

# Promovendo a Colaboração entre Crianças do Pré-Escolar através da Realidade Aumentada

Sofia Pessanha  
CCM - Universidade da Madeira  
9000-390 Funchal  
sofia.pessanha@gmail.com

Pedro Campos  
Univ. da Madeira e INESC ID Lisboa  
Funchal / Lisboa  
pedro.campos@inesc-id.pt

## Sumário

*A importância da familiarização das crianças com a tecnologia é cada vez mais notável: quer porque esta faz parte inquestionável do mundo que a rodeia, quer pela relevância educativa das experiências que lhe pode proporcionar.*

*As crianças do pré-escolar são um grupo de utilizadores especiais, uma vez que se encontram numa fase inicial das suas vidas, onde têm de aprender a viver em sociedade, isto é, aprender a ouvir e respeitar as opiniões dos outros, partilhar os mesmos objectos e também a ajudar-se mutuamente. Neste estudo, foi desenhado e desenvolvido um jogo em Realidade Aumentada para o ensino de conceitos simples que promove acções colaborativas entre as crianças. Todo o design do jogo foi devidamente acompanhado por educadoras.*

*Os resultados sugerem que o jogo é eficaz para obter níveis altos de concentração, envolvimento, motivação e curiosidade que levam a que haja uma maior colaboração entre as crianças, particularmente quando o feedback (resultado) do jogo é fornecido de forma imediata.*

*Embora já existam diversas soluções voltadas para o ensino, tais como jogos sobre a matemática, geometria e sobre o sistema solar, existe claramente uma falta de soluções e estudos sobre a aplicação desta tecnologia com crianças do pré-escolar (3 aos 5/6 anos). Esta foi uma das principais razões que nos levou a desenvolver esta investigação.*

## Palavras-chave

*Realidade aumentada; Sistemas de aprendizagem interactivos; Aprendizagem colaborativa; Questões pedagógicas; Interfaces Tangíveis; Interfaces Multimodais.*

## 1. INTRODUÇÃO

Através das novas tecnologias podem ser desenvolvidos jogos educativos para as crianças, uma vez que estas estão cada vez mais em contacto com as tecnologias existentes em seu redor. O poder dos jogos digitais como uma ferramenta educativa tem sido amplamente reconhecido [Mayo07] e estes podem ser utilizados para ensinar diversos temas a alunos de várias idades [Gibson03].

A título de exemplo, [Gibson03] descreve um jogo destinado a ensinar diferentes temas a crianças de diversas idades. Belotti e colegas [Belotti09] descrevem um jogo educativo utilizando uma abordagem estado da arte em termos de desenvolvimento comercial, enriquecendo o ambiente com instâncias dos módulos educativos desenvolvidos. Os objectivos didácticos destas abordagens são essencialmente explorar o potencial dos computadores para atingir uma faixa demográfica tradicionalmente resistente ao processo de aprendizagem.

Numa linha de investigação mais específica, têm sido desenvolvidos jogos utilizando técnicas de Realidade Aumentada (RA) no contexto da sala de aula. Desde matemática de Liceu até geometria [Kaufmann02], sis-

temas solares interactivos [Medicherla10] entre outros, o âmbito de aplicação tem sido relativamente amplo.

Contudo, existe uma clara lacuna no que diz respeito a soluções e estudos destas tecnologias com crianças do pré-escolar, cujas idades variam entre os três e os cinco anos. Estas crianças têm capacidades e objectivos de aprendizagem bastante diferentes das outras.

Os objectivos deste estudo, consistem essencialmente em explorar o potencial das novas tecnologias direccionadas às crianças do pré-escolar. Para tal, ao invés de ser desenvolvido um programa de computador que utiliza técnicas de introdução de dados convencionais (rato e teclado), este trabalho apresenta uma nova interface para a aprendizagem de conteúdos educativos especificamente concebida para crianças do pré-escolar (na faixa etária dos três aos cinco anos de idade).

A ideia consiste essencialmente em adicionar elementos virtuais a algo do mundo real, realizando esta interacção com as nossas próprias mãos. Assim, para utilizar este sistema, não é necessário que as crianças tenham experiência com computadores, nomeadamente facilidade de utilização do rato e do teclado, que é uma habilidade que

nem todas as crianças possuem nestas idades. A interface, consiste, essencialmente numa simbiose dos tradicionais jogos de tabuleiro com as novas tecnologias.

