

Necessidades Educativas Especiais: construção de jogos para apoiar o aprendizado

Fabírcia F. de Souza¹, Melise M. V. Paula¹, Alexandre C. B. Ramos^{1*}, Mariane M. Souza²

¹Universidade Federal de Itajubá UNIFEI – MG - Brasil

²(UNIFAL-MG) - Departamento de Ciências Exatas – Alfenas – MG – Brasil



Figure 1: Tela inicial do protótipo Kadu e Família

Resumo. O objetivo deste artigo é apresentar um estudo cuja proposta foi analisar os aspectos que caracterizam a interação de Pessoas com Necessidades Educativas Especiais (PNEE) com jogos educativos computacionais e elaborar uma lista de recomendações heurísticas que possa contribuir para a avaliação ou adequação desses jogos às capacidades cognitivas dessas pessoas. Esta investigação envolve métodos e técnicas relacionadas ao levantamento, análise e validação de requisitos para o desenvolvimento de jogos educativos adaptados às dificuldades de aprendizagem existentes. O trabalho foi realizado com o apoio e parceria de duas instituições que atendem PNEE.

Palavras chave: Jogos educativos, dificuldades de aprendizagem, dificuldades de interação, técnicas para levantamento de requisitos, PNEE.

Contato dos autores:

{fabikk,melisepaula,
mariane.souza}@gmail.com
*ramos@unifei.edu.br

1. Introdução

No cenário atual, tem se discutido muito a inserção de alunos com necessidades educativas especiais em classes regulares de educação. Além do aspecto social, esta inclusão prevê o desenvolvimento de currículos, métodos, técnicas e materiais didáticos para tais alunos [Souza, 1997].

Existem vários significados para o termo Pessoas com Necessidades Educativas Especiais (PNEE). Neste trabalho, será considerada a definição apresentada pela Declaração de Salamanca (1994): PNEE refere-se a qualquer criança, jovem e adulto cujas carências se

originam em função de deficiências ou dificuldades de aprendizagem (DA). Portanto, qualquer recurso educacional eficiente que contribui para o aprendizado e interação social destas pessoas pode ser útil.

Neste contexto, é possível considerar os jogos computacionais que vêm sendo desenvolvidos como artefatos que viabilizam a aprendizagem. Entretanto, os avanços tecnológicos tornam os jogos educativos computacionais cada vez mais complexos com mecanismos que exigem maior atenção, coordenação motora, percepção e compreensão [Fava 2008]. Neste sentido, se os requisitos destes jogos não são adequados às dificuldades das PNEE, a interação e aprendizagem dessas pessoas podem ser comprometidas.

Considerando esta perspectiva, a proposta deste trabalho é apresentar um estudo cujo objetivo foi analisar as dificuldades de interação das PNEE com jogos educativos computacionais, bem como os aspectos que possam contribuir tanto para o aprendizado quanto para interação desta classe de usuário com estes artefatos. Como resultado prático deste estudo, será apresentado um conjunto de recomendações heurísticas que pode contribuir para o desenvolvimento e avaliação de recursos educativos digitais mais adequados e adaptados às capacidades e habilidades das PNEE.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta alguns aspectos importantes para construção de jogos educativos computacionais. Em seguida, a seção 3 apresenta a estratégia definida para investigação dos requisitos adequados aos jogos educativos computacionais para PNEE. Logo após, a seção 4 apresenta o conjunto de heurísticas elaborado a partir do estudo realizado. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões e perspectivas futuras.

2. Considerações a respeito da construção de jogos educativos computacionais para PNEE

Alguns pesquisadores têm discutido acerca do desafio de se construir recursos educativos digitais mais eficazes ao aprendizado. Em termos gerais, os aspectos mais desafiadores estão associados à qualidade do conteúdo, à interface atrativa, ao contexto pedagógico e aos conteúdos multimídias [Crozat 1999; Atayde et. al 2003].

Para Elissavet e Economides (2000), o fracasso de muitos recursos educativos digitais pode ter sido resultado de uma preocupação maior com a qualidade do conteúdo e, consequentemente, por pouca atenção aos princípios que poderiam tornar esses recursos mais eficazes, eficientes e atraentes.

Há ainda pesquisadores, como Guedes (2004), que ressaltam a importância do uso do computador como uma ferramenta de interação mais significativa e contextualizada entre aluno, professor e conhecimento.

Especificamente sobre os jogos computacionais, Moraes et. al (2004) enfatiza que o jogo educativo eficaz deve abranger diversos fatores que, se atrelados, engendrarão uma ferramenta útil e importante para o ensino-aprendizado.

Em Grando (2000), a autora cita o jogo como uma alternativa que pode ser viável. Contudo, o jogo pode ser um recurso improdutivo caso não houver uma interação pedagógica adequada.

Além dos aspectos citados anteriormente, um dos maiores desafios para construção de jogos educativos computacionais efetivos para PNEE é adequar os princípios, métodos e técnicas disponíveis ao universo das necessidades educacionais especiais. De fato, existem muitos conteúdos multimídias, softwares educacionais e ambientes de aprendizagem on-line que não oferecem condições legítimas e adequadas de acesso, interação e aprendizado para este público [Webaim 2010].

De modo geral, para desenvolver recursos educativos digitais que atendam as necessidades educacionais das PNEE, é preciso observar os aspectos que caracterizam o comportamento específico desta classe de usuários.

