

Math4Kids – Aprender Conceitos de Matemática Brincando

David Jardim, Pedro Faria Lopes e Isabel Machado Alexandre

ISCTE – IUL, Lisboa, Portugal

Resumo — Neste projecto iremos descrever uma abordagem ao conceito de aprender a brincar, mais especificamente, facultar simples conceitos matemáticos para crianças numa faixa etária dos 5 aos 7 anos através da interacção com um jogo de computador. Pretende-se fundir o factor de divertimento com a aprendizagem de uma forma inovadora de modo a ilustrar o potencial pedagógico dos jogos ao desenvolver uma aplicação que funcione como uma ferramenta auxiliar no ensino e na aprendizagem da matemática durante a Educação Pré-Escolar de forma interactiva estimulando na criança múltiplas competências.

Keywords — Matemática, jogos por computador, XNA, educação, aprendizagem.

I. Introdução

A indústria dos jogos digitais cada vez mais exerce uma influência considerável na vida das crianças e dos jovens, surgindo a oportunidade de utilizar os jogos para criar experiências de aprendizagem que sejam interessantes e permitam ao sujeito adquirir ou reforçar conhecimento divertindo-se [1, 2].

Através da interacção com esta aplicação, pretende-se aprofundar as competências matemáticas a desenvolver nas crianças, ao obter conhecimentos acerca da geometria, do número e das relações numéricas dando uso à tecnologia. Além dos conceitos puramente matemáticos tentou-se transmitir às crianças o conceito de peso/massa de cada objecto associado a um valor numérico.

O projecto foi concebido e idealizado de raiz com o objectivo de proporcionar uma plataforma de aprendizagem para crianças em educação pré-escolar.

A teoria de desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget afirma que a aprendizagem depende fundamentalmente de acções coordenadas do sujeito [3]. Nesta acepção, tentou-se proporcionar às crianças situações que visem a aquisição ou aperfeiçoamento de competências matemáticas em torno de uma pedagogia construtivista. Por pedagogia construtivista entende-se a construção do conhecimento de experiências sucessivas [4].

Segundo Piaget [3, 5] existem 4 estádios principais durante o desenvolvimento cognitivo. Consideremos uma fase de transição entre o 2º e o 3º estádio.

No 2º estádio denominado por pré-operatório e compreendido entre os 2 e os 7 anos de idade, em média, surgem os primeiros esquemas de natureza lógico-matemática onde as crianças, interagindo com objectos e através de exercícios de repetição

espontânea, chegam ao domínio e generalização da acção.

O 3º estádio caracteriza-se pelo aparecimento das operações e as acções no pensamento e abrange os 7 aos 11 anos de idade. Denominado por operatório concreto devido à capacidade da criança para solucionar problemas específicos, usando objectos concretos para traduzir as acções em conceitos como os números e relações. Através de objectos, a criança já é capaz de compreender a propriedade transitiva, a conservação do volume, da massa e do comprimento.

Pela definição de estádios de Piaget a aplicação desenvolvida destina-se a crianças entre os 2º e 3º estádios, tendo sido utilizadas estas aferições para atingir os objectivos definidos.

Ao longo do desenvolvimento do projecto foram realizadas reuniões com os Educadores de Infância que participaram na especificação de conteúdo pedagógico e validação dos processos de interacção, assim como testes intermédios do jogo e utilização com 15 crianças de idades compreendidas entre 5 e 7 anos.

As competências a desenvolver foram definidas, em colaboração com os Educadores de Infância, como sendo:

- Descobrir o número:
 - Identificar os números e o sistema de contagem
 - Quantificar objectos e elaborar a cardinalidade
 - Desenvolver competências numéricas
- Relações numéricas:
 - Relações entre números
 - Desenvolver competências aritméticas
- Desenvolvimento da motricidade fina
- Identificação/classificação de objectos
- Sequência lógica e temporal
- Noções de massa/peso dos objectos

O projecto implicou uma equipa de 4 pessoas ao longo de 5 meses, tendo participado nos testes de jogabilidade e pedagogia mais 9 adultos e 19 crianças e jovens. Foram criadas 36 Classes com mais de 8 mil linhas de código C#.

II. Jogos

Foram desenvolvidos 6 mini-jogos que incluem a contagem de unidades e dezenas, ordenação por tamanho ou idade, operações aritméticas tendo em conta o peso dos objectos utilizando uma balança

virtual, construção de sequências de objectos e agrupar conjuntos tendo em conta a classificação e contagem de objectos. Ao longo desta secção vamos detalhar os mais significativos.

Para coerência global do jogo, a interface, interacção e mecanismos de reforço mantêm-se ao longo do menu principal e de todos os mini-jogos. Para os jogadores que o pretendam, está disponível a “Ajuda” que mostra um vídeo de alguns dos processos de interacção.

