

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO

Fabília Ferreira de Souza

Desenvolvimento de Jogos Computacionais
como Objetos de Aprendizagem para Pessoas
com Necessidades Educativas Especiais

Outubro de 2010

Itajubá – MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA COMPUTAÇÃO

Fabília Ferreira de Souza

Desenvolvimento de Jogos Computacionais
como Objetos de Aprendizagem para Pessoas
com Necessidades Educativas Especiais

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências em Ciência e Tecnologia da Computação como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Ciência e Tecnologia da Computação.

Área de Concentração: Matemática da computação

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Carlos Brandão Ramos

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Melise Maria Veiga de Paula

Outubro de 2010

Itajubá - MG

Dedicatória

*Aos meus pais,
Altamiro Barbosa de Souza e
Ana Virgínia Ferreira de Souza*

Agradecimentos

À Deus, por sua presença constante em minha vida e por ter me oportunizado conhecimento e experiência.

Aos meus pais Ana e Altamiro e irmão Renê, pelo incentivo e confiança durante todo o tempo, especialmente por apoiarem minhas ideias e lutas.

Ao meu esposo e cúmplice Hildemar, pelo amor, compreensão e companheirismo em todos os momentos de nossa união conjugal, sobretudo pelo apoio nas horas mais difíceis desta caminhada.

À Prof^a. Melise M. V. Paula, minha co-orientadora, pela disponibilidade e afinho na orientação, principalmente pela paciência e disposição durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Alexandre C. B. Ramos, por me conceder esta oportunidade.

À Prof^a Sandra, pelo incentivo, apoio e disponibilidade para colaborar diretamente na realização desta pesquisa.

À Prof^a Tereza Kirner, pela colaboração na tradução do resumo para o inglês.

A minha querida amiga Ana Lucia, pela disponibilidade e colaboração, sobretudo pelas palavras de força e conforto proferidas em momentos difíceis.

A todos meus amigos da equipe EaD, pelo incentivo, força e compreensão, em especial a amiga e professora Lucimar, que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Resumo

As inovações tecnológicas de recursos educativos digitais têm aumentado de forma considerável nos últimos anos e gerado discussões relevantes quanto à ampla possibilidade de utilização da tecnologia como apoio ao aprendizado. Estas discussões são conduzidas sob varias perspectivas: a psicologia, a pedagogia e a computação são exemplos de áreas do conhecimento que permeiam estas discussões.

Embora a tecnologia favoreça o desenvolvimento de objetos de aprendizagem cada vez mais sofisticados, o uso desta ferramenta tem exigido do usuário maior esforço em relação à atenção, coordenação motora, percepção e compreensão. Neste caso, é possível que as pessoas com necessidades educativas especiais enfrentem barreiras relacionadas à suas dificuldades de aprendizagem.

A proposta deste trabalho foi analisar as dificuldades de interação de PNEE com jogos educativos e investigar as diferentes áreas do conhecimento que podem influenciar o desenvolvimento de jogos computacionais como objetos de aprendizagem adaptados às pessoas com necessidades educativas especiais. O objetivo foi especificar um conjunto de heurísticas adequadas ao domínio considerado: jogos educativos para PNEE.

Os experimentos necessários à execução do trabalho foram realizados a partir de uma parceria entre os pesquisadores envolvidos e duas instituições: Instituto Girassol e APAE. O Instituto Girassol é uma entidade sem fins lucrativos criada para desenvolver processos de inclusão social que envolvam pessoas com necessidades especiais, que inclui as necessidades educativas. Na APAE de Itajubá – MG, a investigação ocorreu durante aulas ministradas em um laboratório de informática por professores que são orientados pelos pedagogos e psicólogos da instituição.

Palavras chaves: Objetos de aprendizagem. Jogos educativos. Dificuldades de interação. Dificuldades de aprendizagem. Heurísticas.

Abstract

The technological innovation of digital educational resources has been increased significantly in the last years, resulting in important discussions concerning the use of technology to support learning. Those discussions are being conducted under several perspectives: Psychology, Education and Computer Science are some knowledge areas included in such discussions.

Although technology makes easy the development of sophisticated learning objects, its use requires additional efforts from the user, in terms of attention, motor coordination, perception and understanding. In this case, people with special needs may face barriers related to their learning difficulties.

The proposal of this work was to analyse the interaction difficulties of PNEE (People with Special Educational Needs) with educational games, as well as to investigate the different knowledge areas which can affect the development of such games as learning objects suitable to the PNEE. The objective was to specify a set of heuristics, which could contribute to the educational game domain.

The experiments required for the work were performed by a partnership between the researchers and two institutions: Girassol Institute and APAE. The Girassol Institute is an organization created to develop processes of social inclusion, involving people with special needs, including those with educational needs. In the APAE of Itajubá - MG, the research was conducted during the classes held in an Informatics laboratory, by teachers advised by professionals of the institution from the Education and Psychology areas.

Key words: Learning objects. Educational games. Interaction difficulty. Learning difficulty. Heuristics

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
SUMARIO.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificativa para escolha do tema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Organização do trabalho.....	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOB A PERSPECTIVA PSICOPEDAGÓGICA.....	4
2.1. A Educação Especial Sob a Ótica de Vygotsky.....	4
2.2. As Pessoas com Necessidades Educativas Especiais (PNEE).....	6
2.3. Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	10
2.4. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.....	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOB A PERSPECTIVA COMPUTACIONAL.....	19
3.1. Objetos de Aprendizagem.....	19
3.1.1. Jogos educativos digitais como objetos de aprendizagem.....	24
3.2. Aspectos Gerais Relacionados à Engenharia de Software.....	25
3.3. Aspectos Gerais Sobre a Avaliação de Softwares Educativos.....	31
3.3.1. Análise de heurísticas de avaliação sob diferentes contextos.....	34
4. DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA.....	39
4.1. Estudos de Viabilidade.....	41
4.1.1. Configuração dos cenários para observação.....	42
4.2. Levantamento Inicial de Requisitos.....	46
4.3. Refinamento e Validação dos Requisitos.....	53
4.3.1 Construção dos protótipos desenvolvidos.....	54
4.3.2 Fase de teste: Experimentos.....	57
4.3.2.1 Dificuldades de interação das PNEE.....	59

5. HEURÍSTICAS.....	68
5.1. Descrição das Heurísticas.....	68
5.1.1. Aspecto tecnológico.....	70
5.1.2. Aspectos de usabilidade.....	71
5.1.3. Aspectos multimídia.....	74
5.1.4. Aspectos pedagógicos.....	77
5.2. Avaliação Heurística de Jogos Educativos.....	78
5.3. Avaliação do Aprendizado das PNEE.....	81
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	95
Anexo I: Entrevista com a Professora da APAE.....	95
Anexo II: Lista de Avaliação Heurística.....	97

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Linha do tempo das concepções atribuídas às deficiências.....	6
Figura 2.2 - Grupos de pessoas com necessidades educativas especiais	8
Figura 2.3 - Processo de diferenciação progressiva.....	10
Figura 2.4 - Modelo do processo de informação baseado em Mayer (2005).....	13
Figura 2.5 – Sobrecarga do canal visual	16
Figura 2.6 - Método de redução para sobrecarga do canal visual	16
Figura 2.7 – Sobrecarga de ambos os canais.....	17
Figura 2.8 – Método de redução para a sobrecarga de ambos os canais.....	17
Figura 2.9 – Sobrecarga nos canais por processamento essencial e incidental	18
Figura 3.1 - Níveis de granularidade de um objeto de aprendizagem	20
Figura 3.2 – Representação do conceito de objeto de aprendizagem	23
Figura 3.3 - Subprocessos da Engenharia de Requisitos	27
Figura 3.4 - Exemplo do processo de prototipagem	28
Figura 3.5 - Contextos considerados para a análise dos critérios de avaliação dos jogos	35
Figura 4.1 - Processo de desenvolvimento dos jogos educativos.....	40
Figura 4.2. Fases do processo de levantamento de requisitos	46
Figura 4.3 - Jogo “Figuras Diretas” da coleção Picolé Digital.....	52
Figura 4.4 - Jogo “Quebra cabeça” da coleção Picolé Digital	52
Figura 4.5 - Jogo “Meus primeiros passos”	53
Figura 4.6 - Ciclo de desenvolvimento dos protótipos (PRESSMAN, 2006, p. 43)	54
Figura 4.7 - Tela inicial do protótipo 1	55
Figura 4.8 Fases do protótipo 1	56
Figura 4.9 Tela inicial do protótipo 2	56
Figura 4.10 - Fases do protótipo 2.....	57
Figura 4.11 - Fases do protótipo 3	57
Figura 4.12 - Ciclo de um experimento	58
Figura 4.13 - Avaliação do Protótipo 1 (P1)	59
Figura 4.14 - Avaliação do Protótipo 2 (P2)	60

Figura 4.15 - Avaliação do Protótipo 3 (P3)	60
Figura 4.16 - Avaliação do Protótipo 1 (P1) – Versão 2.....	60
Figura 4.17 - Avaliação do Protótipo 2 (P2) – Versão 2.....	61
Figura 4.18 - Avaliação do Protótipo 3 (P3) – Versão 2.....	61
Figura 4.19 - Avaliação do Protótipo 1 (P1) – Versão 3.....	61
Figura 4.20 - Avaliação do Protótipo 2 (P2) – Versão 3.....	62
Figura 4.21 - Avaliação do Protótipo 3 (P3) – Versão 3.....	62
Figura 5.1 - Contextos considerados e os Aspectos definidos para Elaboração das Heurísticas	69
Figura 5.2 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 1	79
Figura 5.3 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 2	79
Figura 5.4 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 3	79
Figura 5.5 - Avaliação heurística do jogo Coelho Sabido e a Estrela	80
Figura 5.6 - Avaliação heurística do jogo Dally Doo Alfabeto.....	80
Figura 5.7 - Avaliação heurística do jogo Picolé Digital	81
Figura 5.8 – Avaliação inicial e final do Aluno 1.....	84
Figura 5.9 – Avaliação inicial e final do Aluno 2.....	85
Figura 5.10 – Avaliação inicial e final do Aluno 3.....	85

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Dificuldades cognitivas leves	9
Tabela 3.1 - Descrição dos metadados do padrão LOM	21
Tabela 4.1 – Perfil dos alunos da turma 1.....	43
Tabela 4.2 – Perfil dos alunos da turma 2.....	44
Tabela 4.3 – Perfil dos alunos da turma 3.....	44
Tabela 4.4 - Itens de Verificação Considerados Durante a Observação.....	47
Tabela 4.5 - Lista de requisitos não funcionais.....	49
Tabela 4.6 - Lista de requisitos funcionais.....	50
Tabela 4.7 - Dificuldades observadas no cenário 1.....	62
Tabela 4.8 - Dificuldades observadas no cenário 2.....	64
Tabela 4.9 - Dificuldades de interação relacionadas aos princípios de Mayer.....	65
Tabela 5.1 - Heurísticas sob a perspectiva tecnológica.....	70
Tabela 5.2 - Heurísticas de usabilidade.....	71
Tabela 5.3 - Heurísticas para componentes de multimídia	75
Tabela 5.4 - Heurísticas pedagógicas.....	77
Tabela 5.5 - Perfil dos alunos da turma 4.....	82
Tabela 5.6 - Conhecimento dos alunos antes de depois de utilizarem o jogo.....	83

Lista de Abreviaturas

ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
CAERO	<i>Campus Alberta Repository of Educational Objects</i>
DA	Dificuldade de Aprendizagem
DCMI	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i>
ELERA	<i>Learning Research and Assessment Network</i>
ER	Engenharia de Requisitos
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IHC	Interface-Homem-Computador
IMS	<i>Learning Resource Meta-Data Information Model</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LORI	<i>Learning Object Review Instrument</i>
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
MERLOT	<i>Multimedia Educational Resource for Learning and Teaching</i>
NBR	Norma Brasileira
OA	Objeto de Aprendizagem
PNE	Pessoas com Necessidades Especiais
PNEE	Pessoas com Necessidades Educativas Especiais
RIVED	Rede Internacional Virtual de Educação
ROA	Repositórios de Objetos de Aprendizagem
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SEED	Secretaria de Educação a Distância
TCAM	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia
TCC	Teoria da Carga Cognitiva
TDA/H	Transtorno de Déficit de Atenção / Hiperatividade
WEBAIM	<i>Web Accessibility In Mind</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

1. Introdução

1.1. Justificativa para escolha do tema

Atualmente, a adoção de objetos de aprendizagem representa uma alternativa considerada viável por muitos educadores. O desenvolvimento progressivo destes objetos, em especial, os jogos educativos, atrelado ao avanço tecnológico, os torna mais complexos, exigindo do usuário maior atenção, coordenação motora, percepção e compreensão (FAVA, 2008, p. 115). Portanto, é possível que pessoas com necessidades educativas especiais (PNEE) defronte com uma série de obstáculos relacionados aos seus déficits funcionais e cognitivos que podem dificultar a interação destas pessoas com os jogos, prejudicando o aprendizado e inibindo a inclusão educacional.

Este trabalho está direcionado a PNEE com dificuldades de aprendizagem relacionadas a déficits de memória, resolução de problemas, atenção, compreensão verbal, leitura e linguística, compreensão matemática e compreensão visual. Neste contexto, os jogos educativos podem apresentar alguns obstáculos, como: conteúdo didático que exige rápido raciocínio; grande quantidade de controles e atividades que exige memorização; imagens e vocabulários complexos que exigem percepção e atenção; ações com o mouse ou teclado que exigem habilidade e coordenação motora e o prolongamento do reforço educacional exigido pelas dificuldades de interação e aprendizado.

Desta maneira, a adaptação dos jogos educativos para PNEE pode representar uma alternativa legítima para reduzir ou eliminar os obstáculos que dificultam a interação destas pessoas e maximizar as possibilidades de aprendizado. Portanto, o que fundamenta esta pesquisa é a análise das dificuldades de PNEE com os jogos educativos e a hipótese de que a adaptação deste tipo de objeto, considerando as especificidades das PNEE, pode favorecer o aprendizado.

Para o desenvolvimento do trabalho, além dos pesquisadores diretamente envolvidos, foram considerados outros profissionais: pedagogos, psicólogos e professores que colaboraram para a definição da proposta e desenvolvimento do trabalho. Esta interdisciplinaridade é justificada por:

- O professor conhece as limitações e dificuldades das PNEE, possui experiência em relação ao processo de aprendizado destas pessoas e utilizam estratégias pedagógicas.
- O psicólogo tem conhecimento sobre as deficiências devidamente diagnosticadas e das limitações intelectuais e motoras das PNEE;
- O pedagogo ajuda na escolha da melhor forma de apresentar o conteúdo para o alcance do conhecimento.
- Os alunos ao interagirem com os jogos educativos contribuem para a identificação de obstáculos através das dificuldades de interação.

1.2. Objetivos

Este trabalho visa desenvolver jogos computacionais como objetos de aprendizagem adaptados às dificuldades de aprendizagem de pessoas com necessidades educativas especiais, ampliando as possibilidades de apoio ao aprendizado. O processo de desenvolvimento dos objetos e a metodologia utilizada serão descritos considerando as etapas do processo de desenvolvimento de software, desde o estudo de viabilidade até a avaliação dos objetos desenvolvidos, no que se refere ao apoio efetivo à aprendizagem.

Especificamente, os objetivos são:

1. Analisar uma abordagem para a engenharia de requisitos que seja viável ao domínio analisado;
2. Investigar e especificar as heurísticas associadas à problemática do trabalho: adequação e avaliação de objetos de aprendizagem para pessoas com necessidades educativas especiais;
3. Analisar os potenciais benefícios alcançados no processo de aprendizado quando da utilização de objetos do tipo jogo por PNEE.

1.3. Organização do trabalho

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O segundo capítulo apresenta os fundamentos da psicopedagogia que deram suporte conceitual e teórico para a construção dos jogos educativos. Os pontos abordados são: a educação especial, os conceitos acerca do termo “Pessoa com Necessidades Educativas Especiais” e as teorias de aprendizado que fundamentaram o trabalho: Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.

O capítulo 3 apresenta uma revisão literária sob a perspectiva computacional ponderando os conceitos necessários para o entendimento deste trabalho. Inicialmente são discutidos os conceitos de objetos de aprendizagem buscando relacioná-los aos jogos educativos. Em seguida, são delineados os principais conceitos da Engenharia de Requisitos que fundamentam a metodologia utilizada. Por fim, são discutidos os contextos mais significativos relacionados à área de avaliação de softwares educativos: qualidade de software - ISO/IEC 9126-1, avaliação de objetos de aprendizagem, acessibilidade na web para pessoas com deficiência cognitiva - WebAIM e interface homem-computador (IHC), os quais suportam a proposta deste trabalho.

O capítulo 4 apresenta a metodologia proposta, detalhando as etapas do processo de desenvolvimento da pesquisa. No capítulo 5, são listadas as heurísticas definidas a partir da revisão literária e os experimentos realizados. Além disso, são descritos os resultados das avaliações heurísticas dos jogos educativos desenvolvidos e de outros utilizados na APAE. Por fim, são apresentados os resultados da avaliação do aprendizado de algumas PNEE utilizando os jogos desenvolvidos.

Finalmente, no capítulo 6, são especificadas as considerações finais deste trabalho e possíveis trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica Sob a Perspectiva Psicopedagógica

Este capítulo apresenta um referencial teórico sobre os fundamentos psicopedagógicos que conceituam as necessidades educativas especiais e a construção do conhecimento. Considerando que a inclusão representa o grande fator motivador desta pesquisa, inicialmente será apresentada uma breve discussão a respeito do processo de inclusão educacional sob a perspectiva de Vygotsky. Em seguida, apresenta-se uma breve discussão sobre a evolução das concepções atribuídas a PNEE, assim como os conceitos que fundamentam este termo. Por fim, discute-se sobre a teoria de aprendizagem de Ausubel e teoria cognitiva de aprendizagem multimídia.

2.1. A Educação Especial Sob a Ótica de Vygotsky

Segundo Furtado (2007, p. 70), o interesse de Vygotsky em estudar crianças com necessidades especiais surgiu por volta de 1924, quando fez sua primeira publicação na área da defectologia. Na época, esse termo era utilizado para a ciência que estudava crianças com vários tipos de deficiência.

Com um pensamento crítico e inovador, Vygotsky propôs um estudo das crianças com necessidades especiais a partir de suas interações sociais e não de suas carências orgânicas, ou seja, a partir do desenvolvimento histórico-cultural. Desta forma, a deficiência orgânica é um mero fato biológico que cria certas limitações consideradas secundárias e que não afeta o desenvolvimento psicológico diretamente (FURTADO, 2007, p. 70).

A teoria histórico-cultural de Vygotsky evidencia a interação do sujeito com o meio que o cerca. Nessa perspectiva, o indivíduo, na sua relação social com o outro, apodera-se do conhecimento desenvolvido ao longo de um processo que é histórico. Sendo assim, os significados culturais que constituem um indivíduo ocorrem a partir do momento em que as ações do mesmo passam a ter importância para ele e o outro (SÃO PAULO, 2007).

Melhor dizendo, a necessidade especial em si não gera conseqüências tão negativas quanto as que podem sobrevir da necessidade de socialização. Embora a existência de uma

necessidade orgânica possa limitar e rotular uma pessoa, constituindo um fator negativo, certos recursos e adaptações no ambiente social e educacional podem promover a maximização do potencial da mesma.

Por exemplo, a surdez não era considerada por Vygotsky uma deficiência tão grave, a não ser que a falta da fala privasse a criança de contatos e experiências sociais (HOGETOP, 2003, p. 44). Vygotsky argumenta em uma de suas declarações que a aprendizagem da escrita Braille¹ não difere, em princípio, da aprendizagem da escrita normal, visto que, a aprendizagem de ambas as escritas baseia-se na conjugação múltipla de dois estímulos do reflexo condicionado (VEER; VALSINER, 2001, p. 77).

Em outras palavras, o fato do indivíduo estar desprovido dos sentidos da visão, não implica que o mesmo seja incapaz de aprender a ler e escrever. No caso, o olho não é nada mais que um instrumento para tal atividade e que pode muito bem ser substituído por outro instrumento. Sendo assim, a pessoa com necessidade visual obtém informações do mundo através das sensações táteis e aprende a ler com as mãos os pontos convexos da cela Braille. Esse sistema de escrita e leitura foi desenvolvido para suprir a comunicação de pessoas com deficiência visual, favorecendo também o seu ensino-aprendizado.

Vale salientar que uma das idéias fundamentais da teoria histórico-cultural é a de que cada indivíduo é único, logo, seu desenvolvimento também. Nesse aspecto, o processo de desenvolvimento do ser humano é constituído por fases e estágios que apresentam uma estrutura orgânica e psicológica específica. Evidentemente, a pessoa com necessidades educativas especiais também apresenta um desenvolvimento único e particular. Portanto, descarta-se a preocupação com o que a PNEE não consegue fazer, direcionando as atenções para tudo o que ela pode praticar sob bons métodos pedagógicos (FURTADO, 2007, p. 70).

Vygotsky defende que as crianças com necessidades educativas especiais devem interagir com crianças normais. Percebe-se que as idéias do autor podem ser consideradas inclusivistas, já que em suas declarações diz que a escola especial é segregadora e anti-social, ou seja, não respeita e não atende os diversos alunos e suas diferentes necessidades educativas especiais e favorece a discriminação (FURTADO, 2007, p. 70).

São diversos os pontos de vista sobre a inclusão. Para Booth e Ainscow (2002, p 9), a inclusão está relacionada a mudanças e envolve um processo contínuo do desenvolvimento da aprendizagem e participação de todos. Esse processo ocorre em três níveis: o primeiro é a presença de todas as crianças, jovens e adultos na escola regular. Certamente não é suficiente

¹ Braille - sistema de *escrita* e leitura tátil para as pessoas cegas.

que o aluno esteja apenas presente, sua participação é primordial. O segundo fator envolve a participação do aluno em atividades escolares. Para isto, a escola precisa oferecer condições que viabilizem a participação de todos. O terceiro é desenvolvimento da aprendizagem, o aluno mesmo participando das atividades escolares, pode não estar construindo seu conhecimento.

A proposta deste trabalho está inserida neste contexto: a inclusão de PNEE. O fundamento da pesquisa é baseado na perspectiva de utilizar o computador como uma ferramenta que, associada a outros aspectos igualmente importantes, favoreça a inclusão de PNEE. Contudo, são diversas as vertentes que se pode considerar para atingir este objetivo. Neste trabalho, o aprendizado é o foco. Deste modo, o estudo e a análise das necessidades educativas especiais, mais precisamente da deficiência cognitiva ou dificuldades de aprendizagem, são essenciais à percepção de atributos que podem ser adaptados ou modificados de forma a atingir o objetivo proposto.

2.2. As Pessoas com Necessidades Educativas Especiais (PNEE)

Ao longo da história, os termos, conceitos e tratamento dado às pessoas com algum tipo de deficiência sofreram modificações significativas conforme a evolução de cada sociedade e cultura. Antigamente não havia uma estrutura social preparada e adequada para estas pessoas, que eram consideradas um grande problema social. Desta forma, a vida dessas pessoas era sacrificada com práticas grotescas de abandono e infanticídios² (FURTADO, 2007, p. 21).

Fonseca (1995 apud Marques, 2000, p. 39) apresenta, de forma sucinta, uma linha evolutiva das diversas concepções atribuídas às deficiências edificadas ao longo do processo de civilização ocidental. A figura 1 ilustra os quatro diferentes períodos de concepções citados pela autora.

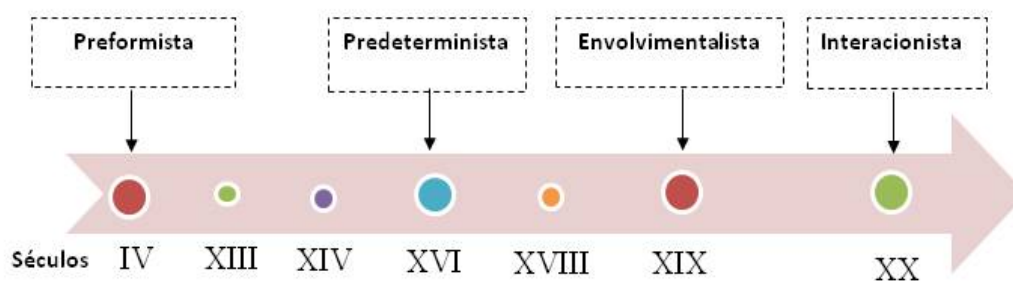


Figura 2.1 - Linha do tempo das concepções atribuídas às deficiências

² Infanticídio - Morte dada voluntariamente a uma criança ou a um recém-nascido.

- No período **preformista**, a principal característica foi a atribuição às causas da deficiência a forças sobrenaturais. Assim, a deficiência motora, sensorial e mental era considerada pela civilização dádivas ou castigos oriundos de Deus ou do demônio. Nesta época ocorriam freqüentes práticas de infanticídio de pessoas com deficiência em Esparta e Atenas.
- O **predeterminismo** surgiu com a evolução significativa do ramo da biologia no período histórico do renascimento. Nessa concepção, as causas da deficiência intelectual eram determinadas pelo substrato biológico do sujeito.
- O início do **envolvimentalismo** foi marcado pela concepção empirista dos ingleses, cuja proposta idealizava que o conhecimento era proveniente da experiência sensível e da influência do meio ambiente. Esse período é caracterizado pelo início teórico da educação de pessoas com deficiência intelectual.
- O **interacionismo** nasce com o fortalecimento das teorias de aprendizagem, sociologia e psicologia. A principal característica dessa concepção é a valorização da interação do indivíduo com o meio social. O marco desse período foi o surgimento do construtivismo de Jean Piaget e o sócio-interacionismo de Vygotsky.

Atualmente, observa-se que a concepção interacionista ainda é predominante e suscita muitas discussões sobre abordagens pedagógicas e psicológicas em relação às práticas da educação inclusiva. Um exemplo importante acerca destas discussões foi o encontro realizado em 1994 na Espanha, quando ocorreu a Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais (NEE) no município de Salamanca. Neste evento, foi elaborada uma declaração que reconhece a obrigação imprescindível de garantir a educação de todas as PNEE em escolas regulares. De acordo com esta declaração de Salamanca, a expressão “Necessidades Educativas Especiais” refere-se a todas as crianças, jovens e adultos, cujas carências se originam em função de deficiências ou dificuldades de aprendizagem (SALAMANCA, 1994, p. 15).