Um destes aspectos que poderia ser citado como exemplo é a capacidade limitada que algumas PNEE têm de reconhecer um contexto. Em alguns casos, o convívio social das PNEE é limitado. Por isso, alguns deles conhecem pouco o ambiente externo. Deste modo, alguns elementos usados na construção de um jogo podem ser facilmente confundidos ou não fazerem parte do conhecimento prévio do usuário [Heidrich et. al 2008].

As dificuldades de interação das PNEE com os jogos podem estar relacionadas a algumas categorias de dificuldades de aprendizagem. Neste sentido é possível identificar dois tipos de dificuldades de aprendizagem: primárias e secundárias [Jardim 2001; NTA 2006]:

Primárias: apresentam causas orgânicas específicas, sendo que, seu diagnóstico deve ser

minucioso. As pessoas com dificuldades de aprendizagem primárias enfrentam barreira e desafios em seu processo de aprendizado, tais como: barreiras linguísticas, culturais, desvantagem sócio – econômica e práticas de ensino de péssima qualidade. Estes fatores são extrínsecos, o que significa que podem ser corrigidos com a devida atenção e planejamento adequado.

Secundárias: denotam perturbações devidamente diagnosticadas em deficiências visual, auditiva, mental e motora. Nesse aspecto, as dificuldades de aprendizagem são consequências secundárias dessas perturbações.

A tabela 1 apresenta algumas categorias de déficits funcionais e cognitivos relacionados às dificuldades de aprendizagem, e uma breve descrição das principais características de cada déficit [WebAIM, 2010]:

Tabela 1: Défis funcionais e cognitivos relacionados às dificuldades de aprendizagem

Déficits cognitivos	Descrição
Memória	A memória está associada à capacidade do indivíduo em recordar informações através de dispositivos neurobiológicos. Há diferentes tipos de memória, sendo que o indivíduo com DA pode ter dificuldade com um, dois ou todos os tipos.
Resolução de problemas	Algumas PNEE têm dificuldades com o raciocínio lógico e com a habilidade de compreensão e organização. Assim, a pessoa pode levar um tempo considerável para resolver eventuais problemas.
Atenção	O TDA/H (Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade) é um distúrbio relacionado à dificuldade do indivíduo em focar sua atenção em uma determinada tarefa.
Compreensão Verbal, de Leitura e Linguística	A dificuldade de leitura (dislexia) e dificuldade de escrita (disgrafia) são transtornos que levam o indivíduo a ter dificuldades com a leitura e interpretação de textos.
Compreensão Matemática	A discalculia é um transtorno que afeta a compreensão e habilidade do indivíduo com os números. Geralmente, este distúrbio faz com que o indivíduo confunda conceitos, expressões matemáticas, formulas, seqüências numéricas, etc.
Compreensão Visual	Algumas pessoas podem ter dificuldade para compreender informações visuais. Por exemplo, essas pessoas podem não compreender o sentido de uma imagem que ilustra um conceito ou explicação, embora consigam identificar claramente a figura, desenho ou imagem.

Em virtude dos diversos fatores mencionados, este trabalho apresenta uma análise da interação e da forma como acontece o aprendizado das PNEE com jogos

educativos computacionais, sendo que o objetivo principal é apresentar um conjunto de heurísticas que podem ser usadas para o desenvolvimento de jogos educativos computacionais mais efetivos ao aprendizado. A próxima seção descreve a metodologia utilizada para o estudo que resultou no conjunto de heurísticas.

3. Metodologia para análise

A investigação realizada no contexto deste trabalho iniciou-se a partir de uma parceria entre a APAE de Itajubá-MG e os pesquisadores envolvidos no trabalho. A APAE dispõe de um laboratório de informática, onde são ministradas aulas de reforço multidisciplinar por professores que são orientados pelos pedagogos e psicólogos da instituição. Inicialmente, o eixo fundamental das atividades executadas foi a análise e observação de jogos educativos computacionais utilizados durante as aulas no laboratório.

Este processo também foi realizado em 2008 no contexto de um projeto de extensão da Universidade Federal de Alfenas em parceria com o Instituto Girassol, que contou com a participação de alunos sem necessidades educativas especiais e outros alunos com variados tipos de necessidades especiais [Souza et. al 2009].

Convém ressaltar, que este trabalho está direcionado a PNEE com dificuldades de aprendizagem relacionadas a déficits de memória, resolução de problemas, atenção, compreensão verbal, de leitura e linguística, compreensão matemática e compreensão visual.

As etapas desta investigação estão inseridas em um processo de desenvolvimento de software que envolve um conjunto de atividades essenciais para a construção dos jogos educativos.

Neste contexto, surge o termo Engenharia de Requisitos (ER) que representa o processo cujo objetivo é elaborar especificações não ambíguas e completas dos requisitos necessários para que um determinado produto de software atenda seu objetivo [Pressman 2006].

Existem várias abordagens para ER na literatura [Lopes 2002; Rosa 2005]. Neste trabalho, as atividades foram desenvolvidas em 4 etapas: estudo da viabilidade, análise inicial de requisitos, refinamento de requisitos e análise dos dados. O objetivo de cada etapa será descrito a seguir.

A primeira etapa do processo foi o estudo da viabilidade que sobreveio de uma investigação preliminar na tentativa de identificar aspectos que indicassem a viabilidade de se utilizar os jogos educativos computacionais para PNEE. O objetivo principal desta etapa foi analisar informações que indicassem os potenciais benefícios dos jogos educativos computacionais para o público alvo. Este estudo ocorreu através da análise da literatura e reuniões com pedagogos, psicólogos e professores da APAE.