Na Ilustração 1 é possível observar o ecrã do mini-jogo 1, onde o objectivo consiste em associar um número à plataforma adjacente ao conjunto de vegetais. Através de cores assumidas pela plataforma passa-se o conceito de correcto (verde), errado (vermelho), ou orientação incorrecta do número (amarelo). O jogador recebe pontos por cada contagem efectuada de forma correcta, e se no fim conseguir resolver todos, recebe uma mensagem de congratulação de forma a reforçar positivamente a criança.

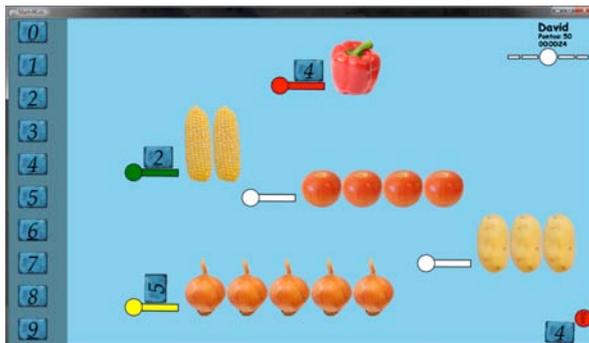


Ilustração 1. Contagem de conjuntos, mini-jogo 1

No mini-jogo 3 possibilitamos ao jogador brincar com uma balança virtual, estabelecendo contacto com o conceito de massa dos objectos, em que cada objecto tem uma massa diferente, como é o caso das caixas com números, sendo o seu peso o número correspondente. É ainda possível efectuar operações aritméticas entre os vários objectos como podemos verificar na Ilustração 2 em que se mostra como $3+2$ é igual a 5, noção não trivial para crianças de 5 anos.

O mini-jogo 6 (Ilustração 3) junta os conceitos de contagem e associação por comparação. Consiste em colocar o número dos vegetais indicado em cada saco. É possível rasgar o saco se for aplicada força suficiente. Neste caso os vegetais caem e o utilizador recebe menos pontos. A forma como o saco rasga não é determinista podendo rasgar em múltiplos pontos conforme a dinâmica que o jogador imprimiu ao objecto. Não sendo trivial esta descoberta (maioritariamente só os jogadores mais novos a descobrem de forma espontânea) torna-se um foco de interesse acrescido pelo factor lúdico que representa pôr os objectos e sacos a chocar uns com os outros.

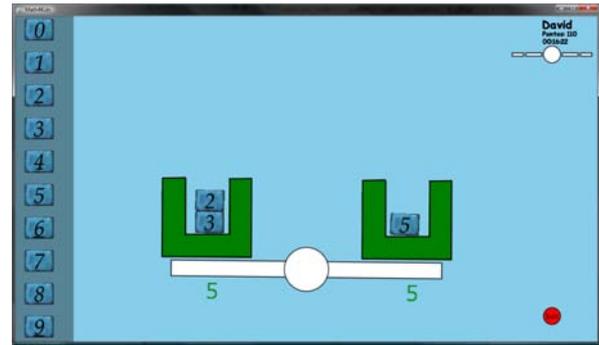


Ilustração 2. Pesos com a balança virtual, mini-jogo 3

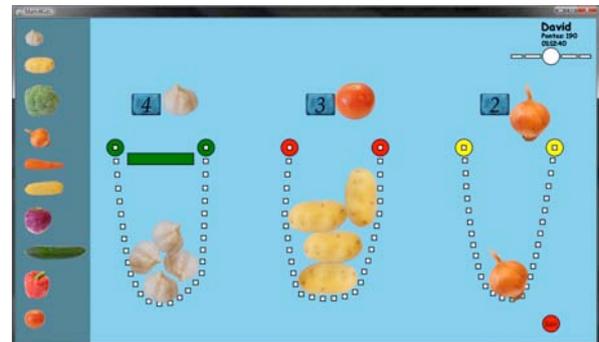


Ilustração 3. Contagem e associação, mini-jogo 6

Neste mini-jogo, como aliás em todos os outros, manipular os objectos, brincando com os pesos, com a dinâmica, a gravidade e descobertas, tornava-se tão atraente quanto viciante ao ponto de nas sessões de testes com crianças, jovens e adultos ser várias vezes necessário terminar de forma explícita as sessões de teste porque se tinha ultrapassado em muito o tempo disponível.

III. Desenvolvimento

Para desenvolver o projecto foi utilizado o Microsoft XNA® Game Studio 3.0 [6] que consiste num conjunto de ferramentas que permitem o desenvolvimento de jogos para Microsoft® Windows®, e Microsoft® Xbox 360®.