O racional da nossa abordagem subdivide-se em dois aspectos. Primeiro, Papert refere que “a aprendizagem é mais eficaz quando o aprendiz se envolve voluntariamente no processo” [Papert96]. Motivar os aprendizes é portanto um factor crucial para aumentar a possibilidade de acção e descoberta, o que por sua vez aumenta a capacidade daquilo que alguns investigadores chamam a “capacidade de aprender a aprender”. A RA [Shelton02] enquadra-se bem neste paradigma como técnica de suporte, já que promove níveis altos de motivação e envolvimento.

Em segundo lugar, as crianças do pré-escolar têm objectivos e necessidades educativas que são muito diferentes das restantes, muito mais baseadas em noções colaborativas, como o respeito pelos colegas, interacção com os outros, resolução colaborativa de problemas outros valores da vida em sociedade. O design de novos jogos para o pré-escolar deve, por estes motivos, promover bons níveis de colaboração de forma eficaz.

Neste artigo, é apresentada uma interface tangível que vai ajudar a perceber de que forma podemos obter um maior número de acções colaborativas entre as crianças, através de duas versões de um jogo educativo.

## 2. TRABALHO RELACIONADO

A tecnologia actual fornece novas possibilidades emocionantes para aproximar as crianças aos conteúdos digitais. Existem numerosas áreas onde a RA pode ser aplicada, áreas que vão desde o sério até ao entretenimento. Assim, o processo de visualização e manipulação de objectos virtuais em ambientes reais pode ser encontrado em inúmeras aplicações, sobretudo em educação e formação, onde o potencial é grande, já que é necessário ter recursos que permitam uma melhor visão do objecto de estudo. Outras aplicações incluem a criação de ambientes colaborativos em RA, onde cada utilizador visualiza e interage com elementos reais e virtuais.

Dado o âmbito do nosso trabalho, dividimos a revisão da literatura em dois aspectos: a utilização de tecnologia RA na sala de aula; e abordagens focadas na promoção da colaboração na sala de aula através de novas tecnologias, não necessariamente baseadas em RA.

### 2.1 Realidade Aumentada na Sala de Aula

A utilização de sistemas de RA em contextos educativos não é nova, *per se*. Shleton e Hedley descrevem um projecto de investigação onde utilizaram RA para ajudar a ensinar estudantes de licenciatura em Geografia conceitos acerca das relações Sol-Terra [Shelton02]. Examinaram mais de trinta alunos que participaram num exercício de RA contendo modelos destinados a ensinar conceitos de rotação, revolução, solstício/equinócio e variação de luz e temperatura em função das estações do ano, tendo encontrado uma melhoria significativa na compreensão dos estudantes após o exercício de RA, assim como uma redução do número de conceitos mal aprendidos.

Outras importantes conclusões acerca deste sistema foram o facto de as interfaces RA não se limitarem a alterar o mecanismo de distribuição do conteúdo educativo: elas podem fundamentalmente alterar a forma como o conteúdo é compreendido através de uma combinação única de informação visual e sensorial que resulta numa poderosa e cognitiva experiência de aprendizagem [Shelton02].

As simulações em ambientes virtuais têm vindo a transformar-se numa importante ferramenta de investigação para os educadores [Tettegah06]. Em particular, a RA tem sido utilizada para ensinar modelos fisico-químicos [Tettegah06]. Schrier avaliou as percepções relativas a duas representações na aprendizagem dos aminoácidos [Schrier06]. Os resultados mostraram que alguns estudantes gostaram de manipular os modelos RA através de rotações nos marcadores para observar as diferentes orientações dos objectos virtuais.

O vasto leque de aplicações educativas RA também se estende à Física pura. Duarte et al. [Duarte05] usam RA para apresentar dinamicamente informação associada à mudança de cenário utilizado no mundo real. Neste caso, os autores realizaram uma experiência no campo da física para mostrar informação que varia no tempo, como a velocidade e a aceleração, a qual pode ser estimada e mostrada em tempo real. A visualização de dados reais e estimados durante a experiência, assim como o uso de técnicas de RA, provou ser bastante eficiente, já que as experiências puderam ser detalhadas e interessantes, promovendo os mecanismos cognitivos da aprendizagem.

