multimodais e multimédia (Jacko et. al, 2003 In Ashok & Jacko, 2009).

Nas dificuldades de aprendizagem incluem-se exemplos como a dislexia e o autismo. Para os últimos, já existem estudos que mostram que software com sons e movimentos próprios facilitam o tempo de atenção. Ter em conta os modelos mentais deste tipo de utilizadores, e envolvê-los no processo de desenvolvimento



das soluções tecnológicas é essencial para um feedback assertivo durante o design. Neste caso, basear os questionários num maior uso de imagens em vez de texto, facilita a obtenção de feedback. Realça-se que a equipa deve ser interdisciplinar, incluindo para além dos engenheiros de software, a comunidade educativa e médica (Ashok & Jacko, 2009).

A navegação na *web* pode ser prejudicada quando é feita num local com muito ruído e onde haja muitas distrações visuais, sendo estas situações consideradas deficiências/incapacidades induzidas pelo contexto (Sears et al., 2003 In Ashok & Jacko, 2009). Para além de características físicas do contexto, também se inclui no mesmo conceito outro tipo de situações como, por exemplo, estar a realizar várias tarefas em simultâneo, que pode reduzir a concentração. A própria tecnologia pode considerar-se uma situação que induz uma deficiência, referindo-se o caso em que os ecrãs são muito pequenos, o controlo do volume não permite que seja alto o suficiente, e que limitam a exploração da tecnologia ou da aplicação como pretendido. Por exemplo, uma *handheld computer tool* deve permitir que o ecrã seja de um tamanho suficiente para que as pessoas vejam a informação de forma confortável, mas não tão grande que o torne muito pesado e, assim, menos portátil. Ao fazer o design pensando nos possíveis contextos/situações de uso, consegue-se criar tecnologia que possa ser mais usada e, principalmente, mais bem usada (Ashok & Jacko, 2009). Na seguinte tabela, adaptada de Keates (2009, pp. 5-5) procurou-se sumarizar as principais limitações de interação com a tecnologia provocadas por diferentes deficiências, e de que forma, numa perspetiva de *design for all* se podem realizar modificações para além do indivíduo para que este possa participar de forma mais efetiva.

Tipo de limitação	Atividade limitada (parcial ou total)		Solução tecnológica	
	Input	Output	Input	Output
Visual	Usar o rato	Ver o ecran	Leitores de ecran/ input de voz	Audio descrição
	Usar o teclado	Ver as imagens no tamanho e cores comuns	Dispositivos de braille	Lupa de ecrã Contraste de cores



Auditiva		Aceder a informações áudio, sistemas de alarme, avisos sonoros	Legendagem texto e transcrições "Sons visíveis"
Motora	Usar rato e/ou teclado Uso das mãos/membros superiores Coordenação motora e óculo-motora Amplitude, velocidade, força e precisão de movimento	Fazer o varrimento visual das informações no ecrã	Input alternativo (ex. voz) Teclas de acesso <i>Switches</i> e dispositivos alternativos de seleção e varrimento (<i>trackball, joystick</i>) Ecrã tátil Preditor de palavras
Cognitiva	Realizar uma sequência de ações Resolver problemas Escrever	Ler e compreender informação	Corretores ortográficos Preditor de palavras Sistema de Comunicação Aumentativa e/ou Alternativa Input de voz Ajudas para a leitura-escrita Sistema de Comunicação Aumentativa e/ou Alternativa

Figura 3 - informação das principais limitações de interação com a tecnologia provocadas por diferentes deficiências (adaptada de keates (2009, pp. 5-5).



Realidade Aumentada

Uma das tecnologias passíveis de serem utilizadas de forma a responder às necessidades de todos é a Realidade Aumentada. Emergindo da Realidade Virtual, a Realidade Aumentada, tal como a define Azuma, "*allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed or composited with the real world*" (Azuma, 1997, pp. 2), constituindo-se como um modelo de interface que permite que os utilizadores visualizem e manipulem objetos virtuais em contexto real (Billinghurst, Kato, & Poupyrev, 2005), melhorando e ampliando a perceção e auxiliando-os na realização de tarefas, recorrendo a gráficos, sons, vídeo e até *feedback* háptico.

Ao combinar os mundos real e virtual com a interatividade em tempo real e a tridimensionalidade (Azuma, 1997), a utilização da Realidade Aumentada apresenta um grande potencial, designadamente na esfera educativa, tendo vindo a evoluir muito assente no desenvolvimento e democratização tecnológica. Por oferecer metáforas tangíveis para a manipulação de objetos, enriquecer a perceção da realidade com recurso não só a informação visual, mas também áudio, vídeo e sensorial, permitir a interação entre o real e o virtual e estar alicerçada na mobilidade e no contexto, esta tecnologia constitui uma hipótese viável para projetos que se querem acessíveis a todos, desde que combinados com os dispositivos apropriados, na medida em que podem responder de forma direcionada às necessidades e características de cada utilizador.

Este facto pode ser comprovado através dos exemplos citados na literatura, como é o caso da aplicação *VOICE for Android*, através da qual pessoas com limitações visuais, recorrendo a imagens captadas em tempo real que são associadas a determinados sons, têm acesso a informações espaciais, ou o projeto *Babelfisk*, onde foram concebidos óculos que convertem as locuções orais para texto que é apresentado nas lentes de forma a apoiar pessoas com limitações ao nível da audição. Ainda neste domínio, surgem estudos que destacam a importância que estas tecnologias podem ter ao nível das limitações motoras, demonstrando-se o potencial que têm, sobretudo quando combinadas com a realidade virtual, no âmbito da reabilitação física e neurológica (Luo, et al., 2006; Merians, et al., 2002). Estas iniciativas mais recentes juntam-se a outras como o *MagicBook*, em que as palavras dos livros ganham vida convertendo-se em imagens e sons ou o *Cultureclik* que auxilia quem circula por determinados espaços, apresentando informação sobre monumentos e edifícios.



Tecnologias hápticas

Outra área emergente, a *haptics* assume-se igualmente como uma solução que pode colmatar eventuais dificuldades e enriquecer a forma como percebemos a informação. Considerado a "sensação e manipulação através do sentido do tacto" (Tan, 2000, pp. 40), o estudo das tecnologias hápticas centra-se no objetivo de conjugar "*human sense of touch with a computer-generated world*" (Smith, 1997, s/p).

No contexto da acessibilidade, estas tecnologias e dispositivos assumem grande importância pois, para além de poderem integrar a visão e a audição, oferecem ainda novas formas de explorar e manipular dados, abrindo-se à possibilidade de serem utilizadas plenamente por pessoas com limitações visuais (temporárias ou permanentes) ou motoras. Ligados ao conceito de *active touch*, os dispositivos hápticos assumem-se como uma "modalidade de input e output" (Carbonell, 2009, pp. 40-8), permitindo controlar aplicações através de movimentos táteis, mas também receber um feedback sensorial potenciando interações dinâmicas, sobretudo quando combinados com outras soluções tecnológicas que as complementam (Jansson & Raisamo, 2009).

