

# Desenvolvimento de Jogos Educativos na plataforma APEX: O Jogo da Asma

Tiago Gomes<sup>1</sup> Tiago Abade<sup>1</sup> José Creissac Campos<sup>1</sup> Michael Douglas Harrison<sup>2</sup>  
José Luís Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Universidade do Minho & HASLab / INESC TEC, Braga, Portugal

<sup>2</sup> Newcastle University & Queen Mary University of London, Reino Unido

<sup>3</sup> Institute of Research in Informatics of Toulouse, University Paul Sabatier, France

pg19814@alunos.uminho.pt, pg20691@alunos.uminho.pt, silva@irit.fr, jose.campos@di.uminho.pt

---

## Resumo

A plataforma APEX foi desenvolvida para a prototipagem de ambientes de computação ubíqua. Neste artigo exploramos a sua aplicabilidade ao desenvolvimento de Jogos Sérios. Ou seja, jogos que para além de uma componente lúdica, possuem uma componente instrutiva e formativa. Em concreto, descrevemos o Jogo da Asma. Um jogo que pretende chamar a atenção das crianças para os factores causadores de ataques de asma, bem como transmitir conhecimento sobre como os evitar. Para além de se descrever o jogo, descrevem-se os resultados de um estudo em que se procurou avaliar quer a viabilidade da utilização da plataforma na criação de jogos sérios, quer a usabilidade do próprio jogo.

## Palavras-Chave

Jogos Sérios, Asma, Ambientes Virtuais

---

## 1 Introdução

Os Jogos Sérios (tradução literal do termo inglês, *Serious Games*) baseiam-se no facto de que jogar pode significar aprendizagem e não apenas puro entretenimento. Ou seja, de que os jogos podem ser utilizados para instruir e formar, para além de proporcionarem momentos lúdicos. Mike Zyda [Zyda 05] define um Jogo Sério como uma competição mental, jogada com um computador de acordo com regras específicas, que usa entretenimento para promover treino, educação, saúde, políticas públicas e objetivos de comunicação estratégicos. No entanto, a utilização de jogos para fins educativos, de treino, etc. é muito anterior à popularização do computador como meio de jogo (ver, por exemplo, [Abt 70]).

A educação para a saúde é uma das áreas em que a utilização de jogos sérios se tem mostrado útil. Isto é especialmente verdade no caso de população jovem e quando se recorre a ambientes virtuais [Mouaheb 12].

Considerando o exposto acima, este artigo explora a utilização de uma infraestrutura de prototipagem de ambientes ubíquos (a plataforma APEX [Silva 10]) para o desenvolvimento rápido de jogos sérios. O objectivo é aproveitar as facilidades que a plataforma fornece em termos de criação de ambientes virtuais e da definição de comportamentos nesses ambientes, para suportar o desenvolvimento expedito de jogos. Em concreto, descreve-se a criação de um jogo que aborda os problemas enfrentados por crianças

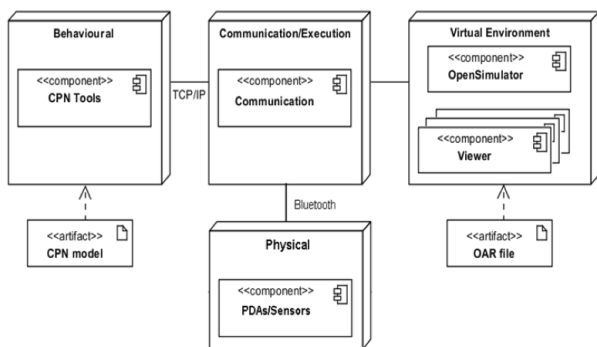
com asma e a forma de os contornar.

A asma é uma doença crónica e existem procedimentos específicos para evitar o aparecimento de crises. O objectivo do jogo é transmitir conhecimentos sobre esses procedimentos a crianças do ensino básico. Nesta primeira fase, o objectivo principal do trabalho foi validar o conceito: a utilização da plataforma APEX como suporte ao desenvolvimento de jogos sérios. O estado do projecto e os ensinamentos dele retirados são descritos neste artigo.