Dentro desse contexto, o Brasil aprovou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em 1996 (LDB Nº 9.304/96) que prevê a inserção das PNEE em classes regulares de educação, incluindo o desenvolvimento de currículos, métodos, técnicas e materiais didáticos para tais alunos (SOUZA, 1997, p 93).

Na literatura, os termos Pessoas com Necessidades Especiais (PNE) e Dificuldades de Aprendizagem (DA) estão relacionados ao conceito de PNEE. De modo geral, as PNEE possuem dificuldades de aprendizagem que podem ser classificadas em: primárias ou secundárias (JARDIM, 2001, p. 106).

- **DA primária:** não apresentam causas orgânicas específicas, sendo que, seu diagnóstico deve ser minucioso. Geralmente, estão relacionadas a perturbações simbólicas, tais como: Dificuldades de leitura (dislexia); Dificuldades da linguagem escrita (disgrafia); Dificuldades da matemática (discalculia) e outras categorias que incluem dificuldades que afetam a memória, habilidades sociais e funções executivas, como a decisão de iniciar uma tarefa. Uma característica importante da PNEE com este tipo de DA é o seu perfeito potencial sensorial, intelectual, motor e social, logo, normal.
- **DA secundária:** denotam perturbações devidamente diagnosticadas em deficiências visual, auditiva, mental, motora e cognitiva. Nesse aspecto, as dificuldades de aprendizagem são conseqüências secundárias dessas perturbações. Ao contrário das DA primárias, as secundárias possuem o potencial sensorial, intelectual, motor e social atípico e desviante. Nesse contexto, é importante ressaltar que o autor torna explícito que as PNE apresentam dificuldades de aprendizagem por decorrência de seu déficit intelectual, sensorial, físico ou motor.

A figura 2 ilustra a relação entre os termos PNEE, DA e PNE. O termo PNE refere-se às pessoas com dificuldades de aprendizagem secundária inclusas no conjunto de DA, que por sua vez esta relacionada ao conceito de PNEE.

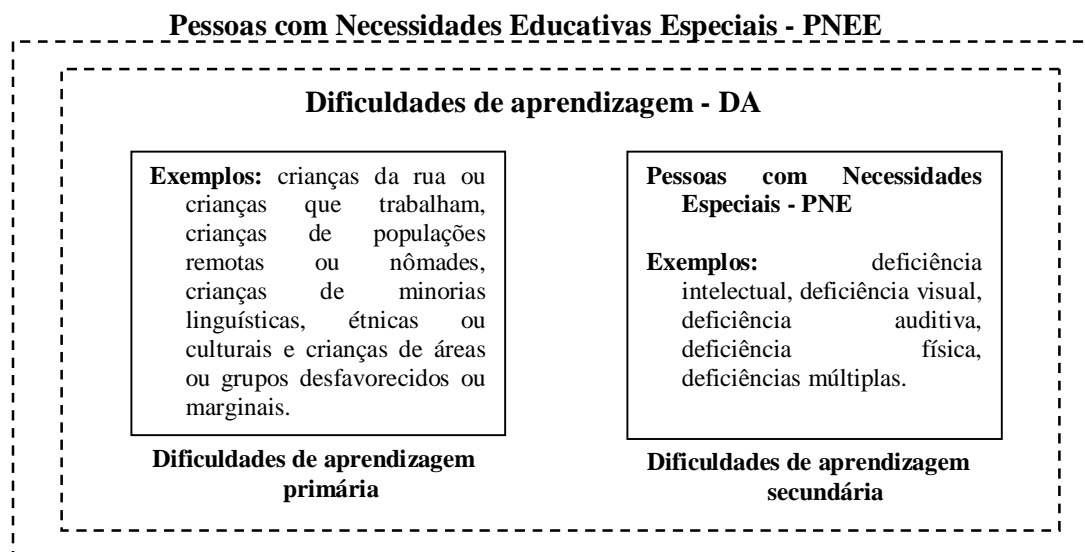


Figura 2.2 - Grupos de pessoas com necessidades educativas especiais

Considerando os aspectos mencionados anteriormente, este trabalho está direcionado às dificuldades de aprendizagem primária e secundária. A tabela 2.1 apresenta uma breve descrição de algumas dificuldades de aprendizagem que serão consideradas e analisadas ao longo desta pesquisa.

Tabela 2.1 - Dificuldades de Aprendizagem

Dificuldades	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 focalizar 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, fórmulas, 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.

Nas próximas seções, serão apresentadas algumas considerações sobre as teorias de aprendizado, sobretudo, a Teoria de Aprendizagem Significativa e Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. Estas teorias destacam-se por apresentar aspectos fortemente relacionados à proposta deste trabalho.

2.3. Aprendizagem Significativa de Ausubel

Conforme Aragão (1976, p. 7), a teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel é fundamentada na estrutura cognitiva da aprendizagem verbal e significativa, que tem como base a existência de uma estrutura cognitiva idiossincrática³ e dinâmica.

O principal aspecto da estrutura cognitiva é o processo progressivo de diferenciação a partir de regiões de maior para menor poder explicativo ou inclusividade, sendo esta hierarquia estabelecida por um processo denominado de subsunção. A subsunção pode ser entendida como um processo que realiza a inclusão de novos conhecimentos na estrutura cognitiva do indivíduo por meio da interação com informações mais relevantes e inclusivas da estrutura. Quando uma nova informação acessa o campo cognitivo do indivíduo, interage com o conhecimento existente mais inclusivo, sendo então, subsumido. (ARAGÃO, 1976, P. 13).

Ausubel entende que o relacionamento significativo ocorre quando o conceito faz ligações de caráter psicológico e epistemológico com algum conceito da estrutura cognitiva, compartilhando significados em comum com o conjunto de conceitos já existente e ligando-se à estrutura cognitiva através de associações (PELIZZARI et al, 2002, p. 38). O modelo de organização da estrutura cognitiva de Ausubel pressupõe que os conjuntos de conceitos são organizados de forma hierárquica, na parte mais superior estão às idéias de maior inclusividade, que proporcionam a subsunção de conceitos menos inclusivos e informações específicas. Portanto, é no processo de subsunção que as idéias interligam-se na estrutura cognitiva propiciando a diferenciação progressiva das mesmas. A figura 2.3 ilustra o processo de diferenciação progressiva.

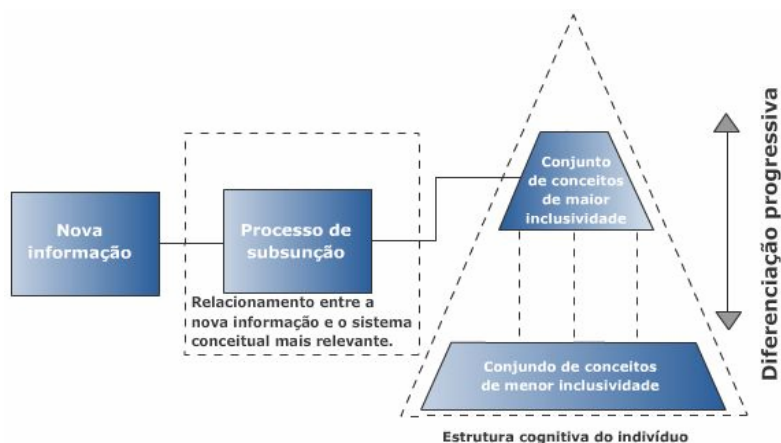


Figura 2.3 - Processo de diferenciação progressiva

³ Idiossincrática- relativo ao temperamento especial de cada indivíduo.

O sucesso da aprendizagem significativa envolve três questões relevantes: o conhecimento anterior do sujeito, o conteúdo a ser aprendido e o interesse da pessoa em aprender. Segundo Martins et al (2001), se o conjunto de conceitos já adquiridos for relacionado ao que se quer aprender, se o conteúdo for potencialmente significativo e se o aluno estiver disposto a aprender assimilando a nova informação de modo substantivo, então, haverá aprendizagem significativa.

Vale destacar que Ausubel também considera outra situação de aprendizagem: a aprendizagem mecânica, que é caracterizada pela inserção discreta de novas informações, que a princípio não pode interagir com aquilo que foi aprendido anteriormente. Melhor dizendo, nessa situação de aprendizagem, o aprendizado é superficial ou ocorre em um nível mais baixo, ou seja, o indivíduo memoriza o conteúdo arbitrariamente e literalmente (MARTINS et al, 2001, p 17).

Segundo IVIE (1998, p.4), Ausubel faz uma diferenciação entre a aprendizagem significativa e mecânica. A aprendizagem mecânica ocorre quando o aluno memoriza as informações de forma arbitrariamente, ou seja, o conhecimento é armazenado em um compartimento isolado e não na estrutura cognitiva do indivíduo.

Por outro lado, a aprendizagem significativa ocorre quando aprendemos a inter-relação entre duas ou mais idéias. Assim, a estabilidade cognitiva fornecida pela ancoragem de idéias é um aspecto importante e diferenciado da aprendizagem significativa. Essa perspectiva ajuda a compreender porque é possível reter novas idéias por mais tempo nesta situação de aprendizagem do que na aprendizagem mecânica (IVIE, 1998, p.4).

Levando em consideração que o fator preponderante da aprendizagem significativa concentra-se no conhecimento prévio do aluno, torna-se necessário descobrir o que esse aluno já sabe, para então, preparar adequadamente o conteúdo a ser ensinado. Em outras palavras, a aprendizagem significativa somente acontecerá quando a informação nova partir de um material adequado, que se relaciona com tudo o que o aluno já sabe, e por sua vez, quando o aprendiz estiver predisposto a aprender o conteúdo.

2.4. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Os recursos multimídia têm sido fundamentais para a construção de conteúdos digitais que se destinam a promover a aprendizagem. Conforme Mayer (2002, p.60), a instrução multimídia, que pode envolver palavras, imagens, sons e vídeos, é um recurso digital de comunicação interativa centrado na construção de apresentações multimídias. Além disso, o

autor define três pressupostos que fundamentam a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM): canal duplo, capacidade limitada e processamento ativo.

- **Canal duplo:** esta primeira hipótese é baseada na pesquisa de Pavio (1986, p. 3). O autor alega que o sistema cognitivo humano é formado por dois canais distintos: canal visual e verbal. O processo da informação no canal visual inicia quando uma imagem entra no sistema cognitivo através dos olhos, e são tratados como representações visuais. No canal verbal, as informações verbais (palavras faladas) ingressam no sistema cognitivo através dos ouvidos e podem ser processadas como informação verbal.
- **Capacidade limitada:** o sistema cognitivo humano tem capacidade limitada de exploração e manipulação de conhecimento, ou seja, é suscetível a sobrecarga (BADDELEY, 2003, p. 830). De modo geral, Mayer (2001, p.5) sugere que a sobrecarga cognitiva pode ser entendida como a exigência total de recursos assentados na memória de trabalho para a realização de uma determinada tarefa. Quando as informações visuais ou verbais são excessivas, os recursos cognitivos são consumidos com informações irrelevantes, ocasionando a diminuição destes recursos que poderiam estar disponíveis para o aprendizado.
- **Processamento ativo:** esta hipótese sugere que a aprendizagem significativa requer que o indivíduo participe do processamento ativo através de cinco processos (figura 2.4) que ocorrem na memória de trabalho. A aprendizagem ativa necessita de envolvimento cognitivo, além do mais, o processo cognitivo de integração é mais provável de acontecer, quando as representações verbais e visuais estão inseridas ao mesmo tempo na memória de trabalho, ou seja, o indivíduo lembra mais de um assunto quando a informação é audiovisual.

O conteúdo instrucional exerce um importante papel na educação, na medida em que os múltiplos modos de informação visual e auditiva potencializam a aprendizagem significativa. Além de examinar alguns aspectos da aprendizagem multimídia para compreender como as pessoas aprendem a partir de palavras e imagens, Mayer (2005, p.2) explica que o processo de aprendizagem multimídia ocorre quando o indivíduo constrói seu conhecimento através de representações mentais de palavras, imagens, fotos, animações ou vídeos.

Tais representações mentais são formadas quando a informação é processada em um esquema, que envolve a memória de trabalho e a memória de longo prazo (SWELLER, 2003). Neste esquema, o conteúdo multimídia deve permitir que o indivíduo organize a informação de maneira significativa incorporando-a na memória de longo prazo. A figura 2.4 ilustra o

processo da aprendizagem multimídia. Por exemplo, o conteúdo multimídia pode ser constituído por explicações ou palavras narradas (sons) e por imagens que representam gráficos ou esquemas. Estas informações são processadas na memória de trabalho, através de um processo que ocorre em cinco passos (CAÑAS; NOVAK, 2008, p. 4):

1. Selecionar imagens relevantes de um conteúdo multimídia;
2. Selecionar palavras narradas (sons) relevantes de um conteúdo multimídia;
3. Construir conexões entre palavras certas para criar um modelo verbal coerente;
4. Construir conexões entre imagens relevantes para criar um modelo visual coerente;
5. Integrar os modelos verbais e visuais uns com os outros e com o conhecimento prévio.

Por fim, na memória de longo prazo são armazenados o conhecimento prévio e o esquema construído a partir do processo anterior na memória de trabalho.

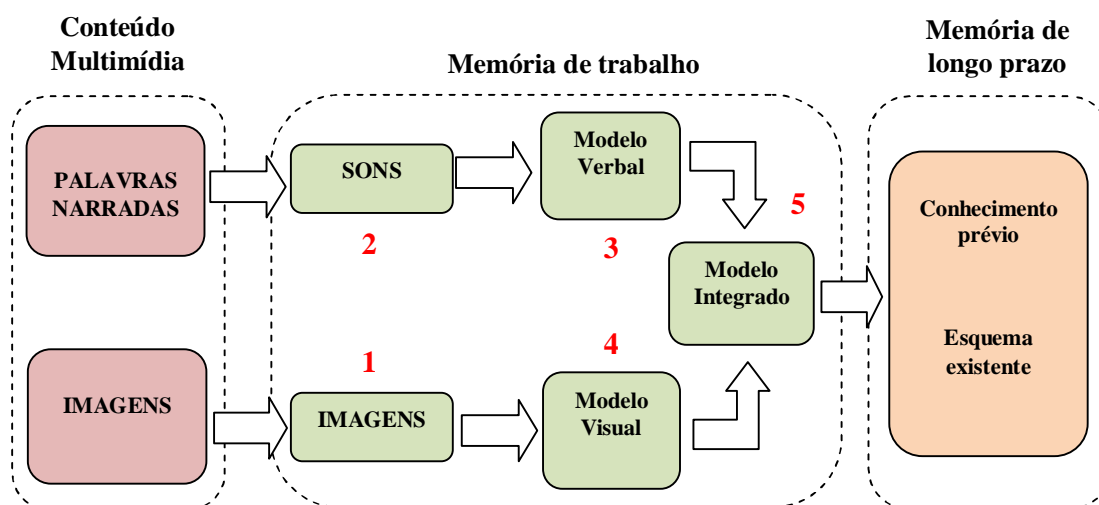


Figura 2.4 - Modelo do processo de informação baseado em Mayer (2005)

Em sua pesquisa, Mayer e Moreno (2002, p. 93) fizeram uma comparação do desempenho de estudantes universitários, submetendo-os a diferentes condições de estudo. Para parte dos alunos, os conteúdos foram apresentados adequados a um conjunto de princípios. Por outro lado, para os alunos restantes, os conteúdos foram apresentados sem considerar os princípios. De modo geral, os autores concluem que os conteúdos multimídia devem ser concebidos de forma a minimizar qualquer sobrecarga cognitiva desnecessária. A seguir, serão descritos os princípios básicos para o design de ambientes de aprendizagem que disponibilizam conteúdos multimídias:

- 1. Multimídia:** este princípio é constituído por um embasamento teórico, o qual diz Oque o aluno aprende melhor quando faz conexões mentais entre imagens e palavras apresentadas na forma de animação e narração, do que apresentadas de uma única forma, ou animação ou narração.
- 2. Contiguidade espacial:** segundo este princípio, o aluno possui aprendizagem mais profunda, quando um texto na tela é apresentado ao lado da animação. Desse modo, as imagens e palavras, se bem alinhadas e próximas uma das outras, facilita a construção de representações mentais, a partir de um referencial de ligação entre elas.
- 3. Contiguidade temporal:** este princípio parte da premissa de que o aluno aprende melhor quando a animação e a narração são apresentadas simultaneamente. Os alunos expostos a apresentações sucessivas (animação e depois narração) gastam mais tempo para compreensão das informações, do que os alunos submetidos a apresentações simultâneas. De acordo com a TCAM, o processamento cognitivo do aluno é bem-sucedido quando as palavras e imagens são apresentadas ao mesmo tempo.
- 4. Coerência:** a coerência é fundamental para construção de conteúdos educacionais. Neste princípio, a coerência refere-se ao uso de elementos multimídias que realmente são relevantes e menos exigentes cognitivamente. Quando um conteúdo multimídia reúne elementos desnecessários, desperta a atenção do aluno e pode acarretar a sobrecarga dos canais visual e verbal prejudicando o processo de compreensão do aluno.
- 5. Modalidade:** de acordo com este princípio, o canal visual pode ficar sobrecarregado, quando o conteúdo multimídia exige que o aluno use seus recursos cognitivos visuais tanto para ler o texto na tela quanto para ver a animação. A pesquisa mostra que os alunos têm melhor desempenho quando o conteúdo aborda animação e narração em vez de animação e texto na tela.
- 6. Redundância:** este princípio sugere que a adição de texto na tela junto à animação e narrativa irá competir com a animação, exigindo-se mais dos recursos cognitivos no canal visual, instituindo então, o chamado efeito de atenção dividida. Neste sentido, a TCAM prevê que os alunos aprendem melhor quando a informação é apresentada pela animação e narração do que pela animação, narração e texto na tela.

7. **Personalização:** neste princípio a personalização refere-se ao estilo da conversação inserido na narrativa de explicação de um determinado conteúdo. Assim, os alunos aprendem melhor quando a narrativa de uma animação é constituída por um estilo de conversação não formal. Vale ressaltar que é de grande importância utilizar vocabulários que fazem parte do cotidiano do público alvo, para aumentar as possibilidades de aprendizado.
8. **Interatividade:** este princípio recomenda que o conteúdo multimídia permita que o aluno controle a apresentação. De acordo com a TCAM, a interatividade pode melhorar o aprendizado do aluno por reduzir as chances de sobrecarga cognitiva. Além disso, o aluno pode dispor do tempo que for necessário para construir uma imagem visual e compreender a explicação verbal.

Um dos elementos teóricos importantes que fundamentam a TCAM de Mayer (2004, p. 389) é a teoria da carga cognitiva (TCC), delineada pelo psicólogo australiano John Sweller (1998, p.258), que a define como um conjunto de princípios que implicam na adequação de um ambiente de aprendizagem eficiente, de modo a promover o aumento da capacidade do processo de cognição humana. De acordo com esta teoria, o conteúdo instrucional pode ser elaborado considerando três tipos de cargas cognitivas:

1. **Carga cognitiva intrínseca:** refere-se à complexidade do conteúdo instrucional, sendo determinada pelo número de elementos que devem ser processados simultaneamente na memória de trabalho para construção do esquema;
2. **Carga cognitiva eficaz:** é determinada por conteúdos instrucionais que beneficiam o processo cognitivo e o objetivo da aprendizagem, ou seja, esta carga cognitiva é eficaz para o processo de aprendizagem do indivíduo.
3. **Carga cognitiva externa:** está pautada a conteúdos instrucionais que exigem atividades na memória de trabalho, que não estão relacionadas à construção e automação de esquemas, o que resulta no desperdício de recursos cognitivos que poderiam ser usados para auxiliar o processo de aprendizagem.

Em seus princípios, Mayer (2004, p. 389) faz considerações importantes sobre a teoria da carga cognitiva, e diz que o desenvolvimento de conteúdos multimídias instrucionais com carga cognitiva reduzida, aumenta a capacidade do processamento cognitivo durante a aprendizagem. Além disso, o autor considera que a motivação estimula o aluno a utilizar ao máximo, a sua capacidade cognitiva disponível.

Pesquisadores sobre a TCC têm investigado conteúdos instrucionais com carga cognitiva externa reduzida, com a finalidade de averiguar o desempenho do aprendizado dos

alunos. Os resultados apontam que os conteúdos educacionais com baixa carga cognitiva intrínseca e externa incentivam os alunos a participarem do processo cognitivo consciente, o qual é relevante para a construção do esquema na memória de trabalho (KIRSCHNER, 2002, p.5).

De modo geral, os conteúdos multimídias podem apresentar uma série de obstáculos para o aprendizado, incluindo textos, imagens e áudio. Mayer e Moreno (2003, p. 45) descrevem diferentes cenários que envolvem a sobrecarga cognitiva na aprendizagem multimídia. Os autores também apresentam soluções para redução da sobrecarga cognitiva com base na TCAM. A seguir são apresentadas as diferentes situações de sobrecarga cognitiva nos canais visual e verbal, bem como os métodos de redução de carga cognitiva sugeridas por Mayer e Moreno (2003, p. 47):

Cenário 1: sobrecarga de um canal com processamento de informação essencial. O princípio modalidade está relacionado a este cenário. Por exemplo, a figura 2.5 ilustra a sobrecarga no canal visual que ocorre quando o texto escrito e a animação são apresentados simultaneamente.

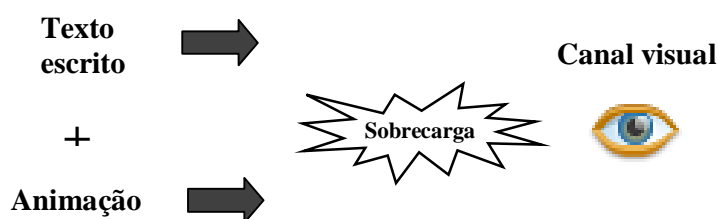


Figura 2.5 – Sobrecarga do canal visual

Método de redução: quanto um dos canais (visual ou verbal) estiver sobrecarregado, é preciso dividir o processamento de informação essencial deste canal. A figura 2.6 apresenta um exemplo de redução da sobrecarga cognitiva do canal visual. Neste caso, o texto apresentado simultaneamente com a animação é narrado em vez de escrito.

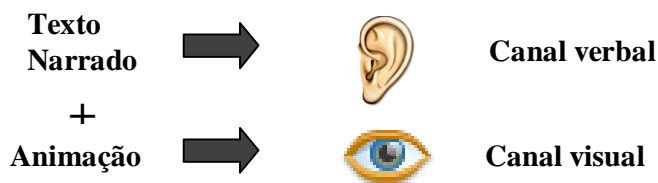


Figura 2.6 - Método de redução para sobrecarga do canal visual

Cenário 2: ocorre quando ambos os canais estão sobrecarregados por processamentos de informações essenciais. Por exemplo, quando o conteúdo é complexo e ultrapassa a limitação cognitiva em ambos os canais. (figura 2.7).

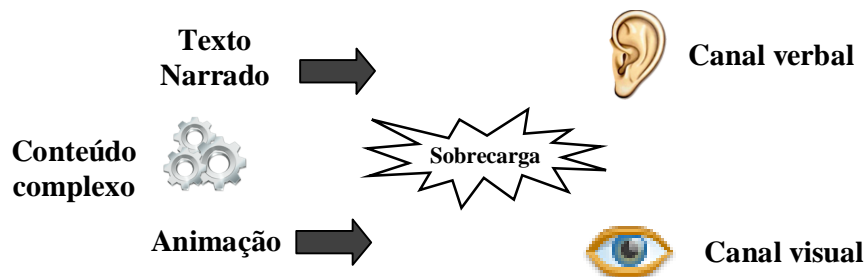


Figura 2.7 – Sobrecarga de ambos os canais

Método de redução: considerando que a complexidade do conteúdo sobrecarrega ambos os canais, a solução é segmentar este conteúdo preservando a autonomia no intervalo entre os segmentos (figura 2.8).

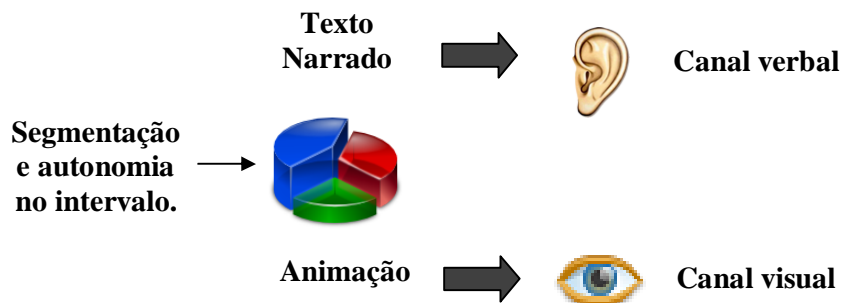


Figura 2.8 – Método de redução para a sobrecarga de ambos os canais

Cenário 3: sobrecarga de um ou ambos os canais por processamento de informações essenciais e incidentais. Ocorre quando há a incidência de conteúdo irrelevante ou redundante.

A figura 2.9 apresenta um exemplo de sobrecarga em ambos os canais, que acontece quando o texto narrado é apresentado simultaneamente com uma música e animação. Neste caso, o texto narrado e a animação são informações essenciais e a música é informação incidental, ou seja, desnecessária.

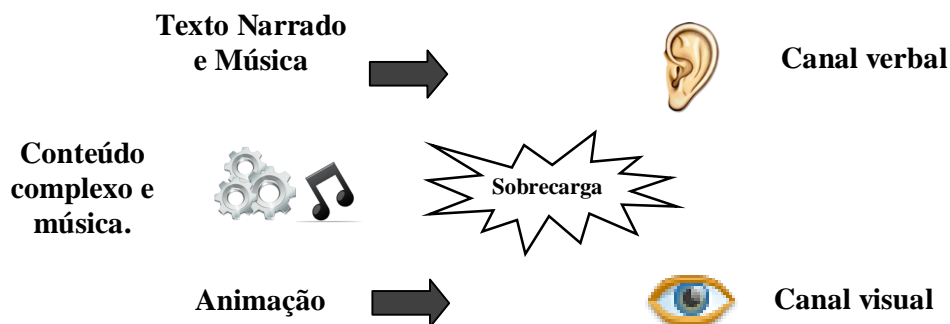


Figura 2.9 – Sobrecarga nos canais por processamento essencial e incidental

Método de redução: eliminar conteúdos irrelevantes ou redundantes. Organizar e seleccionar o material fornecendo pistas, como exemplo: destacar palavras ou imagens com setas (figura 2.10).

