

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DEBORAH SERPA JAEGGE DECCACHE  
LUCAS DE CASTRO ALVES**

**COMPUTAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O  
DESENVOLVIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL DE PESSOAS COM  
NECESSIDADES ESPECIAIS**

**NITERÓI  
2013**

**DEBORAH SERPA JAEGGE DECCACHE  
LUCAS DE CASTRO ALVES**

**COMPUTAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O  
DESENVOLVIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL DE PESSOAS COM  
NECESSIDADES ESPECIAIS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosângela Lopes Lima

**NITERÓI  
2013**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF

D291 Deccache, Deborah Serpa Jaegge

Computação como ferramenta para o desenvolvimento e inclusão social de pessoas com necessidades especiais / Deborah Serpa Jaegge Deccache, Lucas de Castro Alves. – Niterói, RJ : [s.n.], 2013.

77 f.

Trabalho (Conclusão de Curso) – Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal Fluminense, 2013.

Orientadora: Rosângela Lopes Lima.

1. Internet; aspecto social. 2. Pessoa com deficiência. 3. Acesso `a informação. 5. Inclusão social. 6. Ciência da Computação. 6. Ciência da Computação. I. Alves, Lucas de Castro.II. Título.

CDD 004.67

**DEBORAH SERPA JAEGGE DECCACHE  
LUCAS DE CASTRO ALVES**

**COMPUTAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O  
DESENVOLVIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL DE PESSOAS COM  
NECESSIDADES ESPECIAIS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 15 de março de 2013

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosângela Lopes Lima  
Orientadora  
UFF

---

Prof<sup>a</sup>.Dra. Daniela Gorski Trevisan  
UFF

---

Prof<sup>a</sup>.Dra. Isabel Cafezeiro  
UFF

**NITERÓI  
2013**

*À minha família.*

D. S. J. DECCACHE

*À minha família, em especial,  
minha querida avó, Esmeralda  
Alves, em memória.*

L. C. ALVES

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente ao meu Deus, que me deu vida e me permitiu concluir esse trabalho, dando direção em tudo, no tempo certo. Em muitos momentos pensei que não fosse conseguir, mas sei que Ele me deu coragem para continuar.

Ao meu pai Celso Deccache, um grande exemplo que sempre me inspirou, me ajudou e me apoiou em tudo e à minha mãe Bianca Serpa, que abdicou de tudo para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha irmã Lara Serpa, pela força e amizade.

Aos meus familiares, por todo incentivo e palavras de amor e de carinho.

Ao meu amor, Emanuel Moura, por toda ajuda e incentivo nos estudos, paciência em momentos de ausência, e amor, que é a base de tudo.

Ao Lucas Alves, meu parceiro nesse trabalho, por todo esforço aplicado.

Aos meus amigos e irmãos em Cristo, pelas orações e momentos de alegria.

À professora Rosângela Lopes Lima por toda a contribuição para a realização desse trabalho.

Às professoras Daniela Gorski Trevisan e Isabel Cafezeiro por aceitarem fazer parte da banca examinadora.

Aos demais professores que contribuíram para a minha formação, fornecendo conhecimento desde a escola até a universidade.

Deborah Serpa Jaegge Deccache

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, João Paulo e Lúcia Helena, por toda dedicação e incentivo que me deram ao longo da minha vida.

Ao meu irmão, Moisés Alves, por todo apoio dado e por ser um grande companheiro em todas as horas.

A todos os demais familiares, que de alguma forma participaram da minha formação.

À minha namorada, Amanda Porto, pelo amor, incentivo e paciência pelas horas que perdemos em virtude da realização deste trabalho.

A todos os meus grandes amigos.

À minha orientadora, professora Rosângela Lima, pela contribuição, ensinamentos e todas as ideias dadas durante a realização deste trabalho.

A todos os professores do Instituto de Computação da UFF, pelo conhecimento disseminado ao longo de toda a minha jornada.

Lucas de Castro Alves

“O sucesso nasce do querer, da  
determinação e persistência em se chegar a  
um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,  
quem busca e vence obstáculos, no mínimo  
fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

"Há homens que lutam um dia e são bons.  
Há outros que lutam um ano e são  
melhores.  
Há os que lutam muitos anos e são muito  
bons.  
Porém, há os que lutam toda a vida.  
Esses são os imprescindíveis.”

Bertolt Brecht

## RESUMO

Esta monografia trata da importância do ferramental computacional como auxílio ao desenvolvimento e inclusão social de pessoas com necessidades especiais. Tendo em vista o constante aumento do uso de computadores pessoais e da Internet e, relativamente, uma reduzida quantidade de programas ou sistemas voltados para usuários especiais, cada vez mais se fazem necessários estudos que possibilitem o desenvolvimento e a aplicação de softwares que permitam maior acessibilidade e auxiliem o processo de aprendizagem de pessoas com necessidades especiais. Visando acrescentar conhecimentos sobre esse tema que atualmente é de grande importância para a sociedade, este estudo se estrutura em três etapas principais. A primeira consiste de uma introdução ao contexto das necessidades especiais a fim de apresentar um campo de trabalho profícuo no que tange às possibilidades de desenvolvimento e aplicação do ferramental computacional. A segunda trata da acessibilidade pela internet através do desenvolvimento de um site voltado para usuários com necessidades especiais cujo objetivo é o de mostrar o quanto é importante, em termos de inclusão de pessoas, atender às regras básicas de usabilidade. Na terceira etapa apresenta-se um estudo de caso realizado em uma escola estadual do Rio de Janeiro, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento cognitivo de crianças a partir de intervenções com softwares.

Palavras-chaves: necessidade especial – inclusão digital – softwares – políticas públicas - escolas

## **ABSTRACT**

This monograph treats the importance of computational tools to assistance of the development and social inclusion of people with special needs. In view of constant increase in the use of personal computers and the Internet and, relatively, for a reduced amount of programs or systems for special users, more studies are needed to enable the development and the application of software that allow greater accessibility and assist the learning process of individuals with special needs. Aiming to add knowledge on this topic that is currently of great importance to society, this study is divided into three main stages. The first is an introduction to the special needs context in order to present a fruitful field of work in relation to the possibilities of development and application of computational tools. The second deals with the accessibility through internet by developing a website intended for users with special needs whose goal is to show how important is, in terms of inclusion of people, meet the basic rules of usability. In the third stage presents a case study conducted at a state school in Rio de Janeiro, with the objective of evaluate the cognitive development of children from interventions with software.

Keywords: special needs – including digital – softwares – public policy - schools

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Colméia de acrílico com estabilizador de punho com pino.....	32
Figura 2 Aparelho eletrônico utilizado para comunicação .....	33
Figura 3 Cartões de Comunicação.....	34
Figura 4 Pulseira de pesos.....	36
Figura 5 Capacete com ponteira .....	36
Figura 6 Colméia de acrílico.....	37
Figura 7 Lâminas.....	38
Figura 8 Switch Mouse (a), Roller Mouse (b) e Mouse ++ (c) .....	39
Figura 9 Tela do Sign Talk .....	40
Figura 10 Opções do Painel de Controle do Windows, dentre elas, Facilidade de Acesso .....	41
Figura 11 Opções de Acessibilidade no Windows.....	42
Figura 12 Menu principal do site com as imagens habilitadas .....	46
Figura 13 Menu principal do site com as imagens desabilitadas.....	47
Figura 14 Parte do site Globo.com.....	47
Figura 15 Logo criada para o site.....	54
Figura 16 Opções de alteração de fonte e contraste do site .....	55
Figura 17 Opções de Saltar para o Conteúdo, Mapa do Site e Acessibilidade do Site .....	56
Figura 18 Opção de Retornar ao Topo do site .....	56
Figura 19 Página Principal do Site .....	57
Figura 20 Édouard Lucas (1842-1891).....	62
Figura 21 Exemplo de Torre de Hanói .....	63
Figura 22 Resolução da Torre de Hanói .....	64
Figura 23 Imagem do jogo do site da UFRGS.....	67
Figura 24 Total de movimentos com 5 discos .....	70
Figura 25 Total de movimentos do pré e pós-teste com 4 discos .....	72
Figura 26 Total de movimentos do pré e pós-teste com 5 discos .....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Níveis de deficiência mental.....	21
Tabela 2 Total de deficientes: Idade x Sexo.....	24
Tabela 3 Total de deficientes: Alfabetização.....	24
Tabela 4 Total de deficientes: Frequência em creches.....	25
Tabela 5 Total de deficientes: Por nível de escolaridade.....	25
Tabela 6 Total de deficientes: Por nível de renda.....	26
Tabela 7 Total de deficientes: Por raça ou cor.....	26
Tabela 8 Indicação de sites acessíveis.....	52
Tabela 9 Avaliação do Da Silva.....	58
Tabela 10 Avaliação do Hera.....	59
Tabela 11 Tabela de percentis com 3 e 4 discos.....	69
Tabela 12 Tabela de movimentos com 5 discos.....	70
Tabela 13 Média de movimentos do pré e pós-teste.....	71

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Objetivo Geral .....	14
1.2 Objetivo Específico.....	15
1.3 Motivação .....	15
1.4 Justificativa.....	16
1.5 Estrutura do Trabalho.....	16
2 NECESSIDADE ESPECIAL .....	18
2.1 Tipos de Necessidades Especiais.....	19
2.1.1 Deficiência Física .....	19
2.1.3 Deficiência Visual .....	20
2.1.4 Deficiência Mental .....	21
2.1.5 Autismo .....	22
2.1.6 Pessoas com dificuldade de aprendizagem .....	22
2.2 Estatísticas no Brasil sobre Pessoas com Necessidades Especiais .....	23
2.3 Políticas Públicas Inclusivas no Brasil.....	26
3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS.....	29
3.1 As Leis Brasileiras e a Tecnologia Assistiva .....	30
3.2 Tecnologias Assistivas e as Tecnologias de Informação e Comunicação .....	31
3.2.1 TIC como auxílio na comunicação .....	33
3.2.2 TIC usado para manipular o ambiente .....	34
3.2.3 TIC como ferramenta para o aprendizado.....	34
3.2.4 TIC como modo de inclusão no meio profissional .....	35
3.3 Tecnologias Assistivas para Computação.....	35
3.3.1 Adaptações Físicas .....	36
3.3.2 Adaptações de Hardware .....	37
3.3.3 Softwares especiais .....	39
4 ACESSIBILIDADE NA WEB: USABILIDADE PARA TODOS.....	43
4.1 Acessibilidade ao Alcance de Todos.....	44
4.2 Tecnologia Assistiva e Acessibilidade em Sites .....	44
4.3 Características de um Site Acessível .....	46

4.3.1	Imagens.....	46
4.3.2	Multimídia .....	47
4.3.3	Links .....	48
4.3.4	Conteúdo.....	49
4.3.5	Conteúdos dinâmicos .....	50
4.3.6	Subitens do menu .....	50
4.3.7	Equivalências não textuais .....	50
4.4	Diretrizes e Técnicas para Acessibilidade Web.....	51
4.5	Sites de Referência e Exemplos de Acessibilidade.....	52
4.6	O Site: Acessibilidade Para Todos .....	53
4.6.1	Ferramentas utilizadas durante seu desenvolvimento .....	53
4.6.2	Características que o tornam acessível.....	54
4.7	Avaliação de Acessibilidade do Site Acessibilidade Para Todos.....	58
4.7.1	Resultados da Avaliação .....	59
5	TORRE DE HANÓI COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ALUNOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS.....	60
5.1	Torre de Hanói: Histórias e Lendas.....	62
5.1.1	A lenda por trás do jogo .....	62
5.1.2	A lógica por trás do jogo.....	63
5.2	O Experimento: Aplicação do Jogo Torre de Hanói para Avaliar o Desenvolvimento Cognitivo de Alunos com Necessidades Educativas Especiais ....	65
5.2.1	A Metodologia adotada.....	65
5.3	Aplicação do Jogo .....	66
5.4	Resultados e Conclusões da Aplicação do Jogo.....	68
6	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a inclusão de pessoas com necessidades especiais na sociedade tem sido um assunto muito discutido nos últimos anos, tanto nas áreas sociais quanto nas educacionais. A partir da Declaração de Salamanca, de 1994, que é uma resolução da Organização das Nações Unidas (ONU) voltada para a política, prática e os princípios da educação especial, passou-se a considerar como uma das formas mais avançadas de democratização das oportunidades educacionais a inclusão dos alunos com necessidades especiais em classes regulares, valorizando ações que favoreçam o desenvolvimento de todos os alunos, já que antes desta Declaração, as políticas educacionais eram direcionadas, exclusivamente, para os grupos excluídos. (Fernandes e Glat, 2005).