Min-Chai Hsieh and Jiann-Shu Lee [Hsieh08] desenvolveram um sistema chamado ARELS (*Augmented Reality English Learning System*) destinado a ajudar a aprendizagem de inglês das crianças do pré-escolar. Criaram um marcador para cada letra do alfabeto e associaram cada um desses marcadores a um modelo 3D de uma palavra iniciada por essa letra. O modelo RA mostrava também texto, imagens, músicas, vídeos e animações. Também foi proposto um método para reduzir a complexidade e aumentar a capacidade de desenhar marcadores RA [Hsieh08].

A utilização da RA na educação formal também pode constituir um componente chave nos ambientes de aprendizagem do futuro. Estes ambientes serão abundantemente povoados com aplicações misturando avanços em hardware e software.

### 2.2 Promovendo a Colaboração

A promoção de comportamentos colaborativos é crucial no contexto educativo do pré-escolar. Por isso, analisamos de forma breve as abordagens que utilizam a tecnologia como forma de alcançar níveis mais altos de colaboração dentro da sala de aula.

É sabido que as crianças comunicam e aprendem através de brincadeiras e exploração [Sutton86]. Através da interacção social e através da imitação, as crianças adquirem novas capacidades e aprendem a colaborar. Isto também é verdade quando as crianças trabalham com computadores. Utilizando interfaces tradicionais, baseadas em

teclado e rato, e mesmo tendo em consideração que duas ou mais crianças podem colaborar verbalmente, apenas uma criança está em controlo do computador ao mesmo tempo. O reconhecimento de que o trabalho de grupo sobre um único computador é desejável levou ao desenvolvimento de software e hardware especificamente concebidos para dar suporte a interacção por vários utilizadores ao mesmo tempo. Esta interacção conduziu a significativos aumentos dos níveis de aprendizagem [Inkpen97].

Stewart et al. observaram que as crianças com acesso a múltiplos dispositivos de entrada apreciavam uma experiência de utilização melhor, tendo estes investigadores notado aumentos nas incidências de interacções estudante-estudante e estudante-professor, assim como um carácter mais colaborativo nas interacções. As crianças também pareciam ter apreciado mais a experiência comparativamente a observações anteriores em sistemas standard [Stewart98].

Também existem estudos sobre o design de interfaces com o utilizador dedicadas à colaboração entre crianças [Africano04]. Alguns resultados apresentam sistemas que efectivamente suportaram colaboração e interactividade que foi apreciada pelas crianças, as quais se sentiram imersas no jogo [Africano04].

Kannetis e Potamianos investigaram a forma como a fantasia, curiosidade e desafio contribuem para a experiência de utilização em jogos multimodais para crianças do pré-escolar, o que é particularmente relevante para a nossa investigação. Descobriram que a fantasia e a curiosidade se encontram correlacionadas com os níveis de entretenimento das crianças, ao passo que os níveis de dificuldade parecem depender das capacidades e preferências individuais de cada criança [Kannetis09].

Um aspecto que foi tido em conta no design do nosso jogo de RA para pré-escolar foi o facto de as crianças se envolverem mais quando as interfaces são multimodais e contêm elementos que despoletam a sua curiosidade.

### 3. O JOGO

O sistema desenvolvido é baseado num tabuleiro de madeira contendo nove divisões onde as crianças deverão colocar as peças do jogo que consistem em marcadores de Realidade Aumentada (RA).

As educadoras de infância tiveram um papel activo no design do sistema e forneceram um objectivo de aprendizagem que consistiu no estudo dos seres vivos e dos meios onde vivem (mar, ribeira, terra e ar). Cada divisão do tabuleiro contém uma imagem correspondente a um ou mais meios. Cada peça do jogo corresponde a um animal em 3D que pode ser livremente manipulado. As peças foram construídas com um material esponjoso, próprio para ser utilizado por estas crianças. Este tabuleiro contém uma câmara numa posição fixa, responsável por processar a informação vídeo em tempo real. A Figura 1 mostra o sistema, que pode ser conectado a qualquer computador.

O objectivo do jogo consiste em conseguir colocar todas as peças (marcadores) nos respectivos compartimentos correctos do tabuleiro. O jogo termina quando o tabuleiro estiver preenchido de uma forma correcta (existe mais de uma possibilidade).



Figura 1: O sistema com recurso a um ecrã LCD.