O artigo está organizado do seguinte modo: na Secção 2 é feita uma breve apresentação da plataforma APEX, a plataforma utilizada para o desenvolvimento do projecto; na Secção 3 é descrito o jogo desenvolvido; na Secção 4 é descrito um estudo realizado para validar o jogo e discutidas as conclusões dele retiradas; na Secção 5 apresenta-se uma reformulação do jogo em função dos resultados do estudo e das conclusões obtidas; finalmente, na Secção 6 são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e apontadores para trabalho futuro.

## 2 A plataforma APEX

A plataforma APEX (rApid Prototyping for user Experience) [Silva 10] foi originalmente concebida e desenvolvida para a prototipagem rápida de ambientes de computação ubíqua (espaços tecnologicamente enriquecidos com dispositivos como sensores, écrans públicos e dispositivos móveis). Através dela pretende-se suportar a simulação e análise dos ambientes ubíquos, desde cedo no



**Figura 1. Arquitectura da plataforma APEX [Silva 10]**

processo da sua concepção e desenvolvimento.

A plataforma é formada por um conjunto de componentes que fornecem suporte à prototipagem a diferentes níveis. Os quatro componentes principais são (ver arquitectura lógica da plataforma na Figura 1):

1. Componente comportamental — é o responsável pela gestão do comportamento do protótipo. Este componente é baseado na ferramenta CPN Tools<sup>1</sup> e utiliza modelos de redes de Petri coloridas (Coloured Petri Nets – CPN) [Jensen 09] para descrever o comportamento do ambiente virtual, em particular o modo como este responde às acções do utilizador e a alterações no ambiente (isto é, alterações de contexto). Os modelos CPN são depois utilizados para guiar o comportamento do ambiente. Este componente suporta ainda a análise sistemática dos modelos para detectar potenciais problemas no comportamento do sistema (este aspecto não será abordado neste artigo, ver [Silva 12] para um exemplo deste tipo de análise).
2. Componente de ambiente virtual/simulação — é o responsável pela gestão da aparência física do protótipo. Este componente é baseado no OpenSimulator<sup>2</sup>, um servidor de aplicações 3D, multiplataforma e multi-utilizador. O OpenSimulator permite quer a construção dos ambientes virtuais, quer o acesso dos utilizadores aos mesmos, através de visualizadores (*viewers*) apropriados. Por exemplo, o Cool VL Viewer<sup>3</sup>.
3. Componente físico — é o responsável pela gestão das ligações de dispositivos externos à plataforma. Neste momento este componente suporta ligações Bluetooth, permitindo deste modo que dispositivos como *smartphones* sejam integrados nos protótipos.

<sup>1</sup>CPN Tools: <http://cpntools.org> (visitado pela última vez em 12/07/2013)

<sup>2</sup>OpenSimulator: <http://opensimulator.org/> (visitado pela última vez em 11/07/2013)

<sup>3</sup>Cool VL Viewer: <http://sldev.free.fr> (visitado pela última vez em 11/07/2013)

4. Componente de comunicação/execução — é o responsável pela gestão da execução da simulação. Este componente gere as trocas de informação realizadas entre todos os outros componentes da plataforma, garantindo que todos podem evoluir de forma coerente.

Cada camada suporta um tipo específico de avaliação: análise do comportamento do modelo (através do Componente comportamental); observação do ambiente e do comportamento dos utilizadores perante o mundo virtual (através do Componente de ambiente virtual/simulação); análise de objectos reais associados ao mundo virtual, e da reacção dos utilizadores em relação a eles (através do Componente físico).

Adicionalmente, os componentes podem ser combinados de forma a melhor servir as necessidades de análise de cada momento. Assim, e considerando, por exemplo, que se pretende incluir algum tipo de sensor num protótipo, este pode ter o seu comportamento modelado no Componente comportamental, pode tê-lo programado directamente no Componente de ambiente virtual/simulação, ou um sensor físico real pode ser incluído no protótipo através do Componente físico. Esta característica da plataforma abre também a possibilidade do progressivo refinamento do protótipo, pela gradual substituição de modelos por dispositivos físicos que implementem o comportamento previamente modelado.

### 3 O Jogo

Tal como referido inicialmente, neste artigo apresentamos a plataforma APEX como uma ferramenta para desenvolvimento ágil de Jogos Sérios no contexto de simulações em ambientes virtuais (cf. [de Freitas 08]). Para ilustrar esta abordagem, foi utilizado um exemplo relacionado com asma. O objectivo principal do jogo é melhorar o conhecimento das crianças, principalmente as que sofrem de algum tipo de doença respiratória, acerca da asma, de modo a aumentar a sua qualidade de vida.