Existem várias leis, no âmbito nacional, que também tratam sobre a inclusão destas pessoas. A Constituição Brasileira em seu Artigo 208, Inciso III, afirma que é dever do Estado garantir “um atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino” (Brasil, 1988), e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional reforça esta afirmação ao assegurar aos educandos com necessidades especiais em seu Artigo 59, Inciso I, “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades” (Brasil, 1996), e no Inciso III, “professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns”. (Brasil, 1996).

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho consiste em mostrar que a computação pode ser utilizada, não apenas como uma ferramenta “fim”, mas principalmente, como uma ferramenta “meio”, no intuito de auxiliar diversas áreas da sociedade, como por exemplo, a inclusão e o desenvolvimento social de pessoas com necessidades especiais, que é o objeto de estudo deste trabalho.

## 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Este trabalho visa apresentar duas formas de intervenção da tecnologia em prol da inclusão das pessoas com necessidades especiais. Uma consiste em mostrar que o desenvolvimento de um site acessível é possível mediante a utilização de técnicas e seguimento de diretrizes, onde pessoas que apresentam dificuldades de manuseio do mouse e teclado também podem ter acesso à informação, educação e entretenimento, com apoio e hardwares e softwares. A outra busca apresentar as possibilidades de avaliar o desenvolvimento cognitivo de crianças com necessidades especiais a partir aplicação de jogos eletrônicos como mediação na técnica de pesquisa-intervenção.

## 1.3 MOTIVAÇÃO

A utilização de tecnologia como forma de inclusão e desenvolvimento de pessoas com necessidades especiais aumenta cada vez mais e com o avanço dos computadores e softwares, fica cada vez mais fácil utilizar estas ferramentas no auxílio às pessoas, devido à facilidade de manuseio, interação dos jogos através de cores e músicas com as pessoas, e por ser possível utilizar diferentes softwares para necessidades distintas.

Desta forma, é interessante notar que computadores pessoais podem ser utilizados não só como ferramenta de trabalho, mas também como meio de comunicação, entretenimento e inserção social. Eles estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Porém, seja qual for a sua finalidade, a interface de comunicação entre homem e computador ou Interface Homem-Máquina (IHM) é de extrema importância para a ciência da computação e para a usabilidade dos sistemas.

Entretanto, apesar do constante aumento de seu uso, o computador pessoal ainda é pouco explorado pelas escolas e instituições que auxiliam portadores de necessidades especiais. Igualmente, o governo também mantém poucas políticas para promover uso desta poderosa ferramenta. Assim, a grande motivação para

esse trabalho é mostrar que há softwares e tecnologias disponíveis para larga utilização e que não são bem aproveitados pelas instituições brasileiras de ensino.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Vivemos em um mundo onde as mudanças são cada vez mais constantes. Diante das exigências sociais, vemos que tais mudanças originaram novos paradigmas educativos e culturais. Dessa forma, acredita-se que o conhecimento mostra-se como uma das ferramentas mais poderosas para o progresso da ciência e da humanidade.

Além disso, também acredita-se que a área de computação precisa interagir mais com as outras áreas da sociedade, promovendo uma integração entre ambas, com o intuito de facilitar a vida das pessoas. Assim, esses estudos integrados são fundamentais para o desenvolvimento da sociedade, e é fundamental que os alunos de ciência da computação tenham contato e conhecimento sobre as diversas áreas de ensino que existem.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo é feita uma breve introdução de como a computação pode ser uma aliada no desenvolvimento e inclusão social de pessoas que possuem necessidades especiais e são apresentados também a motivação, a justificativa e o objetivo deste trabalho. O capítulo dois tratar-se-á de algumas estatísticas brasileiras a respeito de pessoas com necessidades especiais, bem como os tipos de necessidades que essas pessoas podem apresentar e como elas são afetadas na sociedade. No capítulo três o assunto que será abordado será Tecnologia Assistiva, onde será definido o que são essas tecnologias, bem como os modos de sua utilização e alguns exemplos. No capítulo quatro será mostrado como a web pode ser acessível para todos, além de tratar sobre o site **Acessibilidade para Todos**. No capítulo cinco mostrar-se-ão os resultados de um estudo de caso realizado em uma

escola estadual do Rio de Janeiro, com o objetivo de mostrar como a computação auxilia na avaliação do desenvolvimento cognitivo de crianças a partir de intervenções com softwares. No capítulo seis será apresentada uma conclusão de todo o trabalho.

## 2 NECESSIDADE ESPECIAL

Indiscutivelmente, no mundo inteiro, há alguma criança nascendo com algum tipo de necessidade especial. É fato também que não somente algum problema no nascimento causa uma deficiência nas pessoas, já que acidentes também são responsáveis por acarretar certos tipos de deficiências. Portanto, todas as pessoas, independente de sexo, etnia, religião, estão propensas a nascer ou adquirir alguma necessidade especial.

Mas o que seriam pessoas com deficiência ou com necessidade especial? O termo deficiente é utilizado para caracterizar pessoas que diferem das outras devido a suas disfunções físicas, sensoriais, orgânicas ou mentais. Apesar dos termos se confundirem, necessidade especial é um conceito mais abrangente, que engloba além de pessoas com deficiência, pessoas hiperdotadas, pessoas com dificuldades de aprendizagem, portadores de condutas típicas (autismo), e os desfavorecidos e marginalizados. (FIOCRUZ, sem data).

O decreto nº 3.298 (1999) dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Em seu artigo 3º, inciso I, ele caracteriza uma pessoa portadora de deficiência como uma pessoa com “toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano.”. No mesmo decreto, no artigo 4º, as pessoas são categorizadas conforme seu tipo de deficiência. São quatro categorias diferentes: deficiente físico, deficiente mental, deficiente auditivo e deficiente visual.

No Brasil, há cerca de 45 milhões de pessoas com algum tipo de necessidade especial, quase 24% da população, sendo que destas, quase 13 milhões disseram ter algum tipo de deficiência grave. Apesar do alto número de indivíduos nesta situação, o governo brasileiro pouco incentiva programas de auxílio a essas pessoas e pouco investe em políticas públicas que poderiam possibilitar um maior desenvolvimento e inclusão dessas pessoas na sociedade, não apenas ajudando diretamente as pessoas com necessidades especiais, mas também educando e conscientizando a população sobre a importância deles na sociedade. (IBGE, 2010).

## 2.1 TIPOS DE NECESSIDADES ESPECIAIS

Segundo a OMS, uma pessoa com algum tipo de deficiência possui “alguma restrição ou perda, resultante do impedimento, para desenvolver habilidades consideradas normais para o ser humano”. Ela trabalha com três dimensões diferentes na concepção deste tema: função e estrutura do corpo humano, atividades e participação. Conforme vimos anteriormente, há quatro tipos principais de deficiências: físico, motora, auditiva e visual, além de outros tipos de necessidades especiais. Abaixo, apresentar-se-ão os principais tipos e alguns dados estatísticos sobre eles.

### 2.1.1 Deficiência Física

“Alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física...”. Esta é a definição de deficiência física (Brasil, 1999). A deficiência física pode se originar de diversas maneiras, tanto nos períodos pré e pós-natal, tanto durante o parto. Nesses casos, as causas podem ser: algum problema durante a gestação, complicações na hora do parto, prematuridade, parada cardíaca, meningite, alguma infecção hospitalar, dentre outros.

Há, ainda, a possibilidade de ocorrer a deficiência já na idade adulta. Nessa fase, a lesão é proveniente de outros motivos, tais como: lesões provocadas por acidentes, AVC, poliomielite, má formação de algum membro, paralisia cerebral, dentre outros. (Rede SACI, sem data).

No Brasil, há um pouco mais de 13 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência física, o que representa 6% da população brasileira e 29% da população deficiente. Os principais tipos são: paraplegia e paraparesia, que são referentes às funções motoras dos membros inferiores; tetraplegia e tetraparesia, que são referentes às funções motoras dos membros inferiores e superiores. (IBGE, 2010).

### 2.1.2 Deficiência Auditiva

Pode ser entendida como a “perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500HZ, 1.000HZ, 2.000Hz e 3.000Hz”. (Brasil, 1999).

As deficiências auditivas podem ser adquiridas durante a gestação ou no período pós-parto, onde a criança está mais vulnerável a doenças. As principais causas conhecidas para gerar este tipo de deficiência são: desordens genéticas ou hereditárias, doenças infecciosas, como sífilis e herpes, pressão alta, diabete, entre outros. Algum problema auditivo também pode ser adquirido durante a fase adulta, através de doenças como meningite sarampo, caxumba, ou através de traumatismo cranianos ou por exposição contínua a ruídos e sons muito altos.

É importante destacar que muitas causas que originam a surdez ainda são desconhecidas, apesar do desenvolvimento científico. Estima-se que quase 50% dos casos existentes de problemas auditivos não tem alguma causa conhecida. (Rede SACI, sem data).

De uma maneira geral, as perdas auditivas podem ser classificadas como: **condutiva**, causada por alguma deficiência no ouvido externo ou médio, que são responsáveis por conduzir o som até o ouvido interno; **neurossensorial**, quando há alguma lesão no ouvido interno, que é responsável por receber os sons que passam pelos ouvidos externo e médio; **mista**, quando ocorrem os dois tipos de lesões citados acima. (Mondelli, 2002).

Há, no país, quase 10 milhões de pessoas com alguma deficiência auditiva, representando 5% da população brasileira e 21% da população deficiente. (IBGE, 2010).

### 2.1.3 Deficiência Visual

A definição de deficiência visual é uma “cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor

correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores”. (Brasil, 1999).

Esta deficiência pode ser causada por algum problema em quatro regiões diferentes do corpo: nas estruturas **transparentes do olho**, como por exemplo, as cataratas; na **retina**, causando a degeneração macular; no **nervo óptico**, sendo responsável pelo glaucoma; e no **cérebro**. No Brasil, há quase 36 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência visual, o que corresponde a 19% da população e 79% do total dos deficientes. (IBGE, 2010).

#### 2.1.4 Deficiência Mental

A deficiência mental pode ser compreendida como um “funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos dezoito anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas, tais como: comunicação, cuidado pessoal e habilidades sociais”. (Brasil, 1999).