Um dos muitos exemplos referenciados nesta área, e na sequência do que já foi referido anteriormente, é o trabalho desenvolvido junto de vítimas em recuperação de acidentes vasculares cerebrais, em que combinando a utilização de dispositivos hápticos com jogos virtuais 3D, é possível reunir indicadores de que esta combinação tecnológica, ao permitir e fomentar a repetição de gestos num ambiente motivador e com feedback aumentado, produz resultados positivos ao nível da estimulação motora e cognitiva, facilitando a transição gradual para ambientes reais (Broeren, Sunnerhagen, & Rydmark, 2009). Outro caso de sucesso referenciado na literatura é o dos mapas táteis, sobretudo quando combinados com informação áudio, como é o caso da ferramenta educativa TACTISON e o sistema de leitura de mapas virtuais desenvolvido pela *Viewplus* (Jansson & Raisamo, 2009), que permitem a leitura mais compreensiva de mapas recorrendo a superfícies táteis e informação áudio.

No entanto, apesar de, tal como sintetiza Carbonell partindo do estudo de outros autores, "*Some multiuser prototype applications have already been proposed using, for instance, augmented tabletops, interactive surfaces, or smart clothing*" (Carbonell, 2009, pp. 40-5), ao nível do feedback esta área é ainda muito emergente. Por outro lado, para além das limitações técnicas, e uma vez que estas ainda se encontram dependentes de dispositivos de curto alcance, as tecnologias hápticas estão à partida limitadas espacialmente, não sendo ainda possível perceber grandes distâncias.



Ambientes Inteligentes

Os ambientes inteligentes podem ser definidos como "*sensitive, adaptive, and responsive to the presence of people*" (Holmild & Björklind, 2003, pp. 10) ou seja, sistemas inteligentes e interativos que antecipam as necessidades dos utilizadores, adaptando-se à sua realidade e características de forma natural.

Este sistema funciona com base num grande número de sensores integrados no ambiente que recolhem dados de forma contínua, estando interligados entre si e em permanente comunicação. Ligado aos conceitos de ubiquidade e pervasividade, este sistema pressupõe uma transformação ao nível dos dispositivos, das formas de display e o desenvolvimento de novos "*smart materials*" (Privat, 2009, pp. 60-11) que consigam assegurar a total integração da tecnologia no ambiente, permitindo que o utilizador interaja com ela de forma natural, no seu ambiente natural (Lugmayr, 2006, pp. 10). Esta *calm technology* (Weiser, 1993) tem por base a utilização intuitiva, estando o utilizador no centro do processo. Tal como sintetiza Björklind, "*The transition from ubiquitous computing to calm technology mainly is a transition from technology-centred work to human-centred work*" (Holmild & Björklind, 2003, pp. 17).

Tratando-se de tecnologias emergentes, os projetos existentes são, na sua maioria, de carácter experimental, destacando-se as iniciativas *AmIGo*, que pretende criar um centro de *home entertainment* interoperável, e o projeto *Carmen*, um sistema de cobrança automática que permite que se debite automaticamente o valor das compras efetuadas num supermercado sem ter de passar pela caixa. Outras áreas importantes passam pela domótica e as ajudas de apoio, que compilam informação sobre os utilizadores, procurando assisti-los nas atividades do quotidiano.

Brain Computer Interface (BCI)

Outra área emergente prende-se com o desenvolvimento de interfaces cérebro-computador, que, tal como o nome indica, procuram estabelecer uma ligação direta entre o cérebro e a máquina utilizando dispositivos que visam descodificar a informação veiculada por ondas cerebrais, transmitindo-as a computadores. Marcadamente diferente de outras interfaces, esta tem vindo a ser objeto de muitos estudos marcadamente experimentais e demonstrativos, havendo ainda um longo caminho a percorrer na sua implementação e utilização quotidiana.

Waldner (2008) descreve de forma pormenorizada as duas principais abordagens utilizadas neste campo científico, sendo que estas se distinguem pelo tipo de



tecnologia adotada que pode, ou não, ser invasiva. Alguns estudos recorrem a encefalogramas que permitem identificar áreas do cérebro ativadas em diferentes situações e interpretar essa informação, descodificando-a e transmitindo-a a dispositivos exteriores, que podem incluir estimuladores ou simuladores musculares. Neste contexto, assumem especial importância as ondas cerebrais P300, "*the universal "symbol" of a thought linked to an "expected surprise" and always leads to a reaction of the subject itself and might involve the tools used (computer, machine vehicle, etc.)*" (Waldner, 2008, pp. 177), ou seja, ondas cerebrais com características comuns, analisáveis e que se prendem não com os símbolos, mas com a reação que o ser humano tem perante esses símbolos e os mecanismos cerebrais que esta envolve.

Esta constância e universalidade permitem que sejam desenvolvidas aplicações com base nestes sinais elétricos emitidos pelo cérebro, havendo alguns projetos no âmbito da comunicação - interfaces que permitem deslocar o rato usando apenas as ondas cerebrais ou programas que, com o apoio de software de varrimento, possibilitam que se soletrem palavras - no controlo do ambiente e meios virtuais e no desenvolvimento de próteses (Moore, 2003). Neste último cenário, no caso de limitações motoras, destaca-se a possibilidade deste tipo de interfaces vir a substituir a comunicação neurológica, restaurando estas capacidades motoras ou a possibilitando a interação com membros virtuais. Algumas destas hipóteses, já testadas, pressupõem uma abordagem diferente, uma vez que podem implicar a implantação de dispositivos no corpo dos utilizadores, tornando-se mais invasiva e difícil de estudar e controlar.

Neste campo específico, dos projetos desenvolvidos ou em fase de desenvolvimento, destacam-se o *BrainLab* na Universidade de Georgia, no âmbito do qual se verificou ser possível mover cursores e controlar uma cadeira de rodas recorrendo às ondas cerebrais e um projeto da Universidade de Duke em que, recorrendo a elétrodos, um macaco consegue movimentar um braço robótico, mesmo quando esta interação é mediada pela Internet. Igualmente significativo é o investimento da indústria do entretenimento neste domínio, começando a surgir no mercado alguns jogos que se servem desta tecnologia, destacando-se o jogo *Mindflex* da multinacional *Mattel*.



Acessibilidade na Web

Tal como já foi referido, nos últimos anos o desenvolvimento tecnológico e o crescimento exponencial da *web*, fez crescer a consciência de que, não basta produzir conteúdos e disponibilizá-los, sendo necessário torná-los acessíveis a todos. Muito embora na literatura sejam referenciados casos ligados a deficiências e limitações, a dificuldade no acesso à *web* não se esgota nas incapacidades do sujeito, dependendo muito do contexto em que os utilizadores se encontram, destacando-se ainda o número crescente de idosos que usam meios tecnológicos de forma regular, podendo necessitar de adaptações específicas que lhes permitam tirar um maior partido da tecnologia.

Estas soluções devem ser pensadas ainda na fase de conceção dos produtos, sendo que, apesar de se pensar em termos de públicos-alvo e segmentos da população específicos, "*each accessible design choice generally benefits several disability groups at once and the Web community as a whole*" (Chisholm, Vanderheiden, & Jacobs, 2001, pp. 36).

Sierkowski, citando Thatcher, define, então, a acessibilidade na Web como "*the ability for a person using any user agent (software or hardware that retrieves and renders web content) to understand and fully interact with a website's content*", (Sierkowski, 2002, pp. 288) sendo que este acesso é independente do estatuto social, limitações, localização geográfica ou qualquer outra condição específica.

