

Dinobase 2.0: Ampliando a Experiência do Jogo por meio de Agentes e Máquinas de Estados Finitos

Adriano E. W. Nagasava

Universidade do Vale do Itajaí
(UNIVALI)

Rua Uruguai, 458
Itajaí, SC – Brasil
+55-47-91346609

nagasava@gmail.com

Adriana Gomes Alves

Universidade do Vale do Itajaí
(UNIVALI)

Rua Uruguai, 458
Itajaí, SC – Brasil
+55-47-99830830

adriana.alves@univali.br

Regina C. L. Hostins

Universidade do Vale do Itajaí
(UNIVALI)

Rua Uruguai, 458
Itajaí, SC – Brasil
+55-47-96555563

reginalh@univali.br

ABSTRACT

Dinobase 1.0 is an educational digital game developed in universal design paradigm, aligned with the concept of assistive technology. It addresses the math area, more specifically the content of potentiation. The game was designed to be a support tool for teaching in a playful way. Once it is a turn-base game, two to four players can play it. Its expansion done by the inclusion of Artificial Intelligence techniques provides children new experiences by giving the opportunity to play against a virtual player. The present work shows the implementation of this new game version, Dinobase 2.0, which includes the intelligent agent, the state machine and the use of Personas for its evaluation.

RESUMEN

Dinobase 1.0 é um jogo digital educativo desenvolvido sob o paradigma de design universal, alinhado ao conceito de tecnologia assistiva. Aborda a área de matemática, mais especificamente o conteúdo de potenciação. Projetado para ser uma ferramenta de apoio ao ensino de forma lúdica, o jogo permite a participação de dois a quatro jogadores alternando-se em turnos. Sua ampliação por meio de inclusão de técnicas de Inteligência Artificial visou a criação de novas oportunidades de experiência das crianças, a partir da possibilidade de jogar contra um jogador virtual. O artigo discute a implementação desta nova versão do jogo, Dinobase 2.0, que inclui agente inteligente e máquina de estados, e o uso de Personas para sua avaliação.

Descritor de Categorias e Assuntos

I.2.0 [Artificial Intelligence]: General - Cognitive simulation

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education - Computer-assisted instruction (CAI)

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or to republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

Conference'10, Month 1–2, 2010, City, State, Country.

Copyright 2010 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

Termos Gerais

Algorithms, Human Factors, Verification.

Palavras-chave

Educação inclusiva, tecnologia assistiva, Inteligência artificial

1. INTRODUÇÃO

A articulação de três dimensões – racionalidade, ludicidade e acessibilidade – no processo de aprendizagem, não é tarefa fácil e depende também da articulação do conhecimento e das competências de diferentes áreas profissionais. No desenvolvimento de jogos digitais, por exemplo, não se desconhece o fato da inobservância aos critérios de acessibilidade nas suas interfaces, o que inviabiliza as possibilidades de jogo e de aprendizagem de pessoas com algum tipo de necessidade especial. Esse desafio motiva a pesquisa e o desenvolvimento de jogos educacionais baseados em concepção do desenho universal, dentro do paradigma de tecnologias assistivas e de inclusão escolar.

Buscou-se viabilizar o desenvolvimento de inovações em tecnologias de produtos e processos em jogos digitais acessíveis, articulados à compreensão ampliada dos complexos processos que envolvem a aprendizagem e inclusão de pessoas com necessidades especiais [7]. O projeto se diferencia pela aplicabilidade efetiva ou potencial no âmbito da Educação Inclusiva nos sistemas público e privado de ensino. A proposta também se destaca por sua contribuição, direta ou indireta, à formulação de políticas públicas, ao avanço do conhecimento e à melhoria da qualidade de vida e independência intelectual e lúdica das crianças com necessidades especiais.

Como um dos resultados da pesquisa aplicada, foi desenvolvido o jogo digital Dinobase 1.0 cujo objetivo é a aprendizagem de potenciação. Implementado para disputas de 2 a 4 jogadores, o jogo foi avaliado em escolas do ensino fundamental com crianças de idades entre 8 e 10 anos, das redes públicas dos municípios de Balneário Camboriú e Itajaí no Estado de Santa Catarina. As avaliações envolveram alunos das salas regulares e das SRM – Salas de Recursos Multifuncionais, incluindo crianças com deficiências intelectuais [1].

A partir do uso e avaliação do jogo Dinobase 1.0, observou-se a possibilidade de ampliar a experiência do jogador por meio de disputas entre o jogador (humano) e um jogador virtual (computador). Esta abordagem pode dar novas oportunidades aos

jogadores, uma vez que não necessitam de outra pessoa para jogar ou podem jogar sem pressão dos colegas, fato observado nas oficinas de avaliação.