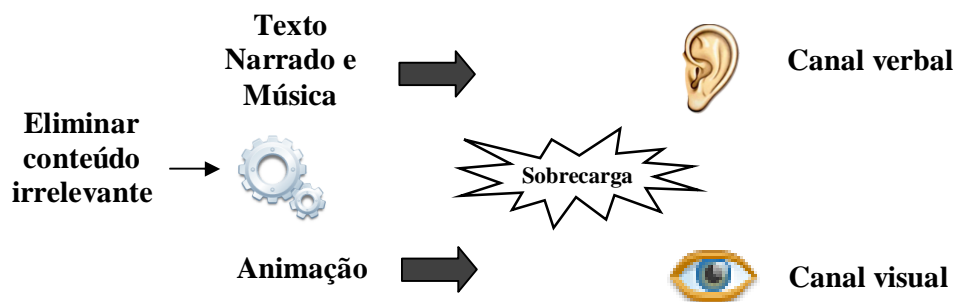


Figura 2.10 – Método de redução para sobrecarga nos canais por processamento essencial e incidental

Tendo em vista que a redução da carga cognitiva é um dos aspectos mais importantes que fundamentam a TCAM, alguns pesquisadores enfatizam que desenvolvedores e designers instrucionais devem considerar o processo cognitivo associado à aprendizagem, minimizando qualquer carga cognitiva desnecessária. É importante considerar que os indivíduos têm capacidade limitada de memória de trabalho e que os conteúdos multimídias devem ser adaptados para maximizar as possibilidades de aprendizado significativo (CHONG, 2005, p. 115).

Por todos esses aspectos, torna-se importante que os fundamentos da TCAM sejam aplicados na concepção de jogos educativos, para ajustá-los ao grau de limitações cognitivas das PNEE. Assim, os princípios e métodos de redução da carga cognitiva podem ser utilizados como orientação para o desenvolvimento de recursos educacionais que efetivamente proporcionam o aprendizado significativo.

3. Fundamentação Teórica Sob a Perspectiva Computacional

Neste capítulo, são apresentados os aspectos computacionais que fundamentam este trabalho. Inicialmente, são delineados os conceitos relacionados aos objetos de aprendizagem explicitando questões sobre compartilhamento, reusabilidade e acessibilidade. Em seguida, considerando o jogo educativo como um tipo de objeto de aprendizagem, são apresentadas algumas considerações acerca da contribuição deste recurso para o aprendiz. Posteriormente, são descritos os aspectos gerais da Engenharia de Software que baseiam a metodologia utilizada. Por fim, discute-se sobre algumas áreas do conhecimento que abordam heurísticas e critérios de avaliação de softwares educativos.

3.1. Objetos de Aprendizagem

A tecnologia vista sob o prisma do aprendizado deve ser considerada, não somente, como um agente transmissor de informação, mas principalmente como um agente catalisador deste processo. Schlünzen et. al. (2000, p. 28), destacam a necessidade de uma mudança na educação e no desenvolvimento de novas metodologias de ensino voltadas mais para o desenvolvimento do indivíduo e menos para absorção de informação.

Um aspecto importante que tem sido abordado no âmbito das tecnologias educacionais é a utilização de jogos educativos como objetos de aprendizagem (OA). As idéias e reflexões convergem para o desenvolvimento de artefatos pedagogicamente estruturados em um modelo de aprendizagem efetivo, que possibilita a representação e adaptação de jogos digitais como tecnologia educacional (TORRENTE; MORENO; MANJON, 2008, p. 464).

De acordo com o *Learning Technology Standards Committee (LTSC)* do IEEE (2002), os objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias. Portanto, esses recursos tecnológicos podem ser pequenas unidades de aprendizagem como textos, gráficos, animação, clip, áudio, vídeo, quiz, etc. Cada objeto de aprendizagem tem um

objetivo específico de ensino na tentativa de se ter um resultado otimista de aprendizado (BRASIL, 2007, p. 20).

Dentre os principais aspectos dos OA, a reusabilidade é citada como o mais importante conceito que sugere a reutilização do OA em diferentes contextos educacionais. Vale destacar que esta característica também pode ser conectada a outros aspectos, tais como a granularidade, que se refere ao tamanho e a possibilidade do OA ser dividido em unidades menores (SILVA, 2008, p. 70).

Wiley (2002) ressalta que quanto menor a granularidade de um OA, maior será sua capacidade de ser reutilizado em outros contextos de aprendizagem, ou até mesmo, de ser inserido como parte de outro OA. De modo geral, criar vários níveis de granularidade pode evitar a perda de informações, maximizar a reusabilidade e facilitar o compartilhamento destes recursos para a comunidade em geral. A figura 3.1 apresenta o conceito e exemplos dos níveis de granularidade existentes.



Figura 3.1 - Níveis de granularidade de um objeto de aprendizagem

Ao analisar os objetos de aprendizagem, Downes (2001, p. 2) faz algumas pressuposições e conclusões quanto a alguns aspectos do compartilhamento. O autor comenta que milhares de faculdades e universidades possuem cursos e disciplinas semelhantes que podem abordar assuntos similares. Neste caso, supondo que cada uma das instituições resolvesse disponibilizar esses conteúdos em um curso virtual, o resultado seria milhares de conteúdos digitais com temas iguais disponíveis na internet.

A partir dessa perspectiva, o autor ressalta que este fato é inconveniente e que o ideal seria, no máximo, algumas dúzias desses conteúdos. O motivo é evidente: se os conteúdos estão disponíveis na internet, então, podem ser acessados por milhares de instituições que possuem o mesmo curso e conteúdo educacional (DOWNES, 2001, p. 2). Outro fator importante refere-se aos milhões poupados em uma única versão compartilhada por um custo bem menor. A idéia de compartilhamento dos objetos de aprendizagem conecta-se a outra questão: como promover acesso adequado aos objetos de aprendizagem?

Foi a partir deste questionamento que alguns órgãos se mobilizaram em produzir

modelos padronizados para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem para que os mesmos pudessem ser facilmente pesquisados, recuperados, distribuídos e avaliados.

Dentre os padrões, os mais conhecidos são:

- LOM (*IEEE Standard for Learning Object Metadata*) (LTSC, 2002);
- SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) (ADL, 2008)
- IMS (*Learning Resource Meta-Data Information Model*) (IMS, 2001)
- DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*) (DCMI, 2008).

O objetivo destes padrões é garantir a qualidade dos OA sob diversos aspectos como: durabilidade, interoperabilidade, reusabilidade e acessibilidade. Pode-se dizer que o padrão LOM é o mais utilizado na atualidade, por ser considerado estável e amplamente usado na construção de materiais instrucionais (OLIVEIRA, 2009, p. 11; GAMA, 2007, p. 10).

Neste padrão, foram definidos metadados para facilitar o compartilhamento, pesquisa e aquisição dos OA pela comunidade de alunos, professores e instituições educacionais. Tais metadados são definidos como um conjunto de informações que visa estruturar os objetos de aprendizagem. A construção de um OA pode considerar quaisquer dos metadados, que estão incorporados em nove categorias ilustradas na tabela 3.1 (LTSC, 2002, p. 5):

Tabela 3.1 - Descrição dos metadados do padrão LOM

Metadados	Descrição
Características Gerais	Reúne informações que apresenta um OA como um todo.
Ciclo de Vida	As informações são agrupadas e relacionadas à história e estado atual do objeto de aprendizagem.
Meta-Metadado	São informações relacionadas à própria instância do metadado, ao invés do OA em si.
Técnica	Agrupar informações quanto aos requisitos técnicos e as características técnicas do objeto de aprendizagem.
Educacional	Refere-se às características educacionais e pedagógicas dos objetos de aprendizagem.
Direitos humanos	Reúne informações dos direitos e propriedade intelectual e condições de uso para o objeto de aprendizagem.
Relação	Agrupar informações sobre as características que define a relação entre um objeto de aprendizagem e outros objetos de aprendizagem.

Anotação	Envolve tanto os comentários relacionados ao uso educacional do OA, quanto às informações a respeito de quem e quando tais comentários foram criados.
Classificação	Descreve o objeto de aprendizagem em relação a um sistema de classificação específico.

Os metadados devem ser codificados em XML⁴ (*eXtensible Markup Language*) de acordo com o esquema fornecido pelo IEEE, e inseridos em um único arquivo. Uma vez codificados em XML, os metadados favorecem a pesquisa de OA na web. Entretanto, não basta apenas encontrá-los, há ainda, a necessidade de selecioná-los e agrupá-los de acordo com suas possibilidades pedagógicas. Desse modo, na busca de suprir essas necessidades, os objetos de aprendizagem vêm sendo armazenados em Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) (ALVEZ; SOUZA, 2005, p. 168).

O ROA consiste em um espaço virtual onde os OA são alojados em coleções de acesso fácil aos usuários. Atualmente existem vários ROA e é possível distingui-los em duas categorias: a primeira consiste nos ROA que geralmente são caracterizados por seu foco em um assunto específico. Por exemplo, a *Library of Crop Technology* (<http://croptechnology.unl.edu/index.shtml>) que armazena OA sobre temas relacionados à engenharia genética e bioquímica vegetal (CAWS; FRIESEN, 2006, p.). A segunda categoria refere-se aos ROA que servem como um sistema de busca e compartilhamento de OA, ou seja, uma ferramenta para localizar OA em uma infinidade de temas. Como exemplo, o Merlot (*Multimedia Educational Resource for Learning and Teaching*) que é também uma comunidade de pessoas envolvidas com a educação. Os membros da comunidade contribuem compartilhando recursos de aprendizagem e comentários (NAMUTH et. al., 2005, p. 183).

No Brasil, existe o Rived (Rede Internacional Virtual de Educação), um programa da Secretaria de Educação a Distância – SEED, que tem como objetivo principal o desenvolvimento de atividades multimídias, como animações e simulações. O conteúdo da Rived fica armazenado em um repositório, os quais podem ser acessados através de um mecanismo de busca. Esta rede promove acesso gratuito aos OA e capacitações de uso e desenvolvimento (RIVED, 2010).

Outro exemplo interessante é o CAREO (*Campus Alberta Repository of Educational Objects*) que não apenas armazena, organiza e controla o acesso aos materiais digitais, mas também oferece suporte a esses objetos para as comunidades de educadores (CAREO, 2010).

⁴ XML – É um formato de texto simples e flexível concebido para atender aos desafios da grande escala de publicação eletrônica (W3C, 2010).

A figura 3.2 apresenta os conceitos desta seção através de uma abordagem baseada em mapas conceituais. De modo geral, um objeto de aprendizagem, tal como um filme, texto, animação, gráfico ou uma coleção de vários OA podem ser reutilizados em diversos contextos de aprendizagem e armazenados em ROA. Assim, quando os OA são modelados de acordo com os padrões existentes (ADL, LOM, IMS, DCMI), o compartilhamento e pesquisa desses recursos tornam-se mais adequados e flexíveis.

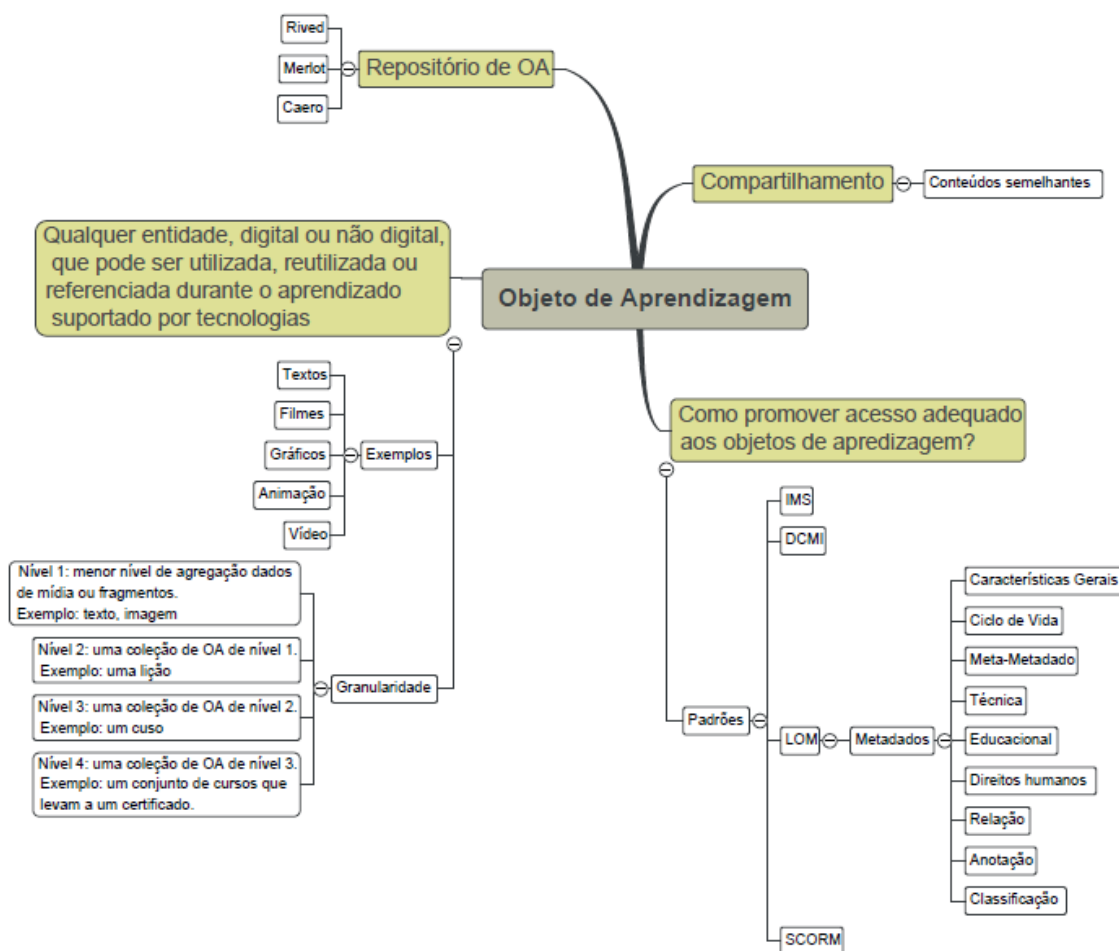


Figura 3.2 – Representação do conceito de objeto de aprendizagem

3.1.1. Jogos educativos digitais como objetos de aprendizagem

De acordo com Santos (2006 apud Huizinga, 2001, p.143), o jogo pode ser considerado um elemento cultural presente na história da humanidade desde o início da evolução do homem, existente até mesmo antes da cultura da humanidade. O jogo possui algumas características fundamentais, como a liberdade de escolha, a separação do imaginário com a vida real, o caráter fictício que determina o início e fim do jogo, as regras, os limites de tempo e espaço.

Há quem diga que o jogo nada mais é que um entretenimento ou passatempo divertido. Entretanto, vários teóricos são unânimes em defender a existência de contribuições cognitivas e sociais no desenvolvimento humano. Por exemplo, Vygotsky vê o jogo como um artefato que possibilita a aprendizagem de regras e a ações impulsionadas pelo prazer, ou seja, as regras permitem que as crianças aprendam a negociar, a abrir mão de ações impulsivas, a ter consciência de seus desejos e a construir significados de cooperação e competição (SANTOS, ALVES, 2006, p. 144).

Além disso, os modernos jogos educacionais digitais evoluem significativamente na medida em que vão se tornando ferramentas eficazes para o ensino aprendido. Nesse sentido, pesquisas recentes revelam que os jogos educativos digitais possuem fundamentos pedagógicos que contribuem para o ensino de procedimentos mais complexos, por vários motivos (KEBRITCHI; HIRUMI, 2008, p. 1729):

- Usam a ação em vez da explicação, ou seja, permite a interação do aprendiz com o jogo;
- Criam motivação e satisfação pessoal;
- Podem atender a vários estilos de aprendizagem e competências;
- Reforçam as habilidades;
- Provêem interatividade e a possibilidade de exercitar a tomada de decisões.

É interessante mencionar as observações de Kebritchi e Hirumi (2008, p. 1739) quanto às tendências das abordagens pedagógicas. Os autores ressaltam que, nos últimos anos, os jogos educativos são fundamentados pedagogicamente com abordagens centradas no aluno, por serem mais eficazes e atraentes que os jogos com propostas baseadas em treinamento e prática.

Considerando estes aspectos, presume-se que o aprendizado não é apenas resultado de memorização, mas acima de tudo, da habilidade de conectar conhecimentos novos aos previamente adquiridos, conforme sugere a teoria de aprendizado significativo. (IVIE, 1998,

p. 33). Contudo, no que se refere à Educação Especial, há de se considerar ainda as especificidades, tanto na forma como o indivíduo interage com o computador, quanto na forma como esta ferramenta interfere na organização das estruturas cognitivas destes indivíduos.

Neste contexto, Fava (2008, p. 115) ressalta que os modernos jogos educativos norteados por abordagens pedagógicas e avançados tecnologicamente agregam aspectos mais complexos, que exigem maior atenção, percepção, compreensão, aprendizagem, memória, resolução de problemas e raciocínio. De certo modo, todo esse potencial acaba se tornando um obstáculo que desfavorece a interação da PNEE com o jogo, tais empecilhos são desmotivadores que, além de prejudicar o aprendizado, promovem a exclusão social.

Deste modo, é importante ressaltar as considerações de Oliveira (2003, p. 126) em relação ao desenvolvimento cognitivo e a interação social de pessoas com distúrbios de aprendizagem auxiliada pelo computador. A autora afirma que a educação especial tendo o computador como ferramenta deve ser direcionada ao desenvolvimento da autonomia e das potencialidades dos sujeitos independente do grau de suas necessidades especiais.

Portanto, entende-se que o planejamento e elaboração de um jogo educativo, quando norteados por abordagens pedagógicas adequadas e considerando as implicações das necessidades educacionais especiais, pode ser uma ferramenta útil tanto ao aprendizado, quanto à inclusão educacional das PNEE.

Por todos os aspectos mencionados, convém considerar o processo de levantamento e análise de requisitos dos jogos educativos juntamente com as abordagens pedagógicas, visando à adequação desses recursos ao aprendizado de pessoas com necessidades educacionais especiais.

3.2. Aspectos Gerais Relacionados à Engenharia de Software

A Engenharia de Requisitos (ER) é uma ampla área de estudo com importante crescimento dentro do contexto de desenvolvimento de software. Este crescimento decorre do planejamento estratégico das atividades a serem desenvolvidas e do valor atribuído ao requisito como elemento fundamental do processo de desenvolvimento de software (MARTINS, 2001, p. 20).

Por ser uma subárea da Engenharia de Software, antes de apresentar a ER é preciso compreender o que exatamente são requisitos de um sistema. Para James e Suzanne Robertson (1999, p.3), os requisitos podem ser compreendidos como "alguma coisa que o

produto tenha que fazer ou uma qualidade que precise estar presente". Neste contexto, duas perspectivas em relação aos requisitos podem ser relacionadas. A primeira refere-se a tudo o que o sistema deve fazer, ou seja, a funcionalidade do software. A segunda envolve as propriedades que o software deve ter. Por exemplo: a usabilidade, ergonomia, integridade, segurança e desempenho.

Na concepção de Somerville (2007, p. 79), os requisitos são definidos como a descrição das funções ou serviços que um determinado sistema deve oferecer, tais requisitos repercutem ao que realmente o cliente necessita. O autor categoriza os requisitos como funcionais e não funcionais:

- **Requisitos funcionais:** referem-se a descrições dos serviços, da reação a entradas específicas e do comportamento do sistema em determinadas situações.
- **Requisitos não funcionais:** são descrições que não estão diretamente relacionadas aos serviços fornecidos pelo sistema. Podem estar ligados a alguma restrição das funções do sistema, como a capacidade dos dispositivos de entrada e saída ou da representação da interface do sistema.

A obtenção de requisitos envolve uma série de atividades implícitas no processo de ER. Fundamentalmente essas atividades estão organizadas e relacionadas à identificação, validação e documentação das funções e restrições de um sistema em construção e operação (ROSA, 2005, p 16).

Em termos gerais, a Engenharia de Requisitos pode ser vista como um processo de descoberta dos objetivos para o qual o sistema de software está sendo planejado, envolvendo também o relacionamento desses objetivos com as especificações precisas do comportamento do software e sua evolução ao longo do tempo (NUSEIBEH e EASTERBROOK, 2000, p. 35).

Para o IEEE (1984, p. 14), a Engenharia de Requisitos é compreendida como um processo de aquisição, refinamento e verificação das necessidades do cliente, tendo como objetivo principal a especificação correta e completa dos requisitos de software.

Basicamente, o processo de ER envolve quatro subprocessos para criar e manter o documento de requisitos do sistema. A figura 3.3 apresenta esses subprocessos e os documentos gerados por cada uma dessas atividades (SOMERVILLE, 2007, p. 97):

1. **Estudo de viabilidade:** Precursoramente é preciso formalizar uma avaliação pautada na proficiência do sistema para o domínio considerado. Assim, o estudo de viabilidade é constituído por um esboço breve focalizado em objetivos, que procura responder questões de se o sistema é ou não útil no contexto. O resultado

deste processo deve ser um relatório com recomendações e sugestões sobre mudanças no enfoque, orçamento e cronograma.

2. **Elicitação e análise de requisitos:** este processo envolve todos os interessados em um conjunto de práticas focalizadas no levantamento e documentação de requisitos. Esta atividade envolve diferentes tipos de pessoas.
3. **Especificação de requisitos:** esta atividade deve definir detalhadamente os requisitos do usuário e os requisitos do sistema.
4. **Validação de requisitos:** esta atividade verifica se realmente os requisitos definem o sistema desejado pelo usuário. Além disso, deve gerar o documento completo de requisitos.
5. **Gerenciamentos de requisitos:** tem o propósito de compreender e controlar as alterações de requisitos que ocorrem ao longo do processo geral.

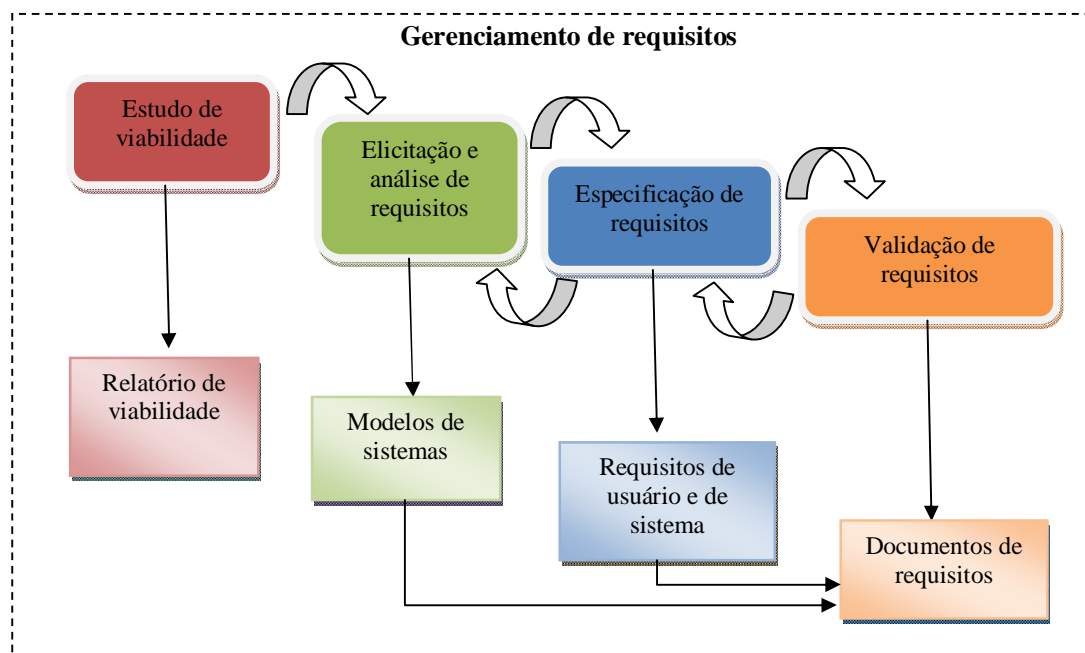


Figura 3.3 - Subprocessos da Engenharia de Requisitos

Para facilitar o subprocesso de levantamento dos requisitos existem várias técnicas contempladas na Engenharia de Software. Nesta seção, duas técnicas serão detalhadas: prototipagem e etnografia.

A prototipagem geralmente é utilizada para identificação de problemas e refinamento de requisitos. Conforme Rezende (2005, p. 124), a prototipagem refere-se ao desenvolvimento de um sistema fundamentado na experiência, e com baixo custo para demonstração e avaliação. Dessa forma, o cliente e usuários finais podem melhor determinar os requisitos do sistema.

Uma vantagem considerável no uso desse tipo de processo é a redução do tempo de desenvolvimento e da necessidade de manutenção.

Conforme apresentado na figura 3.4, o processo é iniciado pela comunicação, onde são discutidas as definições dos objetivos gerais juntamente com o cliente, logo após é estabelecido um plano rápido de interação do protótipo, ocorrendo então, a modelagem. Em seguida é implantado um projeto rápido concentrado somente em aspectos visíveis ao usuário, tal projeto leva ao protótipo que é introduzido e avaliado pelo cliente e usuários (PRESSMAN, 2006, p 37).



Figura 3.4 - Exemplo do processo de prototipagem

De acordo com Davis (1992, p. 73), os métodos de prototipagem podem ser classificados em descartável e evolutivo:

- **Os protótipos descartáveis:** são utilizados para o levantamento de requisitos e logo após rejeitados ou reservados para eventuais consultas. Normalmente neste tipo de prototipagem, quando protótipo está completo, o desenvolvedor analisa os requisitos levantados e os implementam em um software de grande escala com base nestas especificações.
- **Os protótipos evolutivos:** são construídos e refinados ao longo do processo de desenvolvimento de software. As funcionalidades são apuradas e incrementadas ao protótipo, o qual é gradualmente fidelizado até se tornar o software final. Neste sentido, o processo de desenvolvimento de software é o mesmo para ambos.

É importante ressaltar que o protótipo é um artifício utilizado para o reconhecimento de requisitos e notavelmente valioso para o design da interface, dado que o comportamento e necessidades dos usuários são fatores imprevisíveis e altamente dependentes do contexto. Neste sentido, o protótipo permite que o usuário interaja imediatamente com as partes dos

softwares e oferece ao desenvolvedor um feedback usado para refinar os requisitos (REZENDE, 2005, p. 125).