A questão da acessibilidade torna-se incontornável, estando subjacentes razões de cariz ético e social, uma vez que é necessário garantir a inclusão e a igualdade de acesso à informação, a proliferação de dispositivos e browser cuja utilização pressupõe adaptações e o desenvolvimento de modelos específicos e adequados, a necessidade de flexibilizar conteúdos, fatores económicos que se prendem sobretudo com a redução de custos a longo prazo e o aumento do número de consumidores e ainda fatores de ordem legal (Sierkowski, 2002). Neste último caso, destaca-se o facto de existir legislação específica sobre este assunto, não só normas de carácter mais abrangente, mas também ao nível de cada país, existindo ainda organismos que procuram assegurar e reforçar a importância desta questão, desenvolvendo instrumentos e orientação e validação de produtos. Um desses organismos é o *World Wide Web Consortium (W3c)* do qual emanam uma série de normas que importa seguir quando se desenvolve este tipo de conteúdos.



Especificação da ideia

Anteriormente à conceção definitiva do projeto aqui apresentado, realizaram-se num momento prévio testes com os utilizadores obtendo-se algumas conclusões relativamente ao site e à atividade desenvolvida com recurso à Realidade Aumentada (Pais, Vasconcelos, Capitão, Carlos, & Almeida, 2011). Assim, verificou-se que a redundância gerada pela informação apresentada em formas variadas gera sobrecarga, dificultando a simples navegação. O cumprimento das normas W3C/ISO no site torna complexa a implementação e a interação, sendo que o input e output ficam resolvidos pela redundância, mas a interação não é tão facilmente adequada às normas referidas. Para além do nível da conceção e da tecnologia, o fator crítico está na sustentabilidade: a redundância de conteúdos implicada pelas limitações dos possíveis utilizadores pode simplesmente não tornar viável uma solução deste tipo.

Este trabalho de prototipagem e respetivos testes de usabilidade e qualidade apercebida, permitem concluir que outras soluções têm que ser procuradas, usando outros paradigmas de interação e de manuseamento da informação, com recurso a tecnologias emergentes. De qualquer forma, o conhecimento das limitações referidas, constitui-se um background precioso no sentido de identificar de forma mais sustentada as limitações que neste momento existem e pensando nas tecnologias emergentes elevar para outro patamar o projeto apresentado.

Breve descrição

Não obstante as limitações encontradas, os desenvolvimentos tecnológicos permitem-nos antever um futuro próximo em que a implementação deste tipo de solução será mais simples e sustentável, estando a redundância reduzida a um mínimo desejável, encontrando-se soluções que vão ao encontro das características de cada utilizador, permitindo-lhe aceder e partilhar conteúdos e comunicar de forma livre com todos de forma imediata, sem que isso implique o envolvimento de terceiros e o recurso a uma parafernália de dispositivos.

Pressupostos

(i) Conteúdo

Todos os conteúdos pertencem a uma de duas categorias: formais e não formais. Na primeira incluem-se os conteúdos desenvolvidos pelos professores no contexto curricular. A segunda categoria, marcadamente social, inclui os contributos de outros (professores, alunos, pais e encarregados de educação) contextualizados em



atividades propostas bem como reações/interações com os conteúdos formais. Na web 2.0 coexistem as aprendizagens formais e não formais, convergindo no entanto para um processo de aprendizagem dentro do *life long learning*. Ao promover uma aprendizagem para além do *magister dixit*, mesmo implicando crianças de tenra idade, estão a ser desenvolvidas competências do século XXI. A conjugação destas questões com o *design for all*, usando uma abordagem que pode ser designada por não invasiva no sentido em que os alunos devem exprimir-se da forma que lhes é mais natural, parece absolutamente fundamental.

(ii) Interação

A assunção da existência dos dois tipos de conteúdos referidos implica que as formas de interação devam ser cuidadosamente pensadas segundo os grupos de público-alvo, tendo em conta as limitações dos grupos identificados. *Grossus modus*, na revisão da literatura foram identificadas três tipos de adaptações possíveis que endereçam as limitações consideradas e que permitem o acesso e o uso do computador ou outros dispositivos: equipamentos específicos, adaptações no ambiente de interação e adaptações na aplicação. A verdadeira parafernália de equipamentos e aplicações associados adicionam uma complexidade acrescida. A ideia tem como um dos pressupostos de base conceber uma solução que, de alguma forma, minimize esta componente, maximizando a experiência do utilizador.

(iii) O fator S - Sustentabilidade

Para além da simplicidade é fundamental considerar a Sustentabilidade do projeto, não só do ponto de vista económico, mas também do ponto de vista ético e social. As leituras efetuadas permitem concluir que, do ponto de vista meramente tecnológico já existem formas de colmatar as limitações enumeradas anteriormente, ainda que algumas em fase embrionária. No entanto, por exigirem um grande investimento e envolverem muitos meios, torna-se inoportuno a sua aplicação em grande escala. Por outro lado, o facto de estarem associados a intervenções invasivas ou pressuporem a utilização de informação pessoal e privada levanta questões éticas sendo necessário pensar até que ponto podemos ir sem interferir na liberdade individual e ultrapassar os limites daquilo que é o respeito pela condição humana.



Descrição da ideia

Os problemas identificados permitiram a conceção de uma proposta que implica uma rutura com as soluções atualmente implementadas. O fator S implica um outro olhar sobre as soluções que buscam a acessibilidade e as tecnologias que a sustentam. Desta forma, toda a proposta apresentada centra-se no ambiente que rodeia os utilizadores, pressupondo que não é o utilizador que se adapta ao ambiente, mas o ambiente que se deve adaptar ao utilizador, sejam qual for o contexto em que decorre a interação. Compreende-se portanto que este projeto tem subjacente a conceção da realidade como um ambiente inteligente e ubíquo, anímico e *wired*.

A realidade como um ambiente inteligente e ubíquo

Neste contexto, a realidade é entendida como um ambiente inteligente alargado, onde os objetos que a compõem estão, de alguma forma, ligados em rede, fornecendo e partilhando um conjunto de informações. O sistema que suporta toda a gestão da informação é ubíquo e usa a Internet como base de sustentação tecnológica. Sobre esta rede de comunicações está assente uma base de conhecimento que tem associados sofisticados mecanismos de inferência que permitem ao sistema, além de virtualizar todos os objetos, ter a capacidade de aprender com base nas relações e interações entre os mesmos. O conceito de objeto refere-se a praticamente tudo: desde os eletrodomésticos de uma casa, até às passadeiras de uma rua, passando incontornavelmente pelas pessoas, sem esquecer a interoperabilidade com outras bases de dados. Dada a relevância para a presente investigação importa especificar brevemente esta conceção para um micro ambiente: uma rua. Todos os elementos que constituem a rua são georreferenciados em tempo real, permitindo a sua virtualização como objetos que contêm informação. Neste contexto distinguem-se dois tipos de elementos: fixos e móveis. Como elementos fixos considera-se a estrutura arquitetónica da rua a que o sistema associa todo um conjunto de informação acessível através de uma ligação à internet ou mesmo através de uma ligação por Bluetooth ou por proximidade com RFID aos objetos. Os elementos móveis (por exemplo, pessoas, carros), dada a imensa volatilidade da informação, poderão estar disponíveis organizados por grupos sem grande nível de especificação. O exemplo anterior não reflete nenhuma visão particular sobre os micro ambientes a que se referem: pretende-se apenas explicitar o enorme conjunto de informação que integra.