A principal característica de uma pessoa com deficiência mental é a redução em sua capacidade intelectual, fazendo com que seu QI (Quociente de Inteligência) seja menor do que a média da população na sua idade. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), uma classificação do tipo de deficiência pode ser feito da seguinte forma:

Quociente de Inteligência	Denominação	Nível cognitivo segundo Piaget	Idade mental correspondente
Menor de 20	Profundo	Período Sensório-Motriz	0-2 anos
Entre 20 e 35	Agudo grave	Período Sensório-Motriz	0-2 anos
Entre 36 e 51	Moderado	Período Pré-operativo	2-7 anos
Entre 52 e 67	Leve	Período das Operações Concretas	7-12 anos

Tabela 1 Níveis de deficiência mental  
Fonte: FIOCRUZ, sem data

Muitas deficiências mentais ainda não possuem uma explicação científica comprovada, mas os principais motivos que levam uma pessoa a ter essa deficiência são: desnutrição materna, doenças infecciosas (sífilis, rubéola), alcoolismo, consumo de drogas, alterações genéticas, falta de oxigenação no cérebro e até mesmo acidentes (elétricos ou afogamentos). (FIOCRUZ, sem data).

No Brasil, há cerca 2,6 milhões de pessoas com deficiência mental, correspondendo a 1,4% da população nacional e 5,7% da população deficiente. (IBGE, 2010).

### **2.1.5 Autismo**

O autismo pode ser entendido como um grupo de transtornos de desenvolvimento do cérebro, conhecidos como Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD), e alguns outros, tais quais: Síndrome de Asperger, Síndrome de Rett e Transtorno Desintegrativo da Infância. (Autismo, 2010).

Tem como características principais alterações no desenvolvimento, percebidos ainda quando criança, que impacta diversas áreas do desenvolvimento humano, como comunicação, interação social e capacidade de adaptação. As causas do autismo ainda não são totalmente conhecidas, mas estudos mostram que modificações genéticas, como Síndrome do X Frágil, Esclerose Tuberosa e Síndrome de Angelman estão diretamente ligadas ao autismo. Imagina-se, também, que alguns outros fatores estejam ligados ao autismo, como bebidas alcoólicas, vírus da rubéola e substâncias abortivas. (Autismo, 2010).

Estudos demonstram que o autismo seria quatro vezes mais frequente na população do sexo masculino. (Mello, 2007).

### **2.1.6 Pessoas com dificuldade de aprendizagem**

Dificuldade de aprendizagem é um tipo de necessidade especial que afeta, principalmente, as crianças em sua idade escolar. É um transtorno que faz com que

o indivíduo apresente dificuldades em aprender, resultando em um tempo maior para o aprendizado de uma determinada informação se comparado com um indivíduo que não é afetado por ela.

É importante ressaltar que um indivíduo com esse transtorno não necessariamente apresenta um QI baixo, não podendo, desta forma, caracterizá-lo como um deficiente mental. Ele está apenas utilizando uma capacidade de aprendizado inferior àquela que ele realmente possui, em virtude de algum fator específico em determinadas áreas, como o processamento visual ou auditivo.

De uma maneira geral, as pessoas com essa deficiência podem ter dificuldade de realizar algumas funções, apesar deste transtorno não estar ligado ao nível de inteligência. Entretanto, caso sejam bem acompanhados, esses indivíduos podem alcançar um nível de sucesso profissional semelhante ao de qualquer outra pessoa.

## 2.2 ESTATÍSTICAS NO BRASIL SOBRE PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou, em 2010, o Censo Demográfico Brasileiro, com o objetivo de mapear as características gerais da população brasileira. Este estudo contemplou uma análise sobre as pessoas com necessidades especiais no Brasil, em especial com o objetivo de identificar as deficiências visual, auditiva, motora e mental, com seus respectivos graus de severidade.

Não há um número preciso porque a estatística do IBGE é por amostragem, mas calcula-se que tenha 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência no Brasil. Conforme mostra a Tabela 2, o principal grupo de deficientes são as mulheres, com idade entre 15 e 64 anos, num total de 18,5 milhões de mulheres, representando 40,5% do total de deficientes.

<b>Homens</b>	<b>19 805 367</b>
0 a 14 anos	1 695 285
15 a 64 anos	14 160 414
65 anos ou mais	3 949 668
<b>Mulheres</b>	<b>25 800 681</b>
0 a 14 anos	1 764 116
15 a 64 anos	<b>18 448 609</b>
65 anos ou mais	5 587 956

Tabela 2 Total de deficientes: Idade x Sexo  
Fonte: IBGE, 2010

A Tabela 3 e Tabela 4 mostram o quão importante é a educação no país. A partir delas, percebe-se que quanto maior o nível de escolaridade dos indivíduos, menor a chance deles sofrerem de algum tipo de deficiência. Isto pode ser explicado com vários exemplos: com um nível de escolaridade maior, a pessoa tende a ter mais conhecimentos sobre saúde e a importância disso na sua vida, desta forma, se cuidando mais e melhor; geralmente, a pessoa tem mais acesso à informação, a partir de jornais, televisão, internet, além de ter um melhor poder financeiro, o que ajuda com hospitais e remédios.

<b>Pelo menos uma das deficiências investigadas</b>		<b>Índice de alfabetizados</b>	<b>Nenhuma das deficiências investigadas</b>		<b>Índice de alfabetizados</b>
<b>Total</b>	<b>Alfabetizadas</b>		<b>Total</b>	<b>Alfabetizadas</b>	
45.220.745	36.964.660	81,7%	131.665.498	121.308.063	92,1%

Tabela 3 Total de deficientes: Alfabetização  
Fonte: IBGE, 2010

O índice de pessoas alfabetizadas, acima dos 5 anos, que não possuem qualquer tipo de deficiência chega a 92,1%, enquanto que das pessoas que possuem alguma deficiência, apenas 81,7% são alfabetizados.

Pelo menos uma das deficiências investigadas		Índice de frequência em creche	Nenhuma das deficiências investigadas		Índice de frequência em creche
Total	Frequentavam escola ou creche		Total	Frequentavam escola ou creche	
45.606.048	7.333.130	16,1%	145.084.976	52.229.324	36,0%

Tabela 4 Total de deficientes: Frequência em creches  
Fonte: IBGE, 2010

Novamente, os dados mostram a importância da educação. 36% das pessoas que não possuem nenhuma deficiência frequentavam escola ou creche, em contrapartida, apenas 16,1% das pessoas com deficiência frequentavam (Tabela 4).

Nível de Escolaridade	Pelo menos uma das deficiências investigadas	Nenhuma das deficiências investigadas	Diferença entre o total de pessoas deficientes e não deficientes
Sem instrução (SI) e fundamental incompleto (FI)	25.766.944	39.231.515	34,3%
Fundamental completo (FC) e médio incompleto (MI)	5.967.894	21.537.500	72,3%
Médio completo (MC) e superior incompleto (SI)	7.447.983	30.509.053	75,6%
Superior completo (SC)	2.808.878	10.653.769	73,6%

Tabela 5 Total de deficientes: Por nível de escolaridade  
Fonte: IBGE, 2010

A Tabela 5 ressalta, mais uma vez, a influência da educação. Enquanto que com pessoas sem escolaridade ou com o ensino fundamental completo a diferença entre o total de deficientes e não deficientes é de apenas 34%, em todos os outros níveis de escolaridade esta diferença chega a mais de 70%.

A Tabela 6 mostra que o salário do indivíduo também influencia no fato de ter ou não algum tipo de deficiência. Quanto maior o salário da pessoa, menor a tendência dela ter alguma deficiência.

<b>Total de Salário Mínimo</b>	<b>Total</b>	<b>Pelo menos uma das deficiências investigadas</b>	<b>Porcentagem do total de deficientes</b>
Até 1	44.991.563	16.409.630	36,5%
Mais de 1 a 5	53.504.269	14.216.242	26,6%
Mais de 5	10.380.593	2.617.332	25,2%

Tabela 6 Total de deficientes: Por nível de renda  
Fonte: IBGE, 2010

De acordo com a Tabela 7, a quantidade de deficientes no país não tem por influência a raça ou cor de cada indivíduo, já que a porcentagem de cada raça ou cor ficou em torno de 20% cada.

<b>Cor ou Raça</b>	<b>Total</b>	<b>Pelo menos uma das deficiências investigadas</b>	<b>Porcentagem do total de deficientes</b>
Branca	90 621 281	21 252 847	23,5%
Preta	14 351 162	3 884 965	27,1%
Amarela	2 105 353	569 838	27,1%
Parda	82 820 452	19 733 079	23,8%
Indígena	821 501	165 148	20,1%
Sem declaração	36 051	171	0,5%

Tabela 7 Total de deficientes: Por raça ou cor  
Fonte: IBGE, 2010

### 2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS INCLUSIVAS NO BRASIL

A inclusão de pessoas com necessidades especiais na sociedade é um grande desafio de todos. É importante que a sociedade, de uma forma geral, consiga absorver essas pessoas sem qualquer tipo de preconceito e atitudes discriminatórias, já que eles podem e precisam participar de uma vida em sociedade como qualquer outra pessoa.

Nesta situação, o governo brasileiro tem um papel fundamental, pois tem o poder de influenciar, criar e regulamentar políticas e ações que poderiam facilitar o acesso a essas pessoas a qualquer situação normal do dia-a-dia das pessoas. Nos

últimos anos, o país avançou bastante em sua legislação que apoia as pessoas com necessidades especiais, entretanto, sabe-se que pode melhorar ainda mais, não apenas na criação de Leis ou Programas, mas principalmente na divulgação deles, pois muitas informações não chegam às pessoas que realmente necessitam delas. (Moreira, 2006).

Segundo o Censo Escolar da Educação Básica de 2008, realizado pelo Ministério da Educação (MEC), o número de matrículas de pessoas com necessidades especiais em classes regulares de ensino vem crescendo. Em 2007, do total de alunos com necessidades especiais, 46,8% se matricularam em classes regulares, enquanto que em 2008, esse número subiu para 54%. Há 375.772 alunos com necessidades especiais matriculados nessas classes. (Silva, 2011).

O Plano Nacional de Educação (PNE), aprovado pela Lei nº 10.172, estabelece metas que devem ser alcançadas pelas políticas educacionais brasileiras. O PNE reforça a importância do ensino na inclusão das pessoas, reafirmando que essas pessoas devem frequentar as classes regulares de ensino. O PNE propõe uma escola integradora, onde não haja separação dos estudantes em virtude de suas necessidades. Ele determina que nos primeiros cinco anos, as escolas devem incrementar, se necessário, as classes especiais, salas de recurso e alternativas pedagógicas, de forma que favoreçam a integração dos estudantes com necessidades especiais em classes comuns, fornecendo todo o apoio de que precisam. (Brasil, 2001, p.66).

O PNE também determina prazos para a implantação de alguns recursos que auxiliarão na inclusão e na didática dos alunos com necessidades especiais, como livros de literatura falados, letra aumentada ou em braile, e a utilização de LIBRAS (Linguagem Brasileira de Sinais). Esta última foi regulamentada pela Lei nº 10.436, de 2002, em seu capítulo II, difundindo a LIBRAS e a Língua Portuguesa para o acesso dos surdos à educação. A mesma lei, em seu artigo 8º, diz que as instituições de ensino básico e superior, públicas e privadas, deverão garantir acessibilidade às pessoas surdas em todos os serviços prestados, sendo responsáveis pelo acesso dos surdos à educação. (Silva, 2011).

Infelizmente, ainda não há um tratamento parecido para as pessoas com deficiência visual. A inclusão dessas pessoas se dá por iniciativas isoladas, principalmente de universidades públicas. A Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo, aplica desde 2003 provas adaptadas para deficientes visuais

em seu vestibular, e a Universidade Federal de Minas Gerais oferece um centro de apoio aos deficientes visuais que possui livros digitalizados e softwares leitores de texto. (Silva, 2011).