Para permitir ao jogador disputar partidas contra o computador, o adversário virtual necessita demonstrar um comportamento inteligente – por meio do uso de técnicas de Inteligência Artificial – pois é necessário nivelar suas jogadas de forma a permitir ao jogador também vencer as partidas. Para validar este comportamento, a avaliação do jogo apoiou-se no conceito de *Personas* [9] para definir os tipos de usuários identificados entre as crianças.

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados obtidos com o desenvolvimento do jogo Dinobase 2.0, incluindo a inteligência artificial para o jogador virtual e sua avaliação. Desta forma, são apresentados na seção 2 os trabalhos correlatos ao projeto; a seção 3 descreve a metodologia adotada no desenvolvimento e avaliação; na seção 4 é descrito o jogo Dinobase 1.0 e sua avaliação para compreensão de sua mecânica básica e resultados obtidos com alunos do ensino fundamental; em seguida na seção 5 o referencial conceitual adotado na concepção da IA no jogo e a explicação da implementação da nova versão; a seção 6 apresenta os resultados da avaliação com o uso de *Personas* e ao final na, seção 7, apresentam-se as conclusões sobre o trabalho.

2. TRABALHOS CORRELATOS

Os jogos vêm sendo amplamente utilizados como ferramenta de apoio ao aprendizado, neste sentido foram analisados alguns trabalhos correlatos ao jogo Dinobase 2.0, incluindo o uso de IA em sua solução para adaptação dos níveis de habilidades do usuário.

Em [3] observa-se como a gamificação e o design de jogos ajudam a estimular o aluno a ampliar o conhecimento e as habilidades fora da sala de aula, levando a uma melhora geral no desempenho do aluno.

Conclusão semelhante alcançada por [11] no desenvolvimento de um jogo muito semelhante ao Dinobase 2.0 – que também visa o ensino de conceitos de matemática (adição e subtração) para crianças, evidenciando a motivação e a disposição dos alunos em aprender, quando utilizado os jogos como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizagem.

Sobre a solução proposta no Dinobase 2.0 referente à escolha por implementar um agente inteligente que se adapta ao nível de habilidade do jogador, verifica-se a assertividade, numa solução muito semelhante proposta por [6], que também propõe o uso de agente inteligente para identificar o nível de experiência do usuário, permitindo ao agente adaptar-se ao contexto do usuário.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada no desenvolvimento deste projeto foi alinhada a processos de engenharia de software, notadamente as etapas de engenharia de requisitos, análise e projeto das técnicas de Inteligência Artificial, implementação de software orientado a objeto e avaliação de software pelo uso de *Personas*.

As primeiras atividades do projeto consistiram no estudo do jogo digital Dinobase 1.0 incluindo sua concepção, objetivos, funcionalidades desenvolvidas, limitações e avaliações realizadas nas escolas. Desta análise foram identificados e documentados os requisitos da nova versão. A atividade de estudo de soluções das técnicas de inteligência artificial que melhor se aplicava ao

projeto sucedeu a análise dos requisitos, e permitiu a definição da arquitetura do agente, modelado por meio de diagrama de máquina de estados da UML (*Unified Modeling Language*). A etapa de implementação do agente incluiu também a reimplementação de todo o jogo, haja vista que a tecnologia anteriormente utilizada não se mostrou adequada para a nova versão. Por fim, adotou-se como técnica de validação do jogo o uso de *Personas* para representar os diferentes tipos de jogadores classificados por suas habilidades na compreensão da mecânica do jogo e conceitos de potenciação.

4. MECÂNICA E POTENCIAL DO JOGO DINOBASE 1.0

O projeto “Tecnologias Assistivas Digitais: inovação e acessibilidade em jogos digitais para pessoas com necessidades especiais”, teve por objetivo promover o desenvolvimento e a distribuição do conhecimento sobre desenvolvimento de jogos digitais acessíveis dentro do conceito de Design Universal. Seu público alvo é:

a comunidade de CT&I, Redes de pesquisa, Instituições de CT&I, Empresas e todos os alunos, inclusive crianças com deficiências, transtornos globais de desenvolvimento e altas habilidades que se ressentem do direito de participação, aprendizagem e lazer na maioria das atividades da vida social [7].