O feedback sobre o resultado do jogo, é fornecido quando um marcador especial, concebido apenas para esse propósito, é colocado no respectivo compartimento de nome “Resposta”.

Duas versões diferentes do jogo foram desenvolvidas para estudar o impacto do feedback nos níveis de colaboração entre as crianças: uma versão onde o feedback é fornecido a qualquer altura do jogo, ou seja, sempre que uma criança coloca o marcador especial para saber a resposta; e uma versão onde o feedback é apenas dado no final do jogo, isto é, quando todas as peças (seres vivos) tiverem sido colocadas no tabuleiro.



Figura 2: Projecção do jogo, mostrando o feedback.

O feedback é mostrado da seguinte forma: os seres vivos que estão colocados correctamente têm um contorno verde (árvore, lobo-marinho, estrela-do-mar e gaivota), e os que estão incorrectos têm um contorno vermelho (golfinho, borboleta, peixe e sapo), de acordo com a Figura 2. De acordo com as sugestões das educadoras, decidimos acrescentar feedback sonoro. Esse feedback consiste em

frases pré-gravadas, tais como: “Não está certo, tenta outra vez!”, “Muito bem, conseguiu!” (entre outras). Assim encoraja-se as crianças, principalmente quando o reforço positivo é dado com aplausos.

#### 4. AVALIAÇÃO

Uma vez que o impacto de uma tecnologia não pode ser plenamente compreendido sem considerar o contexto educativo como um todo [Salomon90], realizamos um método misto para este estudo. Uma combinação de métodos quantitativos (pré e pós-testes realizados em dias diferentes) e qualitativos (observações, questionários e gravações vídeo) que permitiram uma compreensão fundamentada do impacto do jogo na (i) aprendizagem, (ii) motivação e nos (iii) níveis de colaboração. Apesar de apresentarmos os resultados para os três itens (efectividade da aprendizagem, os níveis de motivação e os níveis de colaboração), o nosso principal foco foi sobre os níveis de colaboração, ou seja, queremos investigar de que forma um jogo como este pode promover níveis mais elevados de comportamentos de colaboração.

Os testes foram realizados em diferentes escolas e num museu, com um total de 101 crianças.

As crianças foram agrupadas em grupos de quatro ou cinco (se necessário). Foi ainda utilizado um projector para permitir a participação de toda a turma na actividade. A Figura 3 ilustra, a título de exemplo, um dos testes realizados.

#### 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram organizados e subdivididos nos seguintes temas: aprendizagem, motivação e colaboração.

##### 5.1 Aprendizagem

A aprendizagem foi testada com apenas uma turma de 20 crianças ( $N=20$ ). Para tal, foi realizado um pré-teste no primeiro dia, no segundo dia as crianças brincaram com o jogo e só no terceiro dia, realizaram o pós-teste. Os testes consistiam numa tabela onde num lado tinha os animais e no cabeçalho os diferentes meios. O objectivo consistia em colocar um X no correspondente meio onde habitam os respectivos animais.

A principal métrica utilizada foi a diferença dos resultados entre os pré e os pós-testes, tendo em consideração o número de respostas erradas num conjunto de 8 perguntas. A diferença do número médio de respostas erradas no pré-teste foi maior do que no pós-teste.

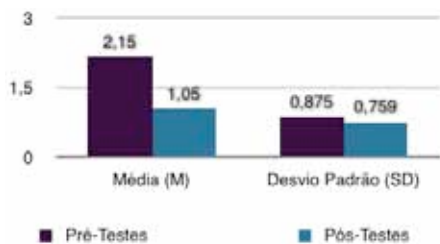


Gráfico 1: Resultados do número médio de respostas erradas nos pré e pós-testes.

Esta diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa com ( $t(38)=4.25, p=0.0001$ ).

Verificamos que o número de respostas erradas diminuiu, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças na aprendizagem de determinados conceitos. Contudo, no pré-escolar, as competências a adquirir pelas crianças são outras (comportamento em sociedade, desenvolvimento das capacidades motoras, colaboração), e por isso focou-se o âmbito desta investigação noutros aspectos.

##### 5.2 Motivação

A motivação foi essencialmente medida através de observações, gravações de vídeo e análise dos questionários feitos às 101 crianças. Os questionários foram elaborados com ajuda das educadoras.