Posteriormente ao PNE, o governo brasileiro lançou a Resolução CNE/CEB nº 2 de 2001, que trata sobre as diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica. Além de reafirmar o que já estava previsto na LDBEN de 1996 e no PNE de 2001, esta resolução estabelece critérios e determina com mais objetividade o que todos os setores da sociedade podem fazer com relação à educação especial. Entre outras coisas, a resolução busca:

- a) Esclarecer o que se entende por portadores de necessidades especiais;
- b) Estabelecer o que as escolas da rede regular devem fazer para proporcionar a inclusão;
- c) Ampliar a concepção brasileira de pessoas com necessidades especiais, já que segundo a Declaração de Salamanca, já que pessoas com dificuldades em aspectos socioculturais também são englobadas nesta definição.

Percebe-se, portanto, que há ainda muito a se fazer para proporcionar a inclusão dessas pessoas. Há leis e diretrizes no país que determinam o que deve ser feito, mas infelizmente, quase nada é levado a sério e é realmente feito para auxiliar as pessoas com necessidades especiais.

### 3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Sabe-se que as etapas de aprendizagem durante a vida de uma pessoa são influenciadas pelo acesso aos recursos disponíveis, tais como acesso à biblioteca, livros, ambiente social, ambiente familiar, acompanhamento pedagógico, entre outros. Devido a limitações físicas que algumas pessoas sofrem, pode haver barreiras que retardam ou até impossibilitam esse aprendizado. Para que este não fique prejudicado em caso de haver alguma dificuldade física, foram criados e desenvolvidos recursos de acessibilidade, conhecidos como Tecnologia Assistiva.

Tecnologia Assistiva é um termo usado para englobar qualquer prática que ajuda a promover independência e proporcionar ou melhorar habilidades funcionais de pessoas com necessidades especiais (Queiroz, 2006).

Para amenizar os problemas vividos por essas pessoas, uma vasta variedade dessas tecnologias é utilizada, ajudando as pessoas a quebrar as barreiras criadas pela deficiência. Atualmente, existem diversos recursos, técnicas, serviços e métodos que são considerados tecnologias assistivas. Cadeiras de rodas, rampas de acesso, próteses, muletas, andador, veículos adaptados, indicadores nos pisos, semáforos sonoros e aparelhos de amplificação sonora são exemplos de tecnologias assistivas utilizadas no cotidiano das pessoas com necessidades especiais.

Porém o uso dessas tecnologias não é feito somente quando uma pessoa é deficiente física, pois até mesmo quando ela está em processo de reabilitação devido a uma doença, ou acidente sofrido anteriormente, ela poderá usá-las.

As tecnologias assistivas têm como foco possibilitar uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social de quem as utiliza, eliminando, em parte, dificuldades encontradas em determinadas tarefas. Com elas é possível ampliar a comunicação, a mobilidade e o aprendizado, além de melhorar as habilidades no trabalho e a integração social.

O uso desses recursos de acessibilidade juntamente com a conscientização das pessoas pode proporcionar também uma quebra no paradigma do preconceito, já que as tecnologias assistivas permitem uma maior interação e inclusão social. É preciso ter um cuidado especial com as pessoas que possuem necessidades especiais, respeitando as diferenças e o grau de dificuldade de cada um, pois assim a sociedade cresce sem preconceitos.

Em geral a tecnologia assistiva envolve vários profissionais como engenheiros, educadores, fisioterapeutas, assistentes sociais e outros, podendo ter bastante influência nas seguintes áreas: Comunicação Alternativa e Ampliada, Acesso ao computador, Auxílio da visão e audição, Controle do meio ambiente, Adaptação de jogos e brincadeiras, Adaptações da postura, Mobilidade e Próteses.

### 3.1 AS LEIS BRASILEIRAS E A TECNOLOGIA ASSISTIVA

Ao longo do tempo pessoas com necessidades especiais são excluídas, pois vêm sendo vistas e tratadas de formas diferentes das pessoas que não possuem deficiência. Dessa forma, é essencial que pessoas deficientes não sejam consideradas como objetos de pena e sim, como indivíduos que possuem os mesmos direitos que uma pessoa sem deficiência.

A legislação brasileira aborda questões relacionadas a pessoas com diferentes deficiências promovendo garantias de acesso, igualdade de tratamento e respeito. As pessoas com necessidades especiais precisam ter disponibilizados tudo o que uma pessoa sem deficiência tem acesso, sem exceção.

Dirigir (exceto quando a pessoa for cega), estudar, praticar esportes, viajar, utilizar o transporte público, usar o computador, ler, se locomover, utilizar serviços bancários, ir ao restaurante, ir à praia, entre outros, são direitos de qualquer cidadão. Não pode haver distinção entre as pessoas.

No decreto de número 5.296, há uma série de exigências que asseguram o direito de atendimento prioritário e acessibilidade em diversas áreas da sociedade, dentre elas, arquitetônica e urbanística (acesso a vias, calçadas, parques, entre outros), transportes coletivos, e informação e comunicação, descritas a seguir. (Brasil, 2004).

Órgãos de administração pública, empresas prestadoras de serviço e instituições financeiras devem oferecer atendimento prioritário às pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. (Brasil, 2004).

Dentre as exigências da área de arquitetura e urbanismo, destacam-se construção de calçadas para pedestres, rampas acessíveis, instalação de piso tátil e semáforos equipados com mecanismos que ajudem a travessia das pessoas

portadoras de deficiência visual; implantação de elevadores para cadeirantes em edificações que possuam escadas, tanto tradicionais como rolantes; sanitários adaptados em local acessível; locais públicos como cinema, teatro, restaurantes, estádios, entre outros, devem possuir local destinado aos portadores de necessidades especiais com boa visibilidade, devidamente sinalizados para que possam se entreter da mesma forma que pessoas sem deficiência; locais de ensino, tanto públicos quanto particulares, também devem ser preparados de modo a receber estudantes com necessidades especiais. (Brasil, 2004).

Em relação à acessibilidade de serviços de transporte público, temos três categorias: terrestre, aquaviário e aéreo. É necessário que sejam adaptados, com elevadores, rampas e proporcionando toda a segurança para que a pessoa se sinta segura e confortável. A constituição também engloba os integrantes desses serviços, como estações, veículos, terminais, pontos de parada, vias principais, acessos e operação. (Brasil, 2004).

Em relação ao acesso à informação e à comunicação, temos o acesso pleno às informações de sites e portais públicos por pessoas com deficiência visual. Além disso, o telefone público, bem como celulares também devem ser acessíveis. (Brasil, 2004).

### 3.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) proporcionam meios eficientes de processar e trocar informações combinando computação e meios de comunicação. O desenvolvimento das TIC é crescente e cada vez mais pessoas as utilizam tanto na vida pessoal quanto profissional.

A chamada "cibercultura" permeia cada vez mais as diferentes realidades da sociedade contemporânea, influenciando e reconfigurando os processos de aprendizagem e desenvolvimento (Lévy, 1999).

Quando fazemos referência a pessoas com necessidades especiais, as TIC podem ser usadas como Tecnologia Assistiva ou através de Tecnologias Assistivas. (Damasceno e Filho, 2002).

Dentre os casos em que usamos as TIC como Tecnologia Assistiva, podemos citar a utilização do computador de forma técnica para alcançar uma meta, por exemplo, quando uma pessoa utiliza um software que emite falas para que ela possa expressar seus pensamentos, opiniões ou desejos; ou um software que permite a escrita às pessoas que não conseguem escrever no papel.

Quando as TIC são utilizadas através de Tecnologias Assistivas, o uso do computador é a meta, e para atingi-la, são necessárias ajudas técnicas, por exemplo, adaptação de teclado, mouse, monitor, e outros periféricos, ou a utilização de softwares desenvolvidos para usuários com deficiências, como leitores de tela (para deficientes visuais), ou mouse comandado pela movimentação dos olhos e da boca (para pessoas que não possuem o movimento das mãos) e outros. A Figura 1 mostra um exemplo de uma adaptação de teclado para pessoas que sofrem de paralisia cerebral, fazendo com que a firmeza na mão seja prejudicada.



Figura 1 Colméia de acrílico com estabilizador de punho com pino  
Fonte: Damasceno, Filho, 2002

De acordo com Damasceno e Filho (2002), as TIC como Tecnologia Assistiva podem ser classificadas em quatro tipos: como auxílio na comunicação, manipulação do ambiente, ferramenta para o aprendizado e como modo de inclusão no meio profissional.



Já dentre os de baixa tecnologia, temos cartões com figuras e frases, pranchas de comunicação com escritos, símbolos ou figuras (Figura 3).



Figura 3 Cartões de Comunicação  
Fonte: Munhoz, 2012

### 3.2.2 TIC usado para manipular o ambiente

As TIC quando usadas para manipular o ambiente, possibilitam que a pessoa crie uma maior independência, através de mecanismos que ajudam a controlar remotamente aparelhos eletrodomésticos, bem como a abertura e fechamento de portas, o acender e apagar das luzes e outras atividades diárias. Neste caso, o ambiente teria que ser todo adaptado tecnologicamente.

### 3.2.3 TIC como ferramenta para o aprendizado

As TIC podem ser um forte aliado na inclusão educativa, pois podem auxiliar o trabalho pedagógico, amenizando as diferenças que antes dificultavam as relações sociais e educacionais. Ao mesmo tempo em que as TIC incluem as pessoas, é necessário que as escolas trabalhem de forma que as atividades sejam voltadas também para essas pessoas. Então os professores precisam criar estratégias de

ensino de forma que abrangem todos os alunos, sem exceção, sempre respeitando os limites desses alunos.

O computador, sem dúvida, possui uma importância muito grande nas escolas para educação dos alunos, em especial os portadores de necessidades educacionais especiais. Os professores, tendo domínio do uso dessa tecnologia, podem proporcionar aulas produtivas, dinâmicas e criativas.

As TIC nesse caso possibilitam acesso ao conhecimento universal, aumentando o interesse dos alunos e sua capacidade de aprendizado.

### **3.2.4 TIC como modo de inclusão no meio profissional**

O avanço tecnológico oferece melhores condições de vida para as pessoas, em destaque às portadoras de necessidades especiais. Mesmo as que possuem dificuldades físicas podem entrar no mercado de trabalho.

## **3.3 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS PARA COMPUTAÇÃO**

Existem hoje muitos meios em que a tecnologia assistiva pode auxiliar as pessoas no uso do computador. Mediante o desenvolvimento tecnológico cada vez maior, podemos observar que novas tecnologias assistivas surgem facilitando cada vez mais a acessibilidade.

Damasceno e Filho (2002) destacam que dependendo da necessidade que a pessoa tem, as tecnologias assistivas são classificadas em três categorias: adaptações físicas, adaptações de hardware e softwares especiais.

### 3.3.1 Adaptações Físicas

Essas tecnologias assistivas são fixas no corpo. No caso de pessoas que sofrem de paralisia cerebral, o mais utilizado é a pulseira de pesos (Figura 4), já que ela ajuda a reduzir o movimento involuntário das mãos, que antes dificultava a digitação. Já as que não possuem movimento nas mãos e precisam digitar, podem fazer uso de um capacete com ponteira (Figura 5). Outro recurso utilizado é o estabilizador de punho e abdutor de polegar com ponteira para digitação (Figura 1).

Além dos que são fixos ao corpo, tem-se também os que servem de apoio e correção postural, como faixas, almofadas ou velcros. Uma postura correta é muito importante para que não haja nenhuma lesão e o trabalho no computador seja proveitoso e prazeroso.



Figura 4 Pulseira de pesos  
Fonte: Damasceno, Filho, 2002



Figura 5 Capacete com ponteira  
Fonte: Mazzillo, 2002

### 3.3.2 Adaptações de Hardware

Esses recursos se encontram presentes nos componentes e nos periféricos do computador, como mouse e teclado, ou até mesmo tem-se mouses ou teclados especiais substitutivos.