#### 3.1 O problema da asma

A asma (ver [Akinbami 02] para uma análise da doença no contexto infantil) é uma doença inflamatória crónica ao nível das vias aéreas caracterizada por sintomas variáveis e recorrentes, obstrução reversível do fluxo aéreo e broncoespasmo. Os sintomas mais comuns incluem chiado, tosse, aperto no peito e falta de ar.

A asma é uma doença hereditária. Em grande parte dos casos detectados, existe já um antecedente familiar que apresenta algum tipo de doença respiratória.

Os ataques de asma podem ser provocados por inúmeras causas, de entre as quais, as mais comuns são a ingestão de substâncias durante a alimentação ou medicação e a inalação de determinadas substâncias ao respirar, tais como o pólen, o fumo, o pelo de animais ou o pó.

Grande parte das substâncias causadoras de crises de asma está directamente relacionada com a existência abundante de ácaros (ver Figura 2). Essas espécies, encontram-se



Figura 2. Ácaros em nossas casas



Figura 3. Casa do jogo da asma

muito frequentemente em nossas casas. Objetos como estofos de tecido, cortinas ou roupas, podem acumular grandes comunidades de ácaros e causar reações indesejadas em indivíduos com algum tipo de doença respiratória. Existem diversos procedimentos para evitar que os factores causadores de crises de asma apareçam em nossas casas, contudo esses procedimentos nem sempre são levados em conta, grande parte das vezes, por falta de divulgação dos mesmos.

Os pais e, principalmente, as crianças, necessitam de apoio para identificarem os causadores de ataques de asma e a forma como devem proceder para os evitar. Instituições governamentais e não governamentais desenvolveram listas de tarefas (cf. [EPA 04]) com o intuito de instruírem as pessoas sobre como devem proceder perante o problema da asma. Contudo, essas listas não se tem revelado a forma mais apropriada de incentivar as crianças a aprenderem a combater a asma, apresentando uma eficácia limitada.

### 3.2 Descrição do Jogo

O jogo descrito neste artigo pretende transmitir aos jogadores informação sobre alguns dos procedimentos básicos a tomar em casa para evitar os factores causadores de ataques de asma. A utilização de ambientes imersivos permite aos utilizadores do jogo situarem-se num ambiente familiar e identificarem situações do quotidiano, associando assim

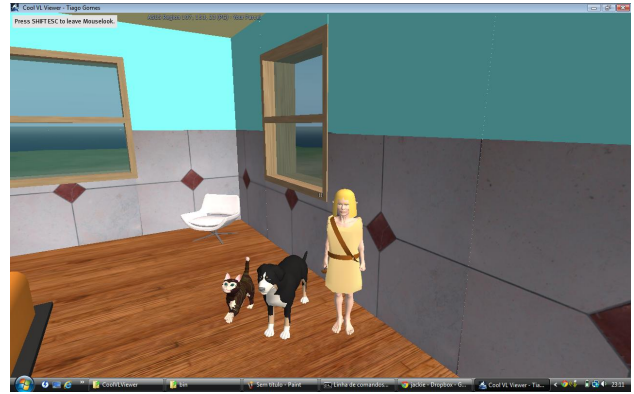


Figura 4. Animais de estimação no quarto

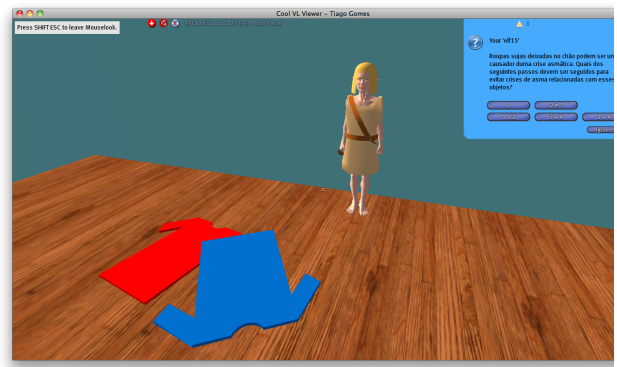


Figura 5. Pergunta sobre roupas sujas

as decisões corretas a tomar em cada uma dessas situações.

