

Modelagem Ecológica para um Editor de Criaturas de um Jogo Educativo

Angelo C. Loula^{1*}, Jairo Henrique S. Calmon¹, Leandro N. de Castro³, Charbel N. El-Hani²

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, Brazil

² Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Biologia, BA, Brazil

³ Universidade Presbiteriana Mackenzie, PPGEE, SP, Brazil



Figura 1: Capturas de telas do jogo Calangos e do seu editor de lagartos.

Resumo

Calangos é um jogo eletrônico educativo de simulação voltado para o ensino e aprendizagem de evolução e ecologia. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um editor de lagartos para o jogo *Calangos*. Para o desenvolvimento do editor foi necessário o levantamento de características editáveis que influenciassem as relações ecológicas e auxiliassem no aprofundamento do aprendizado sobre estas relações. Estas características foram modeladas no jogo de modo a ofertar um balanceamento de ganhos e perdas, variando o desafio proposto ao estudante-jogador.

Palavras chave: jogos eletrônicos educativos, modelagem computacional, ecologia e evolução.

Contatos:

*angelocl@ecompu.uefs.br

1. Introdução

A aplicação de jogos eletrônicos para fins educacionais é um tema cada vez mais explorado [ver Mayo 2007, Kirriemuir & McFarlane, 2004]. Jogos eletrônicos são uma atividade lúdica que demanda grande esforço intelectual e permite um alto nível de aprendizado das regras e estratégias envolvidas. O desenvolvimento de jogos eletrônicos educativos busca explorar o engajamento cognitivo advindo desta tecnologia no contexto do ensino e aprendizagem de conteúdos específicos.

Uma das formas de se construir jogos eletrônicos educativos é através da criação de simulações, desenvolvendo jogos educativos de simulação. A complexidade e flexibilidade das simulações computacionais permitem aos educadores projetarem jogos com maior poder e precisão instrucional [Rieber

& Noah, 2008]. Uma das áreas com maior potencial para se beneficiar dos jogos de simulação é a área de ensino e aprendizagem de ciências [Honey & Hilton, 2011].

Calangos é um jogo educativo de simulação voltado para o ensino de Biologia. O jogo modela computacionalmente um caso ecológico real relativo às Dunas do Médio São Francisco, no Estado da Bahia, investigado por pesquisadores brasileiros [e.g. Rocha & Rodrigues 2005]. O objetivo final do jogo é possibilitar ao estudante um ambiente com suficiente realismo, permitindo uma compreensão adequada dos processos ecológicos e evolutivos.

Os conteúdos de evolução e ecologia ocupam posição central no conhecimento biológico, sendo importantes não somente para a compreensão desta disciplina, mas também para a formação de indivíduos capacitados para tomar e avaliar criticamente decisões em face de problemas ambientais e de outra ordem [Futuyma, 2002; Sadler, 2005; Pickett, Kolasa & Jones, 2007]. Contudo, conceitos relacionados à ecologia e à evolução são complexos, abstratos, difíceis de explicar e a disponibilidade de ferramentas que tornam o acesso a estes conteúdos mais concreto, ativo e sistemático, como pretende-se no caso do *Calangos*, é limitada, apesar da importância que teriam na melhoria do ensino e da aprendizagem de tais conceitos.

Este trabalho descreve o desenvolvimento do editor de lagartos que compõe a Fase 2 do jogo *Calangos*. Particularmente, é apresentada aqui a modelagem das características editáveis do lagarto controlado pelo jogador e a relação destas com os processos ecológicos pertinentes.

Não encontramos nenhum jogo eletrônico educativo voltado ao ensino de ecologia que disponibilizasse um editor de criaturas, modelando a criatura, suas características e suas relações ecológicas com demais elementos do jogo. O jogo que mais se aproxima é o jogo Web Earth Online¹. Trata-se de um jogo multiplayer para a web, com visualização bidimensional. Cada jogador joga com um dentre vários animais, como mamíferos, répteis ou pássaros. Estes personagens, porém, apresentam características não editáveis, permitindo ao jogador somente escolher um deles. Não é um jogo de ação, e sim um jogo de estratégia, no qual o jogador escolhe ações para os personagens em um painel lateral.

2. O Jogo Calangos

Calangos é um jogo de simulação e ação com visualização 3D em primeira ou terceira pessoa, ambientado na região das dunas do rio São Francisco, no qual o jogador controla um lagarto (ver Figura 1). Na Fase 1 do jogo, pode ser escolhida uma entre três das espécies endêmicas da região: (*Tropidurus psammonastes*, *Cnemidophorus sp. nov.*, e *Eurolophosaurus divaricatus*) [para mais informações sobre a herpetofauna da região, veja Rocha e Rodrigues 2005].