Muitas vezes não é necessário nenhum recurso acoplado ao periférico, mas sim, o reposicionamento do mesmo, já que muitos usuários se utilizam do teclado através dos pés.

A caixa de acrílico (Figura 6), ou colmeia de acrílico é uma placa transparente onde são feitos furos do tamanho das teclas para facilitar a digitação de forma que muitas teclas não sejam apertadas de uma vez.



Figura 6 Colméia de acrílico  
Fonte: BC Produtos, 2013

Outro exemplo de hardware são teclados adaptados que são sete lâminas que ficam acopladas ao teclado normal por uma porta USB, ajustadas mediante a necessidade do usuário (Figura 7). As lâminas são:

- a) Alfabeto: usada para alfabetização;
- b) QWERTY: para pessoas com habilidades cognitivas e visuais normais, porém com limitações motoras;

- c) Matemática: para operações matemáticas, jogos matemáticos ou digitação numérica;
- d) Escrita Básica: possui as teclas mais utilizadas;
- e) Acesso à internet: lâmina QWERTY com comandos de navegação web;
- f) Funções do mouse: substitui o mouse e possui funções, como duplo clique;
- g) Configuração: permite fazer ajustes para diferentes necessidades.

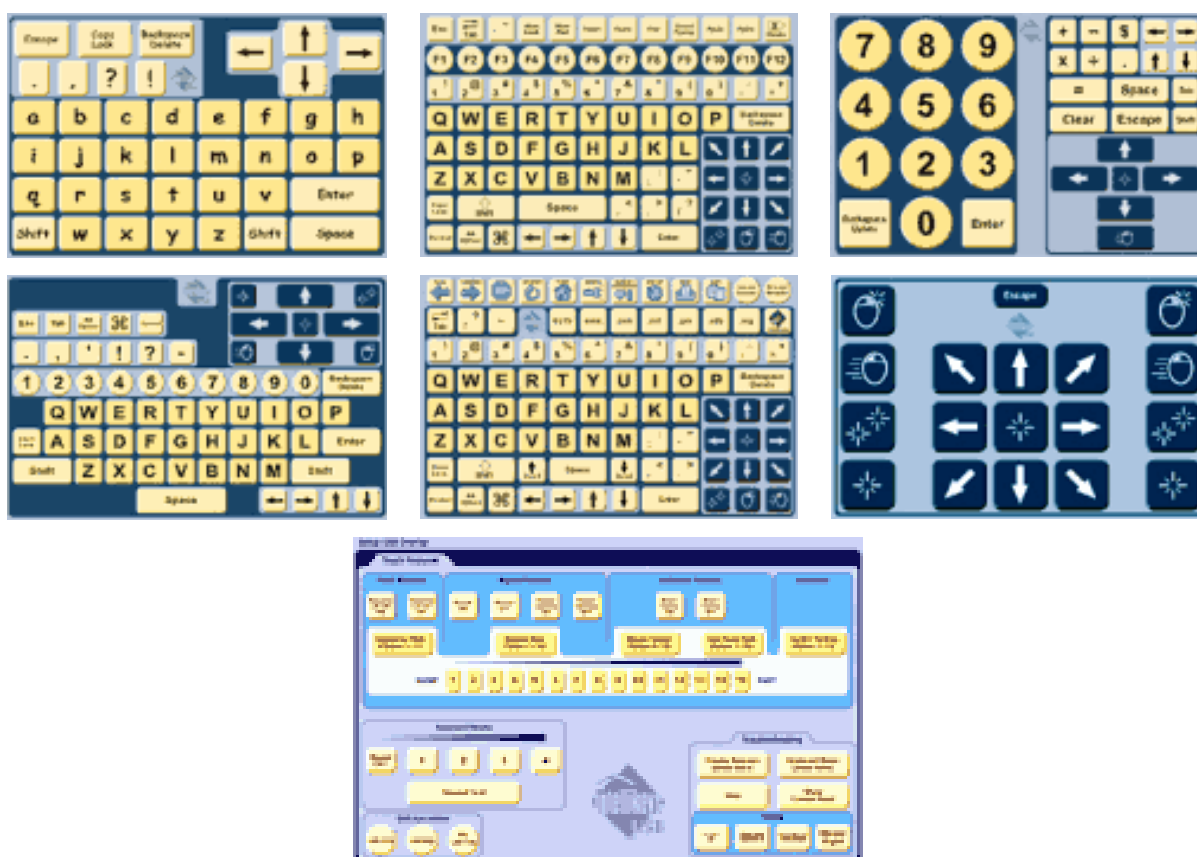


Figura 7 Lâminas  
Fonte: Intellitools, 1998

Outros dispositivos utilizados são o Switch Mouse (Figura 8a) e o Roller Mouse (Figura 8b). O primeiro substitui o mouse normal por sete acionadores, permitindo as funções direcionar, clique simples, clique duplo e clique direito. O segundo possui três teclas para os cliques simples, duplo e direito e dois roletes para controlar o direcionamento do cursor. Além desses dois, também existe o Mouse ++ (Figura 8c), que nada mais é do que um adaptador com três botões grandes que possibilitam os cliques simples, duplo e direito.

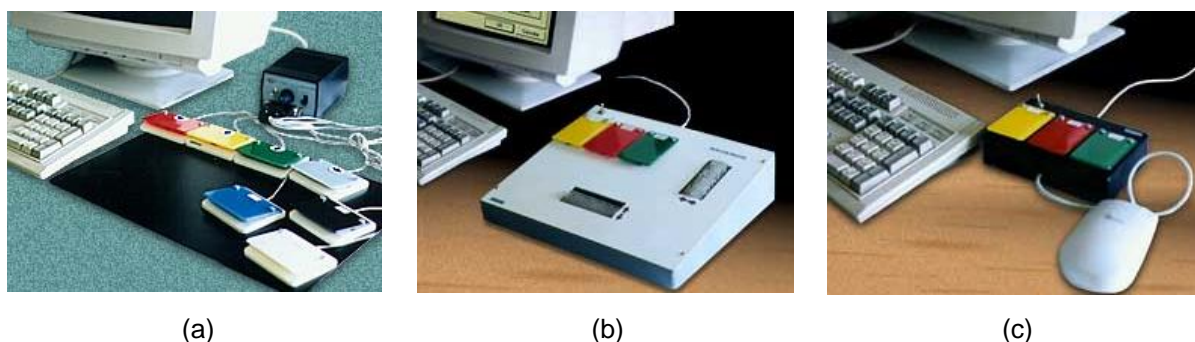


Figura 8 Switch Mouse (a), Roller Mouse (b) e Mouse ++ (c)  
Fonte: Mazzillo, 2002

Além de adaptadores de mouse e teclado, também existem impressoras Braille e monitores com telas sensíveis ao toque.

### 3.3.3 Softwares especiais

Existem programas e softwares especiais que, juntamente com o uso de um periférico, possibilitam que o computador seja usado por usuários especiais. Dentre esses programas, estão os leitores de tela, ampliadores de tela, teclados virtuais, mouses controlados por movimentos com a cabeça, softwares que executam tarefas através de comandos de voz, e até sistemas operacionais.

Dentre os softwares leitores de tela, tem-se o Virtual Vision, Jaws e o NVDA como principais. O objetivo desses softwares é ler tudo o que está na tela do computador: links, imagens, textos, botões, animações, entre outros. Na web, muitos sites não estão preparados de forma a possibilitar que todo o seu conteúdo seja lido e transmitido para seus usuários através desses programas. É necessário que haja adaptações, descritas a seguir no capítulo quatro deste trabalho. Esses softwares são muito utilizados por pessoas cegas ou de baixa visão e é necessário que o computador esteja equipado com fones de ouvido ou caixas de som.

Pessoas de baixa visão podem utilizar também ampliadores de tela, permitindo uma ampliação do conteúdo mostrado em uma janela separada.

Outro tipo de software que também usado por usuários especiais é o que controla o cursor do mouse através de movimentos com a cabeça, graças a algoritmos de visão artificial (Queiroz, 2008). É necessário o uso de uma webcam para captar os movimentos do usuário. O piscar dos olhos ou a abertura da boca possibilitam um clique do mouse, por exemplo. Um software desse tipo muito usado é o Headmouse. O uso de um teclado virtual complementa o software, permitindo a produção de textos e mensagens. Dentre seus usuários, destaca-se pessoas tetraplégicas, pessoas portadoras de problemas que impedem o controle nas mãos, pessoas que não possuem os membros superiores ou pessoas que sofrem de paralisia cerebral. Para elas, o uso do mouse e do teclado tradicionais é praticamente impossível.

Para pessoas que possuem dificuldades auditivas, o Sign Talk (Figura 9) pode proporcionar a comunicação à distância entre pessoas surdas e ouvintes, através da língua portuguesa e de sinais. É semelhante a um chat online onde o usuário pode escolher de que forma gostaria de ler e escrever suas mensagens. O sistema de escrita de sinais usado nesse caso é o Sign Writing. Com ele é possível desenvolver alternativas de comunicação e acesso à informação. Além do Sign Talk, também existe o Sign HTML, que é um editor de HTML para construção de sites em escrita de linguagem de sinais; SignSim, que é um tradutor da linguagem de sinais, muito utilizado para o aprendizado da linguagem; e o SignED, que é um editor de textos em formato da linguagem de sinais (Campos, 2007).



Figura 9 Tela do Sign Talk  
Fonte: Campos, 2007

O DOSVOX<sup>1</sup> vem sendo desenvolvido desde 1993 pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e consiste de um sistema operacional adaptado para pessoas cegas ou de baixa visão. Durante seu uso, o computador interage com os usuários através da voz, perguntando o que o usuário deseja e oferecendo respostas. É possível usufruir de programas como calculadora vocal, agenda de telefone, agenda de compromissos, ampliador de tela, navegadores de internet, jogos, editor, leitor e impressor de textos e outros. Como esse sistema é gratuito, ele permitiu que pessoas com baixa renda e escolaridade pudessem utilizar o computador, pois ele é muito fácil de compreender e manusear. (Wikipédia, 2001).

Além desses softwares, para quem usa o Windows, é possível encontrar recursos de acessibilidade através do menu Iniciar >> Configurações >> Painel de Controle >> Facilidade de Acesso (Figura 10).