Personalização – utilizador versus pessoa

Para cada pessoa existe um perfil único na base de conhecimento. O perfil de cada pessoa é permanentemente alimentado com dados de fontes diferenciadas: desde os dados do Sistema Nacional de Saúde até aos registos do processo do aluno que existem na escola, passando eventualmente pela presença em redes sociais. Este perfil, altamente dinâmico e mutável em muitas das suas dimensões, é enriquecido de cada vez que há interação com os dispositivos a que o utilizador acede (telemóvel, computador,...), com as opções que faz em determinado momento, a forma como acede aos conteúdos e os tempos de reação. A conjugação de toda esta informação permite a definição de um perfil único, pois é também único cada indivíduo, rico na diversidade de fontes e ao mesmo tempo adaptável e flexível ao longo do tempo, através da capacidade que o sistema tem de aprender. É hoje cada vez mais evidente o esforço global no sentido de implementar mecanismos conducentes à convergência dos diferentes média. A multiplicidade de tecnologias de comunicação que suportam a interação caminha no sentido da convergência, até porque estão a mudar a forma como pensamos e como aprendemos. Se bem que a abordagem tecnológica seja basilar é, neste sentido, muito importante, a componente pedagógica que permite ir mais além e equacionar cenários de utilização da tecnologia de forma convergente, ricos em experiências e aprendizagens. A extensão da convergência quando se equaciona a partilha da informação em contexto de bases de dados conflui numa das dimensões da interoperabilidade. Um dos maiores legados da Internet é a diversidade: não cabe na proposta a apresentar impor uma tirana de um único acesso: antes, tirar partido da multiplicidade mas juntando todos estes componentes como dimensões de um perfil único no sentido que convergem todas as informações sobre a pessoa. Num cenário de convergência, o conteúdo, a interação com o conteúdo e a interação com o outro, pode ser feita usando diferentes tecnologias convergindo para o mesmo fim, no mesmo meio e com uma multiplicidade de fontes de informação que caracterizam o perfil da pessoa.

Tendo presente a ubiquidade do sistema, a necessária relação entre a pessoa e o seu perfil existente no sistema, pode ser feita de várias formas e dependendo do dispositivo que está a ser usado para mediar a interação: desde o tradicional sistema de autenticação através do *par user e password*, até aos vários tipos leitores biométricos (iris, impressão digital, reconhecimento de voz). Este passo para iniciar o processo de interação com o sistema, associando o perfil guardado no sistema e a pessoa é basilar: a forma como pode ser feito, usando as tecnologias anteriores, pode variar segundo a preferência de cada um, mas também segundo



as limitações que estão associadas a cada grupo do público-alvo definido. Por exemplo, para uma pessoa com limitações visuais muito severas a tecnologia usada na autenticação poderá ser o reconhecimento de voz (embora existam outros métodos associados).

Foi referida como característica do perfil do utilizador a adaptabilidade. Esta adaptabilidade pode ser entendida no contexto específico do ambiente físico em que decorre a interação. Assim, podem ser temporariamente adicionadas ao perfil, informações sobre, por exemplo, a luminosidade e o nível de ruído do ambiente para que os dispositivos (computadores, telemóveis,...) adaptem as suas definições ao nível da luz e do som, de forma a melhorarem as condições da interação.

Interação

No ambiente inteligente descrito anteriormente e com o conhecimento da pessoa que permite a individualização de um perfil, compreende-se a existência de um conjunto de funcionalidades e de opções que são adaptadas para cada um, sem existir o pressuposto da divisão por grupos. A título de exemplo, a este nível, podem ser ilustradas algumas situações concretas, tendo presente o público-alvo que a proposta de solução tecnológica pretende endereçar:

- a) Se o sistema sabe que um utilizador gosta especialmente do verde, as cores dos temas a usar poderão ser baseadas nessa cor;
- b) Para um utilizador com limitações visuais, os dispositivos ativam a áudio-descrição, ou ativam o alto contraste e a lupa, dependendo do grau de limitação e elegem o reconhecimento de voz como forma de interação. Será ainda possível, recorrendo a tecnologias hápticas e à realidade virtual, simular um teclado que permita a escrita em braille, tendo presente a sua importância para pessoas com limitações severas na visão.
- c) Os ambientes de interação tornam-se minimalistas e mais iconográficos se o utilizador tem limitações cognitivas no âmbito do seu nível simbólico, memória ou atenção.
- d) *O sistema ativa a webcam, bem como elege como forma de interação o vídeo quando o perfil do utilizador remete para uma situação em que domina a língua gestual mas tem um reduzido domínio da leitura-escrita.*

Estes exemplos remetem para uma sociedade verdadeiramente democrática onde todas as adaptações ao nível do acesso ocorrem no ambiente. Dos exemplos anteriores ficaram de fora as limitações associadas à componente motora. Esta opção foi propositada uma vez que exige outra abordagem, já que as questões



que se colocam são a um nível mais básico de acesso. No contexto da presente investigação e para os casos que têm associadas limitações motoras severas, a interação pode situar-se ao nível do *Brain Machine Interface* (BMI) ou *Brain Computer Interface* (BCI), na abordagem não invasiva. Neste cenário, o perfil ativado para este utilizador, ao detetar a ligação, que pode ser por *Bluetooth* eliminando cabos, do dispositivo aos elétrodos EEG ativa a interação situando-a a dois níveis:

- e) Comandos de voz, em tudo semelhantes aos definidos para um utilizador com limitações de visão, transformando o pensamento em áudio;
- f) Nos casos em que os comandos de voz não são suficientes, ou que impliquem um grande esforço de concentração, ativar um teclado virtual, utilizando intensivamente o preditor de palavras, que permite ao utilizador interagir com o dispositivo.

Não obstante o sistema permitir estas formas de interação profundamente dependentes do perfil do utilizador, persistem algumas questões que se relacionam com a natureza dos conteúdos, principalmente os que advêm da interação.

Conforme já foi referido, sendo a realidade um ambiente inteligente e ubíquo, terá que ter a capacidade de transformar e adaptar os processos de interação com os dispositivos de forma a adequar-se a cada utilizador. Este paradigma é radicalmente diferente do atual que busca a adaptação dos conteúdos tendo por base a redundância da apresentação da informação em vários formatos acessíveis por cada utilizador em função das limitações que lhe estão associadas. A passagem para este outro paradigma no enquadramento permitido pelos ambientes inteligentes, do ponto de vista conceptual, é pacífica e natural: existindo uma base conhecimento assente sobre um sistema inteligente o ambiente em que decorre a interação deixa de ser amorfo e anódino para se tornar numa experiência pessoal, individual e única. Este processo, a ser implementado por algoritmos com uma complexidade muito elevada, que ainda não existem ou são absolutamente emergentes, permite que as pessoas expressem os conteúdos da forma que lhes é mais natural e que, através de uma tradução feita em tempo real, sejam acessíveis para outras. O termo tradução não deve ser entendido da forma mais literal: é mais lato do que isso. Na verdade, a tradução de um vídeo para áudio é muito mais do que a reprodução da faixa de áudio associada ao vídeo. Da mesma forma, a descrição de uma imagem, seja através de texto ou de áudio-descrição, tem que ser enquadrada e adequada. Pretende-se que este processo, neste momento apenas tangível por humanos, seja feito pelo sistema de forma inteligente em tempo real, segundo o perfil a que



Funcionalidades do sistema

As funcionalidades do sistema apresentado procuram responder a um conjunto de objetivos, referidos de forma direta e indireta na literatura consultada sobre o *design for all* e a acessibilidade. Assim, um dos primeiros objetivos é que toda a informação seja percebida por qualquer utilizador. Para esse efeito, o sistema apresentará a funcionalidade de conseguir receber qualquer tipo de informação – formato áudio, vídeo e texto, podendo o vídeo ser uma mensagem em língua gestual, dispondo de dispositivos como microfone, webcam, teclado normal, braille e háptico. Complementarmente, fará a transcodificação de qualquer um dos tipos de informação de uns para os outros, convertendo uma mensagem áudio para língua gestual ou para texto, uma mensagem de texto para áudio ou para língua gestual, e uma mensagem em língua gestual para texto ou áudio, usando para isso em primeira instância o ecrã, e/ou também *phones*/colunas.