A motivação mostrou-se evidente quando as crianças escolheram ficar a brincar com o jogo em vez de ir



Figura 3: Crianças na escola a interagir com o sistema.

brincar para o recreio e por nunca terem desistido do jogo até conseguir chegar à solução. Outra forma de analisar a motivação foi através das próprias expressões, quer faciais (ex: sorrisos, espanto, alegria), verbais (ex: “UAUU”, “Que fixe!”) e corporais (ex: dar saltinhos e palmas) que as crianças faziam enquanto jogavam. De facto existe um incentivo de descoberta, uma vez que o jogo apela à curiosidade das crianças porque os marcadores são vistos apenas um de cada vez. A Figura 4 mostra algumas das muitas fotografias que evidenciam os grandes níveis de motivação alcançados.



Figura 4: A motivação das crianças enquanto interagem com o sistema.



### 5.3 Colaboração

Os níveis de colaboração foram medidos sobre diferentes condições: utilizando feedback imediato versus feedback apenas quando todo o tabuleiro está completo.

A questão colocada foi: Será que a possibilidade de fornecer feedback imediato aumenta os níveis de colaboração entre as crianças enquanto brincam ao jogo?

Para testar esta hipótese, foram gravados os tempos de conclusão dos jogos, e analisamos as gravações de todos os testes com as 101 crianças, de forma a medir a variável dependente (colaboração) da seguinte forma quantitativa: (i) número de comentários colaborativos feitos pelas crianças, (ii) número de correcções feitas pelas crianças, incluindo gestos como apontar, e o (iii) número de tentativas feitas até chegar a uma possível solução.

Os tempos de conclusão (em minutos) para a versão do feedback imediato ( $N=13$ , correspondendo a 13 grupos de crianças) foram maiores do que para a versão onde o feedback é dado apenas quando o tabuleiro está completo ( $N=12$ ).



Gráfico 2: Resultados dos tempos de conclusão para as diferentes versões do jogo.

Esta diferença foi considerada estatisticamente significativa com  $(t(23)=2.66, p=0.014)$ . Embora o tempo de conclusão não seja uma medida de colaboração, os resultados obtidos das interações colaborativas sugerem que o maior tempo de conclusão para a versão do feedback imediato foi causado por um maior número de interações colaborativas.

Quanto ao número de comentários colaborativos feitos, observou-se que estes também foram mais altos na versão do feedback imediato ( $N=13$ ) do que na outra versão ( $N=12$ ).



Gráfico 3: Resultados do número de comentários colaborativos nas diferentes versões do jogo.

Esta diferença foi considerada estatisticamente muito significativa com  $(t(23)=3.58, p=0.0016)$ . As crianças

fizeram significativamente mais comentários ao jogar com a versão do feedback imediato.

Quanto ao número de acções correctivas (por exemplo, mudar um marcador já colocado no tabuleiro para outra posição e gestos tal como apontar), observou-se novamente um número maior na versão do feedback imediato ( $N=13$ ) do que na outra versão ( $N=12$ ).



Gráfico 4: Resultados do número de acções correctivas nas diferentes versões do jogo.

Podemos verificar novamente, que esta diferença foi estatisticamente muito significativa com  $(t(23)=3.60, p=0.0015)$ .

Finalmente, o número de tentativas feitas até chegar à solução foi muito maior na versão do feedback imediato ( $N=13$ ) do que na outra versão ( $N=12$ ).

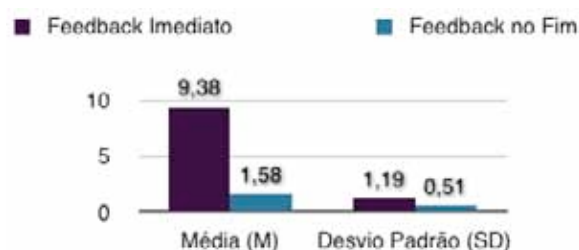


Gráfico 5: Resultados do número de tentativas feitas até chegar a uma solução, nas diferentes versões do jogo.

Neste caso esta diferença mostrou ser estatisticamente extremamente significativa, com  $(t(23)=20.97, p<0.0001)$ .

Estes valores sugerem que o feedback imediato poderá desempenhar um papel importante no aumento do número de comportamentos colaborativos e interações entre as crianças do pré-escolar. Além disso, e de acordo com o feedback recebido das educadoras no final dos testes, as crianças efectivamente colaboraram umas com as outras, ajudando-se mutuamente através de comentários, correcções e brincando de uma forma ordenada.