Em muitos contextos, a prototipagem é utilizada em conjunto com modelos evolucionários de processo de software (BIMSON; BUNIS, 1990, p. 212). Segundo Pressman (2006, p.38), os modelos evolucionários são interativos e permitem aos desenvolvedores analisarem requisitos, na medida em que os mesmos evoluem ao longo do processo de desenvolvimento.

A primeira fase comporta apenas requisitos básicos do sistema, entretanto, detalhes importantes ainda precisam ser determinados. Deste modo, os modelos evolucionários possuem características que possibilitam desenvolver softwares em versões evolutivas e gradualmente mais plenas (BIMSON e BUNIS, 1990, p. 212).

A prototipagem pode ser combinada com técnicas da etnografia. Estas técnicas informam o desenvolvimento do protótipo e tornam ágil o processo de refinamento de modo que poucos ciclos sejam necessários.

Em seu contexto histórico, a etnografia é proveniente da antropologia. Tradicionalmente, este termo era usado para rotular a forma que os antropólogos faziam para pesquisar o dia a dia das populações. Geralmente, esse método era realizado em longo prazo onde os antropólogos exploravam e documentavam a cultura das comunidades. Para isto, utilizavam-se outras técnicas, como a observação participante, entrevistas informais, notas de campo e como marco principal: o livro-relatório escrito pelos antropólogos (AGAR, 2001, p. 4857).

Atualmente, algumas das técnicas etnográficas, como a observação participante, podem ser utilizadas em diversas áreas, com diferentes finalidades. Neste contexto, Meyer (1992, p. 983) descreve como o método da observação participante pode ser utilizado para a aquisição de conhecimento. A autora diz que a observação participante ocorre quando o investigador observa e participa das atividades dos indivíduos que estão sendo observados. O objetivo desse método é principalmente fornecer um registro do comportamento observado em diferentes condições.

Nos dias atuais, é comum o uso de técnicas da etnografia para o levantamento de requisitos no processo de desenvolvimento do software. Lemos e Souza (2008, p. 88) apresentam um estudo empírico que utiliza os métodos de coleta de dados da etnografia em uma empresa em que as atividades da Engenharia de Requisitos são realizadas a distância. Os autores ressaltam que a vantagem de se usar técnicas etnográficas (entrevista e observação) é a possibilidade que o pesquisador tem em compreender os aspectos mais importantes sob o

ponto de vista dos informantes, ao invés de focar apenas em informações relevantes para o próprio pesquisador.

Os softwares, mais especificamente os jogos educativos, não são artefatos isolados. Eles são utilizados em um contexto, seja organizacional ou social. Neste caso, os jogos educativos estão inseridos em um contexto social e podem ser derivados ou limitados por esse contexto.

Sommerville (2003, p.114) enfatiza que satisfazer esses requisitos sociais e organizacionais é essencial para o sucesso do sistema. Para o autor, a etnografia, pode ser entendida como uma técnica de observação que pode ser usada na compreensão dos requisitos sociais e organizacionais. Desta 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.

De certa forma, a etnografia é de grande utilidade ao campo das pesquisas qualitativas, bem como no levantamento de requisitos provindos das ações rotineiras e subjacentes nas organizações. Uma das principais vantagens dessa técnica é a possibilidade de recolher detalhes importantes do processo, que geralmente estão implícitas no ambiente de trabalho. Por exemplo, em sua pesquisa qualitativa Chapman (2009, p. 2) usa múltiplas entrevistas etnográficas para a coleta de dados mais detalhados sobre as barreiras para adoção de canetas digitais.

Weinberg e Stephen (2002, p. 237) apresentam os métodos etnográficos como uma alternativa eficaz para coleta de dados no processo de design. Os autores afirmam que os projetistas de software necessitam de aplicar métodos que forneçam melhor entendimento entre o modelo mental do usuário e das atividades do aplicativo de software que está sendo utilizado.

O design de um software é tão importante quanto às funcionalidades necessárias para sua efetiva utilização. Dentro desse contexto, é importante que a funcionalidade seja apresentada de forma consistente para a compreensão do usuário (WINOGRAD, 1996, p. 40). Melhor dizendo, hoje os usuários estão mais interessados em saber como a máquina irá trabalhar para eles e não como os mecanismos internos dessa máquina trabalham.

O design é uma atividade criativa que traz a usabilidade como aspecto essencial, tornando os softwares mais interativos, fáceis e agradáveis de utilizar. Os princípios da usabilidade sugerem aos designers o que utilizar e o que evitar no processo de desenvolvimento de interface de softwares (PREECE; ROGER; SHARP, 2002, p. 36).

Sendo assim, o objetivo da etnografia no processo de design é compreender o que está acontecendo naturalmente na interação entre homem e computador através da interpretação de dados recolhido e verificar quais as implicações podem ser formadas a partir desses dados (CRABTREE, 1998, p. 93). Contudo, o instrumento principal para coleta de dados é o pesquisador, sendo que estes dados podem ser obtidos através de (ANDERSON, 1997, p. 163): entrevistas, observações participativas, análise documental e questionários com perguntas abertas.

3.3. Aspectos Gerais Sobre a Avaliação de Softwares Educativos

Atualmente, com o advento da tecnologia de informação e comunicação, novas práticas educacionais surgem aliadas aos recursos tecnológicos avançados e assistidos por computador. Diversos profissionais, tanto de corporações quanto de universidades ligados à educação, compreendem o computador como uma ferramenta fundamental para a transformação de paradigmas educacionais que influenciam nas práticas pedagógicas (NASCIMENTO, 2007, p. 6).

Contudo, o computador por si só não garante a aprendizagem efetiva e nem auxilia os aprendizes em suas habilidades e estratégias cognitivas. O uso eficaz deste recurso tecnológico precisa ser integrado às teorias de aprendizagem e permitir a interação entre aluno, professor e conhecimento (GUEDES e GUEDES, 2004, p. 224; LIGUORI, 1997, p. 79).

Silva (2009, p. 4) afirma que um software educacional, apesar de ser um recurso lúdico de aprendizagem, ainda é pouco potencializado nas instituições de ensino. Para o autor, o motivo advém da falta de conhecimento técnico e sistematização do uso desses recursos no contexto educacional. Além disso, este despreparo dos profissionais da educação pode resultar na má avaliação de softwares educacionais que não atendem aos objetivos curriculares do educador (BERTOLDI, 1999, p. 4).

Uma preocupação nesta área diz respeito à contribuição efetiva de softwares educacionais para o processo de aprendizagem. Gomes et. al (2002, p. 2) ressalta que, se é o professor quem propõe o uso de recursos digitais favoráveis a aprendizagem e a superação das dificuldades dos alunos, então é de suma importância que o mesmo tenha a sua disposição parâmetros de qualidade que o auxilie na identificação de softwares adequados as suas necessidades e objetivos.

Avaliar a qualidade de um software educativo está além da preocupação com problemas de funcionalidades. As normas de qualidade de software da NBR ISO/IEC 9126 são genéricas e desconsideram as peculiaridades intrínsecas no domínio da aplicação do software. Neste sentido, a avaliação da qualidade deve incluir tanto as normas técnicas quanto as especificidades e atributos do modelo pedagógico subjacente ao software (ROCHA e CAMPOS, 1993, p. 32).

Em termos gerais, a análise do modelo pedagógico de um software educacional inclui aspectos desafiadores associados à qualidade do conteúdo, à interface atrativa, ao contexto pedagógico e aos conteúdos multimídias (CROZAT, 1999, p. 5; ATAYDE et. al 2003, p. 358).

Para Elissavet e Economides (2000, p. 3), o fracasso de muitos softwares educacionais pode ter sido resultado de uma preocupação maior com a qualidade do conteúdo e, conseqüentemente, por pouca atenção aos princípios que poderiam tornar esses recursos mais eficazes, eficientes e atraentes.

Especificamente sobre os jogos computacionais, Moraes et. al (2004, p. 10) enfatiza que o jogo educativo eficaz deve abranger diversos fatores que, se atrelados, engendrarão uma ferramenta útil e importante para o ensino-aprendizado. Em Grandó (2000, p. 32), 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 efetivos para PNEE é adequar os princípios, métodos e técnicas disponíveis ao universo das necessidades educativas especiais. De fato, existem muitos conteúdos multimídias, softwares educacionais e ambientes virtuais de aprendizagem 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, p.4).

No que se refere à avaliação, um software pode ser analisado sob duas formas: formativa e somativa. No modo formativo, o software é avaliado durante o processo de desenvolvimento, onde podem ser investigadas as condições contextuais para o alcance de melhores resultados do produto. Esta forma pode ser utilizada por desenvolvedores. Já o modo de análise somativa ocorre com o produto final, no qual o objetivo principal é analisar a qualidade e descobrir potencialidades. Este modo de análise pode ser utilizado por professores e demais interessados em selecionar softwares de qualidade (ATAYDE, 2003, p. 30).

Em ambas as formas de avaliação, formativa e somativa, podem ser utilizadas características, critérios ou heurísticas para a análise da qualidade de um software educativo.

De acordo com Jacob Nielsen (2001, p. 9), a heurística pode ser entendida como uma diretriz que mostra o caminho para a aquisição de melhores produtos. Para a área Interação-Humano-Computador (IHC), a heurística é constituída de um enunciado que procura sintetizar um problema de usabilidade. Por exemplo, as 10 heurísticas de Jakob Nielsen verificam os possíveis problemas que pode ocorrer em uma interface genérica. Entretanto, as heurísticas também podem ser direcionadas a especificidades de um tipo de interface, como exemplo a interface de um software educativo (SILVA, 2009; BERTOLDI 1999; GOMES, 2002).

O método de avaliação heurística pode ser considerado tradicional e tem sido muito recomendado na literatura. Porém, o avaliador deve aplicar os critérios somente após uma análise da situação e domínio específico. Basicamente, o processo de avaliação ocorre quando o avaliador interage com a interface e analisa se a mesma está adequada aos princípios de usabilidade, ou seja, as heurísticas (ATAYDE, 2003, p. 128).

A avaliação heurística de usabilidade normalmente é baseada em padrões gerais de usabilidade ou por padrões desenvolvidos por especialista na área. Atualmente, alguns exemplos podem ser citados (CYBIS, 2003, p. 112):

- As dez heurísticas de usabilidade propostas por Jacob Nielsen:
 - Atalhos que permitem operações rápidas;
 - Feedback;
 - Saídas claramente marcadas;
 - Boas mensagens de erro;
 - Consistência;
 - Diálogos simples e naturais;
 - Falar a linguagem do usuário;
 - Minimizar a sobrecarga de memória do usuário;

- Prevenir erros;
- Ajuda e documentação;

Uma avaliação heurística de usabilidade pode obter bons resultados se os avaliadores empregarem boas estratégias de avaliação. Para Nielsen (2001, p. 13), a melhor estratégia em relação ao custo/benefício pode ser aplicada quando se utilizam entre 3 a 5 avaliadores, os quais devem realizar a avaliação individualmente. Desta forma, a maior parte dos problemas ergonômicos da interface é identificada.

Quando as heurísticas são aplicadas para a adequação de um software, os bons resultados advêm do bom senso desta aplicação. Por exemplo, caso uma heurística propõe o uso de recursos motivacionais em softwares educativos, a aplicação desses recursos sem o devido cuidado pode resultar na sobrecarga cognitiva (definida no capítulo 2) dos canais visual ou verbal do usuário (ATAYDE, 2003, p. 24). A próxima seção apresenta algumas áreas do conhecimento que abordam heurísticas relacionadas à qualidade de softwares educativos para o público em geral. A análise de cada área ou contexto será base para a especificação de heurísticas que recomendam a adequação de jogos educativos para PNEE.

3.3.1. Análise de heurísticas de avaliação sob diferentes contextos

Na literatura, as heurísticas ou critérios de avaliação podem ser definidos e conceituados sob diferentes perspectivas ou áreas de estudo. Neste trabalho, foram selecionadas as perspectivas compatíveis e mais relevantes para a avaliação de jogos educativos. As áreas consideradas foram: qualidade de software - ISO/IEC 9126-1, avaliação de objetos de aprendizagem, acessibilidade na web para pessoas com deficiência cognitiva - WebAIM e interface homem-computador (IHC).

Depois de selecionadas as áreas, foi realizado um estudo a respeito dos conceitos e objetivos específicos das heurísticas de cada contexto (área). O objetivo deste estudo foi analisar cuidadosamente os critérios de qualidade mais importantes e significativos de cada contexto para o desenvolvimento de jogos educativos que sejam efetivos quanto ao apoio ao aprendizado de PNEE.

A análise de cada um destes contextos serviu como base para a elaboração de um conjunto de heurísticas. Deste modo, pode-se dizer que, nesta etapa da pesquisa, o objetivo foi identificar, dentre os diferentes contextos analisados, os pontos com alguma relevância para a determinação de critérios que fossem adequados à avaliação de jogos educativos para PNEE. A figura 3.5 ilustra esta abordagem.

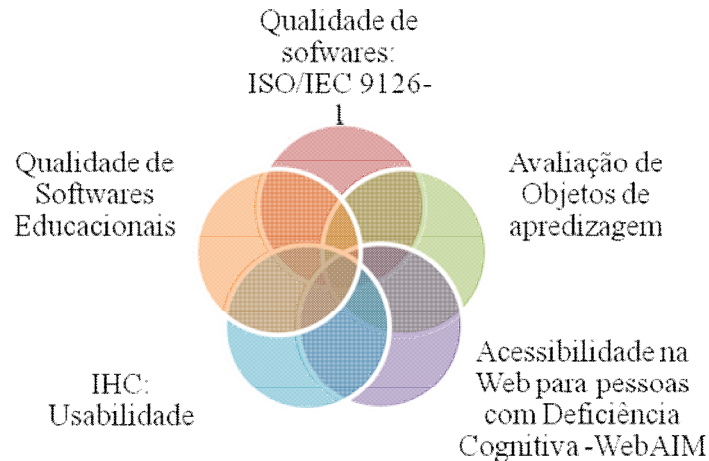


Figura 3.5 - Contextos considerados para a análise dos critérios de avaliação dos jogos

A seguir, são apresentadas as principais características de cada contexto. É importante deixar claro, que o objetivo desta seção é apresentar uma breve discussão sobre os contextos considerados. Não faz parte do escopo deste trabalho apresentar um estudo detalhado de cada área. Além disso, as heurísticas identificadas a partir de cada contexto serão descritas no capítulo 5.

1. **Qualidade de software – Norma ISO/IEC 9126-1:** De modo geral, avaliar e melhorar a qualidade do produto é um meio de melhorar a qualidade em uso (PLAZA et. al. 2009, p. 2). A norma 9126-1 descreve um modelo de propósito geral que avalia a qualidade de softwares medindo os atributos internos, externos e qualidade em uso. No modelo de qualidade interna e externa, os critérios são categorizados em seis características: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade e eficiência, manutenibilidade e portabilidade. As características são subdivididas em subcaracterísticas que podem ser usadas como uma lista de verificação de fatores relacionados com qualidade (VILAS BOAS, 2007, p. 37; ISO/ICE, 2003, p. 4). O ideal é que este modelo seja utilizado durante a definição de metas de qualidade para softwares intermediários ou finais.
2. **Qualidade de softwares educacionais:** neste contexto, geralmente dois importantes aspectos são considerados: a pedagogia e usabilidade. Os fatores pedagógicos abrangem critérios da qualidade de conteúdo sob diversos aspectos, os principais são: adequação e âmbito de aplicação, autenticidade, objetividade e precisão. No que se refere ao âmbito de aplicação, Atayde et. al. (2003, p. 362) ressalta a pertinência do conteúdo em relação a um tema específico e a um contexto educacional. Para a

autora, se o conteúdo do software educacional estiver relacionado a um programa curricular pode auxiliar os profissionais da educação na escolha do melhor produto a ser utilizado.

Sob a perspectiva de Elissavet e Economides (2000, p. 113), a motivação e estrutura são os aspectos mais relevantes para definição de um ambiente de aprendizagem. Em objetos de aprendizagem do tipo jogo, um exemplo de motivação é informar as metas e objetivos que o usuário irá alcançar no final de cada módulo de instrução. Já a estrutura está relacionada à forma de organização das informações, o que pode depender do assunto abordado.

Dentre os principais aspectos da usabilidade, Crozat et. al. (1999, p. 715) considera a avaliação de documentos multimídias (texto, som, vídeo) um aspecto importante. No caso, os critérios avaliativos devem verificar a forma como esses conteúdos são apresentados e como tal forma pode influenciar na leitura do usuário.

Em Bednarik et. al. (2004, p 700), a avaliação de softwares educacionais além de englobar os aspectos de tecnologia, usabilidade e pedagogia, considera o contexto em que o software educacional será utilizado. Para os autores o contexto de uso do sistema satisfaz as necessidades dos professores na busca pelo software adequado.

3. Acessibilidade na Web para pessoas com deficiência cognitiva: as pessoas com deficiência cognitiva ou dificuldades de aprendizagem têm cada vez mais acesso à internet para lazer, estudo, motivos profissionais e negócios. Embora haja normas e estudos sobre acessibilidade e usabilidade na web, grande parte das pesquisas e normas é direcionada às necessidades de usuários com deficiência visual, auditiva ou física e pouca atenção tem sido oferecida às necessidades de pessoas com dificuldades de aprendizagem (MOSS et. al., 2002).

Há ainda muitos aspectos da acessibilidade que podem ser melhorados para aumentar o acesso a conteúdos da web para pessoas com deficiências cognitivas. Porém, antes é preciso compreender as deficiências cognitivas menos graves, para então adequar o conteúdo as necessidades deste público. Durante um projeto web, os principais déficits cognitivos que podem ser considerados são as dificuldades: de memorização, de resolução de problemas, de atenção, de compreensão verbal, de compreensão da matemática e de compreensão visual (WEBAIM, 2010).

Em sua pesquisa, Lepistö e Ovaska (2004, p. 307) analisam como um ambiente de aprendizagem on-line pode ser adaptado para estudantes com dificuldades de

aprendizagem. Os autores ressaltam que muitos problemas de usabilidade foram encontrados, inclusive problemas relacionados à percepção e reconhecimento de partes do desenho da tela. Neste contexto, os aspectos mais analisados são a acessibilidade e usabilidade, sendo o foco direcionado a resolução de problemas de compreensão (SMALL, 2005, p. 1794).

- 4. Avaliação de objetos de aprendizagem:** normalmente, os critérios de avaliação deste contexto são destinados a recursos de educação à distância. Neste caso, o foco da avaliação é mais direcionado as melhores práticas pedagógicas do que as definições técnicas dos OA (FRANCIS e MURPHY, 2008, p. 475). Por exemplo, o instrumento de avaliação LORI (*Learning Object Review Instrument*) desenvolvido pela eLera (*Learning Research and Assessment Network*) visa apoiar a avaliação de objetos de aprendizagem multimídia disponíveis na internet através de nove itens de verificação: qualidade de conteúdo, alinhamento do objetivo da aprendizagem, *feedback* e adaptação, motivação, design da apresentação, usabilidade, acessibilidade, reusabilidade e aderência a padrões (NESBIT, 2003, p. 4; LEACOCK e NESBIT, 2007, p. 44).

As normas gerais de avaliação Merlot (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*) é outro instrumento de avaliação com foco principal na qualidade pedagógica dos OA. Estas normas são baseadas em três dimensões: a validade de conteúdo, a eficácia da ferramenta de ensino-aprendizagem e a facilidade de uso (GAMA, 2007, p. 45). Ambos os modelos de avaliação representam uma melhoria significativa sobre prática de avaliação de objetos de aprendizagem. Muitas organizações adotam essas normas para o desenvolvimento de OA mais adequados e coerentes que efetivamente apóiam o aprendizado (KRAUSS e ALLY, 2005, p. 17).

- 5. IHC – usabilidade:** esta abordagem tem característica multidisciplinar e concentra-se em tornar o design e sistemas computacionais interativos mais acessíveis para o uso humano (PREECE e ROGERS, 2002, p. 89). Nos diversos métodos de avaliação relacionados a este contexto, a usabilidade é a propriedade mais verificada e discutida entre os pesquisadores (SHNEIDERMAN e PLAISANT, 2004, p. 153; RASKIN, 2000, p. 55).

A usabilidade está associada à capacidade do software de permitir que o usuário aprenda com facilidade os controles, ações e operações. Neste sentido, a usabilidade tem o objetivo de garantir os interesses e necessidades dos usuários, de

modo a aperfeiçoar o apoio e treinamento, a aumentar a produtividade e qualidade do trabalho, a melhorar as condições de trabalho humano e reduzir a chance de rejeição do sistema (ISO/IEC, 2001, p 19).

Para Nielsen (2001, p. 10), a usabilidade está associada a cinco atributos: capacidade de aprendizagem, eficiência, capacidade de memorização, erros e satisfação. O autor ressalta que a avaliação da usabilidade de uma interface envolve questões relacionadas tanto às funcionalidades de um software quanto a facilidade do usuário em aprender a utilizar o sistema e a problemas específicos com o design.

4. Definição da Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem do tipo jogo, adaptados para PNEE. Além disto, serão esboçadas as dificuldades de interação das PNEE com os protótipos desenvolvidos e a relação dessas dificuldades com os princípios de qualidade considerados.

Em março de 2008, foi iniciado um estudo no contexto de um projeto de extensão realizado na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), em parceria com o Instituto Girassol. O Instituto Girassol é uma entidade sem fins lucrativos criada para desenvolver processos de inclusão social que envolvam pessoas com e sem necessidades especiais, incluindo as necessidades educativas especiais.

Esta parceria envolveu uma equipe multidisciplinar constituída por profissionais da área de computação, pedagogia e psicologia da UNIFAL. Além do projeto de extensão, foi iniciado um projeto de pesquisa cujo objetivo principal foi promover a inclusão social e digital de PNEE através do desenvolvimento de jogos educativos.

A experiência do grupo com os projetos de extensão e pesquisa mencionados anteriormente resultou em uma lista inicial de requisitos. Para ampliar o campo de pesquisa, em outubro de 2009 foi firmada uma parceria entre a APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) de Itajubá- MG e os pesquisadores envolvidos neste trabalho.

A APAE dispõe de um laboratório de informática, onde são ministradas aulas de apoio pedagógico, que contribuem para o aprendizado. Nestas aulas, os alunos têm a oportunidade de fixarem melhor os conteúdos, que são aplicados durante as aulas regulares da instituição. O projeto contou com a colaboração de 2 psicólogos, 2 professores e 3 pedagogos. Inicialmente, o eixo fundamental das atividades executadas foi a análise e observação de jogos educativos utilizados durante as aulas no laboratório.

As etapas do trabalho foram definidas considerando um conjunto de atividades essenciais para a construção de jogos educativos adequados as necessidades das PNEE. Além disso, foram consideradas duas técnicas contempladas na Engenharia de Software para permitir o subprocesso de levantamento de requisitos, as quais são: etnografia e prototipagem.

A etnografia possui conceitos e técnicas que podem ser utilizadas no levantamento de requisitos dos jogos educativos para pessoas com necessidades educativas especiais. Este estudo pretende recolher dados fundamentais para o desenvolvimento de jogos educativos efetivamente usáveis e acessíveis às PNEE e principalmente que apóiam o aprendizado.

Nesta pesquisa, os dados coletados através de observações e entrevistas serão devidamente analisados, com o objetivo principal de identificar tanto os requisitos funcionais e não funcionais como os requisitos de interface. Desta forma, pretende-se usar os requisitos coletados no desenvolvimento de protótipos que serão constantemente testados diretamente com os usuários previstos. Os resultados dos testes estão devidamente registrados no capítulo 4 desse trabalho. A figura 4.1 ilustra quatro etapas baseadas na abordagem para Engenharia de Requisitos proposta em Sommerville (2007, p. 95): 1- estudo de viabilidade, 2- configuração dos cenários para observação, 3- levantamento inicial de requisitos e 4- desenvolvimento de protótipos e refinamento de requisitos.

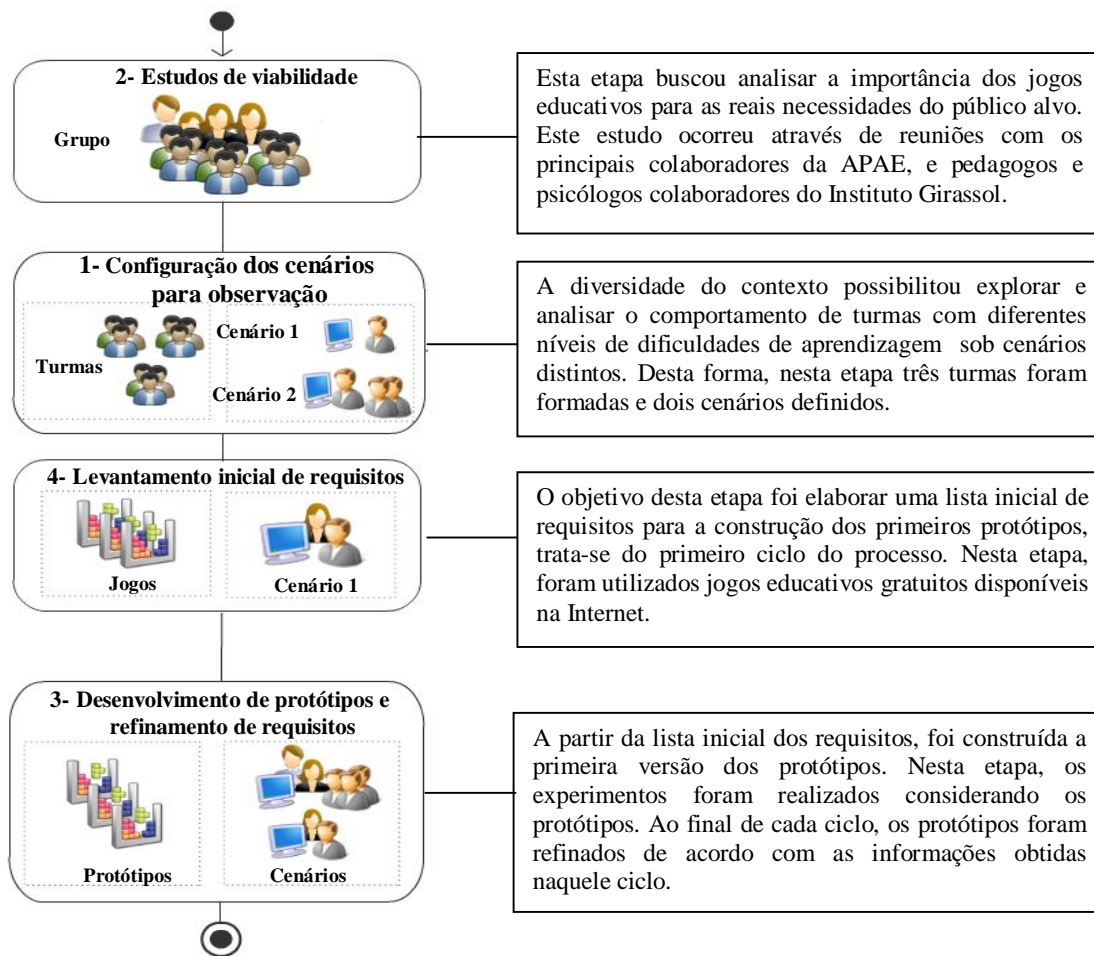


Figura 4.1 - Processo de desenvolvimento dos jogos educativos

Estas etapas serão detalhadas ao longo deste capítulo. A seção seguinte apresenta o estudo da viabilidade incluindo uma breve descrição sobre a instituição na qual a pesquisa foi realizada, as questões que foram discutidas durante as reuniões e os argumentos conclusivos sobre a viabilidade dos jogos educativos.