De acordo com Hostins [7] o trabalho foi desenvolvido em três frentes. A primeira frente busca a realização de seminários e pesquisas para a construção do conhecimento metodológico e teórico. A segunda busca desenvolver três jogos digitais acessíveis, funcionais e pedagógicos. A terceira e última frente tem por objetivo aplicar e validar os softwares desenvolvidos na rede municipal, observando e documentando os resultados.

Neste contexto, o jogo Dinobase 1.0 configura como um dos produtos desenvolvidos no projeto. Tem por meta a aprendizagem de potenciação e pode ser jogado de 2 a 4 jogadores com idades entre 8 e 10 anos. A partir de uma mecânica simples, o jogador precisa realizar operações de potenciação, especificamente da base 3, para poder prosseguir no jogo até atingir a meta final, que é obter a pontuação máxima, correspondente a 3^3 .



Figura 1. Tela do jogo Dinobase 1.0: sorteio de valores

O jogo depende do raciocínio e um pouco de sorte, já que o número de itens que se pode obter depende de sorteio. Cada jogador em seu turno clica num ícone em formato de ovo (Figura 1) que sorteia um número entre 1 a 6. Com o valor obtido, o

jogador faz a compra dos elementos: ovo (3^0), dinossauro bebê (3^1), dinossauro jovem (3^2) e o dinossauro adulto (3^3).

O turno só pode ser passado ao próximo jogador, após o jogador atual utilizar todas as unidades recebidas no sorteio. Para realizar a compra, o jogador clica no ícone em relevo correspondente ao elemento desejado, como apresenta a Figura 2.



Figura 2. Tela do jogo Dinobase 1.0: compra de um novo elemento

Observa-se, portanto, ser impossível trocar os elementos dinossauro jovem e dinossauro adulto através do sorteio, uma vez que não se pode acumular os valores sorteados. Para adquirir estes dois últimos elementos é necessário realizar a troca pelos elementos já conquistados pelo jogador. Para tal, o jogador seleciona os elementos em sua posse (através de um clique sobre o elemento desejado) de forma que a soma do custo destes elementos selecionados (em unidades) alcance o custo do elemento desejado. Por exemplo, se o jogador possuir três dinossauros bebê (cada um custa 3 unidades, somando 9 unidades no total), ele pode trocá-los por um dinossauro jovem (com um custo de 9 unidades). Após selecionar os elementos, basta clicar no ícone em relevo do novo elemento desejado para a troca ser efetivada. Desta forma o jogador vai acumulando elementos a cada turno até poder trocá-los pelo dinossauro adulto, e vencer a partida.

Após o seu desenvolvimento, o Dinobase 1.0 foi avaliado por professores e alunos do ensino fundamental de uma escola da rede municipal de Balneário Camboriú, SC – Brasil. Os alunos do segundo ano, com idade média entre 8 e 9 anos, incluindo dentre esses alunos com deficiência intelectual, participaram de oficinas no laboratório de informática. A Figura 3 apresenta um dos momentos da avaliação do jogo na escola.

Os alunos jogaram o Dinobase 1.0 em rodadas com a orientação dos professores e pesquisadores e também em rodadas sem orientações. Após utilizarem o software, responderam a um questionário sobre o jogo para avaliação da jogabilidade e diversão, o qual evidenciou facilidade por parte dos alunos em utilizarem o aplicativo. Também por meio do questionário, observou-se uma boa aceitação do Dinobase 1.0 por parte dos alunos, considerando-o divertido. [1]. Com base nas avaliações, os autores concluíram que o Dinobase 1.0 é um jogo educacional lúdico com boa jogabilidade.

Para avaliar o aprendizado dos alunos, foi solicitado às crianças que respondessem um segundo questionário, o qual apresentava questões acerca das operações de trocas necessárias para

conquistar cada dinossauro. Os resultados evidenciaram que os alunos obtiveram maior acerto quando realizavam as trocas diretas permitidas pelo jogo, isto é, por exemplo, quando se perguntou quantos ovos (3^0) vale um dinossauro bebê (3^1), a assertividade foi mais frequente entre os alunos. Nas trocas indiretas, os índices de acertos foram menores, por exemplo, quando se questionou quantos ovos (3^0) eram necessários para obter um dinossauro jovem (3^2). Isso demonstra uma certa dificuldade dos alunos em compreenderem os valores associados aos dinossauros e a abstração matemática necessária para a realização deste tipo de cálculo. Os resultados também evidenciaram a necessidade de intervenção do professor para incentivar o aluno a pensar sobre as jogadas e cálculos realizados, auxiliando no aprendizado [1].