A linguagem de programação utilizada foi o C#. O XNA está disponível de forma gratuita e faculto kits básicos para desenvolvimento rápido. Neste projecto em particular, a plataforma alvo foi o sistema operativo Windows®, embora com pequenos ajustes possa ser facilmente transposto para a Xbox 360®.

O conteúdo do jogo, fotografias e grafismo, foi criado e desenvolvido especificamente para o jogo.

Uma das atracções do jogo é a forma como as crianças manipulam os objectos e o modo como eles respondem ao *feedback* do utilizador. Para incutir uma sensação de realidade à forma como os objectos se comportam na aplicação, foi utilizado o motor de física Farseer Physics Engine [7], *software open source* para a plataforma .NET da Microsoft®, que

suporta variadas características físicas como gravidade, força, torque, colisões, molas e juntas.

O motor de física fornece um conjunto de ferramentas que facilitam a criação de um ambiente de base composta por *Geom* (geometria) e *Body* (corpo). Os parâmetros, assim como a forma do objecto, interligações (juntas), coeficiente de atrito, elasticidade, forças, grupos de colisão, são definidos através de programação OO. O ajuste dos valores de cada parâmetro revela-se crítico para se obter os efeitos desejados do ponto de vista físico, cinético, pedagógico, lúdico e de interacção.

Devido à complexidade de alguns objectos, a sua criação implicou a agregação de objectos geométricos simples. Por exemplo para simular fisicamente as cordas que compõem os sacos do mini-jogo 6 (Ilustração 3), cada corda foi construída com um agregado de quadrados interligados por molas. Foi crítico o ajuste da elasticidade das molas que compõem a corda de modo a permitir que, caso o jogador forcesse um objecto contra um saco, ocorresse o rompimento: um valor demasiado baixo e o rompimento fazia-se com facilidade, sendo desinteressante e inapropriado do ponto de vista pedagógico, um valor demasiado alto não permitia romper. A descoberta do “romper” ficava por conta do utilizador explorador. Como noutros mini-jogos deste projecto, esta e outras descobertas e efeitos aumentaram de forma significativa o interesse e a adesão por parte dos jogadores, fenómeno que a teoria da motivação explica [8].

Em alguns casos foi necessário efectuar alterações ao próprio motor de física para suportar novas funcionalidades. Por exemplo no jogo da balança (Ilustração 2) foi necessário acrescentar à classe *Geom* o atributo que determina a soma, em tempo real, do peso resultante de objectos em colisão. Por outro lado, uma balança de braços é um sistema de alavancas. Esta simulação original do motor de física é tão precisa que, mesmo no caso de termos os mesmos pesos nos dois pratos da balança, uma diferença mínima da distância dos pesos ao eixo impossibilitava o equilíbrio. De modo a obter o efeito pedagógico pretendido de a balança mostrar equilíbrio com pesos iguais, foi necessário criar de raiz a Classe *Balance* que simula o comportamento de uma balança real.

IV. Testes

O projecto foi desenvolvido em parceria com o centro de aprendizagem *Tutor Time*, com os educadores a participarem e contribuírem ao longo do processo de desenvolvimento do projecto [9].

Nesta instituição foram efectuados testes de usabilidade e de aceitação com uma turma de 15 alunos com idades entre os 5 e os 7 anos.

A equipa de desenvolvimento e os Educadores não interferiram com os alunos no processo de exploração do jogo. Em termos de interacção verificou-se existir uma ligeira curva de aprendizagem, já que inicialmente as crianças mais novas tiveram dificuldade em manipular os objectos. Ao fim de muito pouco tempo já estavam habituadas e conseguiam controlar os objectos. Verificou-se que os mais velhos tiveram mais facilidade.

As crianças mais jovens tinham alguma dificuldade em perceber o objectivo de cada jogo, sendo normal devido à sua maturidade mental ser inferior, mas através de tentativa e erro conseguiram resolver os desafios.

Algumas vezes verificou-se um fenómeno interessante, que foi o facto de quando surgia alguma frustração, as crianças atiravam os objectos divertindo-se com a forma como os objectos se comportavam e colidiam entre si. Nestes casos o objectivo pedagógico do mini-jogo era alcançado quando o Educador, sem revelar a solução, intervinha para recentrar a criança no objectivo do mini-jogo.

Todas as crianças mais velhas conseguiram resolver todos os mini-jogos de forma espontânea e rápida.

Através de sinais corporais conseguimos avaliar o grau de interesse dos alunos, que se verificou elevado, devido às cores apelativas, à forma como os objectos se comportavam e interagiam, e aos sons que surgiam das acções efectuadas. Quando resolviam correctamente um problema, as crianças eram reforçadas de forma positiva através de uma mensagem de congratulação e um sinal sonoro positivo. Em relação aos reforços negativos, optou-se por apenas utilizar a cor vermelha para assinalar algo que estava incorrecto, tentando reduzir ao mínimo o reforço negativo.