Para a construção do ambiente virtual foi desenvolvida a simulação de uma habitação (ver Figura 3). Em termos arquitecturais, a casa teve como inspiração a  *Aware Home* do *Georgia Institute of Technology* [Kientz 08].

Após ser *construída*, a casa foi enriquecida com objetos típicos de uma habitação e, o que é mais importante, com objetos relacionados com alguns dos principais factores causadores de crises de asma. O objectivo foi permitir que os jogadores pudessem facilmente associar os factores causadores de asma, presentes no ambiente virtual, a situações reais que acontecem em suas casas. Os objectos utilizados foram obtidos a partir de bibliotecas disponíveis *on-line* (por exemplo, o Google 3D Warehouse<sup>4</sup>).

No total, nove diferentes tipos de objectos, representativos de potenciais causas de ataques de asma, foram colocados na casa. São eles:

- animais domésticos (um cão e um gato — ver Figura 4)
- roupa suja abandonada no chão (ver Figura 5)
- lareiras (fumo)
- bonecos de peluche

<sup>4</sup>Google 3D Warehouse: <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/> (visitado pela última vez em 11/07/2013).



- paredes com bolor (humidades)
- cortinas
- cobertores
- produtos de limpeza
- tapetes

Junto a cada um destes objectos foi colocado uma personagem (ver Figuras 4 e 5). Estas personagens foram adicionados para funcionarem como facilitadores de aprendizagem. Elas encarregam-se de fornecer informações relevantes e colocar as questões associadas ao factor causador presente junto delas. A título de exemplo, as questões relativas aos produtos de limpeza e à roupa suja (ver Figura 5<sup>5</sup>) são, respectivamente:

- "Produtos de limpeza com odores intensos como os que são usados muitas vezes na limpeza das casas de banho, podem provocar crises de asma no asmático. Quais dos seguintes passos devem ser seguidos para evitar crises de asma relacionadas com esses produtos?"
- "Roupas sujas deixadas no chão podem ser um causador duma crise asmática. Quais dos seguintes passos devem ser seguidos para evitar crises de asma relacionadas com esses objectos?"

Como se pode verificar as questões dizem respeito à forma como se deve proceder para evitar o factor causador de asma em causa. Para cada questão são apresentadas quatro possíveis respostas. Dessas, apenas duas, no máximo, estão correctas. O jogador deve identificar as respostas correctas a partir de um conjunto de alternativas fornecido. A selecção é feita premindo o botão correspondente à alternativa pretendida. A título ilustrativo, o texto informativo, a questão e as possíveis respostas relativas ao avatar situado junto de animais domésticos, são apresentados na Figura 6.

Cada jogador tem associado a si um avatar que o representa no mundo virtual e pode responder repetidamente a cada questão, até fornecer a resposta correcta. Por cada resposta correcta o jogador recebe uma palavra que no final do jogo servirá para completar uma frase acerca da asma. Desta forma, o jogador é incentivado a responder correctamente a todas as questões. Depois de o conseguir fazer, o jogador é notificado de que o jogo terminou e de quantas respostas erradas deu ao longo do jogo.

A especificação da lógica do jogo é conseguida através de uma combinação de *scripts* LSL (Linden Scripting Language) [Moore 08] implementadas diretamente no ambiente, e de modelos CPN implementados no componente comportamental. Foram efectuadas algumas experiências, colocando mais ou menos lógica de controlo nos modelos, que mostraram poderem ser facilmente especificadas

<sup>5</sup>Na versão digital do artigo é possível ampliar a figura para ler o texto da questão.

### Animais Domésticos

Os animais de estimação como os cães e os gatos podem ser causadores de crises de asma. Quais dos seguintes passos devem ser seguidos para evitar crises de asma relacionadas com esses animais?

1. Manter os animais desse tipo dentro de casa.
2. Se possível, manter os animais fora de casa.
3. Deixar o animal livremente percorrer a casa.
4. Se não for possível manter os animais fora de casa, mante-los pelo menos longe do local de dormida dos asmáticos.

### Respostas:

- 1 e 3
- 2 e 4
- 1
- 4

### Figura 6. Informação e perguntas sobre Animais Domésticos

versões diferentes do jogo, fazendo apenas ligeiros ajustes a este nível. Com efeito, o jogo é de fácil configuração. Novos factores causadores de asma, e perguntas a eles associadas, podem ser adicionados a partir do visualizador do ambiente.