Dentro da colaboração também foram feitos estudos em relação ao sexo e idades. No estudo em questão estiveram envolvidas as 101 crianças que participaram nos testes.

Verificamos que, no geral, o número de vezes que as crianças fizeram correcções físicas, tais como mudar uma peça de lugar ou simplesmente apontar, foi superior ao número de vezes que fizeram comentários.

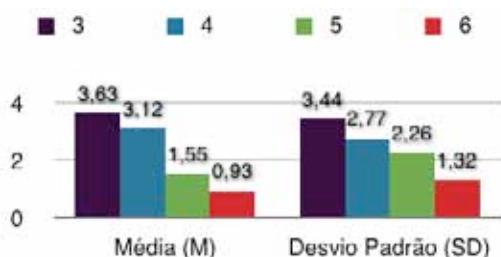


**Gráfico 6: Resultados do número de correcções físicas e verbais.**

Esta diferença mostrou ser estatisticamente muito significativa com  $(t(200)=2.93, p=0.0037)$ . O que mostra que as crianças tendem a fazer mais acções físicas do que comentários verbais.

O estudo por idades teve como base: 24 crianças de 3 anos, 33 crianças de 4 anos, 31 crianças de 5 anos e finalmente 13 crianças de 6 anos.

Para esta amostra obtivemos os seguintes resultados correspondentes ao total das acções colaborativas, quer físicas, quer verbais:



**Gráfico 7: Resultados do total de acções colaborativas por idades.**

As diferenças entre os resultados das crianças de 3 e 4 anos com  $(t(55)=0.62, p=0.538)$ , bem como das crianças de 5 e 6 anos com  $(t(42)=0.922, p=0.3631)$  não mostraram ser estatisticamente significativas.

O mesmo não se verifica com os resultados obtidos entre as crianças de 3 e 6 anos com  $(t(35)=2.71, p=0.0104)$ , bem como entre as crianças de 4 e 5 anos com  $(t(62)=2.48, p=0.016)$ , cujas diferenças mostraram ser estatisticamente significativas.

Por fim, os resultados entre as crianças de 3 e 5 anos com  $(t(53)=2.70, p=0.0093)$  e entre as crianças de 4 e 6 anos com  $(t(44)=2.72, p=0.0094)$ , foram os que mais se evidenciaram apresentando diferenças estatisticamente muito significativas. Concluímos que as crianças mais novas foram as que mais colaboraram no jogo.

O estudo feito por sexos teve como base 50 crianças do sexo feminino e 51 crianças do sexo masculino. Comparando os resultados obtidos do número de acções físicas colaborativas femininas com o número de acções físicas colaborativas masculinas, verificamos que os rapazes foram aqueles que fizeram mais acções físicas.



**Gráfico 8: Resultados do número de acções físicas por sexos.**

No entanto, esta diferença foi considerada estatisticamente pouco significativa com  $(t(99)=1.87, p=0.0638)$ .

Os resultados obtidos para o número de comentários femininos foram levemente superiores aos masculinos, mas não foram estatisticamente significativos com  $(t(99)=0.41, p=0.6846)$ .



**Gráfico 9: Resultados do número de comentários por sexos.**

No entanto, verificamos que as raparigas tendem a usar mais as expressões verbais enquanto que os rapazes tendem a usar mais as acções físicas. O que demonstra que é bom fazer grupos mistos.

Os resultados obtidos do número total de acções colaborativas femininas em comparação com as masculinas foram muito parecidos, não sendo estatisticamente significativos com  $(t(99)=0.0001, p=0.9999)$ .



**Gráfico 10: Resultados do número total de acções colaborativas por sexos.**

Podemos observar, no entanto, que os rapazes foram aqueles que apresentaram um maior número de acções colaborativas.

## 6. CONCLUSÕES

Após este estudo, podemos concluir que existem princípios de design extremamente relevantes para sistemas direccionados a crianças com idades compreendidas entre

os 3 e os 5/6 anos, e a maioria desses princípios são obtidos por meio das educadoras, das práticas de observação e sessões de avaliação como as que foram feitas neste estudo.

Verificamos que todas as crianças, incluindo as mais novas, mostraram facilidades de coordenação ao combinar as duas condições necessárias para o funcionamento do jogo, ou seja, colocar o marcador sob a câmara e olhar para o ecrã ou para a projecção, onde apareciam os objectos em 3D e as respostas.