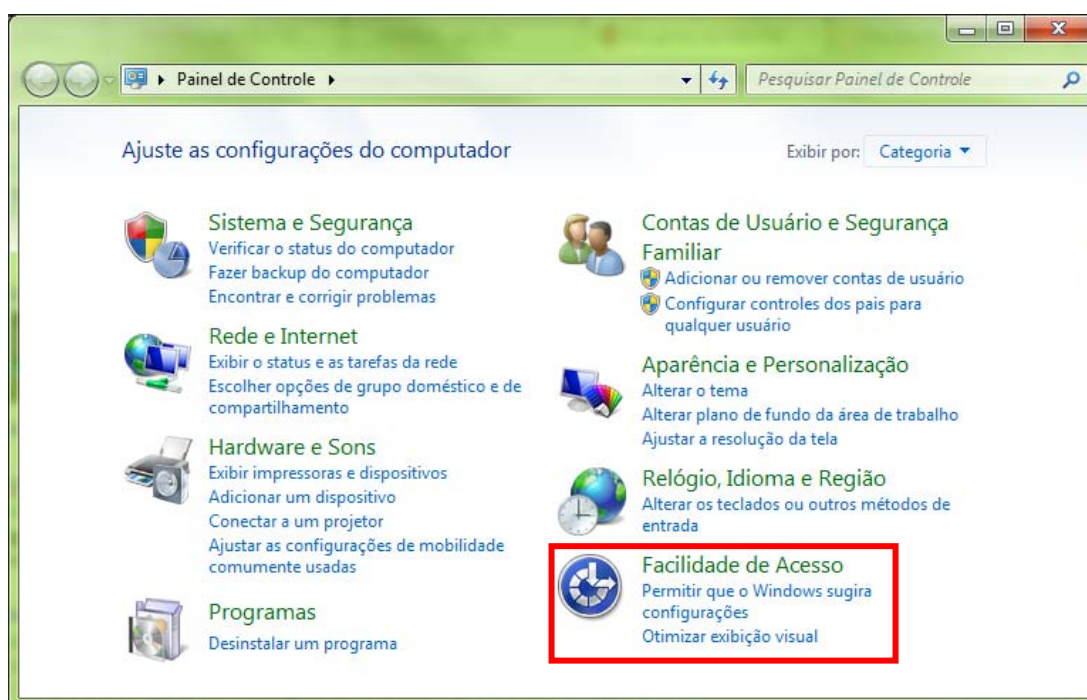


Figura 10 Opções do Painel de Controle do Windows, dentre elas, Facilidade de Acesso  
Fonte: Painel de Controle do Sistema Operacional Windows 7

<sup>1</sup> Desenvolvido principalmente por José Antonio dos Santos Borges, que na época ministrou a disciplina Computação Gráfica, onde um de seus alunos era Marcelo Pimentel (deficiente visual e aluno do Curso de Informática da UFRJ em 1992).

O Windows possui opções como alto contraste, lupa, teclado virtual, narrador que podem ser configuradas pelo usuário da maneira que desejar de forma a facilitar a usabilidade do sistema pelo usuário (Figura 11).

É possível configurar o computador de forma que a parte numérica do teclado, localizada no lado direito realize todos os comandos do cursor do mouse. É muito útil para pessoas com dificuldade motora que não tem a precisão do uso do mouse.

### Facilitar o uso do computador


**Acesso rápido às ferramentas comuns**


Você pode usar as ferramentas desta seção para ajudá-lo a começar.


O Windows pode ler e examinar essa lista automaticamente. Pressione a barra de espaços para selecionar a ferramenta realçada.


Sempre ler este trecho em voz alta       Sempre examinar esta seção


---

 **Iniciar a Lupa**

 **Iniciar o Narrador**

 **Iniciar o Teclado Virtual**

 **Configurar o Alto Contraste**

 Não sabe por onde começar? [Obter recomendações para facilitar o uso do computador](#)

### Explorar todas as configurações

Quando você seleciona essas configurações, elas são iniciadas automaticamente sempre que você efetua o logon.








-  **Usar o computador sem vídeo**  
Otimizar para cegueira
-  **Facilitar a visualização no computador**  
Otimizar exibição visual
-  **Usar o computador sem mouse ou teclado**  
Configurar dispositivos de entrada alternativos
-  **Facilitar o uso do mouse**  
Ajustar configurações do mouse ou de outros dispositivos apontadores
-  **Facilitar o uso do teclado**  
Ajustar configurações do teclado
-  **Usar alternativas visuais ou de texto para sons**  
Configurar alternativas para sons
-  **Facilitar a concentração em tarefas**  
Ajustar configurações de leitura e digitação

Figura 11 Opções de Acessibilidade no Windows  
Fonte: Opções de Acessibilidade do Sistema Operacional Windows 7

## 4 ACESSIBILIDADE NA WEB: USABILIDADE PARA TODOS

“Usabilidade é uma media relativa. O mouse é fácil de usar, mas para quem?” (Frederick van Amstel).

Até a década de 1990, a internet era usada primordialmente por pesquisadores, acadêmicos e estudantes universitários para se interligar a hospedeiros remotos, transferir arquivos de hospedeiros locais para hospedeiros remotos e vice-versa, enviar e receber notícias e enviar e receber correio eletrônico. Ela não era conhecida fora dos locais de pesquisa. (Kurose e Ross, 2007).

Com o surgimento da World Wide Web (WWW), a maneira como as pessoas interagem entre si mudou, pois a facilidade com que as pessoas disponibilizam e acessam informações na internet é muito grande.

Uma das formas dessas informações estarem disponíveis é através de páginas web, que são arquivos HTML que podem conter objetos de diferentes tipos referenciados por uma URL única: imagens, textos, vídeos, applets, entre outros. Denominamos site um conjunto de páginas web. Um site é acessado através de um endereço web, com o protocolo HTTP da internet, utilizadas para fazer referência a um ou mais assuntos.

A usabilidade está relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso. Para analisar a usabilidade de uma interface são necessários métodos de avaliação que ajudem a produzir um sistema interativo com alta qualidade de uso. Com eles é possível corrigir problemas relacionados com a usabilidade antes de inserir o sistema no dia-a-dia dos usuários (Nielsen, 1993).

A interface é a porção visível do sistema através da qual o usuário irá interagir. Para um usuário tirar proveito do apoio computacional oferecido pelo sistema, não podem existir barreiras que o impeçam de interagir com sua interface. Assim, o critério de acessibilidade está relacionado à remoção das barreiras que impedem mais usuários de serem capazes de acessar a interface do sistema e interagirem com ele. Cuidar da acessibilidade significa permitir que mais pessoas possam interagir com o sistema, tenham elas alguma deficiência ou não. A intenção é incluir, não excluir. (Barbosa e Silva, 2011).

Neste capítulo abordaremos alguns fatores que caracterizam um site com uma interface acessível.

#### 4.1 ACESSIBILIDADE AO ALCANCE DE TODOS

Acessibilidade, em geral, é afetada pela disponibilidade de serviços, produtos, locais ou informações, ao maior número possível de pessoas sem depender de suas capacidades físicas, motoras, culturais e sociais. De acordo com Queiroz (2006), a acessibilidade se diz respeito à qualidade ou falta de qualidade de vida para todas as pessoas.

Acessibilidade na web é um conjunto de iniciativas que objetivam a adaptação e construção dos sites e sistemas para usuários com dificuldades físicas e tecnológicas. Contudo, existe primeiramente a necessidade de que o computador esteja ao alcance de qualquer pessoa.

Ainda segundo Queiroz (2006), existem quatro situações em que podemos nos referir quanto ao acesso e uso do computador:

- a) Sem o mouse: deficientes visuais, pessoas com limitações dos movimentos da mão, paralisia ou amputação dos membros superiores;
- b) Sem o teclado: paralisia ou amputação dos membros superiores, grande limitação dos movimentos dos braços e mãos, podendo haver ajuda do uso de um teclado virtual;
- c) Sem o monitor: pessoas cegas usam programas que transformam as informações da tela em áudio;
- d) Sem áudio: pessoas com pouca ou nenhuma audição. Neste caso, encontram limitações apenas em dispositivos que emitem som.

#### 4.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA E ACESSIBILIDADE EM SITES

De acordo com pesquisa realizada no Brasil, 45,6 milhões de pessoas declararam ter ao menos um tipo de limitação física, o que corresponde a 23,9% da população (IBGE, 2010).

A tecnologia pode contribuir para que essas pessoas consigam se sentir cada vez menos limitadas. Aplicada às páginas web, quando bem utilizada, a tecnologia pode oferecer também uma melhor qualidade de vida para inúmeras dessas pessoas. Se elas conseguissem aproveitar todas as facilidades que a web oferece à maioria de seus usuários, a tecnologia não mais seria uma barreira a ser derrubada, mas sim, uma forma de transpor as barreiras.

Acessibilidade web significa primeiramente ter acesso regular a páginas web, independentemente de tipo conexão, potência computacional, conhecimento prévio e capacidade física. São necessários navegadores web, acoplados com algum tipo de tecnologia assistiva para o auxílio de pessoas com algum tipo de necessidade especial.

No âmbito da web, as tecnologias assistivas seriam os hardwares, softwares e periféricos que ajudam essas pessoas deficientes a acessarem a internet, como leitores de tela, sintetizadores de voz, ampliadores de tela, softwares que funcionam por comandos de voz, teclados virtuais, mouses desenvolvidos para deficientes motores.

Ao se refletir sobre como a navegação em uma página na internet, pode ser realizada, temos três situações: via mouse, via teclado e via comando de voz. Pessoas com nenhuma deficiência, normalmente usam o mouse para quase tudo e o teclado é apenas utilizado para digitação de textos, preenchimento de formulários, atalhos, entre outros. Entretanto, a maioria das pessoas com necessidades especiais utilizam o teclado para navegação. Nesse grupo, encontram-se as pessoas cegas, ou de baixa visão e pessoas com limitações motoras, onde o uso do mouse é impossível.

Por isso, sites que permitam que a navegação seja feita via teclado, e que sejam compatíveis com tecnologias assistivas, possibilitam que o público alvo online seja atingido em sua maioria. Essa adequação segue um conjunto de diretrizes e regras de acordo com o WCAG, disponibilizado pelo W3C (Queiroz, 2006).

## 4.3 CARACTERÍSTICAS DE UM SITE ACESSÍVEL

Existem algumas características que são fundamentais para que pessoas com necessidades especiais possam ter acesso à maioria do conteúdo contido no site, especificadas a seguir.

### 4.3.1 Imagens

A equivalência textual tem a função de traduzir uma imagem (fotografias, botões, logos, animações, figuras, ilustrações, letras ou textos artísticos e mapas) em texto, com uma linguagem clara, simples e descritiva. Uma forma de percebermos se há ou não esse recurso nos sites, é desativando o carregamento automático das imagens através da configuração do navegador.

Softwares leitores de tela são usados por pessoas com baixa ou nenhuma visão e necessitam de que todo o conteúdo esteja representado de forma textual, inclusive imagens. No HTML, podemos utilizar o atributo alt (dentro da tag img, de imagem) para dispor uma breve descrição das imagens. Quando não aparece a informação é porque o atributo alt está vazio.

Esse cuidado é necessário, pois às vezes as imagens são essenciais para uma boa acessibilidade. No exemplo da Figura 12, o menu é totalmente representado por imagens. Porém, quando desativamos o carregamento automático das imagens, caso a imagem não esteja devidamente descrita, as pessoas que tem dificuldades visuais não terão acesso a nenhuma informação. Na verdade é como se elas não estivessem ali (Figura 13).



Figura 12 Menu principal do site com as imagens habilitadas  
Fonte: Americanas, 2013



Figura 13 Menu principal do site com as imagens desabilitadas  
Fonte: Americanas, 2013

Já nesse exemplo (Figura 14), o desenvolvedor teve a preocupação de descrever as imagens. Quando elas são desativadas, aparece uma descrição do link para o qual elas apontam. Ainda não é o ideal, pois não é a descrição da imagem de fato, mas o usuário que utiliza leitores de tela vai saber do que ela se trata.



Figura 14 Parte do site Globo.com  
Fonte: Globo.com, 2013

### 4.3.2 Multimídia

Assim como uma imagem, arquivos do tipo multimídia podem ter equivalência textual. No caso de pessoas surdas ou com alguma deficiência visual, elas não conseguem acessar elementos que emitem sons diretamente, tendo a necessidade de que essas informações também estejam em sua forma textual, por exemplo, na

forma de legendas ou visual. Os sons dentro de um site podem ser representados por falas, vídeos, sinais de áudio, sons de alerta, narrativas e trilhas de áudio em vídeo.

#### 4.3.3 Links

Pessoas cegas, quando usam leitores de tela, se utilizam de dois principais tipos de leitura: a leitura corrida de absolutamente todo o texto que se encontra em uma página, ou a leitura sintética que é a leitura da página passando somente pelos textos dos links e campos de formulários, a fim de obterem uma condensação ou resumo do conteúdo total do site ou página. Corre-se pela página de link em link, ou campos de formulários, pulando-se tudo que não é link ou formulário. (Queiroz, 2006).