Outro objetivo pretendido é que o sistema se adapte ao utilizador e às suas necessidades num determinado contexto e situação. Estas necessidades podem prender-se com o formato em que as informações são apresentadas e com o modo de interação. Para isso, apresentará a funcionalidade de identificar o utilizador de forma inteligente, no momento inicial, e de se adaptar recorrendo às diversas formas de apresentação da informação referidas acima (áudio, vídeo, texto), que podem ser propostas pelo sistema, mas também alteradas de acordo com a escolha do utilizador. No que diz respeito ao modo de interação, o sistema terá a funcionalidade de esta poder ser feita de diversas formas – através do toque, da fala, da escrita, e de ondas P300. Desta forma, conseguir-se-á cumprir um outro objetivo que é o de que todas as componentes do produto tenham pelo menos um modo (ou conjunto de modos) de interação em que não é necessário apontar, ver, falar, dar uma resposta rápida, fazer movimentos motores finos, realizar outra ação em simultâneo, usar ou apresentar uma parte biológica (toque, impressão digital, íris, etc.). Pela sua funcionalidade multi-plataforma, o sistema também facilitará a compreensão das operações e do conteúdo, mesmo para pessoas que não estejam com ele familiarizadas. Assim, com recurso à iconografia universal e padronizada, e com a transcodificação de diferentes formas de comunicação, o sistema apresentará mais uma funcionalidade que é a de apresentar informações claras e inteligíveis para qualquer utilizador.

Um último objetivo é que o sistema forneça compatibilidade com tecnologias/ produtos de apoio. Assim, será compatível com todas as tecnologias e produtos de apoio, de onde se realçam as bengalas inteligentes e as tecnologias hápticas.



Tendo presente que uma das linhas orientadoras do projeto é tornar a tecnologia o mais transparente possível, entende-se a opção pelo sensores de EEG para ondas P300, com as tecnologias de ligação por Bluetooth, RFID e WIFI, que permitem uma diminuição do uso de tecnologias de apoio com ligações por cabo, o que facilita a mobilidade e a autonomia.

Representação gráfica do modelo/arquitectura do sistema

Na ideia descrita anteriormente, a realidade é entendida como sendo um ambiente inteligente e ubíquo, anímico e *wired*. A representação gráfica de um sistema com esta abrangência revelou-se uma tarefa algo complexa e adotou-se uma abordagem assente numa metodologia tipicamente *top-down*. Importa considerar a quase omnipresença dos sistemas de georreferenciação como forma de localizar todos os objetos num mapa virtual da realidade, justificando-se a individualização da ligação com o satélite. A ubiquidade de um sistema assente sobre a Internet encontra uma materialização em alguns contextos representados do quotidiano. Em casa, numa abordagem que ronda a domótica sofisticada, todos os dispositivos estão ligados e capazes de interagir de diferentes formas usando diversas tecnologias. Numa qualquer rua, a informação de tráfego, os placares informativos e mesmo as informações relativas aos elementos arquitetónicos, estão disponíveis e integradas no sistema. A extrapolação para os outros contextos representados pode ser encontrada num exercício de generalização.

Tendo presentes as funcionalidades do sistema acima descritas, foram definidos cinco grandes grupos de componentes, que deveriam integrar/constituir a Internet como rede global:

- Redes sociais
- Este componente irá agregar todo conjunto de servidores, aplicações e serviços que suportam a web 2.0.
- Redes institucionais
- Muito embora do ponto de vista físico sejam igualmente um conjunto de servidores, aplicações e serviços, o tipo de informação que circulará por esta rede é de carácter institucional e, ao contrário da componente das redes sociais, está sujeita a normas e a regras muito específicas.
- Serviços típicos da internet
- A inclusão de uma componente que suporte os serviços típicos da Internet surge de forma natural e conducente a uma maior consistência.
- Componente móvel
- A componente móvel integrará não só o conjunto de serviços que fazem a



gestão de todas as comunicações móveis, mas também todo o tratamento da georreferenciação.

- Componentes do ambiente inteligente
- Esta é a componente do sistema que permitirá elevar para o patamar seguinte algumas das funcionalidades já existentes nos sistemas atuais. Esta componente subdivide-se em duas que importa analisar separadamente.
- Servidores para a transcodificação

Esta componente, constituída por computadores altamente sofisticados e com capacidade de processamento que permitirá a execução de algoritmos muito complexos, principalmente no que se refere à análise da componente de vídeo e de áudio. A transcodificação a que se alude na descrição das funcionalidades deve ser entendida como inteligente, contextualizando o conteúdo. Poder-se-ia ter ido mais longe, garantindo a transcodificação num contexto alargado de tradução inteligente para qualquer língua e não fazê-la depender apenas dos média usados, concretizando uma outra vertente do *design for all*, eliminando as barreiras linguísticas tendo sempre em atenção os contextos culturais. Dado o contexto da presente investigação entende-se que a transcodificação se situa a nível dos diferentes média. A redundância terá de estar garantida nesta rede de servidores de forma a garantir um desempenho em tempo real.

- Servidor de interoperabilidade para a criação do perfil pessoal

A componente que permite a definição do perfil pessoal é, sem dúvida, essencial. Conforme já foi referido, o sistema irá criar um perfil que será único mas para onde converge toda a presença na rede. A interoperabilidade surge como fator chave associado a este processo. Hoje, principalmente ao nível das aplicações da *web* social já se denota um esforço neste sentido: os dados de autenticação do *facebook*, por exemplo, são usados por muitas outras aplicações. No entanto existe hoje um conjunto de sistemas que são fechados: as redes institucionais são, sem dúvida, um exemplo acabado da verdadeira enclausura da informação. Já se têm assistido a algumas práticas que procuram promover a interoperabilidade, situando-se, porém, ao nível da disponibilização de *webservices* ou de dados cujo formato foi previamente protocolado.

O sistema deverá operar integrando todos os serviços e servidores descritos através de uma camada de aplicações que o unifiquem na diversidade.

Um segundo nível de análise pode ser situado ao nível da interação do utilizador com os dispositivos que estão ligados ao sistema. O esquema da figura 4 ilustra uma possibilidade do processo de interação mediante a definição de um perfil.

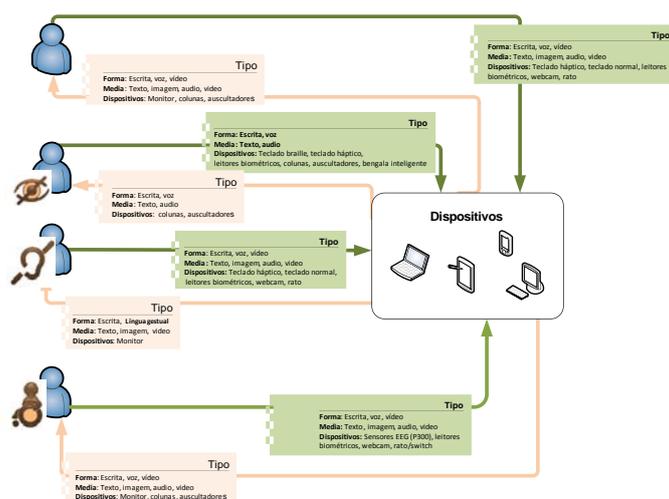


Figura 4 - Interação do utilizador com os dispositivos.