### 6.1 Aprendizagem

Em termos de aprendizagem, concluímos que através do brincar com o jogo, o número de respostas erradas diminuiu significativamente, o que sugere que o jogo poderá ajudar as crianças a aprender simples conceitos.

Uma vez que estas crianças perdem frequentemente o foco de atenção, especialmente com um jogo, tínhamos que este pudesse prejudicar o processo de aprendizagem, mas os resultados obtidos sugerem que o jogo de forma alguma prejudica o processo de aprendizagem.

De acordo com o feedback das educadoras, o jogo parece ser uma forma promissora para complementar os métodos tradicionais de ensino.

### 6.2 Motivação

Observamos níveis altos de motivação enquanto as crianças brincavam com o jogo. Esta afirmação deve-se ao facto de nenhuma criança ter desistido do jogo antes de alcançar a solução e também devido às expressões faciais, verbais e corporais que faziam ao longo do jogo mostrando uma grande satisfação. Os resultados dos questionários mostraram que a maior parte das crianças gostou muito do jogo (96%) e todas, sem excepção, gostariam de jogar novamente ao jogo. O facto das crianças ficarem muito envolvidas na actividade e por conseguirem atingir grandes níveis de concentração, verificados pelas observações feitas, mostrou que estavam motivadas com o jogo. O facto de optarem por ficar a jogar ao jogo dentro da sala (no caso do teste na escola) em vez de ir brincar para o recreio, também mostrou a motivação das crianças pelo jogo.

O uso do projector, que contribuiu com uma imagem grande do jogo projectada na parede ou na tela, foi também um contributo para a motivação das crianças, uma vez que estas gostam de coisas diferentes e que chamem a atenção. O projector foi um factor crucial de design, pois permitiu que toda a turma participasse e colaborasse no jogo. No geral, grandes projecções de imagem e uma boa combinação das peças físicas do jogo com elementos virtuais, podem ser eficazes para aumentar a motivação e os níveis de colaboração entre as crianças.

A utilização das cores e das frases sonoras para o feedback, foram muito bem aceites pelas crianças. Estas compreenderam logo os seus significados e mostraram satisfação.

Manter as crianças motivadas durante todo o jogo é uma questão fundamental de design.

### 6.3 Colaboração

O foco deste estudo baseou-se em promover colaboração. Analisamos diversas variáveis tais como o número de comentários feitos pelas crianças, o número de correcções, incluindo os gestos de apontar e o número de tentativas até alcançar uma possível solução.



Figura 5: Colaboração entre as crianças enquanto jogam.

Os resultados sugerem que o feedback imediato teve um papel muito importante, aumentando o número de comportamentos colaborativos e interacções entre as crianças.

Com este estudo verificamos um equilíbrio no total de acções colaborativas realizadas, quer físicas quer verbais, entre os diferentes sexos. No entanto as crianças tendem a fazer mais acções físicas (tais como corrigir um marcador já colocado no tabuleiro ou simplesmente apontar) do que acções verbais. Verificamos ainda que as crianças de 3 e 4 anos foram as que mais colaboraram. No geral, as crianças mais novas colaboraram mais do que as mais velhas. Estes resultados poderão estar relacionados com níveis superiores de curiosidade por parte das crianças mais novas, pelo facto destas possuírem menos conhecimentos que as mais velhas ou ainda devido ao facto destas poderem ter uma maior liberdade de expressão comparando com as mais velhas, que poderá advir da forma de trabalhar das próprias educadoras.

Em termos da forma de como a colaboração é feita, verificamos que novamente os resultados são muito parecidos. No entanto, os rapazes foram os que apresentaram um maior número de colaborações físicas e as raparigas apresentaram um maior número de colaborações verbais. Assim, compreende-se que a formação de grupos com ambos os sexos é um aspecto positivo a ter em conta na realização dos jogos.

De acordo com o feedback das professoras, as crianças de facto colaboraram, ajudando-se umas às outras. Assim, o jogo de tabuleiro de Realidade Aumentada actua como uma plataforma de comunicação entre as crianças.

Face ao exposto, compreende-se o potencial do jogo em Realidade Aumentada no desenvolvimento da aprendizagem, motivação e colaboração entre os alunos.