Figura 3. Alunos recebendo instruções do jogo. Fonte: [1]

Foram realizadas também avaliações com alunos com deficiências intelectuais e motoras das Salas de Recurso Multifuncional (SRM) de uma escola da rede municipal de Itajaí e da mesma escola de Balneário Camboriú, SC, onde foi realizada a oficina com a turma da sala regular de ensino. O jogo permitiu a inclusão dos alunos deficientes na atividade proposta, os quais jogaram com as professoras ou outros colegas. A interação entre as crianças mostrou-se positiva e o raciocínio exigido adequado ao nível escolar pesquisado.

Analisando a interação dos alunos com deficiência intelectual e os demais alunos e professores, constatou-se que o jogo ultrapassa questões relacionadas à deficiência, categorizando-o como inclusivo e universal [1]

Observou-se nas oficinas com as crianças que partidas entre elas podiam tornar-se demoradas quando mais de duas crianças jogavam juntas. Também se percebeu um alto grau de competitividade e comparação dos resultados entre eles. Alguns comportamentos evidenciaram-se, como o caso em que uma das crianças foi para um canto e não quis mais jogar por haver perdido. Na SRM o aluno atua com a professora e não com um colega de mesma idade e formação escolar. Considerando a criança com deficiência intelectual, que por vezes demanda mais tempo para realizar sua jogada, observou-se que ao jogar com alguém que já domina o conteúdo, este se mostra impaciente para prosseguir jogando com o primeiro. Desta forma, uma alternativa para ampliar a experiência com o jogo Dinobase 1.0 foi criar a possibilidade de um jogador poder jogar sozinho, isto é, contra o computador. Os conceitos estudados para este intento e os resultados obtidos são discutidos nas próximas sessões.

5. DESENVOLVIMENTO DO DINOBASE 2.0 COM O ADVERSÁRIO VIRTUAL

Com o objetivo de incluir no jogo Dinobase 1.0 a possibilidade de uma partida entre um jogador e o “computador”, ou seja, um adversário virtual, optou-se pela utilização do conceito de agentes. Russel e Norvig [10] definem como agente algo que consegue reconhecer o seu ambiente por meio de sensores e interagir com ele por meio de atuadores.

No jogo Dinobase 2.0 o adversário virtual possui dois objetivos: vencer a partida e fornecer um nível de dificuldade compatível com o nível de habilidade do jogador. Desta forma espera-se proporcionar uma melhor experiência ao jogador, pois certo nível de dificuldade pode fazer com que o jogador se sinta desafiado a jogar o Dinobase 2.0. Ao mesmo tempo é necessário tomar cuidado de não o tornar excessivamente difícil, causando frustração.

O adversário virtual segue a classificação de agentes baseados em utilidade [10]. Para este tipo de agente, apenas ter um objetivo não é suficiente, ele também precisa escolher a melhor forma de atingi-lo. Neste modelo o agente possui uma função de utilidade que o ajuda a escolher a ação que o ajudará a atingir o objetivo com o melhor desempenho possível.

Karlsson [8] afirma que “o uso de máquinas de estados finitos para definir o comportamento de agentes em jogos é bastante popular devido ao fato de necessitarem de pouco poder de processamento e ser fácil e intuitivo definir comportamentos por meio dessa abordagem”. Também são muito populares para implementarem a inteligência de agentes em jogos [5].

Como o adversário virtual demonstrou necessitar de poucos estados para delimitar suas ações e poucas transições entre estes estados, a máquina de estados demonstrou-se apropriada como mecanismo de controle das ações do agente. Karlsson [8] considera que uma máquina de estados finitos é um conjunto de estados e um conjunto de regras de transição entre estes estados. É necessário que o agente observe o ambiente, neste caso, o estado do adversário. Os estados possíveis do agente inteligente (adversário virtual) e do jogador durante uma partida são representados no diagrama da figura 4, onde os turnos são alternados entre jogador e computador até que um deles vença a partida. Após o estado de sorteio, o adversário virtual poderá alternar entre os estados de compra, troca e análise até não possuir mais nenhuma ação a ser realizada, finalizando o turno.