No cenário esquematizado estão representados os grandes grupos de público-alvo identificados no presente estudo: sem limitações, com limitações visuais, com limitações auditivas e com limitações motoras. Utilizadores com dificuldades de leitura ou dificuldades cognitivas, também poderão beneficiar da utilização das formas de interação previstas para os sub-grupos representados, por exemplo, no caso de uma dificuldade de leitura, utilizar a audio-descrição e os comandos de voz para interagir com o sistema. As formas de interagir com os dispositivos são, até onde o sistema permite, adaptáveis com base no conhecimento que tem da pessoa (perfil). Assim, para cada utilizador o sistema predefine as formas de interação com os dispositivos que são mais adequadas, discriminadas no esquema. A título de exemplo refere-se que para uma pessoa com limitações visuais as formas de input selecionadas são a escrita e a voz e de output a voz.

O cruzamento dos dois modelos anteriores permite perspetivar a forma como os conteúdos de adaptam a cada perfil nos dispositivos. Nas subsecções seguintes são ilustradas três situações concretas de utilização do sistema. A primeira é complementada com um esquema de como todo o sistema funciona.

Exemplos da ideia: estudo do meio para todos.pt

Tendo presentes todas as peças dos pressupostos e da reflexão anterior, a tarefa de construir um site com os pressupostos do *design for all*, revela-se algo simplificada. Considerando que o site está sustentado num ambiente inteligente cujo modelo

foi descrito anteriormente, com as funcionalidades já elencadas, em que os mecanismos de interação são também nele (ambiente) suportados, a nível de conceção, a liberdade é quase total.

O site, estruturalmente apresenta 5 secções: Instituições, Profissões, Atividades, Contactos e Sobre. As secções Contactos e Sobre contêm informações sobre os contactos da equipa que fez o site e o enquadramento em que foi construído, respetivamente. As duas primeiras secções (Instituições, Profissões) incluem conteúdos ditos formais sobre as temáticas a tratar. É na secção Atividades que se materializa o conceito de web 2.0, através da proposta de atividades que permitam uma dimensão mais social da aprendizagem. Além de constituir um fórum temático e aberto a todos, são também lançadas atividades pedagógicas. Nesta secção está também previsto um pequeno sistema de videoconferência. O esquema representado na figura seguinte ilustra, de forma algo rude, a arquitetura do site.

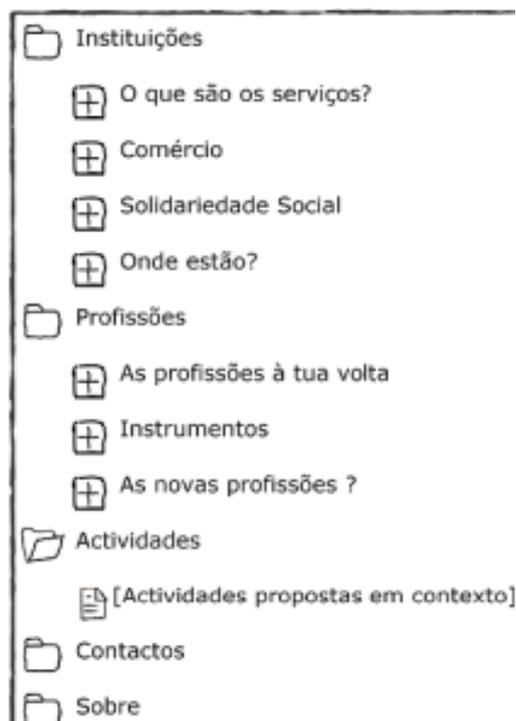


Figura 5 - Arquitetura do site.



Com o objetivo de ilustrar como se poderia processar a interação entre as crianças num contexto de acessibilidade enquadrada num ambiente inteligente, podem ser analisadas três propostas de atividades.

- Visita a instituições locais

Poderá organizar-se uma visita de estudo a uma instituição local (como, por exemplo, o Quartel dos Bombeiros) que inclua um grupo de alunos com limitações a nível visual ou auditivo, sendo que, concluída a visita, estes terão de produzir um texto para publicar no site. Na escola, o computador em que os alunos trabalham adapta-se ao seu perfil e características, permitindo a interação através da voz. No caso dos alunos surdos é possível aceder a um sistema de videoconferência que converte a língua gestual em áudio, recorrendo-se a esta comunicação mediada pela tecnologia para a realização do trabalho.

Refira-se que todo o processo de identificação deverá ocorrer de forma automática, podendo ser feito através de um sensor biométrico ativado por aproximação.

- Exploração de locais próximos da escola

Poderão ser organizadas saídas da escola com o objetivo de conhecer as lojas e as instituições na sua proximidade. Cada aluno levará o seu telemóvel que o ajuda a saber mais sobre o tema, uma vez que ao passar por um determinado local indica o nome, os produtos comercializados e as profissões que lhe estão associadas. No caso dos alunos com limitações motoras e visuais este dispositivo permite ainda identificar barreiras arquitetónicas e objetos importantes para o contexto.

As formas de comunicação e interação são também adaptadas. Se o caso dos alunos com limitações visuais a comunicação passa pela utilização do áudio e do braille (recorrendo a um teclado háptico que emerge do ecrã), no caso dos surdos as informações são veiculadas e partilhadas através da Língua Gestual e legendas, fomentando-se a aquisição de vocabulário. No caso dos alunos com paralisia e limitações graves o telemóvel é colocado num suporte rotativo e flexível recorrendo-se ao sistema BMI para interagir.

Para além de consultarem informação, os alunos podem ainda acrescentar os seus próprios dados tirando fotografias, gravando apontamentos ou publicando vídeos cuja descrição em texto e áudio fica imediatamente disponível.

- Atividades em sala de aula

Poderá ainda ser pedido aos alunos que apresentem objetos em contexto de sala de aula através da utilização de dispositivos móveis e hologramas táteis

recorrendo a micro-esferas moldáveis presentes em estiletos. Isto permitirá não só uma experiência enriquecida de interação e manipulação mas também a partilha de informação, uma vez que, utilizando dispositivos individuais adaptados ao seu perfil, os alunos poderão discutir o que lhes é apresentado recorrendo, mais uma vez, ao áudio, vídeo e também ao toque.

Demonstrador visual de 'prova de conceito'

Na figura seguinte apresentam-se algumas imagens exemplificativas do interface-tipo do site idealizado e sua possível apresentação para utilizadores com perfis diferentes. Assim, a primeira figura (6) ilustra o output do site para um utilizador sem limitações. O próprio site se configura para que os dados multimédia sejam adequados ao interesse e necessidades do utilizador, realçando-se que neste caso há uma preferência pela cor roxa, daí que tenha sido essa a alteração ilustrada. Já no caso de um utilizador que aceda às informações pela Língua Gestual, esta componente do site é disponibilizada sempre que o mesmo o utilize, não sendo necessário que o utilizador selecione nenhuma opção e modifique a configuração comum do site, como é representado na figura 7. O mesmo acontece quando um utilizador com limitações visuais acede ao site: as informações são disponibilizadas com áudio-descrição, estando os ícones correspondentes associados a uma tabulação (daí o caixilho que se observa à volta do ícone de áudio) para que a sua identificação e seleção no espaço seja facilitada à pessoa invisual (figura 8).