4.1. Estudos de Viabilidade

Dentre as atividades do processo de engenharia de requisitos realizado no contexto deste trabalho, um estudo preliminar pode ser considerado importante para coleta de informações sobre a viabilidade da aplicação. Portanto, esta etapa foi conduzida através de reuniões que discutiram sobre a viabilidade dos jogos educativos para o apoio ao aprendizado de PNEE.

Embora esta pesquisa considere dois contextos de investigação, Instituto Girassol e APAE, a descrição desta etapa expõe somente o estudo de viabilidade realizado na segunda instituição. A APAE é uma organização social integralmente disponível a pessoas com deficiências, mais precisamente para aquelas com deficiência intelectual e múltipla. Atualmente, a APAE está presente em mais de 2 mil municípios do Brasil. Algumas são consideradas referências nacionais e internacionais em prevenção, tecnologia e inclusão de pessoas com deficiência intelectual (APAE, 2010).

No laboratório de informática da APAE, os alunos têm acesso a variados tipos de jogos educativos gravados em CD, sendo que a maioria dos jogos é direcionada ao público em geral. Este fato pode influenciar o aproveitamento dos jogos durante as aulas de apoio pedagógico ministradas pela professora.

De acordo com a literatura, o estudo da viabilidade pode ser norteado pelas seguintes questões (SOMMERVILLE, 2007, p. 97):

- Até que ponto é viável desenvolver jogos adequados para necessidades educativas dos alunos?
- Quais são os problemas com os jogos atuais e como os novos jogos educativos ajudariam a resolver este problema?
- Qual será a contribuição direta dos jogos educativos para os objetivos educacionais da instituição?

Convém ressaltar que as reuniões foram conduzidas de forma a garantir a imparcialidade entre os participantes. A conclusão a respeito da percepção em relação à utilização dos jogos neste domínio foi baseada, fundamentalmente, nas declarações dos

indivíduos aos pesquisadores que demonstraram um posicionamento adepto ao objetivo do projeto.

Os argumentos mais favoráveis dizem respeito às possibilidades dos jogos educativos (adaptados as PNEE) aumentarem as chances de apoio ao aprendizado em relação a diversos assuntos multidisciplinares, como por exemplo: o conhecimento dos numerais e operações básicas, das cores, das formas geométricas e de letras e sílabas. Além do mais, há o incentivo da interação social, comunicação e inclusão digital, a qual ocorre naturalmente no período em que o aluno está aprendendo a interagir com o computador.

A discussão sobre as barreiras dos jogos atuais para o aprendizado discorreu tanto sobre as funcionalidades quanto a usabilidade da interface. Desta forma, a proposta dos novos jogos educativos sugere amenização das barreiras que dificultam o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Além disso, a proposta recomenda a gravação dos jogos educativos em CD, por considerar que, na maioria das instituições de ensino, faltam instalações para acesso a internet e boa configuração de computadores.

De acordo com a percepção dos profissionais envolvidos, os jogos educativos podem contribuir diretamente para o acompanhamento escolar dos alunos regularmente matriculados na APAE que recebem apoio pedagógico no laboratório de informática. Contudo, o conteúdo dos jogos deve ser compatível com o programa curricular, e por isso, devem atender aos objetivos educacionais da instituição.

Considerando as especificidades deste domínio, para o levantamento de requisitos, foram consideradas duas técnicas: prototipagem e observação. Portanto, após as conclusões desta etapa, o próximo passo foi definir os cenários para realização da observação.

4.1.1. Configuração dos cenários para observação

Para a definição dos cenários de observação, foi necessário analisar cuidadosamente os participantes. Para isto, foram consideradas as turmas e aulas ministradas no laboratório da APAE. Estas aulas são planejadas e organizadas de acordo com as limitações e dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Há turmas que estão iniciando o contato com o computador, outras que estão em fase intermediária e aquelas que já adquiriram habilidade. Por isso, o professor analisa e seleciona os jogos educativos que são mais adequados para cada nível de experiência, aprendizado e interação com o computador.

Considerando estes aspectos, para a observação, os alunos foram agrupados em turmas de acordo com o nível de conhecimento e dificuldade de aprendizagem independente da faixa etária e sexo.

Turma 1 (T1): os participantes não são alfabetizados e 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. A tabela 4.1 apresenta o perfil de cada aluno desta turma:

Tabela 4.1 – Perfil dos alunos da turma 1

Idade	Sexo	Necessidade Especial	Dificuldades de Aprendizagem	Experiência com Jogos
12	Masculino	Síndrome de Down	- Pouca habilidade com o mouse; - Dificuldades de percepção visual; - Dificuldades de memorização; - Déficit de atenção; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
11	Feminino	Deficiência Intelectual	- Pouca habilidade com o computador; - Dificuldades de atenção; - Dificuldades de memorização; - Dificuldades de percepção visual; - Dificuldades na resolução de problemas.	- Pouca experiência com jogos.
13	Masculino	Deficiência Intelectual	- Dificuldades motoras; - Dificuldades de percepção visual; - Dificuldades de atenção; - Dificuldades de compreensão verbal.	- Pouca experiência com jogos.

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. A tabela 4.2 apresenta o perfil de cada aluno desta turma:

Tabela 4.2 – Perfil dos alunos da turma 2

Idade	Sexo	Necessidade Especial	Dificuldades de Aprendizagem	Experiência com Jogos
9	Feminino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
11	Feminino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de leitura e linguística; - Dificuldades na resolução de problemas. - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
11	Masculino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de leitura e linguística; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Boa experiência com jogos.

Turma 3 (T3): os alunos estão avançados na fase de alfabetização, mas ainda apresentam dificuldades na formação de palavras. Todos têm experiência quanto à interação com o computador e coordenação motora. A tabela 4.3 apresenta o perfil de cada aluno desta turma:

Tabela 4.3 – Perfil dos alunos da turma 3

Idade	Sexo	Necessidade Especial	Dificuldades de Aprendizagem	Experiência com Jogos
9	Masculino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades na formação de sílabas; - Dificuldades para ordenar letras; - Dificuldades na resolução de problemas;	- Boa experiência com jogos.

12	Feminino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de leitura e lingüística; - Dificuldades na formação de sílabas; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
12	Masculino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de leitura e lingüística; - Dificuldades na formação de sílabas, consoante e vogal; - Dificuldade de memorização.	- Boa experiência com jogos.

Uma das vantagens em explorar diferentes situações é a possibilidade de identificar requisitos e funcionalidades compatíveis com diferentes cenários. Portanto, para explorar as características específicas do domínio e facilitar a análise do comportamento, ações, reações e dificuldades das turmas em interagir com os jogos, foram definidos dois cenários:

- **Cenário 1 (C1):** é constituído pelo aluno, observador, jogo e computador. Neste cenário os alunos são observados separadamente. 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 do aluno que esta sendo observado é assegurada para preservar os aspectos que serão analisados.
- **Cenário 2 (C2):** é formado pelo aluno, professor, jogo e computador. O professor utiliza uma estratégia pedagógica que permite a interação de todos os alunos de uma turma. 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 freqüentes e todos os alunos têm a oportunidade de jogarem uma vez cada fase do jogo. Os alunos são estimulados a raciocinarem até que encontrem uma solução para as suas dificuldades em prosseguir com o jogo.

4.2. Levantamento Inicial de Requisitos

Para a identificação dos requisitos, foi necessário definir alguma abordagem que considerasse as limitações das PNEE. 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.

O objetivo desta etapa foi refinar e validar a lista inicial de requisitos elaborada a partir das atividades executadas no Instituto Girassol onde foi considerado somente o C1. Após as observações, a lista de requisitos foi atualizada e utilizada na etapa seguinte para o desenvolvimento da versão 1 dos protótipos.

A primeira atividade desta etapa foi a comunicação realizada através de reuniões e entrevistas (vide anexo I) com a professora responsável pelas aulas de apoio pedagógico e os pesquisadores deste trabalho. O objetivo foi planejar os experimentos para observação, considerando: os cenários e turmas definidas, as ferramentas e estratégia pedagógica a serem utilizadas e as barreiras do ambiente físico. A figura 4.2 ilustra estas atividades.



Figura 4.2. Fases do processo de levantamento de requisitos

Durante a fase de planejamento, foi necessário selecionar as ferramentas mais utilizadas durante as aulas que fossem compatíveis com o objetivo dos experimentos. Portanto, nesta etapa, foram utilizados os seguintes jogos educativos:

- Alfabeto da Alegria;
- Picolé digital;
- Meus primeiros passos e
- Dally Doo (Arc Media, 2010).

A diversidade de ferramentas foi necessária para que os diferentes perfis de alunos pudessem ser atendidos. Após cada período de observação, os observadores elaboraram relatórios com suas constatações.

Além disso, foi elaborada uma lista de verificação, na qual os itens foram especificados com a colaboração da professora responsável pelas aulas de apoio pedagógico, de uma psicóloga e uma pedagoga da APAE (Tabela 4.4). Os itens a serem verificados durante cada experimento foram divididos em grupos considerando o comportamento, ação e reação do aluno durante a interação com o jogo. Além disso, os itens foram associados aos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia descrita na seção 2.4 e organizados a partir de diferentes aspectos para facilitar a identificação das dificuldades. Os critérios de avaliação foram definidos como perguntas que poderiam ser respondidas como: A(ÓTIMO); B(BOM); C(RUIM) e NÃO.

Tabela 4.4 - Itens de Verificação Considerados Durante a Observação

Critérios de verificação	Princípios da TCAM
1 Quanto a objetividade e clareza na fala explicativa do tutor virtual.	Coerência
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 personagens, objetos e figuras.	Personalização
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?	
5. Quanto à simplicidade, eficiência e intuição no sistema de navegação do jogo.	Coerência
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?	
4. Quanto à simplicidade e familiaridade no uso de palavras,	

conceitos e frases.	
4.1 O aluno reconhece as palavras usadas no jogo?	Personalização
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?	
3. Quanto à facilidade em operar controles básicos	
3.1 O aluno sabe dizer o que deve fazer para iniciar o jogo?	Interatividade
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?	
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?	Coerência
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.	
7.1 O aluno não se distrai com personagens ou figuras do próprio jogo que o impede de prosseguir?	Redundância
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.	
8.1 O aluno apresenta entusiasmo para prosseguir com o jogo até final?	Contiguidade espacial, Multimídia e Coerência
8.2 O aluno apresenta interesse em concluir cada fase?	
8.3 O aluno manifesta interesse em jogar novamente o jogo?	

O objetivo principal deste instrumento de verificação foi apoiar o observador tanto na identificação das dificuldades de interação das PNEE com os jogos educativos quanto na identificação de requisitos. Tais jogos apresentavam diferentes possibilidades de utilização e, apesar de auxiliarem na questão da inclusão digital, ofereciam algumas restrições em relação ao domínio considerado. Além do mais, as informações sobre as dificuldades de interação foram cuidadosamente analisadas para a construção de uma lista de recomendações (heurísticas) para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem.

Após a seleção dos jogos educativos e a definição da lista de verificação, a fase de observação foi realizada durante aproximadamente 65 aulas de apoio pedagógico. As aulas foram ministradas na APAE, semanalmente, pela professora responsável, sob a orientação de psicólogos e pedagogos do instituto. As observações ocorriam em torno de 3 horas de duração contando com o tempo de conversa e entrevista com a professora. Foram consideradas as três turmas e os dois cenários descritos anteriormente.

Ainda nesta etapa, a atividade seguinte foi analisar e organizar os requisitos funcionais e não funcionais (tabelas 4.5 e 4.6) identificados e atualizar a lista inicial de requisitos elaborada a partir da pesquisa realizada no Instituto Girassol. Esta lista representa o ponto de partida para a elicitacão dos requisitos mais específicos dos jogos a serem desenvolvidos.

Tabela 4.5 - Lista de requisitos não funcionais

Requisitos não funcionais	Descrição
[RNF001] 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, ou seja, é dispensável desenhos espalhados, muitas vezes fora do campo visual em cantos superiores ou inferiores.
[RNF002] Cores	É importante que sejam bem definidas sem fusão ou esmaecimentos.
[RNF003] Figuras	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 podem 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.
[RNF004] Plano de fundo	Deve sempre conter cor única, sem imagens ou formas esmaecidas. As cores devem manter contraste com as cores da fonte, garantindo o contraste adequado para leitura.
[RNF005] Menu	De preferência alinhado horizontalmente na parte inferior da tela. Em cada fase é interessante que haja opções como: Recomeçar, novo jogo, pontuação (se existir), tela principal, opções de fases: fácil, médio e difícil.
[RNF006] Fonte	É importante que as letras sempre sejam maiúsculas (Letra bastão), pois são fáceis de serem reconhecidas e oferecem maior facilidade de leitura.
[RNF007] Personagens, objetos/imagens	O conhecimento já adquirido pela PNEE é importante e deve ser levado em consideração. Portanto, é essencial que a escolha dos personagens e objetos esteja relacionada com a vida cotidiana dessas pessoas.
[RNF008] Botões	Devem ser grandes com ícones bem definidos e letras maiúsculas.
[RNF009] Tela	Para diminuir a distração dos alunos, é preferível que a tela permaneça sempre no modo full-screen.
[RNF0010] Ícones	Os ícones presentes nos jogos devem ser de tamanho ampliado para facilitar a manipulação dos mesmos.
[RNF0011] Som	O som pode ser utilizado para: falas curtas e pausadas, música de fundo e como alerta de erro ou acerto.

Tabela 4.6 - Lista de requisitos funcionais

Requisitos funcionais	Descrição
[RF001] Tempo	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.
[RF002] Pontuação	A pontuação é um requisito motivador que incita a competição. Durante a aula, foi observado que as PNEE gostam de verificar o quanto de pontos marcaram em cada fase do jogo.
[RF003] Feedback	O feedback deve ser usado principalmente para motivar, auxiliar e orientar o aluno. Por exemplo: quando o aprendiz estiver demorando a executar o próximo passo, pode ser enviada uma mensagem que explique como cumprir tal atividade. Desse modo, o feedback pode ocorrer na forma de: Aviso, Instrução ou Alerta.
[RF004] Fases	As fases do jogo devem apresentar graus variados de dificuldade. Um aspecto importante é permitir o acesso a qualquer uma das fases.
[RF005] Sequência	Definição de uma seqüência em relação às fases de forma a facilitar a associação entre elas.
[RF006] Personagem Virtual	Foi constatado que a interação entre jogador e jogo é estimulada quando a ferramenta interage com o jogador através de um personagem virtual. Deste modo, para os protótipos elaborados foi criado o personagem Kadú, o rato. O papel do personagem é interagir com o jogador sempre que um feedback for necessário.

Com os experimentos realizados nesta etapa, além do refinamento da lista inicial de requisitos, foi possível elaborar uma classificação dos jogos educativos de acordo com o estado cognitivo de cada grupo de alunos. Nesse sentido, foram analisados os aspectos funcionais e não funcionais dos jogos para categorizá-los em avançado, moderado e fácil:

Avançados: possuem conteúdos e funcionalidades que exigem da PNEE maior conhecimento, coordenação motora e habilidade. Por exemplo: jogos com textos e atividades mais elaboradas usando palavras trissílabas e polissílabas, a exigência do uso simultâneo de duas teclas para movimentar um objeto, o uso do teclado, bem como da ação com o mouse de

somente clicar ou de clicar e arrastar. A figura 4.3 mostra uma ilustração do jogo “Figuras diretas” da coleção Picolé Digitais que se encaixa nesta categoria.



Figura 4.3 - Jogo “Figuras Diretas” da coleção Picolé Digital

Neste jogo, o aprendiz deve ter conhecimento, coordenação motora e habilidade para digitar as letras usando o teclado, capacidade de entender que o nome de cada figura deve ser digitado nos quadrados em branco e ser alfabetizado. Além disso, é preciso clicar na figura ou no primeiro quadrado em branco para iniciar o jogo.

Moderados: são caracterizados por textos com frases simples e mais curtas usando palavras dissílabas e trissílabas, com requisitos funcionais que exigem apenas as ações de clicar ou de clicar e arrastar. No jogo “Quebra cabeça” da coleção Picolé digital, o aprendiz deve organizar e unir as peças de acordo com a figura que está no canto superior a direita da tela. Para isso, é preciso da ação de clicar e arrastar o mouse. A figura 4.4 apresenta um exemplo desta categoria.



Figura 4.4 - Jogo “Quebra cabeça” da coleção Picolé Digital

Fáceis: apresentam funcionalidades e design mais simples. Geralmente não contém palavras, apenas o som de frases curtas e pausadas. Os desenhos são grandes e bem definidos, sendo que as ações do mouse são apenas de arrastar ou clicar. A figura 4.5 ilustra um exemplo desta categoria.



Figura 4.5 - Jogo “Meus primeiros passos”

Neste jogo, o aprendiz escuta o personagem cachorro pedir seu osso e após esta fala, o aluno deve identificar a figura do osso, passar o mouse sobre a mesma e arrastar até a boca do cachorro. Além disso, a única ação utilizada é a de arrastar o mouse.

Convém lembrar que o objetivo desta etapa foi a obtenção de um conjunto razoável de requisitos a partir da análise de jogos educativos gratuitos e já disponíveis para o uso da comunidade em geral. Portanto, estas atividades foram fundamentais para a compreensão das dificuldades dos alunos com os jogos e definição de um conjunto de requisitos para auxiliar no desenvolvimento dos protótipos.

4.3. Refinamento e Validação dos Requisitos

A etapa de validação é fundamental para verificar se os requisitos iniciais realmente são compatíveis com o domínio (SOMMERVILLE, 2007, p. 105). Nesta abordagem de validação, foi utilizada a técnica de prototipagem evolutiva. A partir desta técnica, os requisitos foram refinados. A cada refinamento, os protótipos foram modificados até o desenvolvimento da versão final dos jogos.

O modelo de prototipagem adotado envolveu cinco atividades: comunicação, plano rápido, projeto rápido, construção do protótipo e teste (figura 4.6). Na última atividade, estão inclusos os experimentos que permitiu a identificação das dificuldades de interação das PNEE com os protótipos.



Figura 4.6 - Ciclo de desenvolvimento dos protótipos (PRESSMAN, 2006, p. 43)

Este ciclo teve início com a fase de comunicação que foi realizada através de reuniões com a professora colaboradora deste trabalho. Nestas reuniões, discutiu-se sobre os temas e conteúdos pedagógicos que seriam abordados em cada protótipo, assim como: os objetivos gerais, a lógica de cada fase e o grau de complexidade do manuseio com o mouse e teclado.

Com a definição dos aspectos discutidos na fase de comunicação, os protótipos foram rapidamente planejados através de um esboço da lógica de interação e sistema de navegação. A partir deste planejamento, um projeto rápido foi desenvolvido na forma de *storyboard*⁵ para cada protótipo. O objetivo deste projeto rápido foi definir uma representação gráfica dos aspectos visíveis ao usuário. Desta forma, cada tela dos protótipos foi graficamente representada e acompanhada pelo nome do jogo, número da tela, objetivos, animação, falas dos personagens, figuras e ações. Logo após, os protótipos foram desenvolvidos na linguagem ActionScript⁶ 2.0 do Flash CS4. A seção seguinte apresenta uma breve descrição de cada protótipo.

4.3.1 Construção dos protótipos desenvolvidos

Os protótipos foram desenvolvidos ponderando as características que categorizam os jogos em avançado, moderado e fácil. Deste modo, cada protótipo está relacionado aos

⁵ **Storyboard:** são representações gráficas arranjadas em sequência e acompanhadas por uma narrativa sobre as tarefas e ações que o usuário deveria realizar através da sequência descrita (NEWMAN e LANDAY, 2000, p. 269).

⁶ **ActionScript:** é uma linguagem de programação da Adobe Flash Player. Esta linguagem permite interatividade e manipulação de dados no conteúdo e nos aplicativos do Flash, Flex e AIR (ADOBE, 2008, P.4).

aspectos cognitivos das turmas selecionadas:

- Protótipo 1 → categoria Fácil
- Protótipo 2 → categoria Moderado
- Protótipo 3 → categoria Avançado

É importante destacar que as telas dos protótipos ilustradas nas figuras 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 são da primeira versão desenvolvida. Como descrito anteriormente, após os ciclos de experimentos, foram realizadas mudanças associadas tanto aos requisitos funcionais, quanto aos não funcionais.

Protótipo 1 (P1): o conteúdo está relacionado aos conceitos das formas geométricas básicas. O objetivo principal é o aprendizado através da associação de figuras. Está classificado como fácil, sendo direcionado aos indivíduos não alfabetizados que dominam apenas a ação de clicar ou de arrastar o mouse.

A tela inicial exibida na figura 4.7 possui um menu que dá acesso às fases do jogo, a apresentação das formas geométricas, as instruções do jogo e as informações dos pesquisadores. Há também o personagem do ratinho Kadu, que cumprimenta e convida o usuário a iniciar o jogo.



Figura 4.7 - Tela inicial do protótipo 1

A figura 4.8 apresenta as fases do protótipo 1. Na fase 1, o aluno deve associar as figuras que surgem no interior da barraca com as figuras expostas na parte inferior da tela. A fase 2 refere-se a um dominó adaptado para um único usuário, onde o mesmo deve estar atento às imagens localizadas nas extremidades do caminho virtual, para então, associá-las as imagens contidas nas pedras que aparecem na tela.

Na fase 3, cada forma geométrica fica exposta no lado esquerdo da tela e acima do trenzinho. No lado direito aparece gradualmente uma determinada figura geométrica a ser associada. Para isso, o aluno deve clicar sobre o trenzinho que contém a figura correta.



Figura 4.8 Fases do protótipo 1

Protótipo 2 (P2): este jogo é categorizado como moderado, 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. O objetivo principal é estimular a leitura, coordenação motora e formação de palavras.

Na tela inicial do jogo, o personagem Kadu saúda o usuário, apresenta a família e o convida para iniciar o jogo (figura 4.9). A figura 4.10 apresenta as fases do protótipo 2. Na fase 1, o aluno deve ler a palavra, identificar a parte do corpo que essa palavra representa, e então clicar e arrastá-la ao local correto.



Figura 4.9 Tela inicial do protótipo 2

A fase 2 contém desenhos pontilhados e orientados pela sequência lógica dos numerais, onde o aluno precisa clicar e arrastar o mouse de um ponto para outro. Na fase 3, os desenhos surgem gradualmente, um por vez no lado esquerdo da tela. Enquanto isso, o personagem Kadu faz bolhas de sabão flutuantes com diferentes sílabas, para que o aluno clique nas bolhas com as sílabas que formam a palavra correspondente ao desenho.



Figura 4.10 - Fases do protótipo 2

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, o que caracteriza este jogo como avançado. A figura 4.11 ilustra as fases do protótipo 3. Na fase 1, as palavras dissílabas são formadas através da análise das sílabas presentes no quadro e da ação de clicar sobre as sílabas que formam a palavra desejada. Este procedimento também vale para a fase 2 na formação de palavras trissílabas.

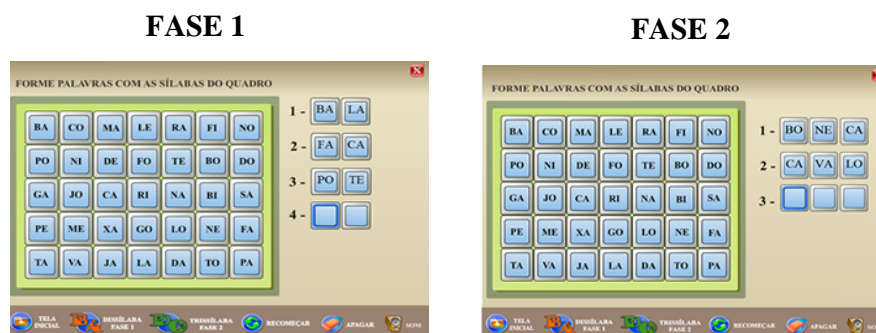


Figura 4.11 - Fases do protótipo 3

4.3.2 Fase de teste: Experimentos

Para investigar as dificuldades de interação dos alunos e refinar os requisitos iniciais, foram realizados 3 ciclos de experimentos, tendo sido desenvolvidas 4 versões de cada protótipo. 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).

Estes ciclos estão inclusos somente na fase de: análise e observação, identificação das dificuldades de interação e refinamento de requisitos. A figura 4.12 ilustra as atividades de um experimento.