V. Dificuldades encontradas

Ao longo do desenvolvimento do projecto surgiram várias dificuldades que foram importantes no seu amadurecimento ao ultrapassarmos certos obstáculos.

Inicialmente trabalhámos com gráficos de baixa qualidade, porque ainda estávamos a definir a jogabilidade e a estrutura do jogo. Numa fase mais avançada surgiu a necessidade de inserir imagens de qualidade para tornar a experiência visual mais agradável, desde que fossem proprietárias de forma a não infringirmos nenhum direito de autor. Ultrapassámos esta dificuldade efectuando nós próprios a produção dos nossos gráficos através de fotografias e de montagens.

A faixa etária escolhida para o público-alvo do projecto também dificultou um pouco o processo da criação dos desafios, já que entre uma criança de 5 anos e outra de 7, a maturidade mental é díspar. Então surgiu o problema de criarmos desafios que fossem adequados tanto para crianças de 5 anos como para

crianças mais velhas. A dificuldade foi encontrar um equilíbrio entre termos um jogo desafiante ou frustrante consoante o grau de dificuldade ou o nível etário. O interesse que o jogo alcançou ultrapassou as nossas expectativas na medida em que até os adultos que testaram o jogo ficaram cativados.

Para quem está a desenvolver o projecto, por vezes torna-se um pouco viciado nas soluções encontradas. Nesse sentido os testes vêm contrariar essa situação, contribuindo para criar uma aplicação “*children-proof*”. Durante os testes as crianças efectuavam acções das quais não estávamos à espera, ou nem tínhamos pensado nelas, e em alguns casos levavam a aplicação a bloquear. Este processo foi importante para tornar a aplicação robusta.

Após ter criado os mini-jogos, surgiu a necessidade de criar vários níveis para cada mini-jogo, de forma a aumentar a longevidade do projecto como jogo. Para a automatização da criação dos níveis optou-se pela solução dos níveis serem definidos num ficheiro de especificação, lidos em tempo real pelo jogo, que constrói de forma automática os níveis no ecrã.

VI. Conclusão

Com o desenvolvimento deste projecto pretendeu-se a criação de um jogo para incentivar numa actividade lúdica as crianças de forma a adquirir e aprofundar conceitos básicos de matemática. Verificou-se que, com uma ligeira curva de aprendizagem, as crianças realmente divertiam-se a aprender, o que é considerado uma mais-valia.

Foram adquiridos vários conhecimentos na área de produção de jogos, de programação orientada a objectos, e na produção de conteúdos multimédia.

Podemos afirmar que os jogos possuem um potencial de educação tremendo, já que permitem às crianças explorarem ideias em mundos virtuais, acumularem experiência e ficarem absorvidas por disciplinas que no contexto normal das aulas, no ensino como o conhecemos, não representam uma área de interesse nem de lazer.

Embora os jogos se situem no mundo virtual, ao criar jogos interessantes com conceitos pedagógicos,

potencia-se a capacidade de tornar a aprendizagem em algo para ser aplicado no mundo real [11].

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer à Tutor Time e em particular a Sofia Valente, a disponibilidade e colaboração prestadas. Também o nosso muito obrigado a todos os alunos e a todas as pessoas que entusiasticamente brincaram e testaram o programa contribuindo para o estado e a qualidade que o projecto adquiriu.

Referências

1. Marc Prensky, Digital Game-Based Learning, Paragon House Ed. (Paragon House Publishers, 2007).
2. Kurt Squire and Henry Jenkins, Games-to-Teach Project Year End Report, submitted to the iCampus Committee. Cambridge: Self-published.
3. Piaget, J. (1952). The Origins of Intelligence in Children. New York: International University Press.
4. Gravina, M. A, e Santarosa, L. “A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados”, In: Revista Informática e Educação: Teoria e Prática, 1999, UFRGS.
5. BOCK, Ana Mercês Bahia et al. Psicologias: Uma introdução ao estudo de Psicologia. São Paulo: Saraiva, 2002.
6. XNA, Creator’s Club Online. Disponível em: <http://creators.xna.com/en-US/>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2010.
7. Farseer Physics Engine, Farseer Physics. Disponível em: <http://www.codeplex.com/FarseerPhysics>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2010.
8. T. Malone. Towards a theory of Intrinsically Motivating Instruction. Cognitive Science, 4, 333 – 369, 1981.
9. Tutor Time, Child Care/Learning Centers. Disponível em: <http://www.tutortime.com/>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2010.
10. John Gee, What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy (New York: Palgrave Macmillan, 2003): 39.
11. Alfred Whitehead, The Aims of Education (New York: The Free Press, 1929).