A conclusão deste estudo foi favorável à continuidade da pesquisa. Esta conclusão foi baseada, fundamentalmente, nas declarações e argumentações favoráveis dos participantes (psicólogos, pedagogos, professores e pais de PNEE) aos pesquisadores. As próximas seções descrevem as demais etapas realizadas: análise inicial de requisitos; refinamento e validação de requisitos e análise dos dados.

3.1. Análise inicial de requisitos

Devido à dificuldade de comunicação com algumas PNEE, não foi possível utilizar somente as técnicas mais tradicionalmente usadas para o levantamento de requisitos como entrevistas e questionários, por exemplo. Portanto, foi necessário definir alguma abordagem que considerasse estas limitações. A solução encontrada foi a adoção de técnicas baseadas na etnografia como uma alternativa para minimizar as barreiras que pudessem dificultar o entendimento entre os pesquisadores e o público em questão.

Resumidamente, etnografia é uma técnica de observação que pode ser usada na compreensão de requisitos sociais e organizacionais. Dessa forma, o método consiste em inserir-se em um ambiente em que o sistema será utilizado e, diariamente, realizar observações anotando todas as atividades reais em que os usuários estão envolvidos [Sommerville 2007].

Nesta etapa, foram consideradas ferramentas já disponíveis e compatíveis com os objetivos dos experimentos. Os seguintes jogos foram utilizados: Alfabeto da Alegria, Picolé digital, Meus primeiros passos e Dally Doo [Arc Media 2010].

Os alunos foram observados utilizando os jogos citados sendo divididos em três turmas definidas de acordo com o nível de conhecimento e dificuldade de aprendizagem de cada aluno. Além disso, a observação foi realizada a partir de dois cenários diferentes. As situações dispare dos cenários foram necessárias para ampliar o contexto investigativo. A seguir, são descritas as características de cada turma e a definição dos cenários utilizados:

- **Turma 1 (T1):** Os participantes não são alfabetizados, têm dificuldades no manuseio com o mouse e pouca experiência de interação com o computador. Em relação ao conteúdo dos jogos, todos estão na fase inicial de aprendizagem.
- **Turma 2 (T2):** os integrantes são pré alfabetizados, já possuem habilidades na interação com o computador e manuseio do mouse, mas ainda têm dificuldades de coordenação motora.
- **Turma 3 (T3):** os alunos estão avançados na fase de alfabetização, mas ainda apresentam dificuldades na formação de palavras. Todos têm uma boa experiência e interação com o computador, e boa coordenação motora.

Já os cenários foram definidos da seguinte forma:

- **Cenário 1 (C1):** é constituído pelo aluno, observador, jogo e computador. Através da interação do aluno com o jogo suportado pelo computador, o observador acompanha, analisa e

orienta o aluno conforme as suas necessidades e limitações. Neste caso, a autonomia e a capacidade dos alunos são asseguradas para preservar os aspectos que serão analisados.

- **Cenário 2 (C2):** é formado pelo aluno, professor, observador, jogo e computador. O professor utiliza uma estratégia pedagógica que permite a interação de todos os alunos de cada turma. Cada turma é atendida separadamente em horários diferentes. A interação é iniciada com uma conversa informal sobre o conteúdo dos objetos. Logo após, os alunos são estimulados a trocar experiências sobre o que sabem a respeito de todos os elementos visuais que compõem o jogo. Os estímulos são frequentes e todos os alunos têm a oportunidade de jogarem uma vez cada fase do jogo. Os alunos são instigados a raciocinarem até que encontrem uma solução para as suas dificuldades em prosseguir com o jogo. Neste caso, o observador não orienta os alunos como no cenário 1.

A seleção dos jogos ponderou a frequência de uso dos mesmos no decorrer do reforço escolar e a possibilidade de atender os diferentes perfis dos alunos. Os aspectos a serem avaliados durante os experimentos foram especificados permitindo elaborar uma lista inicial de itens de verificação. Após os primeiros períodos de observação, algumas constatações foram analisadas e discutidas pelos pesquisadores permitindo o refinamento da lista de itens.

Os itens de verificação da lista foram divididos em grupos considerando diferentes aspectos relacionados ao comportamento e à ação e reação do aluno durante a interação com o jogo. O instrumento de avaliação foi elaborado baseado nos trabalhos de Heidrich e Medina (2008) e Brown et. al (2010). Para cada aspecto, foram elaboradas questões impressas no papel como: A(ÓTIMO); B(BOM); C(RUIM) e NÃO. A seguir, a tabela 2 apresenta os itens de verificação e alguns comentários:

Tabela 2: Itens de Verificação Considerados durante a Análise

Critérios de verificação	Comentários
1 Quanto a objetividade e clareza na fala explicativa do tutor virtual.	Este critério considera as limitações individuais dos alunos. Nem sempre, as PNEE conseguem dizer claramente o que entenderam das instruções do personagem virtual.
1.1 O aluno consegue entender as instruções do tutor?	
1.2 O aluno inicia o jogo logo após a fala explicativa do tutor?	
1.3 Quando o aluno não entende a fala do tutor consegue iniciar o jogo por associação de imagens ou por dedução?	
2. Quanto ao conhecimento prévio do aluno em relação aos	A adaptabilidade do jogo é importante para o processo de aprendizado.