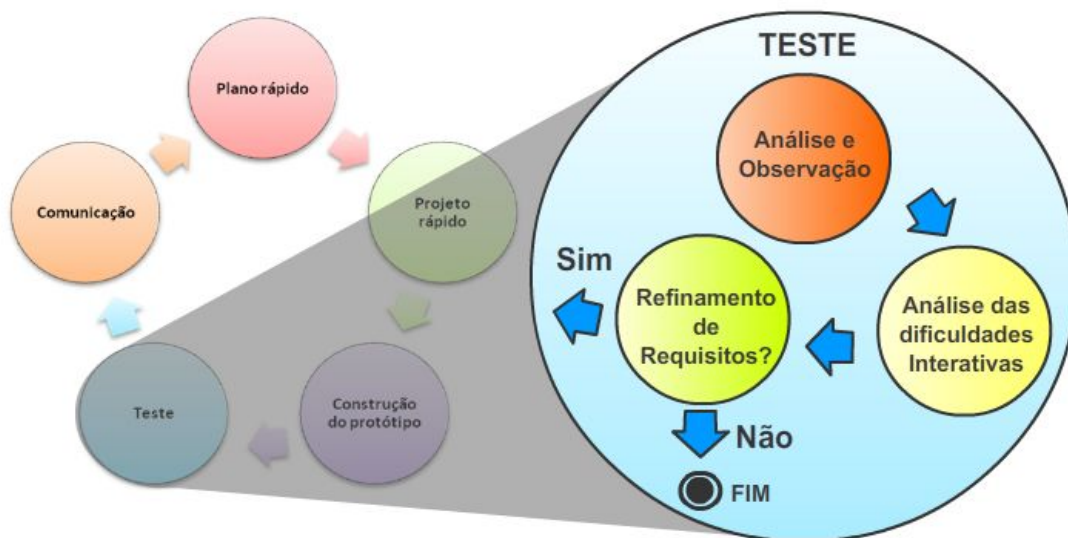


Figura 4.12 - Ciclo de um experimento

A primeira fase refere-se à análise e observação dos protótipos desenvolvidos, que foram associados às turmas compatíveis:

- Protótipo 1 (Fácil) → Turma 1;
- Protótipo 2 (moderado) → Turma 2;
- Protótipo 3 (Avançado) → Turma 3.

Além disso, foi considerada a lista de verificação apresentada na seção 4.3. O observador permaneceu em um local próximo, mas sem comprometer a atenção do aluno.

A próxima atividade foi organizar e listar as dificuldades observadas. Cada dificuldade estava associada a um ou mais requisitos que poderiam ser refinados. Enquanto houvesse alguma dificuldade de interação dos alunos com os jogos, era iniciado um novo ciclo de modelagem de protótipos com a atividade de comunicação (figura 4.12).

Deste modo, a adequação dos protótipos ocorria a partir da lista de requisitos atualizada de forma a eliminar ou reduzir as dificuldades. Logo, para cada protótipo, o ciclo de experimento foi encerrado quando não foi identificada a necessidade de refinamento dos requisitos.

O objetivo principal destes experimentos foi avaliar os requisitos inicialmente levantados, identificar outros e analisar as dificuldades de interação das PNEE com os jogos educativos. Portanto, na APAE, foram considerados tanto o cenário 1, quanto o cenário 2. Estas situações díspares dos cenários enriquecem o estudo e aumentam a probabilidade de identificar novos requisitos.

Um fator a ser considerado é a estratégia pedagógica aplicada no C2, que pode ser um diferencial significativo para validação ou identificação de requisitos. Contudo, o C1 também apresenta um aspecto importante, que é a autonomia do aluno na interação com o jogo. A próxima seção descreve as listas de dificuldades identificadas.

4.3.2.1 Dificuldades de interação das PNEE

Uma vez concluídos os ciclos de experimentos, as informações coletadas foram cuidadosamente analisadas e listadas de acordo com cenário, protótipo, turma e versão. Estas dificuldades são decorrentes da falta de adequação de alguns aspectos dos protótipos, como: a usabilidade, funcionalidade, conteúdos pedagógicos e conteúdos multimídia.

No primeiro ciclo de experimento com a versão 1 dos protótipos, os alunos apresentaram maior dificuldade com aspectos de usabilidade. A maioria não conseguia identificar o botão “Iniciar”, que dava início ao jogo e alguns tiveram dificuldades para navegar pelas opções do menu.

Além disso, neste ciclo, foi possível identificar outros requisitos importantes para a autonomia do aluno com a utilização das ações solicitadas pelo jogo, tais como: opção de habilitar e desabilitar o som e janela de confirmação de saída. A seguir, serão apresentados os resultados do primeiro ciclo de experimentos, considerando os itens da lista de verificação mencionada na seção 4.3. Os gráficos representam o número de respostas A (Ótimo) B (Bom) C (Ruim) e Não (Dificuldade). Neste ciclo, foram obtidos os seguintes resultados (Figuras 4.13, 4.14, 4.15):

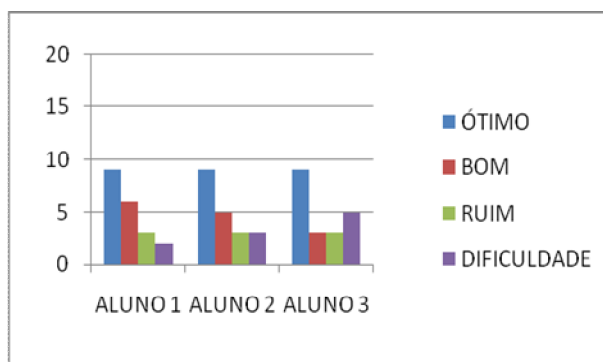


Figura 4.13 - Avaliação do Protótipo 1 (P1)

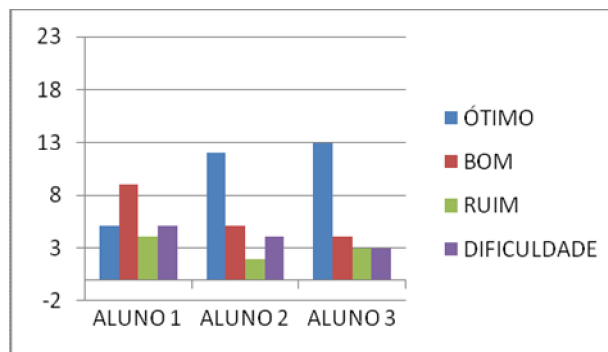


Figura 4.14 - Avaliação do Protótipo 2 (P2)

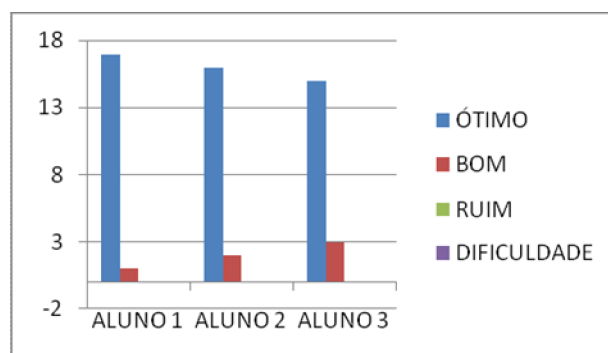


Figura 4.15 - Avaliação do Protótipo 3 (P3)

No segundo ciclo de experimentos com a versão 2 dos protótipos, algumas dificuldades permaneceram, como a falta de compreensão da fala explicativa do personagem virtual. Na fala, faltou clareza, objetividade e pausa entre frases e palavras. Além disso, algumas palavras não faziam parte do conhecimento prévio dos alunos. Ainda neste ciclo, os alunos apresentaram dificuldades na compreensão das instruções de ajuda. Neste caso, as instruções foram reformuladas como simulações das ações que deveriam ser realizadas. A seguir, são apresentados os resultados obtidos neste ciclo (Figuras 4.16, 4.17, 4.18).

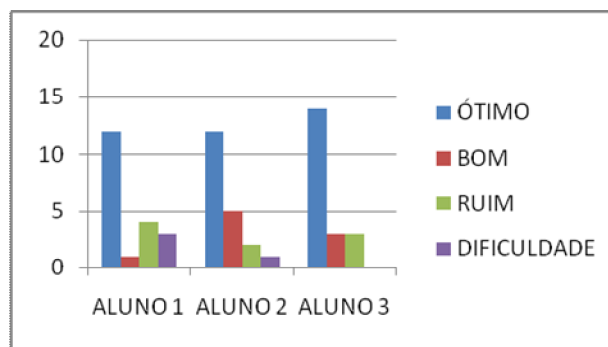


Figura 4.16 - Avaliação do Protótipo 1 (P1) – Versão 2

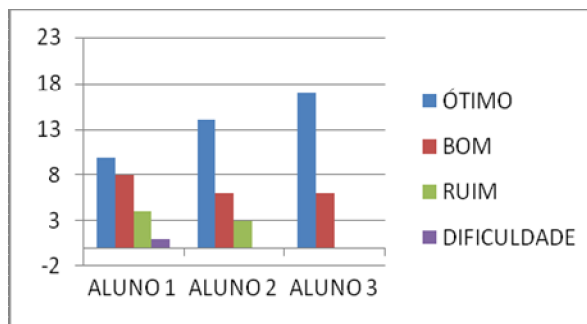


Figura 4.17 - Avaliação do Protótipo 2 (P2) – Versão 2

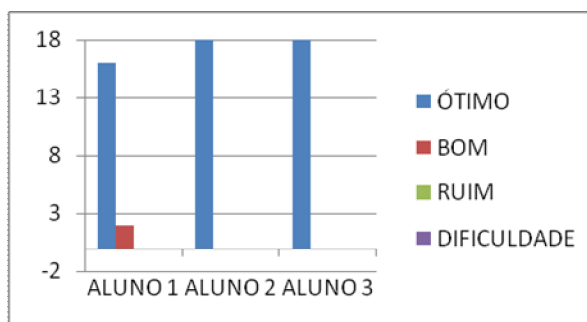


Figura 4.18 - Avaliação do Protótipo 3 (P3) – Versão 2

No terceiro ciclo de experimentos com a versão 3 dos protótipos, algumas dificuldades foram superadas e alguns itens da lista permaneceram sob um grau menor de dificuldades (bom ou ruim). Por exemplo, os alunos não tiveram dificuldades com o sistema de navegação, pois o mesmo foi simplificado. Por outro lado, ainda havia um grau médio de dificuldade para compreender o feedback em algumas das fases dos protótipos. Este feedback refere-se a motivação, auxílio ou orientação fornecida pelo jogo quando o aluno encerra ou inicia uma atividade. No caso desta última dificuldade, faltava narração na animação de feedback de erro e acerto. As figuras 4.19, 4.20, 4.21 ilustram os resultados deste ciclo.

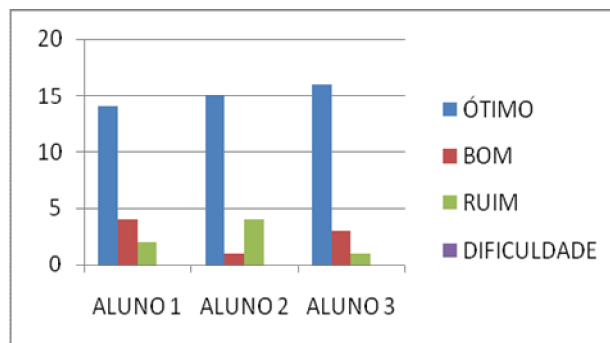


Figura 4.19 - Avaliação do Protótipo 1 (P1) – Versão 3

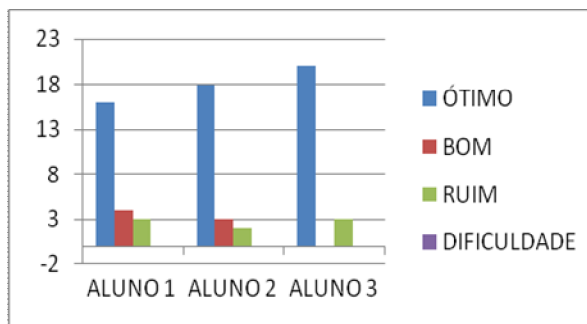


Figura 4.20 - Avaliação do Protótipo 2 (P2) – Versão 3

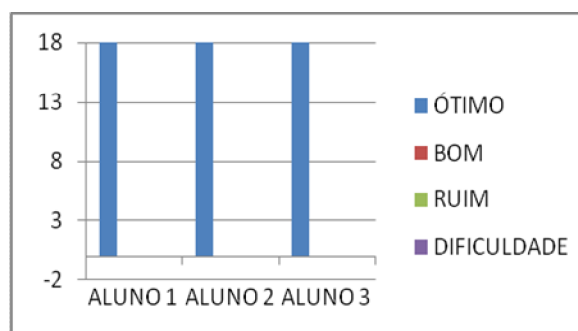


Figura 4.21 - Avaliação do Protótipo 3 (P3) – Versão 3

Analisando os resultados de cada ciclo de experimento, é possível perceber que o grau de dificuldade encontrada pelos alunos com a versão 3 foi menor para todos os protótipos, fato que confirma a utilidade da abordagem utilizada.

Nas tabelas 4.7 e 4.8, serão apresentadas as dificuldades mais específicas considerando: a versão do protótipo (V1, V2 e V3), o protótipo considerado (P1, P2 ou P3) e a turma (T1, T2 ou T3). Além disso, a tabela 4.7 refere-se ao cenário 1 e a tabela 4.5 refere-se ao cenário 2.

Tabela 4.7 - Dificuldades observadas no cenário 1

Versão	Dificuldades dos alunos	Atualização e refinamento de requisitos
V1	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades em entender a fala explicativa do personagem Kadu; ✓ Dificuldades na identificação do botão “iniciar o jogo”; ✓ Dificuldade de acesso às fases do 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A fala do personagem Kadu foi simplificada com outro vocabulário; ✓ No menu, o botão “fases” foi modificado para facilitar a ação de clicar com o mouse; ✓ Foi adicionado um botão “iniciar” na

	<p>jogo, através do botão “Fases” do menu;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Associação de cores em vez das formas geométricas. 	<p>tela principal;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ As cores das formas geométricas foram modificadas para garantir a associação somente das formas.
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para iniciar o jogo após a fala do personagem Kadu; ✓ Dificuldades para visualizar os pontos do pontilhado na fase 2; ✓ Dificuldades para visualizar a palavra depois de formada, na fase 3. ✓ Dificuldades para compreender as instruções de ajuda e prosseguir com o jogo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Na fase 2, cada ponto que liga um número ao outro formando um desenho, recebeu um som que identifica o número e questiona sobre o próximo; ✓ Na fase 3, foi adicionada uma animação que aumenta e destaca a palavra formada pelo aluno, após sua ação de clicar nas sílabas corretas. ✓ As instruções de ajuda foram reformuladas na forma de animação, de modo a simular a ação de deve ser realizada.
	<p>T3 – P3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender o objetivo do jogo; ✓ Dificuldades na visualização das sílabas na fase 1. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A cor da fonte foi alterada, para aumentar o contraste na leitura.
V2	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender a fala do personagem Kadu; ✓ Dificuldades para iniciar o jogo por associação de imagens ou por dedução; ✓ Dificuldades para identificar o botão “iniciar o jogo”. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A qualidade do som da fala explicativa do Kadu foi melhorada; ✓ O botão de início do jogo foi destacado; ✓ O menu da tela principal foi diminuído; ✓ A apresentação das formas geométricas se tornou interativa;
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para identificar o botão “iniciar jogo”; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O botão que inicia o jogo foi destacado, e a palavra “iniciar” foi trocada por “jogar”;

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para visualizar as setas que apontam para as partes do corpo humano na fase 2. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Na fase 1 do jogo, as setas que apontam para cada parte do corpo humano foram destacadas; ✓ Na fase 2, os pontos de ligação foram destacados e aumentados para auxiliar a visualização de alunos com baixa visão.
	<p>T3 – P3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de som para feedback de erro ou acerto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi adicionado um som de alerta de erro ou acerto;
V3	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grau médio de dificuldade para iniciar o jogo; ✓ Grau médio de dificuldade na compreensão das formas geométricas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A barraca posicionada no centro da tela foi aumentada, de modo que a porta de entrada fosse destacada como botão de início do jogo. O rótulo “Iniciar jogo” foi trocado por “Jogar”. ✓ Foi adicionado um som na fase de apresentação interativa, de modo que o aluno tem a oportunidade de visualizar e escutar o nome de cada figura que aparece.
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Na fase 1, houve grau médio de dificuldade para localizar a palavra correta do lado esquerdo do menu. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Na fase 1, cada palavra exposta no lado esquerdo foi destacada uma por vez, para auxiliar na leitura e na ação de clicar e arrastar com o mouse.

Tabela 4.8 - Dificuldades observadas no cenário 2

Versão	Dificuldades dos alunos	Atualização e refinamento de requisitos
V1	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para controlar o som, 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi adicionado um botão de controle, que habilita e desabilita

	<p>quando solicitado pela professora;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para fechar o jogo a partir de qualquer tela. 	<p>o som;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi acrescentado o botão “Sair” em todas a telas do jogo.
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para identificar o final de cada fase do jogo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi adicionada uma animação que indica a finalização de cada fase do jogo.
	<p>T3 – P3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de feedback de erro ou acerto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi acionado um som que indica quando o aluno erra ou acerta.
V2	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Na fase de apresentação das formas geométricas, houve dificuldades para identificar o botão que inicia a fase 1 do jogo; ✓ Na fase 2, houve confusão na associação das imagens. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ O botão “iniciar fase 1” foi destacado; ✓ Na fase 2, as imagens que deveria ser associadas foram destacadas, para melhorar a visualização e entendimento do aluno.
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender a animação explicativa da opção “Ajuda”. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A estrutura da animação explicativa foi modificada para facilitar o entendimento do aluno.
	<p>T3 – P3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para sair do jogo a partir de qualquer ponto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Foi adicionado o botão “Sair” em todas as telas do jogo.
V3	<p>T1 – P1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grau médio de dificuldade interativa com algumas ações do jogo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Observou-se que às vezes, os alunos clicavam no menu sem querer, pois o mesmo possuía um certo destaque por suas dimensões relativamente grandes.
	<p>T2 – P2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grau médio de dificuldade para identificar o botão que habilita e desabilita do som; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Todos os botões foram padronizados para garantir a identificação intuitiva dos botões; ✓ Foi adicionado uma narração ao

	✓ Grau médio de dificuldade na compreensão do feedback de erros e acertos.	feedback de erros e acertos.
--	--	------------------------------

A análise das dificuldades de interação dos alunos com os protótipos contribuiu diretamente para a definição de requisitos mais consistentes e válidos para construção de jogos educativos que apóiam o aprendizado das PNEE.

Além disso, estas dificuldades foram relacionadas aos princípios de Mayer (2005). A tabela 4.9 relaciona os princípios que foram violados às dificuldades de interação observadas nos dois cenários C1 e C2.

Tabela 4.9 - Dificuldades de interação relacionadas aos princípios de Mayer

Princípios violados	Dificuldades de interação
Multimídia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para identificar o botão “iniciar do jogo”. A animação do botão não possuía informação narrada; ✓ Dificuldade para compreender o feedback. Não havia narração na animação de feedback de erro e acerto; ✓ Dificuldades para identificar o final das fases do jogo. Faltou animação e narração indicando a finalização de cada fase do jogo.
Contiguidade espacial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para visualizar a palavra depois de formada, na fase 3. A palavra não estava alinhada a imagem correspondente; ✓ Dificuldades para visualizar os pontos do pontilhado na fase 2. Os pontos não estavam bem destacados.
Contiguidade temporal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender a animação explicativa da opção “Ajuda”. Neste caso, as imagens e palavras não eram apresentadas simultaneamente.
Coerência	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender a fala explicativa do personagem. A fala era longa e com vocabulários inadequados; ✓ Dificuldades para compreender as instruções de ajuda e prosseguir com o jogo. Animação longa e com vocabulários inadequados.

Modalidade	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para identificar os pontos do pontilhado na fase 2. Canal visual sobrecarregado.
Redundância	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para visualizar as setas que apontam para as partes do corpo humano na fase 2. Havia muitas informações que competiam com os recursos cognitivos no canal visual dividindo a atenção do aluno; ✓ Dificuldade para identificar alguns botões na tela principal. Efeito da atenção dividida.
Personalização	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldades para entender o objetivo do jogo. A explicação do objetivo não estava adequada ao estilo de conversação do público alvo; ✓ Associação de cores em vez das formas geométricas.
Interatividade	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dificuldade de acesso as fases do jogo, através do botão “Fases” do menu; ✓ Dificuldades para controlar o som; ✓ Dificuldades para rever as animações explicativas; ✓ Dificuldades para sair do jogo a partir de qualquer ponto.

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, 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 deste tipo de ferramenta para apoiar o aprendizado.

Além disso, a observação de cenários constituídos por diferentes aspectos de interação ampliou as perspectivas em esmiuçar detalhes peculiares do domínio.

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

5. Heurísticas

Este capítulo apresenta as heurísticas definidas a partir da análise das áreas descritas na seção 3.3.1 e das informações coletadas durante a fase de experimentação descrita no capítulo 4. Além disso, são apresentados os resultados referentes à avaliação heurística dos jogos educativos desenvolvidos e de alguns jogos utilizados na APAE, bem como os resultados da avaliação de aprendizagem das PNEE em relação aos conteúdos da última versão do jogo 1.

5.1. Descrição das Heurísticas

As heurísticas são instruções que servem de orientação para seleção ou desenvolvimento de jogos educativos apropriados a pessoas com necessidades educativas especiais. Tais instruções podem ser utilizadas tanto por profissionais da educação durante a escolha de jogos educativos, quanto por desenvolvedores ao longo do processo de desenvolvimento de software.

Na literatura, é possível encontrar trabalhos relacionados. Em Nielsen (2001, p. 10) são apresentadas heurísticas de usabilidade e acessibilidade para web voltada para o público adulto. Elissavet e Economides (2000, p. 113) apresentam heurísticas para avaliação de softwares educacionais direcionados ao público em geral, mas sem atender as necessidades das pessoas com dificuldades de aprendizagem. Em WebAim (2010), as heurísticas de acessibilidade são direcionadas à adequação de sites para pessoas com deficiências cognitivas, algumas podendo ser usadas para avaliação de jogos educativos.

Como mencionado no capítulo anterior, as heurísticas podem ser delineadas em diversos contextos e com diferentes objetivos. A análise destes contextos foi importante para identificar aspectos e heurísticas mais significativas e compatíveis com a proposta deste trabalho: desenvolver objetos de aprendizagem que contribuem para o aprendizado das PNEE.

Um dos diferenciais deste trabalho é a diversidade de contextos considerados quando da elaboração das heurísticas. Além disso, a elaboração dos protótipos e a observação realizada durante os experimentos foram essenciais para o entendimento e a percepção da forma como estes aspectos podem realmente influenciar a interação e o apoio ao aprendizado às PNEE.

A figura 5.1 apresenta as áreas de conhecimento que foram analisadas na literatura descritas no capítulo 3. A análise destas áreas permitiu identificar um conjunto de aspectos que foram considerados para a elaboração das heurísticas. Os aspectos definidos foram: tecnologia, usabilidade, multimídia e pedagogia.



Figura 5.1 - Contextos considerados e os Aspectos definidos para Elaboração das Heurísticas

5.1.1. Aspecto tecnológico

Embora o avanço tecnológico esteja presente na educação de modo geral, alguns professores ainda mantêm-se enraizados a aspectos tradicionais da educação. Isto significa que a maioria ainda possui conhecimento limitado de informática e tem dificuldades com algumas questões tecnológicas dos softwares educativos (FARIA e SILVA, 2007, p.6)

Neste sentido, as heurísticas definidas sob o aspecto tecnológico consideram as dificuldades dos profissionais da educação e o aperfeiçoamento técnico dos jogos educativos. Para isto, foram selecionadas algumas características e subcaracterísticas da norma 9126-1 importantes para o domínio em questão: educação especial. Além disso, foram considerados alguns critérios de qualidade técnica definidos em Crozat et. al. (1999, p. 715). A tabela 5.1 apresenta a descrição das heurísticas sob o aspecto tecnológico.

Tabela 5.1 - Heurísticas sob a perspectiva tecnológica

Heurísticas	Descrição
Portabilidade	<p>Adaptabilidade: O jogo deve ser facilmente adaptado aos diferentes ambientes sem a necessidade de aplicar outras ações ou meios, além daqueles fornecidos para essa finalidade pelo jogo considerado.</p> <p>Este critério é essencial para atender as necessidades dos laboratórios de informática das escolas públicas, os quais possuem diferentes ambientes computacionais.</p>
	<p>Instalação: Geralmente os professores das escolas públicas encontram dificuldades no processo de instalação de alguns jogos educativos. O motivo pode ser pela falta de conhecimento técnico ou pela complexidade nos trâmites de instalação do jogo. Portanto, é importante que em um ambiente específico, o processo de instalação do jogo seja fácil.</p>
Funcionalidade	<p>Interoperabilidade: O jogo educativo deve ser capaz de interagir e comunicar-se através de várias unidades funcionais com um ou mais sistemas especificados.</p>
Assistência Técnica	<p>Um documento de assistência técnica tanto em relação à instalação do software, quanto às principais funcionalidades e objetivos do jogo deve estar facilmente disponível ao usuário.</p>

	Este critério é considerado relevante, para suporte a usuários leigos ou com pouco conhecimento tecnológico.
Operação	O jogo deve ser capaz de manter seu nível de desempenho nas condições estabelecidas. Para isso, a velocidade do jogo deve ser rápida o suficiente e as falhas e defeitos não devem ser freqüentes. Além disso, as funções para tarefas e objetivos do jogo devem ser apropriadas ao domínio considerado.

5.1.2. Aspectos de usabilidade

A usabilidade pode ser considerada um dos aspectos mais importantes para qualidade dos jogos educativos. Alguns pesquisadores enfatizam que a usabilidade está diretamente relacionada à adaptação de sistemas e dispositivos à maneira como o usuário pensa e trabalha. Neste sentido, a qualidade de uso de um jogo educativo depende de um exame minucioso dos diversos elementos de seu contexto de uso e da participação do usuário no processo de análise e decisão da interface (CYBIS et. al., 2007, p. 23; CYBIS, 2003, p. 2).

Portanto, uma interface pode ser configurada a partir de critérios, princípios ou heurísticas de usabilidade que têm em vista a qualidade de uso de um sistema interativo. A tabela 5.2 apresenta as heurísticas relacionadas ao aspecto usabilidade, considerando as dificuldades de aprendizagem das PNEE.