## 4 Avaliação do Jogo

O estudo realizado com o jogo da asma teve como objectivo principal avaliar a capacidade de ambientes virtuais, como o descrito, funcionarem como jogos sérios, potenciando a aprendizagem por parte de crianças no final do primeiro ciclo de escolaridade. Para tal, o estudo foi formulado de modo a abordar questões relacionadas com a usabilidade do ambiente e com a satisfação dos utilizadores perante o mesmo.

### 4.1 O estudo de usabilidade

Face ao referido acima, o público alvo da avaliação, foi um grupo de crianças com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos a frequentar o quarto ano do 1º ciclo do ensino básico. Maioritariamente, as crianças escolhidas não tinham qualquer problema respiratório, contudo a aprendizagem adquirida no jogo pode, mesmo assim, vir a ser útil. Por exemplo, em caso de prestação de auxílio a outras pessoas. Visto que todos as crianças estavam na posse de um computador pessoal, com características e capacidades suficientes para interagir com o ambiente virtual criado, foram utilizadas as suas máquinas para o estudo.

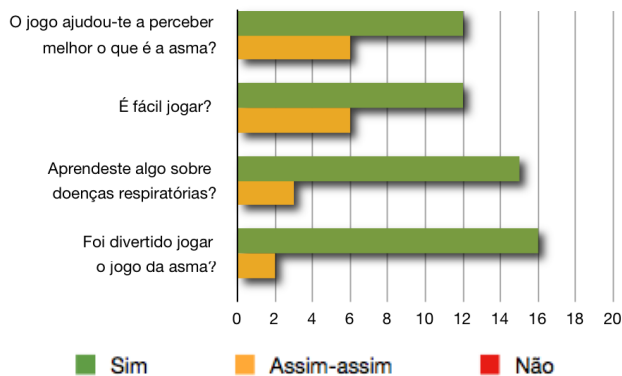


Figura 7. Reacção ao jogo

Para além do registo das acções efectuadas pelos utilizadores no ambiente durante o jogo, foi elaborado um questionário (ver Anexo A). Este questionário visava não só obter a caracterização da amostra de jogadores (idade, género, experiência prévia com jogos semelhantes e conhecimento de doenças respiratórias), mas também avaliar as questões da utilidade, facilidade de utilização e percepção de aprendizagem. Considerando o público alvo e a sua tendência natural para responder nos extremos (e.g. sim/não) [Chambers 02], foi decidido utilizar uma escala de Likert de 3 pontos ilustrada com *caras felizes/tristes*.

O processo iniciou-se com a preparação de todas as máquinas para a utilização do ambiente. Foi instalado e configurado um visualizador (*Cool VL Viewer*) para aceder ao ambiente virtual. Após esta fase foi possível realizar o estudo. Inicialmente foram fornecidas as instruções e noções básicas necessárias para que todos os utilizadores pudessem usar a plataforma sem problemas. Foi ainda dado algum tempo para ambientação ao *Cool VL Viewer* e ao ambiente virtual. De seguida todos os utilizadores tiveram uma experiência de pelo menos 30 minutos para tentarem concluir o jogo da asma. Durante esse período foram observados por três avaliadores, tendo estes intervindo pontualmente para resolver problemas técnicos em algumas das máquinas.

Depois do período de jogo, cada um dos jogadores preencheu o questionário elaborado para registar os dados da experiência durante o jogo. Os dados recolhidos ajudam a compreender melhor as lacunas do jogo e a determinar que possíveis melhorias poderão vir a ser implementadas para aumentar a componente pedagógica e a jogabilidade do ambiente.

#### 4.2 Resultados do estudo

Os resultados da caracterização dos jogadores mostram que do total de 18 crianças que utilizaram o jogo e responderam ao questionário, 11 crianças eram do sexo masculino e 7 do feminino. Nenhuma das crianças tinha experiência prévia de servidores aplicativos 3D, mas 12 afirmaram ter experiência em jogos de computador.