Trata-se de um jogo eletrônico educativo que deve funcionar como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem de ecologia e evolução no nível médio de escolaridade. Assim, não se trata de um jogo de exposição direta de conteúdos a serem aprendidos pelo estudante-jogador, mas de aprendizagem decorrente da experiência na tentativa de resolver situações-problema.

Para o jogo foram planejadas quatro fases. Na Fase 1, o estudante-jogador atuará como o personagem principal, um lagarto, cujo objetivo é sobreviver, desenvolver-se e reproduzir-se com sucesso. O jogo se inicia com o lagarto no começo de sua vida, situado no terreno das dunas, no qual há os elementos relevantes do ecossistema das dunas do médio Rio São Francisco, que podem estar envolvidos nas relações ecológicas do lagarto controlado pelo jogador. Dentre estes elementos têm-se várias espécies da flora, várias presas típicas dos lagartos, várias espécies de predadores do lagarto e alguns animais não envolvidos na cadeia alimentar do lagarto. Outros lagartos da mesma espécie também estão presentes no ambiente, com os quais existem relações ecológicas (e.g. competição por território, por presas e para acasalamento). Além disso, há elementos do meio físico que são simulados, como o clima e a vegetação da região. O objetivo do jogador é sobreviver até a fase adulta, quando poderá reproduzir-se, gerando suas proles. Seu sucesso está associado à quantidade de filhotes que tenha conseguido gerar.

¹ <http://www.webearthonline.com>

A Fase 2 é o foco deste artigo que apresenta a seguir seus resultados iniciais. Esta fase acrescenta à Fase 1 a possibilidade do jogador ajustar configurações para o lagarto que utilizará no jogo. O estudante-jogador deverá construir um lagarto a partir de um editor de características, podendo trabalhar, de forma mais aprofundada, a relação entre morfologia e fisiologia, com sucesso na sobrevivência e reprodução.

A Fase 3 passará do nível do organismo individual para o nível das populações, colocando o estudante-jogador na condição de atuar como uma população inteira de um dos lagartos. A quarta e última fase envolve uma passagem do tempo ecológico para o tempo evolutivo, sendo colocado para o estudante-jogador o desafio de lidar com sua evolução ao longo de várias gerações. As Fases 3 e 4 estão ainda na etapa de projeto.

3. O Editor de Lagartos

As espécies pré-definidas na Fase 1 estabelecem personagens modelados segundo as características reais das espécies. Isto, porém, determina um contexto limitado para experimentação do jogador e, conseqüentemente, para seu aprendizado. A Fase 2 expande as possibilidades na caracterização das espécies e permite que o jogador escolha configurações particulares para a espécie do seu lagarto. O estudante-jogador pode então observar e avaliar como estas escolhas afetam as relações ecológicas e, conseqüentemente, o sucesso na sobrevivência e reprodução da espécie.

Há uma riqueza muito grande de relações ecológicas que foram modeladas para o jogo. O lagarto se relaciona com presas, predadores, vegetação, co-específicos, ambiente e clima, e a modelagem destas relações conduziu a uma complexa rede de inter-relações entre elementos e processos dentro do jogo (Figura 2) [Loula et al. 2009].

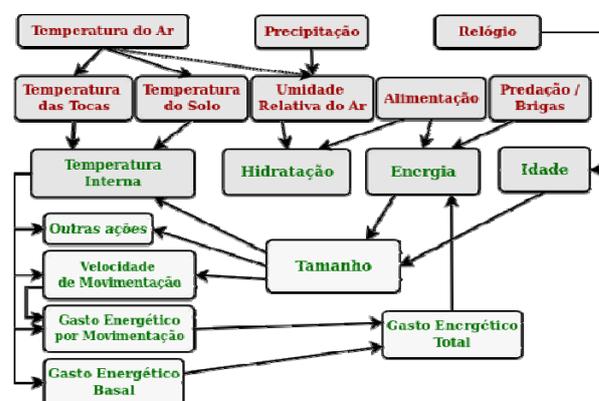


Figura 2: Diagrama dos elementos modelados no jogo e suas interações na Fase 1.

A modelagem computacional destes elementos foi feita através de equações matemáticas. Por exemplo, a temperatura interna do lagarto é dada pela temperatura

interna atual do lagarto somada a diferença entre a temperatura interna e a temperatura do solo, multiplicada por uma constante de inércia térmica que indica quanto o tempo para o lagarto entrar em equilíbrio térmico com o solo. Foi utilizada também a modelagem baseada em agentes. Os predadores, por exemplo, correm em direção do lagarto quando a distância entre eles é menor que um parâmetro de distância.

A edição de características morfológicas e fisiológicas do lagarto altera a forma como diversos processos e relações ocorrem, permitindo novos desafios e novas possibilidades de compreender as relações ecológicas envolvidas. A criação do editor também demandou a modelagem de novos elementos e processos, além daqueles exibidos na Figura 2.