A maioria dos navegadores possibilita que ao se pressionar a tecla TAB, uma linha pontilhada aparecerá indicando cada link ou campo em que o cursor está posicionado.

Normalmente, nos sites vemos links como “Saiba mais” ou “Clique aqui”. Quando um usuário de leitor de tela que está fazendo o uso da leitura sintética ouve o programa dizer uma dessas expressões no link, ele não pode continuar sua navegação via links, pois tal descrição não é completa o suficiente para o usuário saber do que se trata aquele link. Ele terá então que mudar o modo de leitura para corrida para então saber do que se trata aquele link.

Assim, uma solução simples que faz com que um link desse tipo fique mais acessível, é colocar o assunto logo após esses textos, por exemplo, “Saiba mais sobre acessibilidade”.

#### 4.3.4 Conteúdo

A clareza e a correção dos textos também são muito importantes para que haja uma melhor compreensão do conteúdo da página. É essencial que seja feita uma revisão do conteúdo do texto, que haja uma boa posição e divisão de parágrafos, que o título esteja condizente com o conteúdo, que a pontuação esteja bem posicionada. Isso porque os sintetizadores de voz expressam exatamente o que um leitor de tela lê, ou seja, o leitor de tela identifica uma pontuação (vírgula ou pontos) e os sintetizadores produzem as “pausas” na voz.

Outro ponto importante sobre o conteúdo é evitar que o texto contenha abreviações, por exemplo, a palavra “você”, não pode ser representada pela abreviação “vc”, pois os leitores de tela não associam esse tipo de abreviações às palavras originais.

A definição da fonte (tipo, tamanho, cor) também deve ser feita de forma que uma pessoa com dificuldades na visão consiga ler o texto. O conteúdo deve ser organizado pela hierarquia de cabeçalhos no HTML (h1, h2, h3, h4, h5, h6).

É interessante também que haja sempre a opção de ir diretamente para o conteúdo da página no início do site. Essa função é importante quando o site possui muitos links e opções de menu. O leitor de tela lê uma coisa de cada vez, sempre da esquerda para a direita, de cima para baixo, e se o conteúdo principal estiver no centro e antes dele houver outras informações não interessantes para o usuário, este perderia muito tempo em passar por todos os links antes de chegar ao conteúdo. Essa “ordem de conteúdos e links” está representada no código HTML da página. Assim, essa opção de saltar para o conteúdo teria que vir antes de qualquer coisa. Esse link é muito utilizado também por pessoas que possuem dificuldade motora e que, assim como pessoas cegas ou de baixa visão, só navegam via teclado.

#### 4.3.5 Conteúdos dinâmicos

Informações em forma de conteúdos dinâmicos muitas vezes não permitem uma navegação plena para usuários que não possuem meios capazes de fazê-lo. Deve-se criar uma forma estática, de maneira que tecnologias assistivas para pessoas com deficiência possam ter acesso. Textos em movimento, páginas que se atualizam automaticamente, são exemplos de conteúdos dinâmicos. Usar javascript acessível e tomar os elementos acessíveis tanto por mouse quanto por teclado são boas soluções. Fornecer acesso alternativo ao conteúdo caso plug-ins e applets estejam inativos também ajudam.

Sites em flash não são adequados para pessoas com dificuldades visuais, pois os leitores de tela não capturam absolutamente nada do que está representado. Além de demorar a carregar a página, muitas vezes não tem boa usabilidade, pois alguns conteúdos não estão claros na página.

#### 4.3.6 Subitens do menu

Um problema que ocorre em muitos sites é a completa falta de acesso de usuários especiais aos sublinks do menu da página. Eles são exibidos apenas quando o usuário repousa o mouse sobre os itens do menu que contém esses subitens. Nesse caso, apenas as pessoas que utilizam o mouse obtém o acesso. Para usuários que utilizam apenas o teclado para navegação, é como se esses subitens não existissem. É possível implementar esse tipo de menu adaptado para pessoas que só usam o teclado.

#### 4.3.7 Equivalências não textuais

Assim como os equivalentes textuais utilizados para representar sons e imagens, os equivalentes não textuais representam sons, imagens e textos. Esse

recurso é muito útil principalmente para pessoas analfabetas. A descrição é transmitida por sons (gravações ou vídeos) e/ou visualmente (linguagens de sinais) e não em forma textual.

#### 4.4 DIRETRIZES E TÉCNICAS PARA ACESSIBILIDADE WEB

Os padrões web são essenciais para que uma navegação web seja rápida e confortável para usuários especiais, principalmente deficientes visuais. Para isso os desenvolvedores podem utilizar recursos do HTML para especificar cada conteúdo. Os elementos são cabeçalho (h), tabela (t), imagem (g), item de lista (i), formulário (f) e edição (e).

Os leitores de tela aproveitam esses recursos para criar “atalhos”, ou seja, quando uma letra correspondente ao conteúdo é digitada, é realizado um rolamento automático dentro da página diretamente para o elemento desejado.

As diretrizes internacionais de acessibilidade que mais proporcionam o caminho para todas essas vantagens estão relacionadas no Web Contents Accessibility Guidelines (WCAG) versão 1.0, internacionalmente, e no Brasil, nas diretrizes de acessibilidade do governo eletrônico (EMAG - Versões 1, 2 e agora a 3) (Queiroz, 2006).

O WCAG 1.0 é um documento oferecido pelo World Wide Web Consortium (W3C) do departamento Web Accessibility Initiative (WAI), referência internacional de acessibilidade. É mais citado como diretrizes de acessibilidade do W3C, onde especificam como desenvolver o conteúdo de forma acessível a todas as pessoas, se direcionando aos desenvolvedores web e aos programadores de ferramentas para soluções web. Queiroz (2006) especifica que há muitos usuários que podem estar em uma das seguintes situações:

- a) Não ter a capacidade de ver e/ou ouvir e/ou deslocar-se, ou que podem ter grandes dificuldades, quando não, mesmo a impossibilidade de interpretar determinados tipos de informações;
- b) Não ter um teclado ou mouse, ou não ser capazes de utilizá-los;
- c) Ter um navegador que apenas apresenta texto, um monitor de dimensões reduzidas ou uma ligação à Internet muito lenta;

- d) Não falar ou compreender fluentemente a língua em que o conteúdo da página foi escrito;
- e) Ter os olhos, os ouvidos ou as mãos ocupados ou de outra forma solicitados (por exemplo, ao volante a caminho do emprego ou trabalhar num ambiente barulhento);
- f) Ter uma versão muito antiga de um navegador, um navegador completamente diferente dos habituais, um navegador por voz, ou um sistema operacional menos vulgarizado.

Sendo assim, os desenvolvedores e programadores devem estar preparados para pensar em todas essas situações.

#### 4.5 SITES DE REFERÊNCIA E EXEMPLOS DE ACESSIBILIDADE

A seguir, são apresentados na Tabela 8 alguns sites que serviram de base para a construção do site Acessibilidade para Todos. Todos foram desenvolvidos de forma acessível.

Nome	URL	Descrição
Acessibilidade Legal	<a href="http://www.acessibilidadelegal.com">http://www.acessibilidadelegal.com</a>	Site sobre acessibilidade na web, usabilidade e tecnologias assistivas. Criado por Marco Antônio de Queiroz (MAQ).
Digital Acesso	<a href="http://digitalacesso.com/">http://digitalacesso.com/</a>	Empresa especializada na criação de soluções acessíveis para web.
Bengala Legal	<a href="http://www.bengalalegal.com/">http://www.bengalalegal.com/</a>	Site pessoal do Marco Antônio de Queiroz – MAQ – contendo artigos na área de acessibilidade.

Tabela 8 Indicação de sites acessíveis  
Fonte: Produção própria

## 4.6 O SITE: ACESSIBILIDADE PARA TODOS

O site foi criado inteiramente em PHP, HTML 5 e CSS, com uso de recursos do JavaScript e JQuery. Foi escolhido o tema Acessibilidade Para Todos e seu desenvolvimento foi focado em pessoas com dificuldades visuais e motoras.

O objetivo principal do site é mostrar que pessoas com necessidades especiais podem ter acesso ao conteúdo da internet. Isto foi conseguido através da avaliação de outros sites acessíveis e estudos das diretrizes, que possibilitaram a criação do site através de conhecimentos de webdesign, acessibilidade web e usabilidade.

Dentre as características que faz com que o site Acessibilidade para Todos seja acessível para a maioria de seus usuários estão: aumento do tamanho da letra, diminuição do tamanho da letra, aumento de contraste, opção de saltar para o conteúdo, descrição de todas as imagens e links, dicas úteis de navegação pelo teclado e de acessibilidade.

### 4.6.1 Ferramentas utilizadas durante seu desenvolvimento

Algumas ferramentas foram essenciais para criação do design do site. O Adobe Photoshop CS5 foi utilizado para criação da logo (Figura 15), imagens para background e tratamento e redimensionamento de imagens.

As figuras dos símbolos utilizados para representar as pessoas com necessidades especiais na logo foram obtidas no setor de imagens do site de pesquisa da Google e tratadas no Photoshop para adequação do tamanho.



Figura 15 Logo criada para o site  
Fonte: Produção própria

Foram utilizadas também ferramentas de apoio para o desenvolvimento, como o Netbeans 7.1 e o Adobe Dreamweaver CS5, onde foram desenvolvidos os códigos HTML 5, CSS, Javascript e JQuery.

O site foi testado em três navegadores: Internet Explorer 9.0, Google Chrome 24.0 e Mozilla Firefox 18.0.

#### 4.6.2 Características que o tornam acessível

Ao pressionarmos Ctrl + + (ou Ctrl + Shift + +), obtem-se um zoom na tela, possibilitando a ampliação de todo o conteúdo. Para diminuir, tem-se a opção Ctrl + - (ou Ctrl + Shift + -) e o zoom diminuirá. Para voltar ao tamanho padrão, é Ctrl + 0.

Ao selecionar a opção "Diminuir o tamanho das letras", o site automaticamente diminuirá o tamanho das letras de todo o site (opções de menu, conteúdo, links, entre outros). Observe que fazer isso não é o mesmo que diminuir o zoom.

Ao selecionar a opção "Tamanho de fonte original", o site voltará ao tamanho da letra original de todo o site (opções de menu, conteúdo, links, entre outros).

Ao selecionar a opção "Aumentar o tamanho das letras", o site automaticamente aumentará o tamanho das letras de todo o site (opções de menu,

conteúdo, links, entre outros). Da mesma forma, não é o mesmo que aumentar o zoom.

Ao selecionar a opção “Alto Contraste”, o site aumentará significativamente o contraste entre o fundo da tela e as letras de todo o conteúdo.

Ao selecionar a opção “Contraste Normal”, o site voltará à sua cor normal.

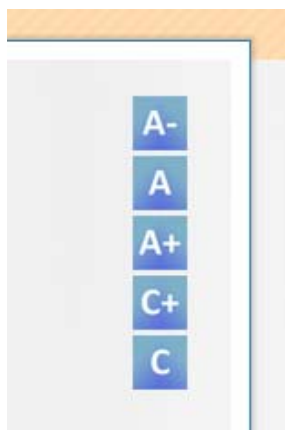


Figura 16 Opções de alteração de fonte e contraste do site  
Fonte: Produção própria

Ao selecionar a opção “Saltar para conteúdo”, o site automaticamente será posicionado para o conteúdo principal da página. Esse recurso funciona para qualquer navegador e leitor de tela, menos para o Virtual Vision, pois exige uma codificação especial que está fora dos padrões web.