personagens, objetos e figuras.	Neste sentido, foi feita uma análise do conhecimento prévio dos alunos, em relação a todos os elementos que compõe o design do jogo.
2.1 Os alunos reconhecem todas as imagens e figuras do jogo?	
2.2 O aluno sabe dizer onde já viu ou existe cada figura?	
2.3 O aluno reconhece a função ou significado das figuras?	Devido à dificuldade de memorização das PNEE, quanto mais fácil o sistema de navegação, melhor. Assim, foi analisada a dificuldade do aluno em associar a imagem do ícone à função do botão e quão intuitivo é o sistema de navegação.
5. Quanto à simplicidade, eficiência e intuição no sistema de navegação do jogo.	
5.1 O aluno percebe com facilidade a função de cada botão de navegação do jogo?	
5.2 Quando o aluno não entende a explicação do tutor sabe identificar o botão para iniciar o jogo?	
5.3 O aluno consegue navegar pelo jogo sem precisar clicar mais de uma vez no botão?	Este critério considera que o aluno seja pré-alfabetizado. Para verificar se o aluno reconhece ou sabe o significado das palavras/frase foi preciso uma conversa entre observador e aluno, com o auxílio do professor.
4. Quanto à simplicidade e familiaridade no uso de palavras, conceitos e frases.	
4.1 O aluno reconhece as palavras usadas no jogo?	
4.2 O aluno sabe o significado das palavras usadas na explicação do objetivo do jogo?	
4.3 O aluno faz associação das palavras com as figuras correspondentes?	A interatividade pode estar ligada à quantidade de controle. Este item refere-se às dificuldades dos alunos em executar as ações e tarefas exigidas pelo jogo, com exceção dos controles de navegação. Além disso, foram consideradas as limitações dos alunos em expor seu entendimento.
3. Quanto à facilidade em operar controles básicos	
3.1 O aluno sabe dizer o que deve fazer para iniciar o jogo?	
3.2 O aluno tem facilidade para identificar os botões de controle de som?	
3.3 O aluno tem facilidade para clicar sobre os botões?	Este critério verifica principalmente se o aluno consegue prosseguir com o jogo, após as instruções. Para isso, houve uma conversa e observação das ações dos alunos.
6. Quanto à clareza e objetividade na opção de ajuda.	
6.1 Após acessar a opção de ajuda o aluno consegue explicar como prosseguir com o jogo?	
6.2 O aluno consegue associar as figuras que indicam a ajuda com a fala explicativa?	

7. Quanto à implicadores que possam distrair a atenção do aluno para o objetivo final, tais como, cores, figuras e personagens.	Algumas PNEE podem ter dificuldade de atenção. Assim, imagens figuras e informações desnecessárias podem desviar a atenção do aluno do objetivo do jogo. Este item verifica o grau de distração dos alunos e a quantidade de elementos que podem implicar neste problema.
7.1 O aluno não se distrai com personagens ou figuras do próprio jogo que o impede de prosseguir?	
7.2 O aluno não manifesta sinais de irritação em relação ao som de fundo do jogo?	
7.3 O aluno não se distrai com animações do próprio jogo que o impede de prosseguir com a jogada?	
8. Quanto ao envolvimento do aluno de maneira ativa.	Este item verifica, principalmente, os elementos de motivação. Por exemplo, verifica se a interface é divertida e atraente, se o comportamento do aluno é de entusiasmo e interesse em continuar jogando.
8.1 O aluno apresenta entusiasmo para prosseguir com o jogo até final?	
8.2 O aluno apresenta interesse em concluir cada fase?	
8.3 O aluno manifesta interesse em jogar novamente o jogo?	

É importante destacar que o objetivo desta etapa foi obter um conjunto inicial de requisitos a partir da análise da interação dos alunos com os jogos educativos. Estes requisitos representaram o ponto de partida para a elicitação dos requisitos mais específicos para novos jogos.

Os jogos analisados apresentavam diferentes possibilidades de utilização e, apesar de auxiliarem na questão da inclusão digital, ofereciam algumas restrições em relação ao domínio considerado: apoiar o aprendizado de PNEE.

Na próxima etapa, refinamento e validação dos requisitos, a observação foi realizada associada à prototipagem evolutiva. Esta abordagem é descrita a seguir.

3.2. Refinamento e Validação dos Requisitos

A metodologia definida para a execução das atividades nesta etapa é ilustrada na figura 2. Foram desenvolvidos 3 protótipos (P1, P2 e P3) com diferentes características e graus de dificuldade:

Protótipo 1 (P1): o conteúdo está relacionado aos conceitos das formas geométricas básicas, tendo como objetivo principal, o aprendizado através da associação de figuras. Está direcionado a T1, a qual os indivíduos não são alfabetizados e dominam apenas a ação de clicar ou arrastar o mouse.

Protótipo 2 (P2): este jogo é direcionado a T2, por exigir que os alunos estejam no período da pré alfabetização e com habilidades para executar as ações

de clicar e arrastar com o mouse. O conteúdo aborda as partes do corpo humano, numerais e sílabas.

Protótipo 3 (P3): o objetivo principal deste jogo é estimular a leitura e a formação de palavras dissílabas ou trissílabas. Para isso, o aluno deve ser alfabetizado ou pré-alfabetizado. Desse modo, este jogo é direcionado a T3.

Cada protótipo foi utilizado por uma turma diferente considerando suas particularidades: T1 utilizou o P1; T2 utilizou o P2 e o P3 foi utilizado pela T3. A cada versão dos protótipos (P1, P2 e P3), eram realizados os experimentos para a validação dos requisitos. Quando constatadas limitações ou dificuldades de interação, a lista de requisitos era refinada e uma nova versão do protótipo era desenvolvida.