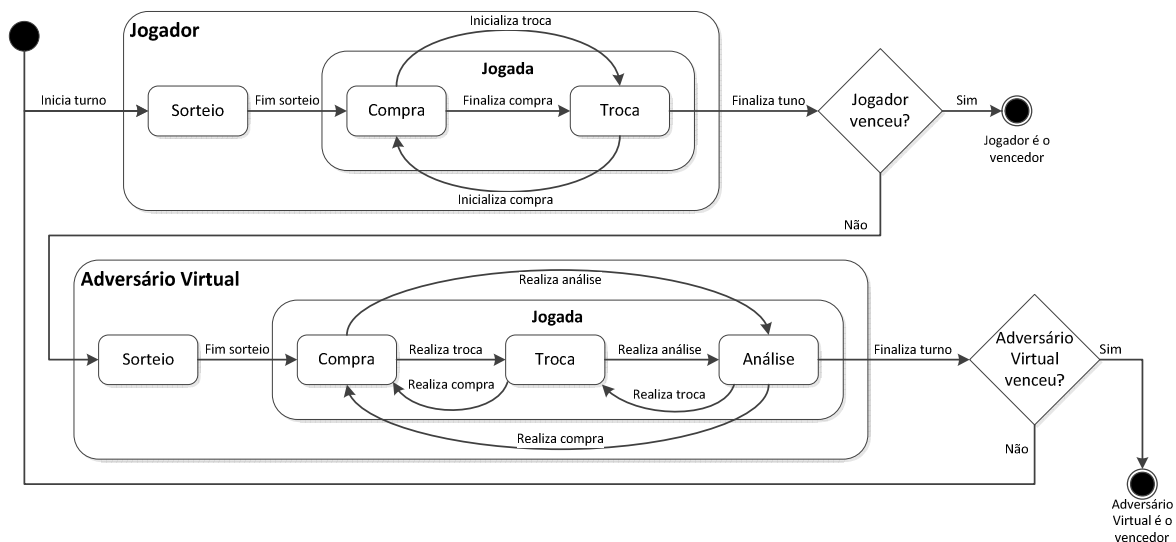


Figura 4. Diagrama de Estados Finitos do Dinobase 2.0

5.1 Agente Adversário Virtual

Diferente de um jogo como o Xadrez, em que a jogada do adversário influencia a do jogador, no jogo Dinobase as ações de um jogador não influenciam na do outro. Desta forma o agente não precisa decidir sua jogada em função do que o jogador fez. No entanto o agente necessita analisar o comportamento do jogador para balancear suas jogadas de forma a não vencer sempre e causar frustração na criança.

Durante os testes de uso do Dinobase 1.0 com as crianças, observou-se que algumas delas não realizavam compras diretas do dinossauro bebê (3^1), comprando apenas ovos (3^0) ainda que tivessem tirado três ou mais pontos no sorteio. Outras só realizavam trocas quando o inventário já estava cheio e não era mais possível comprar seus itens. Comumente as crianças esqueciam ou não percebiam que algumas trocas poderiam ser realizadas. Inclusive perdiam a partida mesmo possuindo os

pontos necessários para trocar pelo dinossauro adulto (3^3), jogada necessária para a vitória no jogo. Com base nestas observações optou-se por desenvolver um adversário virtual que demonstre um comportamento semelhante ao do jogador que estiver disputando a partida, “esquecendo” de realizar algumas trocas, não comprando sempre o dinossauro bebê quando tiver pontos para fazê-lo ou jogar de forma otimizada se o jogador realizar todas as trocas e compras diretas possíveis, adaptando-se ao estilo de jogo e nível de habilidade do jogador de modo que o jogo não se torne difícil demais a ponto de frustrar o jogador, ou fácil demais a ponto de tornar-se sem graça.

Para atingir este objetivo o agente guarda as jogadas, a pontuação e quantidade de cada tipo de dinossauro no inventário do jogador a cada turno. Com base nestas informações o agente consegue calcular um percentual de aproveitamento de cada tipo de jogada e desta forma ter um parâmetro para auxiliar nas decisões das próprias jogadas. Como exemplo: se o jogador possuir 6

dinossauros bebês no inventário e realizar a troca por apenas 1 dinossauro jovem, pode-se dizer que o jogador teve um aproveitamento de 50%, pois ele poderia ter trocado 2 dinossauros jovens. Quando for a vez do adversário virtual realizar as trocas, ele terá uma chance de 50% de realizar a ação de troca. O mesmo procedimento foi utilizado para as compras diretas. Quando o adversário virtual alcança o total de 27 pontos – quantidade necessária para vencer a partida – em cada turno o adversário virtual possui uma chance de vencer a partida.