A reacção das crianças ao jogo foi bastante positiva. Segundo os dados recolhidos dos questionários preenchidos,

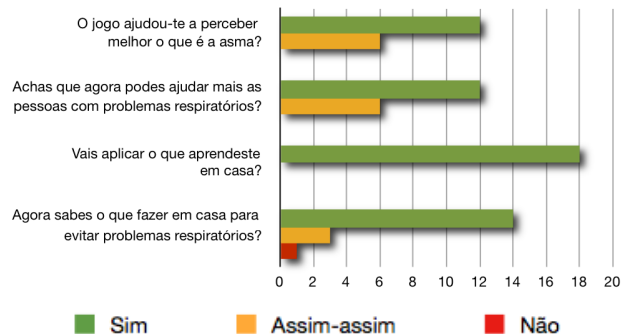


Figura 8. Resultados da secção de utilidade

no total das 18 crianças, 16 acharam que foi divertido jogar o jogo da asma, 12 consideraram que é fácil jogá-lo, e ainda 15 consideraram que aprenderam algo sobre doenças respiratórias, sendo que nenhuma delas negou qualquer destas questões (ver Figura 7).

Relativamente à utilidade, os dados recolhidos mostram que neste aspecto o jogo também teve resultados muito positivos, tendo 12 crianças afirmado que ficaram a perceber melhor o que é a asma depois de jogarem, e o mesmo número ter considerado que após a realização do jogo se sente capaz de ajudar mais as pessoas com problemas respiratórios. 14 crianças afirmaram ainda saber agora (após o jogo) como proceder em suas casas para evitar problemas respiratórios. Contudo, o aspecto com mais impacto, no que diz respeito à utilidade, foi o facto de 100% das crianças que realizaram a experiência afirmarem pretender aplicar os conhecimentos obtidos em suas casas. Os resultados da secção de utilidade podem ser consultados em mais detalhe na Figura 8.

No que diz respeito à aprendizagem, apenas 2 das crianças que jogaram consideraram as perguntas do jogo difíceis, o que revela que o jogo é bastante acessível e pode ser aplicado com resultados positivos a uma grande parte da comunidade. Para além disso, 15 das 18 crianças que participaram na experiência afirmaram ter aprendido algo sobre as doenças respiratórias.

Em termos de satisfação dos jogadores, os dados mostram que esse aspecto foi também muito positivo. 14 dos jogadores que participaram na experiência recomendariam o jogo a outras pessoas, sendo que nenhum dos restantes nega a recomendação.

Apesar destes factos, nenhum dos alunos conseguiu terminar o jogo no tempo previsto. Das observações efectuadas durante o período de jogo, concluiu-se que determinadas características do ambiente virtual, assim como o livre acesso a algumas opções de configuração do servidor de ambientes virtuais, contribuíram bastante para a dispersão dos jogadores em relação ao objectivo do jogo. Na verdade, muitas crianças interessaram-se mais em explorar o ambiente e em interagir com os restantes jogadores presentes no ambiente virtual (conversando, empurrando), do que em procurar terminar o jogo respondendo a todas



**Figura 9. Zona útil delimitada por barreiras**

as questões. De seguida referem-se os principais factores identificados como tendo potenciado esta situação:

1. Tal como é típico no tipo de ambiente virtual utilizado, o ambiente de jogo estava localizado numa ilha, verificou-se que um dos principais factores de distração era existir a possibilidade de os avatares entrarem na água, sendo então possível explorar o fundo do mar (ver Figura 9).
2. O facto dos jogadores poderem voar foi também um factor com muita influência, no que diz respeito à distração durante o jogo.
3. Um outro aspecto que diminuiu o foco no jogo foi a capacidade de criar novos objetos no mundo virtual, bem como a de alterar ou remover os objectos pré-existentes.
4. O *chat* foi outra característica do OpenSimulator que foi possível observar ter contribuído para a falta de foco no objectivo do jogo durante o teste.

## 5 Reformulação do jogo

Tal como referido acima, durante a realização do estudo verificou-se que alguns dos objectos de decoração utilizados no ambiente virtual, bem como alguns dos aspectos inerentes ao servidor de ambientes virtuais utilizado, contribuíram para alguma dispersão em termos do objectivo que se pretendia que o público alvo atingisse no final da experiência. Assim, com o intuito de focar mais os utilizadores na aprendizagem da prevenção dos sintomas provocados pela asma, foi realizada uma reformulação do ambiente de jogo. Foi criada uma segunda versão do ambiente na tentativa de colmatar as falhas verificadas, a este nível, durante a primeira experiência.