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer às educadoras Clara Cristina Pessanha, Marta Costa, Ilda Santos, Helena Santos, Maria Franco, Rafaela Calaça, Marília Santos, Maria Caeiro, e Sílvia Carreira, pelo trabalho desenvolvido durante o design colaborativo do jogo.

## 8. REFERÊNCIAS

- [Africano04] Africano, D., Berg, S., Lindbergh, K., Lundholm, P., Nilbrink, F., and Persson, A. (2004). Designing tangible interfaces for children's collaboration. In *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI '04. ACM, New York, NY, 853-868.
- [Amante04] Amante, L. Explorando as novas tecnologias em contexto de educação pré-escolar: A actividade de escrita. *Aná. Psicológica*. [on-line]. mar. 2004, vol.22, no.1 [citado 31 Outubro 2009], p.139-154, ISSN 0870-8231.
- [Bellotti09] Bellotti, F., Berta, R., Gloria, A. D., and Primavera, L. (2009). Enhancing the educational value of video games. *Computers in Entertainment*, 7, 2 (Jun. 2009), pp. 1-18.
- [Duarte05] Duarte, M., Cardoso, A. & Lamounier Jr., E. (2005). Using Augmented Reality for Teaching Physics. *WRA'2005 - II Workshop on Augmented Reality*, pp. 1-4.
- [Gibson03] Gibson, J. P. (2003). A noughts and crosses Java applet to teach programming to primary school children. In *Proceedings of the 2nd international Conference on Principles and Practice of Programming in Java*, PPPJ, vol. 42. Computer Science Press, New York, NY, pp.85-88.
- [Hsieh08] Hsieh, Min-Chai. e Lee, Jiann-Shu. (2008). AR Marker Capacity Increasing for Kindergarten English Learning. National University of Tainan, Hong Kong.
- [Inkpen97] Inkpen, K. M., Booth, K. S., Klawe, M., & McGrenere, J. (1997). The Effect of Turn-Taking Protocols on Children's Learning in Mouse-Driven Collaborative Environments. In *Proceedings of Graphics Interface (GI 97)*. Canadian Information Processing Society, pp. 138-145.
- [Kannetis09] Kannetis, T. and Potamianos, A. (2009). Towards adapting fantasy, curiosity and challenge in multimodal dialogue systems for preschoolers. In *Proceedings of the 2009 International Conference on Multimodal interfaces*, ICMI-MLMI'09. ACM, New York, NY, 39-46.
- [Kaufmann02] Kaufmann, H. and Schmalstieg, D. (2002). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. In *ACM SIG-GRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, ACM, New York, NY, pp. 37-41.
- [Mayo07] Mayo, M. J. (2007). Games for science and engineering education. *Communications of the ACM*, 50, 7 (Jul.2007), pp. 30-35.
- [Medicherla10] Medicherla, P. S., Chang, G., and Morreale, P. (2010). Visualization for increased understanding and learning using augmented reality. In *Proceedings of the international Conference on Multimedia information Retrieval*, MIR'10. ACM, New York, NY, pp. 441-444.
- [Papert96] Papert, S. (1996). *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*. Longstreet Press.
- [Salomon90] Salomon, G. (1990). Studying the flute and orchestra: Controlled experimentation vs. Whole classroom research on computers. *International Journal of Educational Research*, 14, pp. 37-47.
- [Schrier06] Schrier, K. (2006). Using augmented reality games to teach 21st century skills. In *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, ACM SIGGRAPH 2006 Educators program.
- [Shelton02] Shelton, B. and Hedley, N. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. In *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, Darmstadt, Germany, September 2002, IEEE Catalog Number: 02EX632 ISBN: 0-7803-7680-3.
- [Stewart98] Stewart, J., Raybourn, E. M., Bederson, B., & Druin, A. (1998). When two hands are better than one: Enhancing collaboration using single display groupware. In *Proceedings of Extended Abstracts of Human Factors in Computing Systems (CHI '98)*.
- [Sutton86] Sutton-Smith, B. *Toys as culture*. New York: Gardner Press, 1986.
- [Tettegah06] Tettegah, S. & Taylor, K. & Whang, E. & Meistninkas, S. & Chamot, R. (2006). Can virtual reality simulations be used as a research tool to study empathy, problems solving and perspective taking of educators?: theory, method and application. *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, ACM SIGGRAPH 2006 Educators program, Article No. 35.