Foram realizados 3 ciclos de desenvolvimento tendo sido desenvolvidas 4 versões de cada protótipo. Vale destacar que os experimentos foram realizados no final de cada ciclo. Logo, o primeiro grupo de experimentos foi realizado com a primeira versão (V1). O segundo grupo de experimentos considerou a segunda versão dos protótipos (V2). Já o terceiro grupo de experimentos foi realizado com a terceira versão dos protótipos (V3) e a partir dos resultados, foi construída a quarta versão (V4).

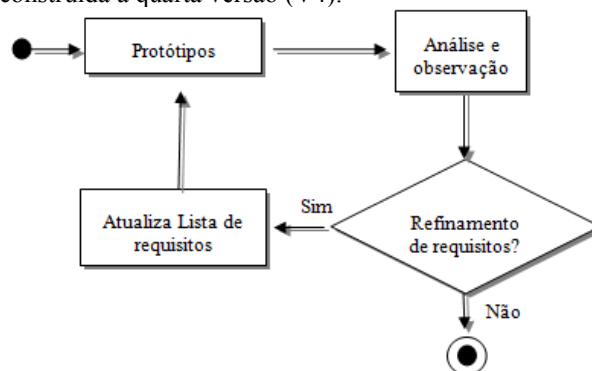


Figura 2: Refinamento de requisitos

3.3. Análise de dados

Além dos dados coletados nos experimentos, outra fonte de dados relevante para a elaboração das heurísticas foi a análise da literatura relacionada. A seguir, a figura 3 apresenta os aspectos considerados nesta análise da literatura: Qualidade de Software, Avaliação de Objetos de Aprendizagem, Avaliação de Software Educacional, IHC, Usabilidade, Acessibilidade na Web para pessoas com deficiência cognitiva (WebAIM) [Crozat 1999; Elissavet 2000; Heidrich 2008; Webaim 2010; Catapan et. al. 2003; Vilas Boas 2007; ABNT/CB-21 2003; Plaza et. al. 2009; Nielsen 2001; ISO/IEC 2001].

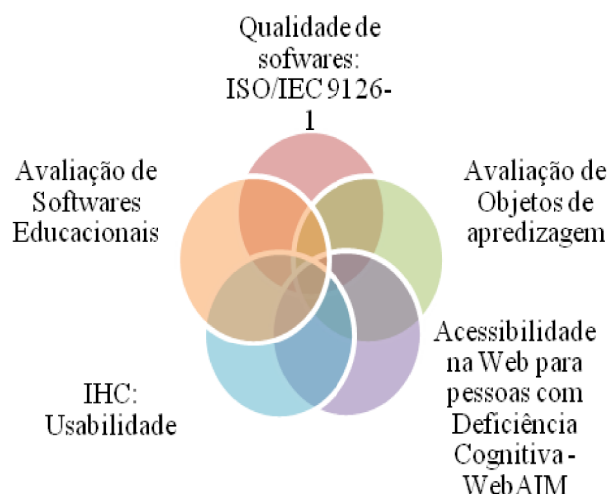


Figura 3: Aspectos da literatura considerados para a elaboração das heurísticas

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos com os experimentos, considerando os itens descritos na tabela 1. Os gráficos representam o número de respostas Ótimo, Bom, Ruim e Não. É importante deixar claro que o Não representa que foi identificada uma determinada dificuldade.

Com a primeira versão V1 dos protótipos, foram obtidos os seguintes resultados (Figuras 4, 5 e 6):

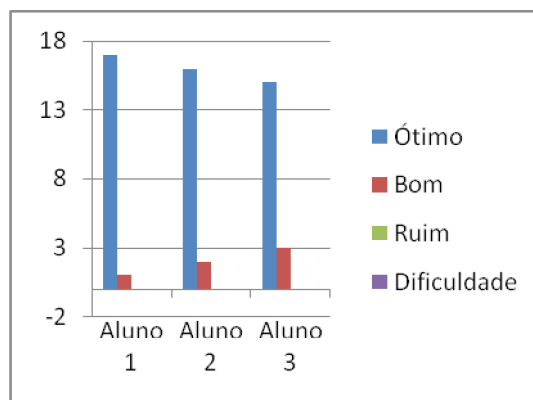


Figura 6: Versão 1 do protótipo 3

É importante notar: ainda que os requisitos iniciais tenham sido identificados a partir da observação, os alunos apresentaram algumas dificuldades. A análise de cada dificuldade possibilitou o refinamento dos requisitos e a identificação de outros. Esta análise resultou na V2 dos protótipos, os quais foram submetidos ao segundo ciclo de experimentos. Após este experimento, novamente os requisitos foram refinados e atualizados gerando a V3 dos protótipos. A seguir, serão apresentados os gráficos com os resultados obtidos a partir da V3 considerando a lista de itens de verificação da tabela 1 (Figuras 7, 8 e 9).