Uma vez que se verificou que uma das principais causas de distração foi o facto de todo o ambiente estar rodeado por água, existindo a possibilidade de os avatares entrarem e navegarem nela, na segunda versão do ambiente foram construídos obstáculos transparentes nas zonas de limite entre a terra e a água, de forma a restringir a área útil de jogo à zona terrestre. Contudo os utilizadores tinham ainda a possibilidade de entrar na zona aquática ativando a função de voo para ultrapassar os obstáculos construídos. Visto ter-se verificado que esta funcionalidade foi também um dos principais factores de distração, ao nível das capacidades do ambiente virtual, a possibilidade de voar foi desativada na segunda versão do ambiente. Com as duas alterações referidas foi possível evitar quer a entrada na água, quer a distração provocada pela funcionalidade de voo.

Um outro aspecto que diminuiu a eficácia do jogo foi a capacidade de criação de novos objectos no mundo virtual, bem como a de alteração/remoção dos existentes. Na experiência inicial, um número significativo de jogadores perdeu uma boa percentagem do tempo com estas funcionalidades a alterar o ambiente utilizado. Para evitar estes factores de distração, as funcionalidades de construção e edição no ambiente foram bloqueadas na segunda versão do ambiente do jogo, para todos os utilizadores com privilégios normais.

O *chat* de mensagens instantâneas foi também uma das características do OpenSimulator que contribuiu para a distração dos jogadores durante a primeira experiência. Apesar de se ter verificado este facto, o *chat* não pôde ser desactivado na versão seguinte do ambiente, uma vez que este é utilizado durante o jogo para dar início à contagem de respostas corretas e incorretas de cada jogador.

Devido à elevada adesão dos jogadores ao jogo após a primeira utilização (alguns jogadores continuaram a ceder ao ambiente nos dias subsequentes ao estudo, uma vez que o mesmo foi mantido disponível *online*) sentiu-se a necessidade de registar todos os acessos efetuados posteriormente pelos utilizadores. Este tipo de informação pode vir a ser útil para análises efectuadas no futuro acerca da utilização da plataforma. Para solucionar esta questão, na segunda versão do ambiente foi criado um registo de acessos com identificação do utilizador e etiqueta temporal.

Com estas alterações já efectuadas, está neste momento a ser preparada uma segunda edição do estudo.

## 6 Conclusões

Os Jogos Sérios procuram combinar aprendizagem com entretenimento. A educação para a saúde é uma das áreas em que esta abordagem se tem mostrado útil, em particular no caso de população jovem e quando se recorre a ambientes virtuais.

No contexto do projecto APEX foi desenvolvida uma abordagem ao desenvolvimento rápido de protótipos de ambientes de computação ubíqua. Neste artigo explorou-se a utilização dessa abordagem para o desenvolvimento de um jogo sério. Assim, a lógica de controlo das simulações de

equipamentos de computação ubíqua foi adaptada e utilizada para a implementação da lógica do jogo, e os ambientes virtuais em que os protótipos são testados foram utilizados como ambiente de jogo.

Para demonstrar a viabilidade da abordagem foi desenvolvido um jogo que aborda os problemas enfrentados por crianças com asma. Pretendeu-se com o jogo transmitir conhecimentos sobre como agir perante factores causadores de ataques de asma, de modo a evitar esses mesmos ataques.

De modo a validar o conceito, foi realizado um estudo com utilizadores. Através desse estudo foi possível perceber que a abordagem utilizada teve sucesso na criação de um ambiente de jogo que captou a atenção das crianças. No entanto, e face ao grande interesse das crianças pelo ambiente virtual, foi também possível constatar que existia a necessidade de restringir o que os avatares podem fazer no ambiente, de modo a focar melhor os jogadores no objectivo do jogo. Face aos resultados obtidos, foi desenvolvida uma nova versão do jogo e está a ser preparada uma segunda edição do estudo, com essa nova versão.

Em conclusão, considerando os objectivos iniciais do trabalho e os resultados obtidos, é possível afirmar que a plataforma APEX se apresenta como uma abordagem promissora para o desenvolvimento rápido de jogos sérios. Por um lado, o servidor aplicacional 3D permite criar ambientes que cativam a atenção das crianças. Por outro, a plataforma simplifica a criação dos ambientes.

### Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Factores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projecto FCOMP-01-0124-FEDER-015095.