5.2 Implementação do Dinobase 2.0

Percebe-se um movimento ocorrendo com os jogos eletrônicos: a necessidade de desenvolver um jogo, mas publicá-lo em diferentes plataformas. Além disso, os jogadores esperam compartilhar os seus dados entres estas diferentes plataformas [4]. Para alcançar este objetivo, faz-se necessário o uso de tecnologias que permitam o desenvolvimento de um jogo e com pouco esforço, tornar possível executá-lo nas principais plataformas existentes no mercado, como consoles, computadores, smartphones e tablets. Assim, diferente de sua primeira versão, o Dinobase 2.0 foi reimplementado utilizando a *engine* Unity (<http://unity3d.com/pt>) e a linguagem C#, que permite desenvolver jogos eletrônicos em 2D e 3D, e publicá-los para diversas plataformas. O objetivo de preparar o jogo para rodar em diferentes plataformas visa não restringir seu uso a computadores, no entanto este aspecto não será explorado neste artigo, tendo em vista o foco sobre os aspectos da IA do Dinobase 2.0.

Considerando-se que o jogo já permitia disputar uma partida com até quatro jogadores, buscou-se desenvolver uma classe Player para a qual implementaram-se todas as possíveis ações do jogador, virtual ou não, e as principais funcionalidades necessárias relacionadas ao jogador. O quadro 1 descreve-se as operações da Classe Player:

Quadro 1: Operações da Classe Player

Operações	Descrição
InitiateInventory()	Inicializa o inventário. Armazena as coordenadas (x,y) onde item deverá ser posicionado na tela quando for instanciado.;
AddInventory()	Adiciona um novo item ao inventário do jogador, incluindo-o na primeira posição livre que encontrar.
SetSelection()	Marca/desmarca os itens do inventário que foram clicados.
UpdateInventoryObject()	Troca a animação dos itens exibidos no inventário.
SwapObject()	Realiza as trocas
IsWinner()	Percorre o inventário do jogador buscando o dinossauro adulto, caso encontre, gera a vitória para o jogador;
DestroyObjects()	Percorre o inventário para destruir os objetos da cena, de forma a deixá-la limpa para o próximo jogador;
CreateObjects():	Percorre o inventário do jogador e cria os objetos na tela. Utilizada

	sempre no início do turno do jogador;
--	---------------------------------------

Para o adversário virtual, foi criada a classe VirtualOpponent, que herda da classe Player as operações gerais de um jogador. Esta classe possui as funções com as ações que o agente com comportamento inteligente deverá realizar. O quadro 2 descreve as operações da VirtualOpponent:

Quadro 2: Operações da Classe VirtualOpponent

Operações	Descrição
AddRoundPlayerStats()	Armazena os dados da partida do jogador. Dentro do conceito de agentes pode ser definida como um sensor, por meio do qual o agente percebe o ambiente. A cada turno, o agente armazena um conjunto de informações numa lista. As informações armazenadas mantêm tanto o estado do agente atualizado, como o histórico de cada turno, registrando como o jogo está evoluindo. Estes dados são utilizados pelo agente para ajudar na tomada de decisões sobre as ações a serem realizadas
PerformActions()	Decide quais ações o agente deve realizar. Corresponde à função de utilidade, pois mapeia os possíveis estados do agente e decide qual o estado será de maior utilidade para o agente em um determinado momento. Em cada estado mapeado do agente, ele pode realizar um conjunto de ações diferentes. Estas ações são realizadas por meios de funções que correspondem aos atuadores no conceito de agentes
SelectObjects()	Função utilizada na seleção de 3 itens do mesmo tipo para realizar a troca. É um dos atuadores do agente
ChangeObjects()	Realiza a troca dos 3 itens selecionados. Também pode ser considerado como um dos atuadores do agente. Nesta função o agente decide se irá realizar a troca ou não, com base nas informações armazenadas
IsInventoryFull()	Verifica se o inventário do oponente virtual está cheio, permitindo ao agente realizar as trocas para liberar espaço

6. AVALIAÇÃO DO DINOBASE 2.0

Para a avaliação do jogo Dinobase 2.0 adotou-se o conceito de *Personas*. Kreitzberg e Pequeno [9] definem persona como uma técnica utilizada no design de experiência do usuário para representar o perfil de um determinado grupo que irá utilizar o software em desenvolvimento, permitindo fazer inferências para atender as necessidades de um determinado público-alvo.

Criaram-se três *personas* – representando crianças com níveis de habilidades diferentes – para avaliar se o adversário virtual estava se adaptando ao nível de habilidade do jogador. Os testes com as *personas* foram realizados pelo próprio pesquisador, simulando o comportamento do jogador de acordo com o nível de habilidade:

- Pouca habilidade: Só realiza a compra de dinossauro ovo e faz as trocas apenas quando não possuir espaço no inventário;
- Média habilidade: Às vezes realiza uma compra direta do dinossauro bebê e de vez em quando realiza uma troca, mesmo possuindo espaço vago no inventário;
- Muita habilidade: Realiza a compra direta do dinossauro bebê sempre que for possível e também realiza as trocas sempre que tiver as quantias necessárias.