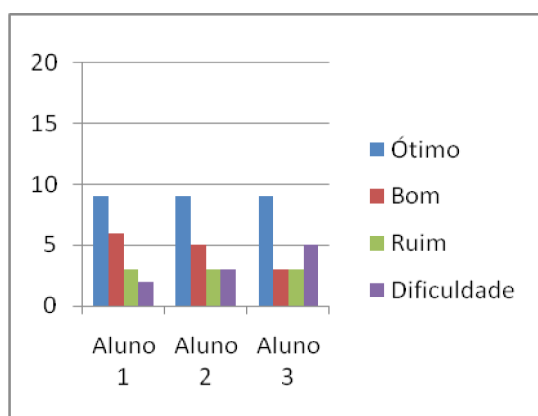


Figura 4: Versão 1 do protótipo 1

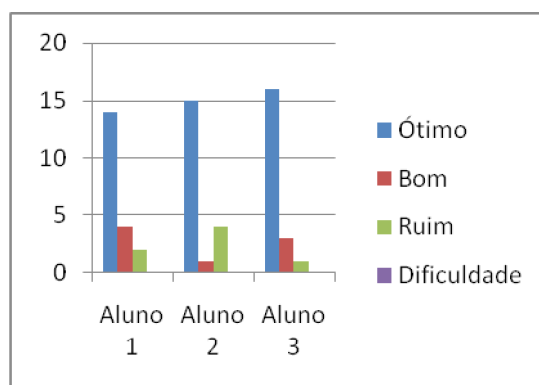


Figura 7: Versão 3 do protótipo 1

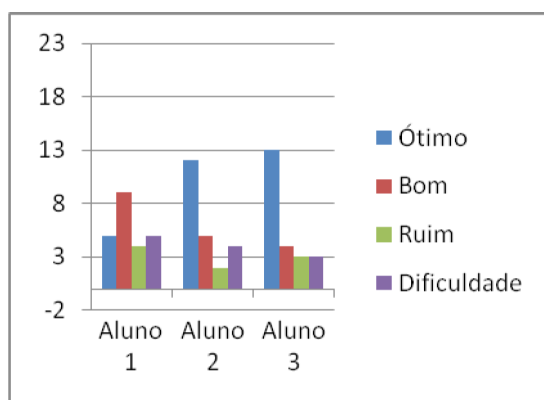


Figura 5: Versão 1 do protótipo 2

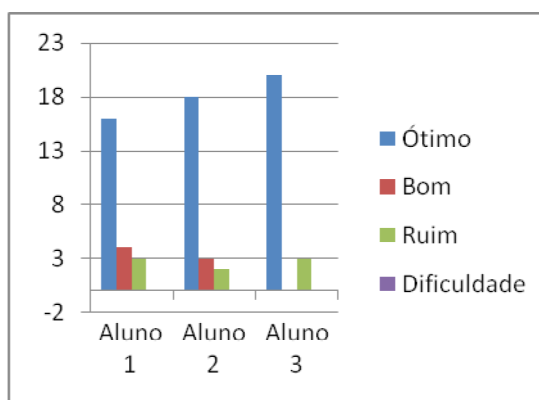


Figura 8: Versão 3 do protótipo 2

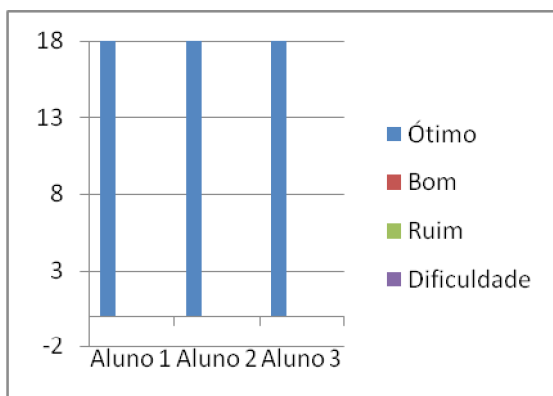


Figura 9: Versão 3 do protótipo 3

Com a análise dos resultados, é possível perceber que o grau de dificuldade encontrada pelos alunos com a versão 3 foi menor, fato que confirma a utilidade da abordagem utilizada.

Os resultados obtidos podem ser analisados sob duas perspectivas: o levantamento e a validação de requisitos. No que se refere ao levantamento de requisitos, a escolha de técnicas baseadas na etnografia mais especificamente, a observação participante, foi essencial para que se pudesse identificar não somente os requisitos essenciais ao domínio, mas também, os aspectos mais específicos que podem trazer alguma dificuldade quanto à utilização de jogos para apoiar o aprendizado das PNEE.

A observação de cenários constituídos por diferentes aspectos de interação ampliou as perspectivas em esmiuçar detalhes peculiares de cada situação.

Por outro lado, no que se refere à validação, as técnicas tradicionais podem representar uma limitação para o processo. Deste modo, a utilização de um modelo evolutivo aliado à prototipagem representou uma alternativa legítima para validação dos requisitos.

Esta análise permitiu a elaboração de um conjunto de heurísticas adequadas ao desenvolvimento de jogos educativos computacionais para PNEE que estão descritas na tabela 3.

Tabela 3: Heurísticas para o Desenvolvimento de Jogos educativos computacionais para PNEE

Heurísticas	Descrição
Grau de interatividade de	O grau de interatividade do jogo é importante para o processo de aprendizagem. Entretanto é preciso ter cuidado quanto à complexidade e quantidade excessiva de ações interativas exigidas pelo jogo.
Utilização de Mouse e teclado	A interatividade através do mouse ou teclado deve ser definida com base no nível de experiência do usuário com o computador e no grau de dificuldade motora deste público.