Tabela 5.2 - Heurísticas de usabilidade

Heurísticas	Descrição
Interação	Grau de interatividade: A interatividade do jogo é importante para o processo de aprendizagem. Entretanto, é preciso ter cuidado com a complexidade e quantidade excessiva de ações interativas exigidas pelo jogo. Algumas PNEE com déficits de memorização podem ter dificuldades para lembrar palavras do conteúdo e controles mais complexos. Portanto, é importante ponderar a quantidade de ações interativas a serem executadas pelo usuário com necessidades educativas especiais.
	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. Normalmente, o uso do teclado como meio de interação

	<p>com o jogo exige coordenação motora e raciocínio rápido. Neste caso, para as PNEE que estão iniciando o contato com o computador, a interação pode ser complicada ou talvez impossível. Portanto, antes da escolha do dispositivo de interação, mouse ou teclado, é necessário identificar as limitações e grau de experiência dos usuários finais.</p>
<p>Navegação</p>	<p>A estrutura de navegação deve ser bem planejada, de modo a facilitar o acesso a qualquer tela do jogo. De maneira geral, alguns jogos são constituídos por fases que envolvem regras e objetivos a serem alcançados. Deste modo, o acesso às fases depende do desempenho do usuário em atingir os objetivos designados.</p> <p>Para algumas PNEE, atingir os objetivos de cada fase pode ser desestimulante, já que estas pessoas podem levar um tempo razoável para realizar as atividades que são apresentadas sob graus variados de dificuldade. Durante as observações na APAE, foi constatado o desinteresse dos alunos por jogos que não permitem o livre acesso às fases. Este desinteresse advém da necessidade de sempre ter que recomeçar o jogo nas fases iniciais e da perspectiva constante em atingir fase final. Portanto, é viável que o jogo permita o acesso a qualquer tela independente dos objetivos e atividades de cada fase.</p>
<p>Controle do usuário</p>	<p>O controle do usuário em relação ao encadeamento e realização das ações é importante, mas deve ser moderado. Este controle são ações que devem ser processadas pelo computador somente quando solicitadas pelo usuário, tais como: acessar, sair, anular, adiantar, voltar e fechar janela. Porém, algumas PNEE podem ter dificuldades para compreender informações visuais. Por exemplo, para acessar ou sair do jogo, a PNEE precisa identificar e compreender o sentido destas ações através das imagens dos botões. Assim, o jogo com vários botões ou ícones (informações visuais) de controle pode resultar na distração e desorientação da PNEE. O ideal é ponderar a quantidade de controles mais significativos para</p>

	o domínio em questão.
Orientação	<p>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, três minutos foi considerado um tempo razoável. A importância deste recurso foi identificada durante os experimentos no Instituto Girassol e APAE quando os alunos não conseguiam prosseguir com as atividades, devido as suas dificuldades de memorização e resolução de problemas.</p>
Sobrecarga cognitiva	<p>Informação: Os textos e o design não devem conter informações desnecessárias. As informações extras podem distrair o usuário e prejudicar o seu desempenho em atingir os objetivos educacionais propostos.</p> <p>Cada tela do jogo deve conter no máximo uma animação, caso contrário, poderá gerar confusão e sobrecarga cognitiva do canal visual da PNEE. O movimento da animação chama a atenção do usuário, assim, se outro evento importante estiver ocorrendo na tela poderá ser ignorado. É importante que a animação tenha somente falas em áudio, dispensando textos escritos. Além disso, as palavras/ frases devem sempre estar acompanhadas por uma figura que auxilie a compreensão do usuário.</p> <p>Atividades: O jogo não deve conter atividades complexas que exigem muita memória humana para alcançar uma determinada meta. Os diálogos e textos devem ser sucintos possibilitando o entendimento do usuário.</p> <p>O grau de complexidade das atividades deve ser analisado conforme o perfil dos usuários finais. O perfil refere-se à experiência com o computador e nível de dificuldade de aprendizagem ou de deficiência cognitiva.</p>
Padronização	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. Além do mais, a padronização favorece as PNEE que têm dificuldades de memorização.
Personagem Virtual	Funções: Foi constatado durante os experimentos, 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 ou motivação for necessária.
	Clareza e objetividade na fala explicativa: a fala explicativa do personagem virtual deve ser breve, clara, objetiva e pausada e o vocabulário deve fazer parte com conhecimento prévio do usuário. O conhecimento prévio são as informações que a PNEE já aprendeu e que estão associadas ao seu cotidiano. Por exemplo, no contexto investigado, a palavra “Jogar” é mais conhecida que a palavra “Iniciar”. Deve-se ter cuidado com as instruções narradas do personagem, a pausa entre frases e palavras é fundamental para compreensão da PNEE.
Tempo	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.

5.1.3. Aspectos multimídia

Atualmente, pode-se dizer que os componentes multimídia são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz. Um objeto de aprendizagem torna-se mais divertido e atrativo quando as idéias principais do conteúdo são estruturadas com cores, figuras, som e animação. A combinação destes elementos além de despertar o interesse do aluno, facilita o processo de aprendizagem (FALKEMBACH et. al, 2006, p. 2).

Embora os jogos educativos multimídia desempenhem um papel importante na aprendizagem, é a qualidade dos elementos que pode garantir a compreensão do aluno em

relação ao assunto abordado. A multimídia de qualidade auxilia o aluno na realização de tarefas interativas, manipulação de informações e diminui a sobrecarga cognitiva (AUSTIN, 2009, p. 1340). Deste modo, é importante definir heurísticas que recomendam a qualidade dos elementos multimídia. A tabela 5.3 descreve estas heurísticas.

Tabela 5.3 - Heurísticas para componentes de multimídia

Heurísticas	Descrição
Figura	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 podem 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.
Som	Intensidade: 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: as músicas agitadas podem irritar o usuário e gerar ansiedade. A música deve manter a suavidade e ao mesmo tempo ser divertida ou engraçada. No período de experimentação, alguns alunos apresentaram irritação em relação à música de fundo de alguns protótipos e outros permaneceram ansiosos. Por outro lado, a música suave e divertida estimulou a tranquilidade das PNEE. Portanto, a música com estilo suave e divertido é importante para a concentração e motivação do usuário.
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. É importante evitar fusões ou esmaecimentos de cores. Por exemplo, um marrom que parece vermelho.

Animação	<p>A simplicidade nas animações está 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. Os movimentos da animação devem ser utilizados para reforçar as conexões e os relacionamentos. É importante fornecer uma opção para repetir a seqüência da animação.</p>
Cenário	<p>Organização: o 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.</p> <p>Plano de fundo: deve sempre conter cor única, sem imagens ou formas esmaecidas. As cores devem manter contraste com as cores da fonte, garantindo a leitura adequada.</p> <p>O plano de fundo estampado por figuras esmaecidas confunde e desorienta o usuário com dificuldades de compreensão visual. Em alguns casos, o aluno pode desistir de prosseguir com a atividade.</p> <p>Ícones e Botões: Os ícones presentes nos jogos devem ser de tamanho ampliado para facilitar a manipulação dos mesmos. Entretanto, é preciso ter cuidado com tamanhos exagerados que ocupam espaços desnecessários. Botões relativamente próximos podem desfavorecer usuários com dificuldades motoras.</p> <p>Tela: devido à dificuldade de concentração, algumas PNEE podem se distrair facilmente com outros elementos da tela do computador que não são propriamente do jogo. Por isso, para diminuir a distração do usuário, é preferível que a tela permaneça sempre no modo <i>full-screen</i> (Tela cheia).</p> <p>Fonte: no período de alfabetização na APAE, as PNEE aprendem a ler e escrever através do uso de letras bastão (maiúsculas/forma), esta estratégia é utilizada pela professora do instituto. Portanto, dependendo do perfil dos usuários, é importante que as informações do jogo estejam sempre neste formato: letra bastão, pois são fáceis de serem reconhecidas e oferecem maior</p>

	facilidade de leitura para a PNEE.
	Figuras, imagens e personagens: é importante que a escolha dos personagens e objetos do jogo esteja relacionada com a vida cotidiana dessas pessoas. Por exemplo, geralmente a figura de um monstro, ou de um dragão não tem significado para algumas PNEE que estão mais acostumadas com animais domésticos, como gato, cachorro, passarinho e outros.

5.1.4. Aspectos pedagógicos

Os aspectos pedagógicos estão relacionados a um conjunto de atributos que viabiliza a utilização de um objeto de aprendizagem em ambientes educacionais. É de suma importância que estes aspectos estejam claros para que o objeto de aprendizagem seja bem utilizado pelos profissionais de educação e gerar bons resultados de aprendizado (ROCHA et. al, 2001, p. 125).

Para isso, torna-se necessário considerar algumas características de qualidade associadas ao conteúdo, feedback, motivação e contexto educacional. O jogo computacional como objeto de aprendizagem deve possuir conteúdo autêntico, objetivo, adequado e com assuntos variados e progressivos. Além disso, o feedback e motivação são elementos fundamentais para despertar o interesse da PNEE em continuar a jogada até o final. Já o contexto educacional refere-se à pertinência do conteúdo do jogo educativo a uma disciplina específica, como matemática, história ou português. A tabela 5.4 apresenta as heurísticas pedagógicas.

Tabela 5.4 - Heurísticas pedagógicas

Heurísticas	Descrição
Conteúdo	O conteúdo deve ser autêntico e de confiança, com informações dos autores e editoras. Além disso, o conteúdo deve ser conciso, objetivo preservando apenas os elementos mais importantes e livres de erros gramaticais e de digitação. 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. O conteúdo deve ter uma progressão lógica dos assuntos e atividades variadas com grau crescente de complexidade.

Feedback	O <i>feedback</i> 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. 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.
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.

5.2. Avaliação Heurística de Jogos Educativos

As heurísticas definidas anteriormente podem ser utilizadas para avaliar a qualidade e adequação de objetos de aprendizagem para o apoio educacional das PNEE. De modo geral, a comunidade tem acesso a diversos jogos educativos na internet, alguns são gratuitos e outros pagos. Porém, estes recursos educativos podem dificultar em vez de apoiar o processo de aprendizado das PNEE.

Para facilitar a utilização das heurísticas, foi elaborada uma lista de verificação como instrumento de auxílio a avaliação de objetos de aprendizagem. A lista foi denominada lista de avaliação heurística e é constituída por questões que correspondem às heurísticas e a seus respectivos aspectos: tecnologia, usabilidade, multimídia e pedagogia. As questões estão agrupadas de acordo com estes aspectos, podendo ser respondidas com:

- 1 (Não): não atende à heurística
- 2 (Parcial): atende parcialmente
- 3(Sim): atende à Heurística. (vide anexo II).

Para garantir a imparcialidade da avaliação, a adequação dos jogos educativos desenvolvidos foi verificada por uma professora do ensino público de Itajubá, através da lista

de avaliação heurística definida anteriormente. A seguir, serão apresentados os resultados obtidos (figura 5.2, 5.3, 5.4):

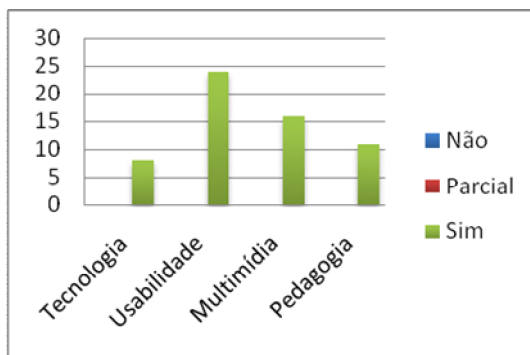


Figura 5.2 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 1

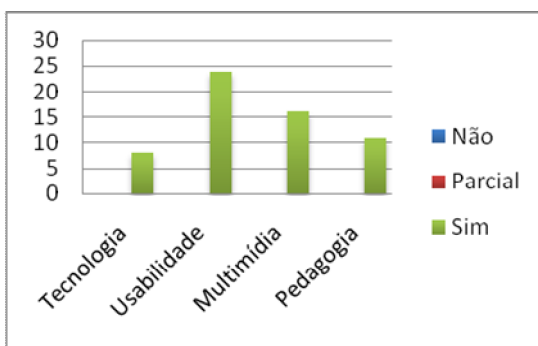


Figura 5.3 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 2

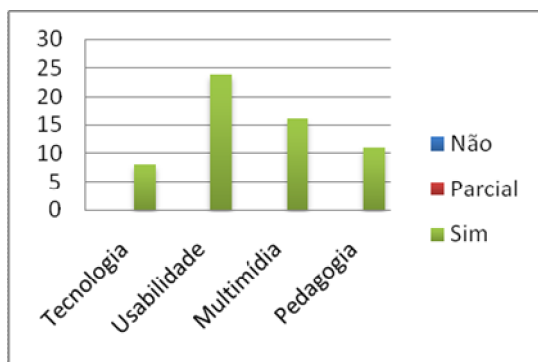


Figura 5.4 – Resultados da avaliação heurística do jogo educativo 3

Conforme confirmam os resultados, os jogos educativos desenvolvidos estão devidamente adequados às heurísticas dos aspectos de tecnologia, usabilidade, multimídia e pedagogia. Além destes jogos, foram avaliados outros jogos que são frequentemente utilizados nas aulas de apoio pedagógico na APAE, os quais são:

- **Coelho sabido e a estrela:** é fundamentado por uma estória animada e narrada por dois personagens principais: coelho e leão. O objetivo educacional é permitir a

prática de habilidades nas áreas de matemática, linguagem e raciocínio. Algumas das atividades são: associação de letras e sons, combinação de formas e cores, contagem e reconhecimento de números. A avaliação está representada na figura 5.5.

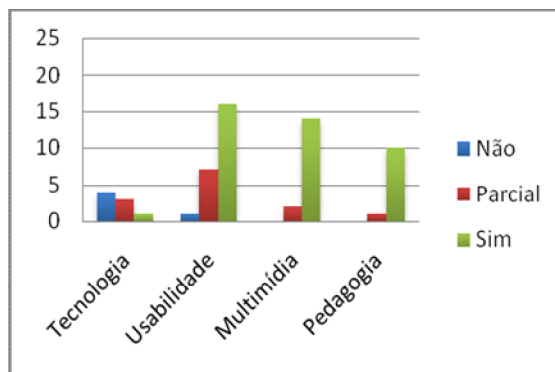


Figura 5.5 - Avaliação heurística do jogo Coelho Sabido e a Estrela

A figura 5.5 indica que no jogo “Coelho Sabido e a Estrela”, a maioria das heurísticas dos aspectos de tecnologia não foi atendida e que muitas questões do aspecto de usabilidade foram respondidas como parcial. Por outro lado, a maioria das heurísticas dos aspectos multimídia e pedagogia foram devidamente atendidas.

- **Dally doo alfabeto:** é composto por um personagem virtual que inicialmente apresenta o alfabeto. O objetivo principal é apoiar a alfabetização através de atividades de separação, combinação e contagem de letras associadas a números e palavras. A avaliação está representada na figura 5.6.

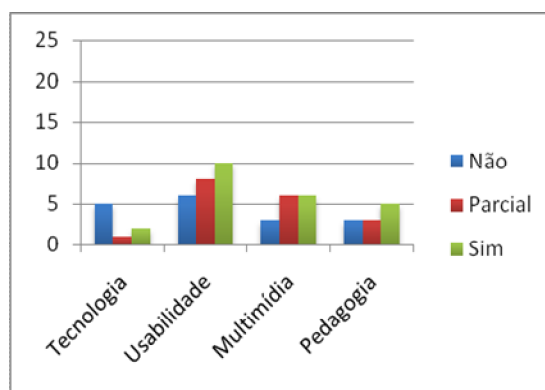


Figura 5.6 - Avaliação heurística do jogo Dally Doo Alfabeto

Em relação ao jogo “Dally Doo”, os resultados em todos os aspectos revelam que grande parte das heurísticas não foram atendidas. Em tecnologia, a quantidade de respostas negativas foi superior, indicando a inconformidade tecnológica deste jogo. De modo geral, o nível elevado de respostas negativas na lista de verificação aponta que este jogo apresenta barreiras que podem dificultar o processo de aprendizado das PNEE.

- **Picolé digital:** é constituído por uma coleção de joguinhos que visa apoiar o raciocínio lógico e a linguagem. Os jogos caça-palavras, quebra-cabeça e jogo da memória são exemplos destes joguinhos. Na tela principal, o personagem virtual orienta o usuário em relação ao objetivo de cada jogo da coleção. A avaliação está representada na figura 5.7.

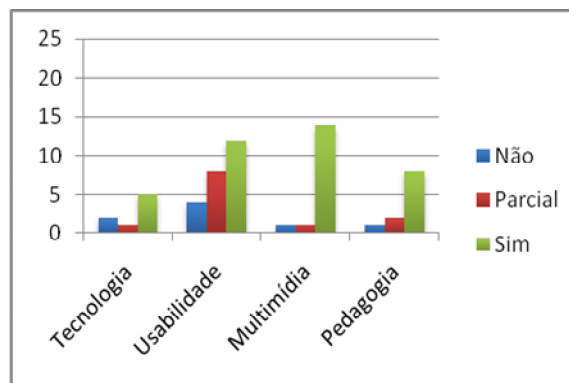


Figura 5.7 - Avaliação heurística do jogo Picolé Digital

Na lista de verificação do jogo “Picolé Digital”, há repostas negativas em todos os aspectos. Contudo, a maioria das repostas relacionadas às heurísticas de multimídia e pedagogia é positiva. Basicamente, o maior nível de inadequação deste jogo está relacionado ao aspecto de usabilidade.

5.3. Avaliação do Aprendizado das PNEE

A avaliação periódica da aprendizagem é uma prática importante para o desenvolvimento cognitivo das PNEE. Na APAE, todos os alunos recebem apoio pedagógico no laboratório de informática com o uso de jogos educativos e estratégias pedagógicas. O professor acompanha o desenvolvimento dos alunos desde o primeiro contato com o computador até o alcance do aprendizado pretendido. Além disso, as dificuldades de aprendizagem são registradas em uma ficha que é regularmente atualizada de acordo com a evolução do aprendizado de cada aluno. Portanto, é através deste registro que as aulas são preparadas e os jogos educativos selecionados.

Para verificar a eficiência dos jogos educativos desenvolvidos em apoiar o aprendizado das PNEE, o jogo 1 foi utilizado durante algumas aulas no laboratório de informática da APAE. Neste caso, as aulas e horários foram devidamente agendados e os alunos selecionados de acordo com o nível de conhecimento sobre o conteúdo do jogo 1: formas geométricas.

Conforme descrito na seção 4.4.1, o jogo 1 aborda os conceitos de algumas formas geométricas básicas: quadrado, círculo, triângulo, retângulo, hexágono, pentágono, losango e estrela. As atividades deste jogo estão relacionadas à associação de figuras, sendo exigida apenas a ação de clicar com o mouse.

Para esta avaliação, foram selecionados três alunos (turma 4) que interagiram com o jogo 1 durante 9 aulas distribuídas ao longo de 4 semanas (1 mês). Cada aula teve, em média, 2 horas de duração. A figura 5.5 apresenta o perfil dos três alunos da turma 4.

Tabela 5.5 - Perfil dos alunos da turma 4

Idade	Sexo	Necessidade Especial	Dificuldades de Aprendizagem	Experiência com Jogos
10	Masculino	Deficiência Intelectual	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades na resolução de problemas; - Dificuldades de memorização; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
11	Masculino	Financeiramente desfavorecido	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de compreensão visual; - Dificuldades de atenção; - Dificuldades de compreensão matemática.	- Pouca experiência com jogos.
9	Feminino	Desfavorecido economicamente	- Boa habilidade com o computador; - Dificuldades de compreensão visual; - Dificuldades de atenção.	- Pouca experiência com jogos.

Para verificar o conhecimento prévio dos alunos antes da utilização do jogo foram utilizadas duas fontes de informação: a documentação do aluno (ficha mencionada anteriormente) e uma avaliação inicial com algumas atividades em papel. O resultado da

avaliação inicial apontou que a maioria dos alunos conhecia pelo menos cinco formas: quadrado, círculo, triângulo, retângulo e estrela. Contudo, desconheciam figuras: pentágono, hexágono e losango.

O aprendizado dos alunos foi verificado ao longo da investigação. Durante este período, nas aulas em laboratório, foi solicitado aos alunos que pronunciassem o nome de cada forma geométrica recortada em papel. De modo geral, os resultados indicaram que houve assimilação, associação e reconhecimento das figuras que não faziam parte do conhecimento prévio destes alunos.

Na última aula, as atividades avaliativas em papel, as mesmas empregadas no início da investigação, foram aplicadas novamente. A tabela 5.6 apresenta os resultados da avaliação inicial aplicada e os resultados da avaliação final. Cabe ressaltar, que durante a investigação, o professor não aplicou qualquer tipo de estratégia pedagógica que pudesse intervir no aprendizado dos alunos.

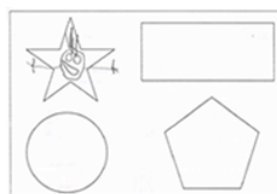
Tabela 5.6 - Conhecimento dos alunos antes e depois de utilizarem o jogo

Aluno	Resultados da avaliação inicial	Resultados da avaliação final
1	<p>Soube associar e reconhecer as seguintes figuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Triângulo; - Estrela; - Losango; <p>Dificuldades:</p> <p>Teve dificuldade para diferenciar as figuras do quadrado e retângulo.</p>	<p>Aprendizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compreendeu gradativamente as diferenças entre o quadrado e retângulo; - Aprendeu a pronunciar corretamente os nomes das figuras. - Assimilou e soube associar as figuras do hexágono, pentágono.
2	<p>Associou e reconheceu corretamente as seguintes formas básicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Círculo; - Quadrado; - Estrela; <p>Dificuldades:</p> <p>A memorização de palavras e escrita são as principais dificuldades de aprendizagem</p>	<p>Aprendizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendeu a associar as figuras do hexágono e pentágono e a pronunciar os nomes corretamente. - Aprendeu a diferenciar os nomes triângulo e retângulo. - Soube pronunciar os nomes de todas as figuras geométricas.

	deste aluno. Por isso, durante as aulas, houve dificuldades para lembrar e pronunciar os nomes corretos das figuras do hexágono e pentágono.	
3	<p>Soube associar e reconhecer corretamente cinco figuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Triângulo; - Retângulo; - Quadrado; - Círculo; - Losango; <p>Dificuldades:</p> <p>Houve dificuldades de associação e pronuncia correta das figuras do pentágono e hexágono.</p>	<p>Aprendizado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teve um bom desempenho de aprendizado em relação às figuras desconhecidas: hexágono e pentágono. - Apresentou todas as figuras pronunciando o nome correto de cada uma.

As figuras 5.8, 5.9 e 5.10 apresentam a comparação de algumas atividades da avaliação inicial e final de cada aluno. Nas figuras 5.6 e 5.8, foi solicitado ao aluno que desenhasse os olhos e boca no pentágono e hexágono. Na figura 5.7, foi solicitado que o aluno tracejasse as figuras do quadrado, estrela e losango na parte superior, e pintasse somente a figura do retângulo na parte inferior.

Avaliação Inicial



Avaliação Final

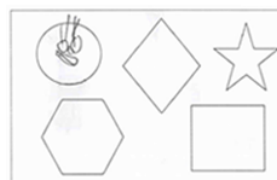


Figura 5.8 – Avaliação inicial e final do Aluno 1

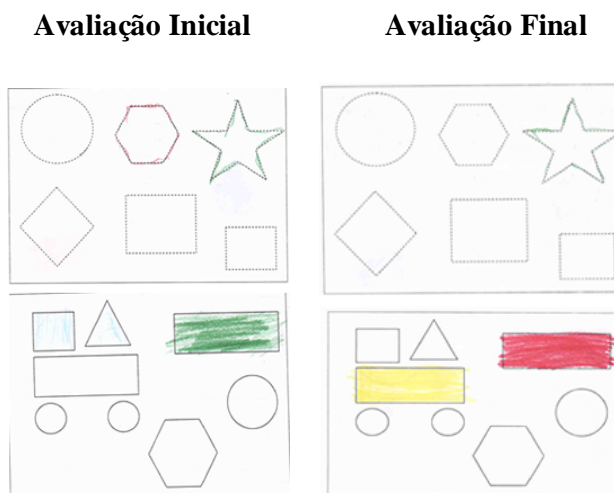


Figura 5.9 – Avaliação inicial e final do Aluno 2

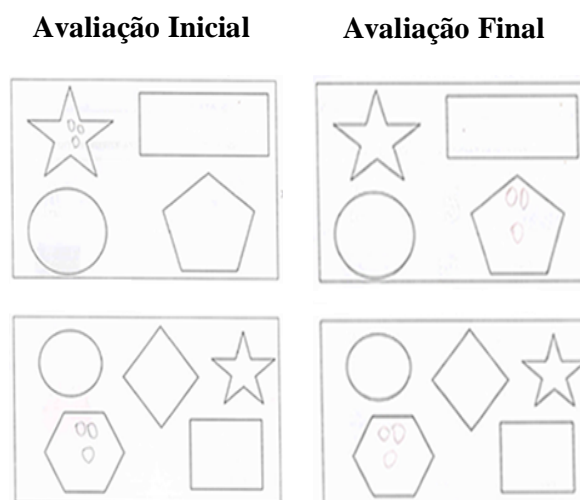


Figura 5.10 – Avaliação inicial e final do Aluno 3

A análise dos resultados apresentados indica a evolução individual do aprendizado e confirmam a importância do acompanhamento e avaliação periódica de cada aluno. Deste modo, os resultados sugerem que a adequação dos jogos educativos apóia o aprendizado.

6. Considerações Finais

Uma das principais contribuições deste trabalho refere-se ao processo de investigação sobre as dificuldades de interação das PNEE com os jogos educativos e, conseqüentemente, dos obstáculos que este tipo de objeto de aprendizagem pode oferecer ao aprendizado de um aluno com necessidade educativa especial.

Este processo teve início a partir de um estudo dos fundamentos psicopedagógicos e computacionais que pode influenciar a construção de jogos educativos adequados às PNEE. Em seguida, foi necessário analisar técnicas para levantamento de requisitos adequados à coleta de informações para o cenário em questão. A abordagem utilizada foi baseada na combinação da prototipagem com a observação participante. Este processo foi essencial para a identificação das dificuldades de interação.

A associação destas dificuldades aos fundamentos das teorias de aprendizagem permitiu um conhecimento mais aprofundado dos aspectos que poderiam efetivamente contribuir para o aprendizado das PNEE uma vez que o aspecto didático, a teoria do aprendizado, foi combinado às especificidades do aprendiz, as dificuldades das PNEE. Por fim, esta análise foi a base para a definição das heurísticas tecnológica, pedagógica, multimídia e de usabilidade.