Figura 6 - Apresentação para um utilizador sem limitações e com preferência pela cor roxa.

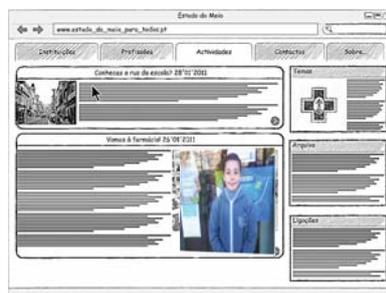


Figura 7 - Apresentação para um utilizador com limitações de audição.

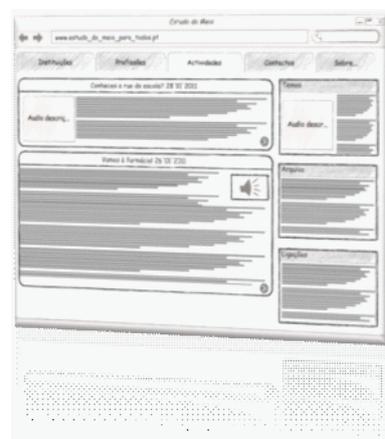


Figura 8 - Apresentação para um utilizador com limitações de visão.

Numa situação de exploração do ambiente inteligente com um dispositivo móvel a informação também é apresentada ao utilizador de acordo com as suas preferências e necessidades. Havendo uma norma universal para a iconografia, a cada um dos espaços e locais corresponde o mesmo ícone, e de acordo com o perfil do utilizador o formato das informações é de áudio, vídeo e texto (figura 9), língua gestual, vídeo e texto (figura 10), audiodescrição (figura 11). No terceiro caso, em que o utilizador apresenta limitações visuais, existe ainda a disponibilização de um teclado háptico que emerge do ecrã do dispositivo móvel para o utilizador fazer o input de informações. Além disso, o utilizador tem uma bengala inteligente que está sincronizada com o dispositivo móvel e com os objetos e edifícios do espaço real, havendo troca de alertas para a mobilidade conjugadas com informações sobre o que pode encontrar nesse local. No caso dos alunos com limitações motoras graves poderá optar-se por um sistema e BMI ou de varrimento.



Figura 9 - apresentação para um utilizador sem limitações.



Figura 10 - Apresentação para um utilizador com limitações de audição.



Figura 11 - Apresentação para um utilizador com limitações de visão.

Estudo de viabilidade técnica

Um estudo da viabilidade técnica de um sistema com a dimensão e os entrecruzamentos do ora proposto revela-se uma tarefa verdadeiramente épica. No contexto permitido por uma macro-análise as principais funcionalidades inovadoras do ambiente inteligente podem ser descritas como: definição de um perfil pessoal, transcodificação, suporte multimodal para a interação e ubiquidade da Internet associada à georreferenciação. Importa pois analisar em termos de viabilidade técnica cada uma destas macro funcionalidades.



O ambiente inteligente

- Definição de um perfil pessoal

Já foi referido o esforço no sentido da convergência e da interoperabilidade que, por todo o planeta, se faz sentir. O formato XML e os outros que lhe seguiram são exemplos do caminho já feito nesse sentido. Estabelecer protocolos de comunicação entre as diferentes plataformas (sociais, institucionais, e outras) não é, do ponto de vista técnico um problema objetivo. No entanto, passa a representar uma limitação concreta a ausência de um protocolo deste género. Se bem que existam entraves tecnológicos, perfeitamente solucionáveis a curto ou médio prazo, há outros níveis de barreiras que estão no caminho da convergência e da interoperabilidade e que vão desde a perspetiva proprietária da indústria do conhecimento até à sensibilidade na questão da definição da estrutura dos dados pessoais. Considera-se que a construção complexa do perfil não é exequível no curto prazo, por razões que vão para além das tecnológicas.

Outro aspeto que se prende com a questão do perfil pessoal é a identificação das formas e dos dispositivos envolvidos num processo de login.

- Transcodificação

A transcodificação representa um problema de base tecnológica ainda por resolver. No caso mais *simples*, representado pela transcodificação texto-áudio, só muito recentemente existe uma qualidade aceitável via Internet, mas ainda em modo experimental. A manipulação de vídeo também está a dar os primeiros passos: apesar de já existirem alguns projetos no sentido de efetuar o reconhecimento da língua gestual, ainda persistem muitas questões por resolver. As dificuldades a nível do tratamento do vídeo não se esgotam no exemplo anterior: a áudio-descrição de um vídeo envolve um processo de grande complexidade ao nível do raciocínio humano. Espera-se que num futuro, que se deseja próximo, este conjunto de funcionalidades estejam disponíveis... De momento, está apenas implementada de forma estável a transcodificação texto-áudio.

- Suporte multimodal para a interação

Para que a interação com os dispositivos possa ser feita de forma multimodal é necessário ter os respetivos dispositivos de acesso. Assim, para a identificação de dados biométricos, é necessário um leitor biométrico, o que já está acessível ao utilizador comum, mas ainda não integrado em qualquer dispositivo móvel ou fixo. Para o input de dados visuais, são necessárias webcams, para os dados de voz, microfone, e para os dados de escrita, teclado (normal ou braille), estando estes



dispositivos já disponíveis no mercado. O mesmo não se verifica com os teclados hápticos e os sensores de ondas P300, que ainda pertencem ao grupo das tecnologias emergentes, a um nível experimental, e por isso ainda dispendiosas e pouco acessíveis ao utilizador comum. No caso do output de dados, caso sejam dados visuais, é necessário um ecrã; se os dados forem áudio, o sistema requer o uso de phones ou colunas; e por sua vez, para os dados táteis, é necessário um estilete com micro-esferas. Verifica-se que, atualmente, a maioria destas tecnologias existe, exceto a referente à tecnologia háptica, a qual ainda se encontra em fase experimental.

- Ubiquidade da Internet associada à georreferenciação

Tratando-se de uma tecnologia existente, a georreferenciação apresenta algumas limitações que impediriam a implementação do projeto da forma que se encontra definido. Para permitir o nível de detalhe e orientação preconizado seria necessário aperfeiçoar o sistema existente, reduzindo a margem de erro a milímetros ou eliminando-a por completo e marcar todos os elementos fixos no exterior. A ubiquidade do sistema exigiria ainda que este sistema fosse implementado de forma concertada no interior dos edifícios, sendo esta a área na qual se verifica um maior atraso.