Tempo limite	O uso de um tempo limite para execução de uma determinada tarefa é comum em jogos eletrônicos. Porém quando os usuários são PNEE, a limitação torna-se desmotivadora. Uma alternativa interessante é usar o tempo para registrar o período gasto em cada fase. Esta informação é importante caso o aprendiz esteja sendo acompanhado por um professor, tutor ou até mesmo em seu ambiente familiar por algum responsável.
Navegação	A estrutura de navegação deve ser bem planejada de modo a facilitar o acesso a qualquer tela do jogo. Além disso, é preciso considerar a simplicidade e organização dos botões de acesso, para que o usuário navegue de forma intuitiva e saiba onde está.
Quantidade de controle	O controle do usuário em relação ao encadeamento e realização das ações é importante. Porém, é preciso ter cuidado quanto ao nível elevado de opções, o que pode resultar em desorientação e distração da PNEE.
Autonomia e liberdade	O jogo deve possibilitar que o usuário tenha a liberdade e autonomia sobre a utilização das ações solicitadas pelo jogo.
Ajuda sobre a interação com o jogo	O jogo deve orientar o usuário durante a interação de modo a facilitar o aprendizado e utilização do programa. Após um determinado intervalo de tempo sem interação, o jogo deve auxiliar o usuário quanto à próxima ação a ser realizada. A especificação deve ser analisada. Nos experimentos, 3 minutos foi considerado um tempo razoável.
Padrões	Os elementos da interface do jogo devem ser estáveis em relação ao formato, posição ou sintaxe, de modo a garantir a homogeneidade. Assim é possível tornar o jogo intuitivo e diminuir erros.
Fases	As fases do jogo devem apresentar graus variados de dificuldade. Um aspecto importante é permitir o acesso a qualquer uma das fases.
Cenário	Deve ser organizado, divertido e engraçado com traços cômicos que fogem de delineamentos realísticos. Os desenhos principais devem estar sempre alinhados em posições pré-definidas, de preferência na região central da tela. Portanto, é dispensável desenhos espalhados, muitas vezes fora do campo visual em cantos superiores ou inferiores.
Figuras, imagens e objetos	Quanto maior a nitidez e definição dos traços, melhor a visão geral da figura. A organização deve ser clara e objetiva sem sobreposição. A falta de organização, nitidez e definição das figuras pode conduzir o aluno ao erro, na medida em que a interação com o jogo exige atenção e assimilação dos

	conceitos que norteiam as imagens em questão.
Personagem Virtual	Foi constatado que a interação do usuário com o jogo é estimulada quando a ferramenta interage com o jogador através de um personagem virtual. O papel do personagem é interagir com o jogador sempre que um feedback for necessário. Neste sentido, a fala explicativa do personagem virtual deve ser breve, clara, objetiva e pausada e o vocabulário deve fazer parte com conhecimento prévio do usuário.
Som	O som propicia sentimentos de proximidade favorecendo a participação do usuário. Este elemento pode ser usado para chamar a atenção do usuário e reforçar a informação. Contudo, o som de fundo não pode ser intenso a ponto de prejudicar as orientações, falas ou alertas em áudio. Deve conter atributos como intensidade, timbre e altura bem definidos e adequados.
Música	Músicas agitadas podem irritar o usuário e gerar ansiedade. A música deve manter a suavidade e ao mesmo tempo ser divertida ou engraçada.
Cor	A cor valoriza a informação em relação ao uso de formas, mas a intensidade excessiva não serve para atrair a atenção. Coerência na utilização funcional da cor é importante, ou seja, as cores primárias podem ser utilizadas sem restrições, entretanto, as demais cores devem ser definidas de acordo com o conhecimento do público alvo.
Animação	A simplicidade nas animações esta relacionada à clareza, velocidade e quantidade de movimentos. Uma animação rápida e complexa exige concentração, atenção e boa visão, tal exigência torna-se um obstáculo para PNEE. Por isso, este elemento deve ser breve e suficiente para o entendimento do usuário. É importante fornecer uma opção para repetir a sequência da animação.
Sobrecarga cognitiva	Animações e texto escrito disponíveis na tela ao mesmo tempo resultam em confusão e sobrecarga cognitiva. Neste caso, cada tela deve conter apenas uma animação com texto narrado. É importante que a animação tenha somente falas em áudio, dispensando textos escritos. As palavras/frases devem sempre estar acompanhadas por uma figura que auxilie a compreensão do usuário.
Feedback	O feedback deve ser fornecido imediatamente após uma resposta. Pode ser usado principalmente para motivar, auxiliar e orientar o aluno.
Motivação	Como apoio motivacional as metas e objetivos de cada fase devem ser informados logo no início de cada

	jogada. A Motivação deve estar relacionada ao reforço positivo, sendo que a cada resposta errada do usuário, o feedback deve estimulá-lo a uma nova tentativa. A pontuação no jogo pode ser acionada como um elemento motivador que incita a competição. Geralmente, este elemento tem maior valia quando usado em jogos para PNEE com dificuldade de aprendizagem leve.
Conteúdo	O conteúdo deve ser autêntico e de confiança, com informações dos autores e editoras. Além disso, o conteúdo deve ser conciso e objetivo preservando apenas os elementos mais importantes. Os conceitos devem ser pertinentes às habilidades dos alunos, as informações devem ser adequadas e relevantes para a faixa etária do usuário e a interação deve ser compatível com a capacidade cognitiva do público-alvo.
Conteúdo de acordo com o contexto educacional	Os objetivos pedagógicos do jogo devem ser pertinentes a um contexto educacional, ou seja, o conteúdo deve estar relacionado a um programa curricular.

É importante ressaltar que a contribuição deste trabalho não é a descrição destas heurísticas de forma isolada e sim o conjunto e a observação da importância de algumas delas durante o experimento.