Este trabalho se diferencia daqueles pesquisados na literatura, principalmente no que diz respeito à combinação de diferentes áreas de estudo com a observação das dificuldades de interação das PNEE com jogos educativos desenvolvidos, assim como em relação à combinação dos diversos aspectos considerados da literatura sobre qualidade de software educacional. Deste modo, as heurísticas definidas são instruções que agregam conceitos e considerações tanto da literatura, quanto do estudo e análise das limitações, dificuldades de aprendizagem e dificuldades interação das PNEE.

Os resultados deste trabalho, além de contribuírem para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem adaptados para PNEE, pode ainda colaborar para a seleção e avaliação destes recursos educativos por profissionais da educação. Conforme delineado na seção 5.2, os jogos utilizados na APAE que foram avaliados a partir da lista de avaliação heurística

apresentaram um conjunto de problemas que violam algumas heurísticas definidas. Tal fato comprova a viabilidade e utilidade destas diretrizes e da lista de verificação heurística como instrumento avaliativo.

Além disso, os resultados do aprendizado das PNEE em relação ao conteúdo do jogo avaliado indicam que os jogos educativos, quando apropriados às dificuldades de aprendizagem, interação e outros tipos de limitações, podem ser mais eficientes ao processo de aprendizado das PNEE. Desta forma, a contribuição deste trabalho está indiretamente associada ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e afetivas, à inclusão educacional e digital, ao reforço educacional multidisciplinar e à interação e convivência social do público alvo: PNEE.

Em relação ao escopo do contexto estudado, este trabalho enfocou 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. Além disso, na APAE, houve a participação tanto de alunos cujas dificuldades de aprendizagem são decorrência de seus déficits intelectual, sensorial, físico ou motor, quanto de alunos que apresentavam dificuldades de aprendizagem por motivos sociais, emocionais e culturais.

As atividades avaliativas utilizadas para verificar o aprendizado do aluno (seção 5.3) em relação ao conteúdo do jogo 1, apresentam algumas limitações em relação à sua aplicação: a) Cada exercício exige apenas que o aluno reconheça a figura geométrica solicitada; b) Foi aplicado apenas um exercício para verificar o aprendizado de cada figura geométrica; c) Houve apenas dois momentos de avaliação, antes da utilização do jogo 1 e após a investigação.

Em trabalho futuros pretende-se, a partir dos resultados desta pesquisa, desenvolver jogos educativos fundamentados sob técnicas da Inteligência Artificial para aumentar a capacidade de apoio a aprendizagem significativa. Uma alternativa seria o jogo educativo apresentar *feedback* e orientações personalizadas, de acordo com as dificuldades de aprendizagem de cada PNEE. Além disso, almeja-se aprofundar o estudo em relação ao aprendizado do aluno que utiliza os jogos educativos adequadamente desenvolvidos como ferramenta de apoio.

Referências Bibliográficas

ADL. Advanced Distributed Learning. ADL Guidelines for creating reusable content with Scorm 2004. July, 31, 2008. Version 1.0.

AGAR, M. H. Ethnography. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. **Elsevier Science Ltd.** 2001, ISBN: 0-08-043076-7.

ALVES, L; SOUZA, A. Repositórios de Objetos de Aprendizagem – Possibilidades Pedagógicas. In **Actas da IV Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação**, Desafios’ 2005, Challenges’ 2005. Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, pp. 167-178.

ANDERSON, B. **Work, Ethnography and System Design. The Encyclopedia of Microcomputers**, A. Kent and J.G. Williams (eds.), Marcel Dekker, New York, Vol. 20, 1997, p. 159-183.

APAE. Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais. Rede Apae e sua história. Acessado em julho de 2010. <http://www.apaebrasil.org.br/>

ARAGÃO, R. M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: Sistematização dos aspectos teóricos fundamentais.** Campinas, SP, 1976. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

ATAYDE, A. P. R. **Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil – MAQSEI.** Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003, 250 p.

ATAYDE, A. P. R. TEIXEIRA, A. B. M. PÁDUA, C. I. P. S. MAQSEI - uma Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil. **XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ**, 2003, p. 356 – 365.

AUSTIN, K. A. Multimedia learning: Cognitive individual differences and display design techniques predict transfer learning with multimedia learning modules. *Computers & Education*, **Elsevier**. **2009**, p. 1339–1354.

BADDELEY, A. Working memory: looking back and looking forward. **Nature Reviews,| Neuroscience**. Volume 4, 2003, p. 829–839.

BERTOLDI, S. **Avaliação de Software Educacional: Impressões e Reflexões.** Originalmente apresentado como monografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999, 31 p.

BIMSON, K. D., BUNIS, L. B. Evolutionary Prototyping: Techniques for Structuring the Iterative Development of Knowledge-Based Systems. In **Digital Library IEEE Xplore.**, 1990, p. 211- 219.

BOOTH, T.; AINSCOW, M. **Índex para inclusão: Desenvolvendo a aprendizagem e a participação na escola.** Versão portuguesa produzida pela “Cidadãos do Mundo” com autorização escrita da CSIE . Tradução de: Ana Benard da Costa e José Vaz Pinto. Edição e produção para CSIE por Mark Vaughan. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação a Distância. Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico.** Brasília - DF: MEC, SEED. ISBN: 978-85-296-0093-2, 2007, 154 p.

CAREO. Campus Alberta Repository of Educational Objects. Disponível em : <http://www.ucalgary.ca/commons/careo/> . Acessado em: 25 de janeiro de 2010.

CAWS, C., FRIESEN, N. A New Learning Object Repository for Language Learning: Methods and Possible Outcomes. **Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects.** Volume 2, 2006, p. 111- 124.

CHAPMAN, C. N., LAHAV, M., BURGESS, S. Digital Pen: Four Rounds of Ethnographic and Field Research. Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences , **IEEE Xplore**, 2009, 10 p.

CHONG , T. S. Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. **Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT).** Vol. 2, 2005, p. 106-117.

CORREIA, L. M. **Problematização das dificuldades de aprendizagem nas necessidades educativas especiais. Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho.** Análise Psicológica, 2004, XXII: 369-376.

CRABTREE, A. Ethnography in Participatory Design. **Participatory Design Conference**, 1998, p 93-105.

CYBIS, W., BETIOL, A. H., FAUST, R. Ergonomia e Usabilidade Conhecimentos, Métodos e Aplicações. Edit. **Novatec**, 2007, p. 22 – 48. ISBN: 978-85-7522-138-92007

DAVIS, A. M. Operational Prototyping: A New Development Approach. In Digital Library **IEEE Xplore.** 1992, p. 70 -78.

DCMI, Dublin Core Metadata Initiative. DCMI Metadata Terms. **DCMI Usage Board**, 2008. Acessado dia 18 de dezembro de 2009. <http://dublincore.org/>

DOWNES. S. Learning Objects: Resources For Distance Education Worldwide. **International Review of Research in Open and Distance Learning.** Vol. 2, No. 1, 2001. ISSN: 1492-3831.

FALKEMBACH, G. A. M., GELLER, M., SILVEIRA, R. S. Desenvolvimento de Jogos Educativos Digitais utilizando a Ferramenta de Autoria Multimídia: um estudo de caso com o ToolBook Instructor. **Novas Tecnologias CINTED-UFRGS na Educação**, V. 4 N° 1, 2006, 10 p.

FARIA, M. A., SILVA, R. C. S. Ead: O Professor E A Inovação Tecnológica. Associação Brasileira de Educação a Distância. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo SP, 2007, 8 p.

FAVA, F. Jogando com o ar: o sopro como instrumento de acessibilidade nos jogos eletrônicos. In: SBGames 2008 - **VII Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, 2008, Belo Horizonte – MG**, v. 1. p. 115-121. ISBN: 85-766-9215-5

FURTADO, M. R. S. **As Armadilhas da Educação Inclusiva: um estudo de caso em uma escola da Rede Municipal de Educação de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2007. 122 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

GAMA, C. L. G. **Método de Construção de Objetos de Aprendizagem com Aplicação em Métodos Numéricos**. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2007, 210 p.

GOMES A. S., CASTRO F. J. A., GITIRANA V., SPINILLO A., ALVES M., MELO M., XIMENES J. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática, **WIE, Florianópolis – SC**, 2002, 8 p.

GUEDES, J. R., GUEDES, C. L. Produção de Software Educativo através de um Projeto Interdisciplinar. In: **IV Congresso Brasileiro de Computação (CBComp)**, 2004, p. 223-228, Itajaí - SC.

HEIDRICH, R. O., MEDINA, G., SALCE, F. A. P. Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para Crianças com Necessidades Educacionais Especiais. **CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação**. V. 6, Nº 1, 2008, 11 p.

HOGETOP, L. **A mediação com pessoas com necessidade educacionais especiais em ambientes de aprendizagem virtuais: desvelando caminhos para a atuação na zona de desenvolvimento proximal**. Porto Alegre, RS, 2003. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

IEEE Std. 830, IEEE Guide to Software Requirements Specification. **The Institute of Electrical and Electronics Engineers**, New York, EUA, 1984, 26 p.

IMS. **Innovation Adoption Learning. Global Learning Consortium**. Version 1.2.1 Final Specification, 28 September 2001 . Acessado no dia 14 de dezembro de 2009. <http://www.imsproject.org/metadata/>

ISO. **International Standards Organization**. ISO Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – The Directory: Overview of Concepts, Models and Service. ISO/IEC JTC 1/SC21; 1988. International Standard 9594-1.

ISO/IEC 9126-1. **Engenharia de software - Qualidade de produto**. ABNT/CB-21. Associação Brasileira de Normas Técnicas e Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados, 2002, 21 p.

IVIE, S. D. **Ausubel's Learning Theory: An Approach To Teaching Higher Order Thinking Skills**.(educational psychologist David Paul Ausubel). High School Journal, University of North Carolina Press, Oct. 1998, 35 p.

JARDIM, W. R. S. **Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Fundamental. Manual de identificação e intervenção.** 2ª edição, editora Loyola, São Paulo, SP, 2001.

KEBRITCHI, M.; HIRUMI, A. Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games. *Computers & Education*, Elsevier. **Instructional Technology, Educational Research, Technology and Leadership, College of Education, University of Central Florida**, 2008, p. 1729–1743.

KIRSCHNER, P. A. Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. **Learning and Instruction, Elsevier Science.** 2002, p 1- 10.

LEMOS, A. M.; SOUZA, C. R. B. Engenharia de requisitos em ambientes distribuídos de desenvolvimento de software: resultados preliminares de um estudo etnográfico. *Anais do WER08 - Workshop em Engenharia de Requisitos*, Barcelona, Catalonia, Spain, 2008, p. 85-95.

LIGUORI, L. M. As novas tecnologias da informação e da comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais. **In: LITWIN, E. Tecnologia Educacional: política, histórias e propostas.** Porto Alegre: Artmed, 1997. p. 78-97.

LTSC. Learning Technology Standards Committee. **Draft Standard for Learning Object Metadata.** 2002, New York, NY 10016-5997, USA. IEEE 1484.12.1-2002.

MARQUES, L. P. **Professores de alunos com deficiência mental: concepções e práticas pedagógicas.** 2000. 208f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

MARTINS, E. J. S.; NETO, J.A. S. P.; CARPENTIERI, N.M.; CRUZ, S. G. F. P. **Diferentes faces da Educação.** São Paulo, SP, Arte e Ciência Villipes, 2001. ISBN: 85-7473-043-2.

MARTINS, L. E. G. **Uma Metodologia de Elicitação de Requisitos de Software Baseada na Teoria da Atividade.** Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, 2001, 182 p.

MAYER, R. E. Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. **New Directions For Teaching And Learning**, no. 89, Spring, Wiley Periodicals, Inc. 2002, p. 55 - 71.

MAYER, R. E. **Multimedia learning.** Cambridge: University Press. ISBN: 0-521-78239-2, 2001, 186 p.

MAYER, R. E., MORENO, R. Animation as an aid to multimedia learning. **Educational Psychology Review**, 2002, p. 87–99.

MAYER, R. E., MORENO. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. **Educational Psychologist, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.** 2003, p. 43–52.

MAYER, R.E. Introduction to multimedia learning. in R. E. Mayer (Ed.). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning.** New York: Cambridge University Press. CA 93106-9660 USA, 2005, 10 p.

MEYER, M. A. How to Apply the Anthropological Technique of Participant Observation to Knowledge Acquisition for Expert Systems. **IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics**, Vol. 22, No. 5, September/October 1992.

MULLER, I. **Aconselhamento com pessoas portadoras de deficiência: experiência de um grupo na comunidade**. São Leopoldo, RS, 1999.

NAMUTH, D.; FRITZ, S. ; KING, J. ; BOREN, A. Principles of Sustainable Learning Object Libraries. **Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects**. Volume 1, 2005.

NASCIMENTO, M. I. L. M. Avaliação de Software Educativo: Aspectos relevantes. Revista e- Curriculun, vol. 2, 2007, 20 p. ISSN: 1809-3876.

NEWMAN, M.W.; LANDAY, J.A. **Sitemaps, Storyboards, and Specifications: A Sketch of Web Site Design Practice**. In **Proceedings of Designing Interactive Systems: DIS 2000**. New York, NY. 2000, p. 263-274.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. **Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008**, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, 36 p.

NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements engineering: a roadmap. **International Conference on Software Engineering, Limerick, Ireland**. Proceedings... New York, NY, USA: ACM Press, 2000. p.35–46. ISBN 1-58113-253-0.

OLIVEIRA, E. W. **Segmentação de Objetos De Aprendizagem e Abordagens para sua Utilização. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, 2009, 131 p.

OLIVEIRA, L. M. G. **Educação Especial e Tecnologias Computacionais: Jogos de Computador Auxiliando o Desenvolvimento de Crianças Especiais**. I Encontro Paranaense de Psicopedagogia – ABPppr. Maringá. 2003, p. 123 - 129.

PAIVIO, A. **Mental Representations: A Dual Coding Approach**. New York: Oxford University, Press, 1986, 19 p.

PAN, M. Direito a diferença: uma reflexão sobre a deficiência intelectual e educação inclusiva. Curitiba: **IBPEX**, 2008.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PLAZA, I., MARCUELLO, J.J. IGUAL, R., ARCEGA, F. Proposal of a Quality Model for Educational Software. **IEEE Xplore**, 2009, 6 p.

PREECE, J; ROGER, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Ed. Bookman, São Paulo, SP. 2002. ISBN: 0- 471-49278-7.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. McGraw-Hill, São Paulo- SP, 6ª ed., 2006, p. 37 – 57, 2006.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Brasport, Rio de Janeiro-RJ, 3ª ed., 2005, p. 123 – 128.

RIVED. **Rede Internacional Virtual de Educação**. Disponível em: <rived.proinfo.mec.gov.br/ - 3k> Acessado em: 25 de janeiro de 2010.

ROBERTSON, S.; ROBERTSON, J. **Mastering the requirements process**. Reading, MA ,EUA: Addison Wesley, 1999.

ROCHA, A. R. C., MALDONADO, J. C., WEBER, K. C. **Qualidade de Software: teoria e prática**. Prentice Hall, São Paulo – SP, 2001, 303 p. ISBN: 85-87918-54-0.

ROCHA, A. R., CAMPOS, G. B. **Avaliação da Qualidade de Software Educacional**. Em **Aberto: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Brasília, vol. 12, n.57, 1993, p. 32 – 43.

ROSA, M. C. S. **Elicitação de Requisitos Funcionais e Não-Funcionais em Software Legado com Ênfase na Engenharia de Requisitos Orientada a Objetivos**. Originalmente apresentada como monografia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas , Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2005, 63 p.

SALAMANCA. Declaração e Enquadramento da Acção. Declaração de Salamanca e enquadramento da acção 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 1994. ED-94/WS/18.

SANTOS, E.; ALVES, L. **Práticas pedagógicas e tecnologias digitais**. Rio de Janeiro: Editora: E-papers, 2006, 328 p., ISBN: 85-7650-083-3.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria Municipal de Educação**. Diretoria de Orientação Técnica. Referencial sobre avaliação da aprendizagem de alunos com necessidades educacionais especiais. São Paulo: SME / DOT, 2007. 116 p.

SCHLÜNZEN, E. T. M. et al. O Desenvolvimento de Projetos e o uso do Computador no Ambiente de Aprendizagem para Crianças com Necessidades Especiais Físicas. **Anais do V Congresso Iberoamericano de Informática Educativa**. RIBIE. Viña Del Mar. Chile, 2000.

SCHMIDT, M. E., VANDEWATER, E. A. Media and Attention, Cognition, and School Achievement. **Spring** , 2008, vol. 18, p. 63 – 85.

SILVA, R. J. S. Avaliação de Software Educacional: critérios para definição da qualidade do produto. **III Simpósio Nacional da ABCiber**, ESPM/SP - Campus Francisco Gracioso, 2009, 15 p.

SILVA, J. T. **Metodologia de apoio ao processo de aprendizagem via autoria de objetos de aprendizagem por alunos**. Porto Alegre – RS, 2008. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Perarson Addison Wesley, 8ª ed., São Paulo – SP, ISBN: 978-85-88639-28-7, 2007, 552 p.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Tradução André Maurício de Andrade Ribeiro. São Paulo-SP, Ed.: Addison Wesley, 2003, 6ª edição. ISBN: 85-88639-07-6.

SOUZA, P. N. P. **Como entender e aplicar a nova LDB**. São Paulo, SP. Pioneira Thomson learning. Ed de 1997. ISBN: 85-221-0056-X.

SWELLER, J. **Evolution of human cognitive architecture**. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of learning and Motivation*, San Diego, CA: Academic Press., vol. 43, 2003, pp. 215-266.

SWELLER, J., MERRIENBOER, J. J. G. V., PAAS, F. G. W. C. Cognitive Architecture and Instructional Design. **Educational Psychology Review**, Vol. 10, No. 3, 1998, p. 251- 256.

TEIXEIRA, J. S. F.; SÁ, E. J. V.; FERNANDES, C. T. A taxonomy of educational games compatible with the LOM-IEEE data model. **Scientia, Interdisciplinary Studies in Computer Science**, vol. 19 , 2008, p. 44-59.

TEIXEIRA, J. S. F.; SÁ, E. J. V.; FERNANDES, C. T. Representação de Jogos Educacionais a partir do Modelo de Objetos de Aprendizagem. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). **Anais do XXVII congresso da SBC. WIE XII workshop sobre informática na escola. Rio de Janeiro**, julho de 2007.

TORRENTE, J.; MORENO, P. G.; MANJON, B. F. **Learning Models for the Integration of Adaptive Educational Games in Virtual Learning Environments**. Dpto. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial. Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid. Edutainment 2008, LNCS 5093, pp. 463–474, 2008.

VEER, R. V. D.; VALSINER, J. **Vygotsky: uma síntese**. São Paulo, SP: Ed Loyola, 2001. 477 p. ISBN 85-15-01275-8.

Anexos

Anexo I: Entrevista com a Professora da APAE

1. Quantos alunos participam das aulas de apoio pedagógico com jogos educativos no laboratório de informática?

R.: Todos os alunos matriculados na APAE participam uma vez por semana da aula de apoio pedagógico. As aulas, horários e turmas são devidamente distribuídos durante a semana.

2. Quais são os tipos de dificuldades de aprendizagem dos alunos?

R.: Além das limitações e deficiências diagnosticadas, a maioria dos alunos tem dificuldade de memorização, raciocínio lógico, dificuldades de leitura e escrita, falta de compreensão de números e contagem.

3. Quais são as principais causas destas dificuldades de aprendizagem?

R.: A falta de estímulo da família, situação social, algum tipo de deficiência diagnosticada, e outros. É importante lembrar que as dificuldades de aprendizagem de cada indivíduo dependem tanto do grau da deficiência diagnosticada, quanto da situação social e financeira.

4. Quais são os jogos educativos mais utilizados durante as aulas?

R.: Os mais utilizados são: Picolé digital, ABC da Mônica, Frankling matemática e português, a coleção do Coelho sabido, Dally Doo, Meus primeiros passos, Escola e diversão, Arthur e Histórias da Mônica.

5. Os jogos educativos são selecionados de acordo com as dificuldades de aprendizagem dos alunos?

R.: Sim

6. Como ocorre esta seleção?

R.: Primeiro faço uma sondagem com a professora sobre as dificuldades dos alunos em relação às disciplinas. Em seguida no laboratório de informática, faço uma segunda sondagem da interação do aluno com o jogo e com o computador, todas as informações sobre as dificuldades de aprendizagem de cada aluno são registradas em uma ficha. Logo após, seleciono os jogos educativos que considero mais adequados às necessidades educativas registradas.

7. Você utiliza alguma estratégia pedagógica atrelada ao uso dos jogos educativos durante as aulas no laboratório de informática? Qual?

R.: Sim. Para algumas turmas, o apoio é individual, para outras preparo uma aula em

grupo com dinâmicas que incitam os alunos a participarem de uma conversa sobre o conteúdo do jogo educativo e sobre as próprias dificuldades que eles têm em relação a este conteúdo. Enquanto um aluno do grupo interage com o jogo educativo, os demais observam e ajudam o coleguinha, quando este tem alguma dúvida. Todos do grupo têm a oportunidade de interagir com o jogo.

8. Há quantos computadores no laboratório informática? Quantos funcionam perfeitamente?

R.: Há 11 computadores e todos funcionam perfeitamente.

9. Os computadores têm acesso à internet?

R.: Não há acesso a internet por falta de verba e manutenção.

10. Qual a configuração dos computadores?

R.: A maioria dos computadores tem a seguinte configuração:

- Processador Intel Celeron 1.6 GHz
- 520 MB de memória;
- 60 HD;

Anexo II: Lista de Avaliação Heurística

Jogo Educativo: _____

Data: ____/____/____

Responda as questões conforme a indicação da legenda:

- 1- Nunca
2- Parcial
3- Sempre

Aspecto	Questões	1	2	3
TECNOLOGIA	É possível usar a ferramenta em diferentes sistemas operacionais?			
	O jogo é fácil de ser instalado?			
	A velocidade do jogo é rápida?			
	O jogo não apresenta qualquer tipo de falha ou erro?			
	O jogo é fácil de ser modificado?			
	Há alguma documentação técnica quanto à instalação do jogo?			
	O jogo precisa de algum software adicional ou componente a serem instalados?			
	O software/componente necessário para instalação esta facilmente disponível?			
USABILIDADE	O jogo proporciona interatividade simples, intuitiva e fácil de aprender?			
	O nível de interação com o mouse e teclado corresponde ao grau de experiência do público alvo, com computadores?			
	A interface do jogo permite que qualquer erro de resposta de alguma atividade seja reversível?			
	O funcionamento do jogo é simples o suficiente de modo que o usuário não precise aprender tudo novamente sobre as funcionalidades?			
	O usuário tem controle e autonomia sobre as funcionalidades gerais do jogo?			
	A quantidade de controle é razoável, de modo que o usuário lembre em qualquer momento?			
	As áreas que exigem ações estão bem posicionadas em relação ao centro de atenção do usuário?			
	As palavras, conceitos e frases são simples e compatíveis com o nível de conhecimento do usuário?			
	O jogo possui uma documentação objetiva e clara quanto ao passo a passo (instrução) das ações a serem executadas pelo usuário?			
	Para facilitar a leitura, as frases ou palavras estão formatadas em maiúsculo?			

USABILIDADE	O jogo é consistente e padronizado quanto à apresentação dos elementos multimídias e conteúdos?			
	O jogo permite tempo livre para execução das atividades em todas as fases?			
	As fases do jogo possuem sequência e graus variados?			
	O jogo é atrativo possibilitando o envolvimento do aluno de maneira ativa?			
	O personagem virtual do jogo possui fala explicativa clara e objetiva que favorece a compreensão do usuário?			
	As imagens/figuras do jogo fazem parte do conhecimento prévio do usuário?			
	A estrutura de navegação permite que o usuário tenha acesso a qualquer tela do jogo?			
	O usuário consegue sair do jogo a partir de qualquer ponto?			
	Ao clicar no botão “Sair” existiu uma janela de confirmação para saída?			
	A janela de confirmação de saída contém a narrativa em áudio que verifica se realmente o usuário quer sair do jogo?			
	Os ícones do jogo são de tamanho ampliado para facilitar a manipulação do usuário?			
	O jogo contém botões devidamente etiquetados que executam a ação proposta?			
	O jogo é livre de personagens ou figuras que distrai o usuário e o impede de prosseguir?			
	MULTIMÍDIA	As cores das fontes mantêm contraste com o plano de fundo do jogo?		
O cenário do jogo é bem organizado e estruturado?				
As imagens do jogo são divertidas e fogem de traços realísticos?				
Os personagens e desenhos principais estão bem alinhados na região central da tela?				
As figuras ou imagens possuem traços nítidos e bem definidos?				
As figuras ou imagens estão bem posicionadas sem sobreposições?				
A animação do jogo é utilizada em momentos adequados, de forma a não comprometer a atenção do usuário a atividade principal?				
Todas as animações do jogo contêm uma opção para repetir a sequência?				
As animações são apresentadas individualmente por tela?				
As animações do jogo são apresentadas somente com texto narrado?				

MULTIMIDA	O som é utilizado para ganhar a atenção e reforçar a informação ao usuário?			
	A música de fundo é suave e divertida com volume adequado?			
	As palavras ou textos se encontram alinhadas as suas respectivas imagens representativas?			
	O jogo utiliza recursos sonoros com boa definição?			
	Possui os controles de som: habilitar e desabilitar?			
	O modo de visualização do jogo é tela cheia?			
PEDAGOGIA	O conteúdo do jogo é apresentado em um contexto autêntico?			
	Os conceitos e vocabulários são compatíveis com a maturidade intelectual do público-alvo?			
	O conteúdo apresenta sequencia lógica e didática do assunto?			
	Todas as informações do jogo são apresentadas de forma clara e objetiva?			
	O jogo apresenta reforços motivacionais que estimula o usuário a continuar interagindo?			
	O conteúdo é coerente e com idéias equilibradas?			
	O conteúdo é livre de erros de ortografia e digitação?			
	O conteúdo é simples e organizado na área central da tela?			
	O jogo oferece feedback imediato após cada resposta do usuário?			
	Após respostas incorretas, o jogo retorna informações ao usuário sobre como corrigir as suas respostas, ou dicas para tentar novamente?			
Possui alerta motivacional quando o aprendiz fica por algum tempo sem executar o próximo passo de uma dada tarefa?				