Descrição da equipa de trabalho

O desenvolvimento de um produto constitui-se como um processo colaborativo enriquecido pelas diferentes visões sistémicas das pessoas que envolve. Neste sentido, a equipa deve ser multidisciplinar: podem ser incluídos elementos com diferentes posicionamentos perante o sistema e cujo trabalho vai ser influenciado e até enriquecido pela introdução de novas perspetivas por parte de outros. Para implementar este projeto e atingir eficazmente os objetivos e procedimentos do design for all, têm de ser incluídos na equipa profissionais variados, e os próprios utilizadores, sendo essencial o contributo de todos ao longo do processo de conceção, avaliação e utilização. "The inter-disciplinary nature of design is obvious (...): universal access technology is not a venture of just software engineers, but a joint effort of members of the educational community, medical community, and technologists" (Ashok & Jacko, 2009, pp. 4-6). Assim, identificam-se como elementos relacionados com a parte técnica e tecnológica do projeto engenheiros informáticos de sistemas e designers de interação. Relativamente ao conteúdo pedagógico é necessário incluir professores do ensino regular. Quanto à especificação do acesso a pessoas com limitações sensoriais, motoras ou cognitivas, deve ser constituída uma equipa de peritos de cada uma das áreas, onde se incluem docentes de



educação especial (área visual, auditiva e mental-motora), técnicos especializados (fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, terapeutas da fala e intérpretes de Língua Gestual) e ainda psicólogos. Ao nível do utilizador, devem existir grupos representativos de cada um dos sub-grupos do público-alvo, adultos e crianças, no sentido de haver experiências de interação diferentes, mas também uma boa capacidade de avaliação, reflexão e identificação de problemas e de possíveis soluções.

Conclusões

A ubiquidade da tecnologia e a necessidade desta estar acessível a todos de forma a que dela possam tirar o máximo de benefícios, bem como todo o investimento e desenvolvimentos nesta área fazem vislumbrar um futuro em que, cada vez mais, a barreira entre o real e o virtual se esbate, sendo possível interagir com a realidade de forma cada vez mais rica, universal e diversificada.

No entanto, verificam-se ainda problemas ao nível da acessibilidade, equidade e inclusão digital cuja resolução dependerá de abordagens inovadoras e de novos paradigmas holísticos em que o ambiente se torna o mediador da interação, adaptando-se aos indivíduos e às suas especificidades.

Partindo desta perspetiva, que coloca no ambiente o ónus da adaptabilidade, desenvolveu-se uma proposta que partindo de modelos atuais e, com base numa análise que passou pela prototipagem, aplicação e avaliação de atividades, preconiza o desenvolvimento de interfaces inteligentes, nos quais a interação ocorre de forma natural, diversificada e personalizada.

Esta solução integradora levanta, no entanto, algumas questões que se prendem com a ética e com o direito à liberdade individual. Por implicar o conhecimento profundo dos utilizadores, não só com base nas suas interações com o sistema, mas também através do acesso a dados armazenados em diferentes repositórios, estas interfaces poderão colocar em causa a privacidade dos indivíduos, podendo ainda, quando não desenvolvidos e supervisionados corretamente, colocar-se a questão destes dados serem utilizados para controlo e monitorização dos indivíduos por entidades externas. Esta questão constitui um dos grandes desafios futuros das sociedades atuais.

Ainda relativamente ao projeto descrito, o processo de investigação, análise e reflexão permitiu concluir que existem fatores essenciais que devem ser considerados



aquando a conceção e implementação de projetos que se querem abrangentes, inclusivos e acessíveis.

Em primeiro lugar é necessário conhecer de forma aprofundada e aprioristicamente os públicos-alvo e as suas especificidades, incluindo-os nos projetos desde o primeiro momento e contando com o seu input em todo o processo, designadamente na avaliação que se pretende frequente e construtiva. Uma das formas de assegurar esta participação é incluir elementos representativos destes públicos nas equipas responsáveis, sendo que estas devem ser multidisciplinares, incluindo técnicos especializados de diferentes áreas e mediadores que assegurem a fluidez de comunicação. Igualmente fundamental é prever de forma rigorosa as diferentes variáveis que podem interferir na interação, sendo que estas devem ser levadas em consideração no momento da planificação, facilitando a implementação e evitando posteriores reformulações. Todas estas questões são determinantes para a viabilidade e sustentabilidade do trabalho desenvolvido.

Em suma, o presente trabalho procurou demonstrar que no contexto atual é difícil encontrar soluções verdadeiramente acessíveis, sendo que a obtenção dessa meta passará pelo desenvolvimento de novos dispositivos, alicerçados em tecnologias emergentes, não sendo ainda possível prever a sua evolução. A avaliação dos resultados numa proposta com as características apresentadas releva-se particularmente difícil, dado o contexto das tecnologias emergentes apresentadas. No entanto, a crescente preocupação com estas questões, bem como os progressos que se têm verificado deixam antever uma sociedade em que será mais fácil todos participarem de forma equitativa e apoiados na tecnologia que estará cada vez mais, ao serviço de todos.



Referências bibliográficas

- Ashok, M., Jacko, J. A. (2009). Dimensions of User Diversity. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. New York: CRC Press.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Billinghurst, M., et al. (2005). The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(3), 6-8.
- Broeren, J., et al. (2009). Haptic virtual rehabilitation in stroke: transferring research into clinical practice. *Physical Therapy Reviews*, 14(5), 322-335.
- Carbonell, N. (2009). Contributions of "Ambient" Multimodality to Universal Access. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. NY: CRC Press.
- Carson, G. (2009). The Social Model of Disability. Consultado a 1/2011, disponível em <http://www.saifscotland.org.uk/fileuploads/low-res-saif-social-model-8338.pdf>.
- Chisholm, W., et al. (2001). Web content accessibility guidelines 1.0. *interactions*, 8(4), 35-54.
- Holmild, S., Björklind, A. (2003). Ambient Intelligence to Go. *AmlGo White Paper on mobile intelligent ambience*.
- Jansson, G., Raisamo, R. (2009). Haptic interaction. *The Universal Access Handbook*.
- Keates, S. (2009). Motor Impairments and Universal Access. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. New York: CRC Press.
- Kinzel, E., Jacko, J. A. (2009). Sensory Impairments. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. New York: CRC Press.
- Lugmayr, A. (2006). The future is 'ambient' (Proceedings Paper).
- Luo, X., et al. (2006). *Integration of augmented reality and assistive devices for post-stroke hand opening rehabilitation*. Artigo apresentado.
- Merians, A., et al. (2002). Virtual reality augmented rehabilitation for patients following stroke. *Physical Therapy*, 82(9), 898.
- Min.Ed. (2004). *Organização Curricular e Programas*
Título: Ensino Básico — 1.º Ciclo (4ª ed.). Mem Martins: Editorial do Ministério da Educação.
- Moore, M. (2003). Real-world applications for brain-computer interface technology. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, 11(2), 162-165.



- O.M.S., D.G.S. (2003). *Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*.
- Pais, F., et al. (2011). "Mobile Learning" e Realidade Aumentada - Um Projecto Para Alunos Surdos. Paper presented at the 6ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.
- Pound, C., et al. (2001). *Beyond Aphasia - Therapies for Living with Communication Disability*. United Kingdom: Speechmark Publishing, Ltd.
- Privat, G. S., N. (2009). Ambient Intelligence. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. NY: CRC press.
- Sierkowski, B. (2002). *Achieving web accessibility*. Artigo apresentado.
- Smith, C. (1997). Human factors in haptic interfaces. *Crossroads*, 3(3). 14-16.
- Tan, H. (2000). Perceptual user interfaces: haptic interfaces. *Communications of the ACM*, 43(3), 40-41.
- Vanderheiden, G. C. (2009). Accessible and Usable Design of Information and Communication Technologies. In C. Stephanidis (Ed.), *The Universal Access Handbook*. New York: CRC Press.
- Vieira, F. D., Pereira, M. C. (1996). *Se houvera quem me ensinara... A educação de Pessoas com Deficiência Mental*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. Serviços de Educação.
- Waldner, J. (2008). *Nanocomputers and swarm intelligence*: ISTE.
- Weiser, M. (1993). Hot topics-ubiquitous computing. Vol. 26. *IEEE Computer Society*.