4. Conclusão e perspectivas futuras

O uso de recursos educativos digitais tanto em ambientes on-line quanto na educação presencial representa uma realidade nos dias atuais. Em compensação, desenvolver softwares que efetivamente promova o aprendizado das PNEE tem sido um grande desafio.

Na literatura, há uma quantia considerável de critérios, princípios ou recomendações que visam à qualidade de softwares educativos sob diferentes aspectos. Um consenso entre os pesquisadores diz respeito à má qualidade dos projetos de softwares, que pode resultar nas dificuldades de acesso e interação do usuário.

As heurísticas apresentadas resultam de uma combinação de métodos, conceitos e princípios existentes com a análise dos resultados dos experimentos para atender os objetivos deste estudo investigativo.

O conjunto de heurísticas pode ser usado como apoio para o desenvolvimento de jogos educativos computacionais mais adequados às dificuldades de aprendizagem de PNEE. Outra possibilidade é usá-lo como uma alternativa para a avaliação destes jogos.

Dando continuidade ao estudo, serão realizados novos experimentos de forma a avaliar o aspecto pedagógico dos jogos desenvolvidos. Além disso, serão investigadas técnicas computacionais que possam ser consideradas para estender as funcionalidades dos protótipos e ampliar os benefícios alcançados.

Referências

- ABNT/CB-21 (2003). Associação Brasileira de Normas Técnicas e Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados. Engenharia de software - Qualidade de Produto Parte 1: Modelo de qualidade. Rio de Janeiro – RJ, 21 p.
- Arc Media Inc (2010). Dally Doo: Alfabeto e Animais. CD Expert.
- Atayde, A. P. R. Teixeira, A. B. M. Pádua, C. I. P. S. (2003) MAQSEI - uma Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ, p. 356 – 365.
- Brown , D. J., McHugh, D., Standen, P., Evett, L., Shopland, N., Battersby, S.(2010) Designing Location based Learning Experiences for People with Intellectual Disabilities and Additional Sensory Impairments. Computers & Education, doi: 10.1016/j.compedu.2010.04.014.
- Catapan, A. H., Cornélio F. P., Souza, A. C, Thomé Z. R. C., Cybis, W. A. (2003) Ergonomia Em Software Educacional: A Possível Integração Entre Usabilidade E Aprendizagem. II Workshop sobre fatores humanos em sistemas computacionais, pag. 1- 10.
- Crozat, S., Ha, O., Trigano, P. (1999) A Method for Evaluating Multimedia Learning Software. IEEE Xplore, pag 714 – 719.
- Elissavet, G., Economides, A. (2000) Evaluation Factors of Educational Software. IEEE Xplore, pag. 113 – 116.
- Fava, F.(2008) Jogando com o ar: o sopro como instrumento de acessibilidade nos jogos eletrônicos. SBGames - VII Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, v. 1: p. 115-121.
- Grando, R.C. 2000. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UNICAMP.
- Guedes, J. R., Guedes, C. L. (2004). Produção de Software Educativo através de um Projeto Interdisciplinar, In: IV Congresso Brasileiro de Computação (CBComp2004), p. 223-228, Itajaí, SC.
- Heidrich, R. O., Medina, G., Salce, F. A. P. (2008) Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para Crianças com Necessidades Educacionais Especiais. CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação V. 6 Nº 1.
- ISO/IEC. 12207/FDAM 1 (2001) Software Engineering - Life Cycle Processes. Software & System Engineering. Standards Council of Canada (SCC). JTC1/SC7 Secretariat, 58 p.
- Lopes, P. S. N. D. (2002) Uma Taxonomia da Pesquisa na Área de Engenharia de Requisitos. Dissertação de mestrado, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, p. 81.
- Moraes, D. B. S. Moraes, M. B. S., Machado, L. S., Rego, R. G., Moraes, R. M., Anjos, U.U. (2008). GeoplanoPEC: Um Jogo Inteligente Para o Ensino de Geometria Plana. VII SBGames - ISBN: 85-766-9215-5.
- Nielsen, J. *Designing Web Usability* (2001). Mark Technik verlag, ISBN: 3- 8272- 6206-2, 391 p.
- Pressman, R. S. (2006) Engenharia de Software. McGraw-Hill, São Paulo- SP, 6^a ed., páginas 37 – 57.
- Rosa, M. C. S. (2005) Elicitação de Requisitos Funcionais e Não-Funcionais em Software Legado com Ênfase na Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos. Monografia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 63 p.
- Souza, M. M., Paula, M M. V., Balbino, R. R., Porto, K.,Carneiro, L. H. X., Bazon, F. V. M., Souza, A. C. A. (2009) “Requisitos de Jogos Educativos para Pessoas com Necessidades Especiais”. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Florianópolis - SC, ISSN: 2176-4301.
- Souza, P. N. P. (1997) Como entender e aplicar a nova LDB. São Paulo, SP. Pioneira Thomson learning. Ed de. ISBN: 85-221-0056-X.
- Salamanca. Declaração e Enquadramento da Ação (1994). Declaração de Salamanca e enquadramento da ação na área das necessidades educativas especiais. Conferência mundial sobre necessidades educativas especiais:Acesso e qualidade. Espanha 07 a 10 de junho de 1994. Editada pela UNESCO. ED-94/WS/18.
- Vilas Boas, André Luiz de Castro (2005). Qualidade e avaliação de produto de software. Lavras: UFLA/FAEPE, 121 p.
- Webaim. (2010). Web Accessibility in Mind. <http://www.webaim.org/articles/cognitive/>.