3.1 Características Editáveis

O levantamento das características dos lagartos disponíveis para o estudante-jogador configurar na Fase 2 foi feito com os biólogos da equipe do projeto, segundo os objetivos educativos do jogo para ensino-aprendizagem de ecologia. Muitas destas características não foram contempladas na modelagem computacional feita para a Fase 1, e a incorporação delas ao jogo demandou a expansão da modelagem inicial com o desenvolvimento de novas funcionalidades.

O princípio norteador para a modelagem destas características configuráveis foi o de balancear ganhos e perdas inerentes a cada característica. Assim, não existem somente benefícios ou somente malefícios quando uma escolha é feita e sim desafios diferentes que são criados. O estudante-jogador então deve exercitar sua capacidade de observação e avaliação quando joga com um lagarto em nova configuração para definir sua estratégia, buscando compreender as mudanças ocorridas na simulação do jogo.

As características que são ajustadas pelo jogador no editor de lagartos são as seguintes:

- a. **Tamanho do corpo:** com o aumento do tamanho, o lagarto fica mais visível aos predadores, mas pode inibir predadores de menor porte. Sua termorregulação é mais fácil pela maior inércia térmica, mas seu gasto energético é mais rápido, demandando mais alimentos. Este elemento já existia na modelagem da Fase 1, mas como um parâmetro alterado pela idade do lagarto que aumentava durante o jogo. Na Fase 2, o jogador é capaz de mudar o tamanho inicial do lagarto e assim também o crescimento do corpo.
- b. **Largura da cabeça:** mudanças na largura da cabeça mudam o tamanho da boca, afetando a forma como o lagarto lida com os elementos de sua dieta: presas, frutos e flores. Com uma boca pequena, o lagarto não pode comer grandes

alimentos tamanho, mas com uma boca grande não consegue comer alimentos pequenos. A largura da cabeça varia também com a idade do lagarto e seu crescimento. Este elemento não existia na Fase 1 e na Fase 2 é modelado como elemento que altera a relação lagarto-presa e lagarto-vegetação.

- c. **Velocidade máxima:** um aumento na velocidade máxima que o lagarto alcança quando corre pode facilitar sua fuga de predadores, mas seu gasto energético, mesmo em repouso, é maior. Esta característica já estava presente na Fase 1 mas como um parâmetro fixo, e para a Fase 2 adicionamos as mudanças no gasto energético basal.
- d. **Padrão de coloração:** padrões diferentes de coloração podem favorecer a camuflagem do lagarto ou podem torná-lo mais visível. A depender da escolha de cores e do local e iluminação do ambiente, o lagarto pode ficar mais difícil ou mais fácil de ser visto pelos predadores, mas também se torna menos ou mais visível a coespecíficos fêmeas, dificultando ou facilitando a reprodução. Este foi um novo elemento modelado no jogo, alterando a relação lagarto-predador e lagarto-coespecífico.
- e. **Temperatura ideal:** lagartos não regulam internamente sua temperatura, necessitando buscar mais quente ou mais frio para buscar sua temperatura ideal. Quando fica muito abaixo da temperatura ideal, diminui seu gasto energético, mas se torna lento e apresenta falha nas ações. Quando fica muito acima da temperatura ideal, seu gasto energético sobe e pode morrer quando fica demasiadamente quente. Como a temperatura varia durante o dia e à sombra, o ajuste da temperatura ideal pode favorecer em certas horas do dia e em certas regiões, mas pode dificultar a termorregulação em outros momentos e locais. Este elemento já estava presente na Fase 1, e capacidade de edição na Fase 2 envolveu poucas alterações no simulador.
- f. **Dieta preferencial:** existe uma diversidade de alimentos no ambiente, a partir dos quais o lagarto pode adquirir energia para manter seu gasto energético. Na Fase 1, os lagartos apresentavam uma dieta generalista que permitia que comessem todos tipos de alimentos, mas na Fase 2 o jogador pode tornar a dieta mais específica, com preferência para formigas ou para alimentos vegetais, permitindo maior ganho de energia a partir de alimentos preferenciais, porém com menor ganho pelos demais. A possibilidade de dietas especializadas demandou uma nova modelagem no jogo para permitir mudanças nos valores de energia ganhos por cada alimento.
- g. **Ciclo circadiano de atividade:** a presença ou ausência da luz do sol afeta os seres vivos de formas variadas. Na Fase 1, o ciclo circadiano afetava somente presas e predadores do lagarto

pela presença ou ausência de alguns deles a depender do momento do dia. Na Fase 2, o jogador deve escolher se o lagarto será mais ativo de dia ou de noite. No turno oposto a este, o lagarto se tornará mais lento e com possibilidade de falha em suas ações. Além disso, coespecíficos fêmeas só podem ser encontradas no turno de maior atividade. Surgem então mudanças na relação lagarto-ambiente e lagarto-coespecíficos.