No teste da *persona* de média habilidade, para definir quando seria feita uma troca ou compra sem influenciar o resultado, optou-se por sortear um número randomicamente de 1 a 100 através do site <http://www.random.org/>. Realizando a ação quando o número sorteado estivesse entre 1 e 50 e não realizando nenhuma ação nos demais casos.

Na realização dos testes foram jogadas 10 partidas com cada *persona*, contra o adversário virtual (*agente*). Neste conjunto de testes jogou-se o Dinobase 2.0 com o sorteio de pontos a serem comprados por turno, o que implica em um fator “sorte” para cada adversário, o qual pode influenciar na vitória de um ou outro jogador. Os resultados podem ser observados na tabela 1, que indica para cada partida, por *persona*, quem foi o vitorioso: *Agente* ou *Jogador* (*persona*).

Tabela 1. Resultado dos testes com as *personas* (com o fator sorte)

		Com fator sorte											
		Partidas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Jogador	Agente
Persona	Muita Habilidade	Agente	Jogador	Jogador	Jogador	Agente	Jogador	Agente	Jogador	Jogador	Jogador	7	3
	Média Habilidade	Agente	Jogador	Jogador	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Jogador	Jogador	4	6
	Pouca Habilidade	Agente	Agente	Agente	Jogador	Agente	Jogador	Agente	Agente	Agente	Agente	2	8
											13	17	

Os testes demonstraram-se equilibrados, com um pouco mais de vitórias para o adversário virtual. Como pode ser observado na tabela 1, nos testes realizados com a *persona* de muita habilidade, no resultado final houve um pouco mais de vitórias para o jogador. Já nos testes realizados com a *persona* de média habilidade, o resultado demonstrou-se um pouco mais equilibrado. Nos testes com a *persona* de pouca habilidade, o agente teve mais vitórias.

Observou-se que o fator sorte, durante o sorteio dos números foi fundamental nos resultados obtidos. Por este motivo, especulou-se se os resultados não poderiam estar sendo distorcidos. Para testar esta hipótese, foram realizadas mais 10 partidas com cada *persona*, onde o número sorteado era igual para o jogador e para o adversário virtual em cada rodada, chegando-se nos resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Resultado dos testes com as *personas* (sem o fator sorte)

		Sem fator sorte											
		Partidas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Jogador	Agente
Persona	Muita Habilidade	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	Jogador	10	0
	Média Habilidade	Agente	Agente	Jogador	Agente	Jogador	Jogador	Agente	Agente	Agente	Jogador	4	6
	Pouca Habilidade	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	Agente	0	10
											14	16	

A análise do agente desconsiderando o fator sorte do sorteio permitiu verificar que o comportamento do mesmo foi compatível com o comportamento de cada *persona*. Nesta nova etapa de testes, com a *persona* de muita habilidade, todas as vitórias foram conquistadas pelo jogador, devido a um fator muito simples: como a primeira jogada é sempre do jogador, e ele realiza todas as compras diretas e trocas possíveis, ele sempre alcança primeiro as condições necessárias para a vitória. Portanto, neste cenário o fator sorte é necessário para manter o equilíbrio. Apesar deste resultado sempre favorável ao jogador de muita habilidade, percebeu-se que o agente acompanhou as jogadas da *persona*, obtendo o comportamento desejado. Já para a *persona* de média habilidade, o resultado final foi praticamente idêntico aos testes realizados com o fator sorte. Porém, neste caso ainda houve um fator sorte a ser considerado, que são as ações definidas a partir de um sorteio de 1 a 100 para definir quando o jogador faria as compras e trocas. A *persona* de baixa habilidade perdeu todas as partidas para o adversário virtual, no

entanto este teve o comportamento esperado conforme a habilidade da *persona*.

A experiência de testes com as *personas* foi fundamental, pois permitiu acompanhar o comportamento do adversário virtual durante a partida, de forma sistemática, demonstrando que apesar dos resultados das partidas, o comportamento inteligente demonstrado pelo adversário virtual foi satisfatório, acompanhando o nível de habilidade do jogador. Mas demonstrou também oportunidades de melhorias no algoritmo do agente para atingir um resultado mais equilibrado das partidas.

7. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de jogos digitais na perspectiva de educação inclusiva, requer especial atenção, pois construir jogos que possam ser jogados por uma ampla gama de sujeitos, independente de suas deficiências, não é tarefa simples. O jogo precisa atender requisitos pedagógicos, ou seja, tem que ser

educativo, o que por si só é um desafio. Tem que atender critérios de design de jogos, ser divertido, instigante, envolvente, agradável. Na área da computação requer uma boa programação, preocupação com diferentes dispositivos, técnicas, performance, algoritmos. E, unindo todos esses itens, atender a critérios de acessibilidade que permitam o acesso dos diferentes sujeitos.