Tiago Gomes e Tiago Abade são ainda financiados através de bolsas com referências BI2-2013.PTDC/EIA-EIA/116069/2009\_UMINHO e BI1-2013.PTDC/EIA-EIA/116069/2009\_UMINHO, respectivamente.

Os autores agradecem ainda ao Agrupamento de Escolas das Taipas, e em particular à Professora Júlia Correia e seus alunos, pelo colaboração na realização dos testes.

### Referências

[Abt 70] Clark C. Abt. *Serious games*. The Viking Press, 1970.

[Akinbami 02] Lara J. Akinbami e Kenneth C. Schoendorf. Trends in childhood asthma: Prevalence, health care utilization, and mortality. *Pediatrics*, 110(2):315–322, August 2002.

[Chambers 02] Christine T. Chambers e Charlotte Johnston. Developmental differences in chil-

dren’s use of rating scales. *Journal of Pediatric Psychology*, 27(1):27–36, 2002.

[de Freitas 08] Sara de Freitas. Serious virtual worlds: a scoping study. Relatório Técnico 480, JISC (Joint Information Systems Committee), November 2008.

[EPA 04] US EPA. Asthma Home Environment Checklist, United States Environmental Protection Agency, 2004.

[Jensen 09] Kurt Jensen e Lars Michael Kristensen. *Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems*. Springer, 2009.

[Kientz 08] Julie A. Kientz, Shwetak N. Patel, Brian Jones, Ed Price, Elizabeth D. Mynatt, e Gregory D. Abowd. The georgia tech aware home. Em *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '08, páginas 3675–3680, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[Moore 08] Dana Moore, Michael Thome, e Karen Haigh. *Scripting Your World: The Official Guide to Second Life Scripting*. Sybex, 2008.

[Mouaheb 12] Houda Mouaheb, Ahmed Fahli, Mohammed Moussetad, e Said Eljamali. The serious game: What educational benefits? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46:5502 – 5508, 2012.

[Silva 10] J. L. Silva, O. R. Ribeiro, J. M. Fernandes, J. C. Campos, e M. D. Harrison. The apex framework: prototyping of ubiquitous environments based on petri nets. Em *Human-Centred Software Engineering*, volume 6409 de *Lecture Notes in Computer Science*, páginas 6–21. Springer, 2010.

[Silva 12] J.L. Silva, J.C. Campos, e M.D. Harrison. Formal analysis of ubiquitous computing environments through the apex framework. Em *ACM Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS2012)*, páginas 131–140. ACM, 2012.

[Zyda 05] Michael Zyda. From visual simulation to virtual reality to games. *IEEE Computer*, 38(9):25–32, September 2005.

## A Questionário

Neste anexo apresenta-se o questionário utilizado para avaliar o Jogo da Asma.

Caracterização do sujeito			
1	Idade		
2	Género		
		Não	Assim
			-assim
		Sim	
		☹	☺
3	Costumas jogar jogos de computador?		
4	Já jogaste algum jogo como este?		
5	Sabes o que é o OpenSimulator ou o SecondLife?		
6	Já conhecias alguma doença respiratória?		
Utilidade			
7	O jogo ajudou-te a perceber melhor o que é a asma?		
8	Achas que agora podes ajudar mais as pessoas com problemas respiratórios?		
9	Vais aplicar o que aprendeste em casa?		
10	Agora sabes o que fazer em casa para evitar problemas respiratórios?		
Facilidade de utilização			
11	É fácil jogar?		
12	É simples andar pela casa do jogo?		
13	É possível jogar sem uma explicação prévia?		
14	É mais fácil responder às perguntas deste questionário que às do jogo?		
Aprendizagem			
15	As perguntas, em geral, eram difíceis?		
16	Aprendeste algo sobre as doenças respiratórias?		
17	Se tivesses que fazer um teste sobre as doenças respiratórias, seria mais fácil agora?		
18	Consegues explicar de que forma se deve proceder para evitar ataques de asma?		
Satisfação			
19	Os causadores de asma estão bem representados no jogo?		
20	Foi divertido jogar o jogo da asma?		
21	É aliciante, tentar descobrir todas as perguntas para terminar o jogo?		
22	Identificaste facilmente o momento em que o jogo se iniciou e o momento em que terminou?		
23	Recomendas o jogo a outras pessoas?		