- h. **Capacidade de enterrar-se:** a partir da Fase 2, o jogador pode optar por atribuir ao lagarto a capacidade de enterrar-se na areia. Com isso diminui momentaneamente sua visibilidade aos predadores, porém a inércia térmica deste lagarto é menor, estando enterrado ou não, dificultando a termo-regulação. As relações lagarto-ambiente/clima e lagarto-predador são modificadas, assim, com esta característica.
- i. **Densidade dos coespecíficos:** esta característica não altera o lagarto do jogador, mas os demais lagartos da mesma espécie. Uma maior densidade de coespecíficos aumenta a quantidade de macho e fêmeas de lagarto existentes no ambiente, facilitando a tarefa de encontrar fêmeas, mas aumentando brigas com machos e diminuindo a disponibilidade de alimentos. Esta é uma nova característica modelada exclusivamente para a Fase 2 do jogo.
- j. **Agregação dos coespecíficos:** novamente, esta característica afeta somente os demais lagartos coespecíficos. Os lagartos podem manter-se aglomerados em determinadas regiões fixas do ambiente, o que facilita também a busca por fêmeas, mas aumenta a competição e diminui alimentos nestas regiões. Outra opção é os lagartos estarem dispersos de maneira uniforme, evitando aproximar-se uns dos outros. Ou ainda, os lagartos podem se distribuir aleatoriamente, sem preferência por manterem-se próximos ou por afastarem-se dos demais.

O editor de lagarto já permite ao jogador fazer alterações em todas estas características, o que conduziu a muitas variações na dinâmica de simulação do jogo. Diversos parâmetros que regulam limites e proporcionalidades destas mudanças na simulação estão sendo avaliados atualmente, buscando encontrar o nível adequado de jogabilidade e mantendo a plausibilidade biológica desejada em um jogo educativo.

5. Conclusão

Desenvolver modelos para um jogo eletrônico educacional é um desafio constante no projeto do jogo Calangos. É necessário criar uma ferramenta computacional de interação em tempo real, que atenda tanto requisitos educacionais, quanto requisitos biológicos, garantindo a percepção correta dos fenômenos recriados no jogo e assim evitando que

estes induzam a uma compreensão errônea do fenômeno modelado. Além disso, devem ser considerados requisitos lúdicos, criando de fato um jogo que seja motivador e desafiador, mantendo o engajamento do aluno na situação criada pelo jogo.

A adição de um editor de lagartos na Fase 2 de Calangos gerou muitas variações na dinâmica de simulação do jogo, renovando desafios para o jogador e aumento suas possibilidades de explorar o jogo, aprofundando o aprendizado sobre ecologia. Uma vez que ecologia envolve uma diversa rede de interações entre os organismos e destes com o ambiente, a modelagem destas interações no jogo precisa ser criteriosa para escolher as relações pertinentes aos objetivos educacionais sem trivializar o cenário proposto ou inviabilizar computacionalmente a simulação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, a Fapesp, a Finep, a UEFS e ao MackPesquisa pelo apoio financeiro.

Referências

- MAYO, M. J., 2007. Games for science and engineering education. *Communications of the ACM* 50(7), 30-35.
- KIRRIEMUIR, J., AND MCFARLANE, A., 2004. *Report 8: Literature review in games and learning*. Futurelab Series.
- RIEBER, L. P. AND NOAH, D., 2008. Games, simulations, and visual metaphors in education: antagonism between enjoyment and learning. *Educational Media International*, 45(2), 77-92.
- HONEY, M.A. AND MARGARET HILTON (Eds). 2011. *Learning Science Through Computer Games and Simulations*. Washington, DC: National Academies Press.
- FUTUYMA, D. J. (Ed.). *Evolução, ciência e sociedade*. Ribeirão Preto: SBG.
- PICKETT, S. T. A.; KOLASA, J. AND JONES, C. G. 2007. *Ecological understanding: The nature of theory and the theory of nature*. San Diego: Elsevier.
- ROCHA, P.L. B. AND RODRIGUES, M. T., 2005. Electivities and resource use by an assemblage of lizards endemic to the dunes of the São Francisco River, Northeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, 45(22), 261-284.
- SADLER, T. D. 2005. Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. *Journal of Biological Education*, 39 (2), 68-72.
- LOULA, A.C. , OLIVEIRA, E.S. , MUNOZ, Y. J., VARGENS, M. M. F., APOLINARIO JR., A. L., CASTRO, L.N., ROCHA, P., EL-HANI, C.N., 2009. Modelagem Ambiental em um Jogo Eletrônico Educativo. In: *SBGames 2009, VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, Rio de Janeiro, Outubro 2009, 171-180.