O Dinobase 1.0 foi desenvolvido alinhado a esta abordagem e, observando-se sua boa aceitação pelas crianças, buscou-se ampliá-lo por meio de implementação de técnicas de Inteligência Artificial que possibilitam uma nova experiência, i.e., partidas entre a criança e um jogador virtual, além da possibilidade de diferentes plataformas.

A abordagem de teste com *Personas* permitiu uma avaliação sistemática do agente, por meio dos diferentes perfis de jogadores modelados no projeto. Inclusive o primeiro conjunto de testes motivou uma segunda etapa, onde procurou-se eliminar o fator “sorte” do jogo para melhor avaliar o comportamento do agente. A solução proposta para o adversário virtual demonstrou-se promissora, mas fica visível a necessidade de ajustes para alcançar um resultado melhor, bem como os testes com jogadores reais.

Acredita-se que a nova versão do jogo deverá ampliar as suas possibilidades de uso pedagógico, permitindo diferentes observações do professor com relação ao desempenho e comportamento do aluno. Ao aluno permitirá nova interação em que ele poderá sentir-se mais confortável ou seguro em realizar uma partida, sem pressões de colegas e jogando no seu próprio ritmo.

8. AGRADECIMENTOS

À FAPESC - Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina pelo fomento da pesquisa por meio do Edital N°04/2012 – UNIVERSAL, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

9. REFERÊNCIAS

- [1] Alves, A. G. et al. Jogos digitais inclusivos: "Com o Dino todos podem jogar". In: Computer on the Beach, 2014. Anais. Florianópolis: Universidade do Vale do Itajaí, 2014. p. 204-213. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/acotb>>. Acesso em: 25 maio 2014.
- [2] Alves, A. G., Cathcart, K. D. P., Hostins, C. R. L. Jogos digitais acessíveis como instrumento de elaboração conceitual na perspectiva da Inclusão Escolar. In: 60 Congresso Brasileiro de Educação Especial, São Carlos, 2014. Anais. Disponível em: <http://proceedings.galoa.com.br/cbee/trabalhos/jogos_digita_ais_acessiveis_como_instrumento_de_elaboracao_conceitual_na_perspectiva_da_inclusao>. Acesso em: 04 maio 2015.
- [3] Falcão A. P., Leite, M. D., Tenório, M. M. Ferramenta de apoio ao ensino presencial utilizando gamificação e design de jogos. In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014). Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2981/2492>. Acesso em: 11/mai/2015.
- [4] Freeman, J. Responsive Game Design: Making Games that Scale Across Desktop, Mobile and TV. Amazon, 2014. Disponível em <<https://developer.amazon.com/post/Tx21NJD7LRR0UEB/Responsive-Game-Design-Making-Games-that-Scale-Across-Desktop-Mobile-and-TV.html>>. Acesso em: 07 de jun. 2014.
- [5] Fujita, E. Algoritmos de IA para Jogos. Londrina, 2005. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~tsr/tcc-Eduardo_Fujita-2005.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2014.
- [6] Herpich, F. et al. Ambiente Virtual Imersivo para ensino em Redes de Computadores: uma proposta usando Agentes Inteligentes. In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014). Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2930/2661>. Acesso em: 11/mai/2015.
- [7] Hostins, R. L. Tecnologias Assistivas Digitais: inovação e acessibilidade em jogos digitais para pessoas com necessidades especiais. Itajaí: N/a, 2012. Projeto aprovado pela FAPESC N° 04/2012 - UNIVERSAL.
- [8] Karlsson, B. F. F. Um Middleware de Inteligência Artificial para Jogos Digitais. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, 2005. Acessado em <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=7861@1>. Acesso em: 23 abr. 2014.
- [9] Kreitzberg, C. B.; Pequeno, A. O Poder de Personas. MSDN Magazine, abr. 2009. Acessado em <<http://msdn.microsoft.com/pt-br/magazine/dd569755.aspx>>. Acesso em: 09 jul. 2014.
- [10] Russel, S.; Norvig, P. Inteligência Artificial. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2004.
- [11] Silva, B. C. et al. Jogos digitais educacionais como instrumento didático no processo de ensino-aprendizagem das operações básicas de matemática. In: XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014). Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2999/2510>. Acesso em: 11/mai/2015.