Ao selecionar a opção “Mapa do site” o site direcionará para a página onde estão descritos todos os conteúdos do site com seus respectivos links.

Ao selecionar a opção “Acessibilidade do Site” o site direcionará para a página onde contém todas as informações referentes à acessibilidade do site.



Figura 17 Opções de Saltar para o Conteúdo, Mapa do Site e Acessibilidade do Site  
Fonte: Produção própria

Ao selecionar a opção “Topo” (no fim de cada página) o site rolará automaticamente para o topo da página.



Figura 18 Opção de Retornar ao Topo do site  
Fonte: Produção própria

A Figura 19 mostra a página principal do site desenvolvido para esse trabalho em tamanho de fonte e cores normais.

[Saltar para conteúdo](#)

[Mapa do Site](#)

[Acessibilidade do Site](#)

A-

A

A+

C+

C

**Principal** | Quem somos | Necessidade Especial | Tecnologia | Acessibilidade Web | Torre de Hanoi

## Acessibilidade para todos!

Tratamos a importância do ferramental computacional como auxílio ao desenvolvimento e inclusão social de pessoas com necessidades especiais.

Saiba mais

### Por que desse tema?

**Igualdade.**  
Acreditamos que todos tem os mesmos direitos, independentemente de suas limitações físicas.

**Sem exclusão.**  
Queremos um site acessível para 100% de nossos usuários.

### Nossa Missão

Tendo em vista o constante aumento do uso de computadores pessoais e da Internet e, relativamente, uma reduzida quantidade de programas ou sistemas voltados para usuários especiais, cada vez mais se fazem necessários estudos que possibilitem o desenvolvimento e a aplicação de softwares que permitam maior acessibilidade e auxiliem o processo de aprendizagem de pessoas com necessidades especiais e aqui apresentamos algumas delas.

### O que oferecemos?

- + Conhecimento sobre Acessibilidade Web
- + Informações sobre Necessidades Especiais
- + Tecnologia Assistiva
- + Experiência com pessoas
- + Conteúdo acessível
- + Dados da Universidade

## Nossa experiência

Somos formandos no curso de Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense e gostamos da área de Internet voltado para pessoas com necessidades especiais. Com o talento de Deborah e apoio do Lucas criamos esse site com a finalidade de ser apresentado e avaliado por professores da área com um objetivo muito especial: alcançar a tão sonhada formatura.

[Topo](#)

Instituto de Computação - Universidade Federal Fluminense  
Projeto Final de Conclusão do Curso de Ciência da Computação  
Desenvolvido e criado por Deborah Deccache e Lucas Castro

DIOX Sistemas

Figura 19 Página Principal do Site  
Fonte: Produção própria

#### 4.7 AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE DO SITE ACESSIBILIDADE PARA TODOS

De acordo com Queiroz (2006), avaliadores ou validadores de acessibilidade são ferramentas automáticas que fazem uma varredura no código de uma página web que emitem relatórios indicando os erros de acessibilidade segundo as prioridades das Diretrizes para Acessibilidade dos Conteúdos Web 1.0.

A página principal do site Acessibilidade Para Todos foi testada em dois avaliadores: da Silva<sup>1</sup> e Hera<sup>2</sup>.

Ambos os validadores avaliam o site mediante três prioridades (Anatel, sem data):

- a) Prioridade 1: são as exigências básicas de acessibilidade, condições que, se não forem cumpridas, poderão fazer com que grupos de usuários sejam impedidos de acessar as informações do documento.
- b) Prioridade 2: Equivale às normas e às recomendações de acessibilidade que garantem o acesso às informações do documento. Se não forem cumpridas, grupos de usuários terão dificuldades para navegar e acessar os conteúdos.
- c) Prioridade 3: normas e recomendações de acessibilidade que, sendo implementadas, facilitarão o acesso aos documentos publicados na internet. Se essas regras não forem cumpridas, grupos de usuários poderão enfrentar dificuldades para acessar as informações dos documentos publicados.

Prioridade 1		Prioridade 2		Prioridade 3	
Erros	Avisos	Erros	Avisos	Erros	Avisos
4	29	2	47	0	34

Tabela 9 Avaliação do Da Silva  
Fonte: Elaboração própria

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.dasilva.org.br/>

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.sidar.org/hera/index.php.pt>

Prioridade 1			Prioridade 2			Prioridade 3		
Verificar	Bom	Mal	Verificar	Bom	Mal	Verificar	Bom	Mal
8	-	-	17	1	4	11	2	1

Tabela 10 Avaliação do Hera  
Fonte: Elaboração própria

#### 4.7.1 Resultados da Avaliação

Mediante a análise das duas avaliações, pode-se concluir que o site Acessibilidade Para Todos está mais acessível no ponto de vista do Da Silva do que no ponto de vista do Hera. São necessários pequenos ajustes para que o site se torne totalmente acessível.

Dentre os erros especificados pelo Da Silva no quesito Prioridade 1 está fornecer um equivalente textual para cada imagem, com quatro ocorrências. Em relação à Prioridade 2 os erros que ocorreram foram utilizar unidades relativas, e não absolutas, nos valores dos atributos de tabelas, textos, etc. (uma ocorrência) e utilizar elementos de cabeçalho de forma lógica, organizando o conteúdo de acordo com uma hierarquia (uma ocorrência).

## 5 TORRE DE HANÓI COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ALUNOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS

A atividade lúdica pode ser interpretada como um exercício que tem como objetivo produzir prazer durante a sua execução e como um espaço onde emergem formas de entendimento da realidade e na qual são permitidas a imaginação e a liberdade, ou seja, a partir da busca pelas soluções dos jogos, há um estímulo do desenvolvimento da inteligência.

Tendo em vista a importância do lúdico no processo de desenvolvimento infantil, alguns autores admitem que o jogo seja um rico elemento no processo de aprendizagem. As competências cognitivas adquiridas no ambiente lúdico quando corretamente desenvolvidas, são inconscientemente transferidas para o ambiente da vida real, mostrando-se uma poderosa ferramenta de ensino e aprendizado. (Coelho, 2012).

É necessário que se estimule o aluno com deficiência a avançar na sua compreensão, criando-lhes impasses e situações de conflitos cognitivos, ou melhor, desafiando-os a enfrentá-los. Assim, saindo de uma posição passiva e automatizada, diante da aprendizagem para o acesso e apropriação ativa do próprio saber. (Coelho, 2012, p.3).

Numa perspectiva antropológica, Brougère (1998) admite que o jogo é o produto de múltiplas interações sociais no qual é necessária a existência de significações a partilhar e de possibilidades de interpretação. Para o autor, o jogo não seria concebido a princípio como o lugar de desenvolvimento da cultura, mas o lugar de emergência da própria cultura lúdica na qual o sujeito controla um universo simbólico particular. O jogo eletrônico, como experiência da cultura contemporânea e instrumento de intervenção no processo ensino-aprendizagem, contribui para a inclusão social de classes pobres na medida em que jovens de classe média já vivem no seu cotidiano experiências com o uso da tecnologia.

O jogo eletrônico, ultimamente, já vem sendo utilizado como uma ferramenta de apoio ao processo de aprendizagem. Podemos citar alguns exemplos de jogos que dão suporte ao aprendizado, como o jogo Gene2, desenvolvido na Unicamp,

que auxilia no aprendizado da genética e o GeoplanoPEC, desenvolvido na UFPB, voltado para a área de geometria plana. Porém, com o avanço tecnológico, os jogos eletrônicos têm se tornando cada vez mais complexos e de difícil manipulação, principalmente para pessoas com necessidades especiais.

Desta forma, houve a necessidade de criar jogos específicos para esta classe de usuários, facilitando assim a utilização por essas pessoas. (Balbino, 2009).

Aproveitando esta inovação tecnológica e o fato de começarem a criar novos jogos eletrônicos, iniciou-se um processo de criação e utilização de jogos que pudessem auxiliar no desenvolvimento de PNEs, com o intuito de promover a melhoria do aprendizado, além de proporcionar uma maior integração digital e social dessas pessoas.

Com base na motivação proporcionada pelo estudo da bibliografia sobre o tema e a partir do encontro de áreas proporcionado pela parceria entre a orientadora desta monografia com uma professora<sup>1</sup> da Faculdade de Educação da UFF desenvolveu-se a proposta de aplicação de um jogo que pudesse avaliar o desenvolvimento cognitivo de alunos com necessidades educativas especiais.

Este trabalho, realizado em uma escola pública da cidade de Niterói, teve como resultado um artigo, intitulado “Torre de Hanói: O espaço lúdico como intervenção Psicopedagógica com alunos NEES”, sendo alguns dos autores a professora Cristina Lúcia Maia Coelho e o aluno Lucas de Castro Alves. Este artigo foi publicado no **ticEduca2012 – II Encontro Internacional TIC e Educação**, que foi realizado em Lisboa – Portugal, de 30/11/2012 a 02/12/2012.

A escolha do jogo recaiu então sobre a Torre de Hanói que se encaixava nessas características, uma vez que já havia sido previamente utilizada em outros estudos que visavam descrever as lógicas espacial e dedutiva em turmas de licenciatura. Sant’Anna (2007), a partir de um estudo normativo da Torre de Hanói (ToH) para população brasileira, propuseram um padrão com percentil numa população de estudantes e verificaram o efeito da aprendizagem com os treinos baseados na queda do número de movimento e do tempo. Os resultados indicaram que a aplicação repetida daToH automatiza a resposta, requer uso da flexibilidade mental, do planejamento e busca de nova estratégia de sucesso.

---

<sup>1</sup> Professora Cristina Lúcia Maia Coelho – Universidade Federal Fluminense

## 5.1 TORRE DE HANÓI: HISTÓRIAS E LENDAS

A Torre de Hanói é um jogo que contém 3 pinos, sendo que em um destes pinos estão dispostos uma quantidade de discos, um acima do outro, em ordem decrescente de tamanho, iniciando de baixo para cima. O objetivo do jogo consiste em transferir os discos de um pino para um outro qualquer, utilizando o terceiro como auxiliar, de modo que um disco maior sempre tem que ficar abaixo de um menor e só pode ser movido um disco por vez.

### 5.1.1 A lenda por trás do jogo

O jogo Torre de Hanói foi publicado no ano de 1883, pelo matemático francês François Édouard Anatole Lucas (1842-1891) (Figura 20). Segundo sua publicação, o jogo teve origem no Vietnã, apesar de ser bastante popular na China e no Japão. Édouard foi inspirado por uma lenda Hindu que falava de um templo em Benares, cidade santa da Índia, onde existia uma torre sagrada do bramanismo, cuja função era melhorar a disciplina mental dos monges jovens.



Figura 20 Édouard Lucas (1842-1891)  
Fonte: Kimberling

Segundo a lenda, há uma placa de bronze com 3 (três) hastes de diamantes no grande templo de Benares e o deus Brama, em uma destas hastes, colocou 64

discos de ouro puro, de forma que o disco maior ficasse sobre a placa de bronze e o menor no topo, estando os discos em ordem decrescente de tamanho. Os monges do templo, então, receberam a atribuição de transferir os discos de uma haste para a outra, utilizando a terceira haste como auxiliar. Porém, esta ação tinha 2 regras pré-definidas: era proibido colocar um disco maior em cima de um disco menor; somente um disco poderia ser movido por vez. Em sua publicação, Édouard oferecia mais de 1 milhão de francos para quem resolvesse o problema com os 64 discos, seguindo as regras de jogo. O grande problema é que a resolução teria uma quantidade enorme de movimentos, da ordem de 18 quintilhões e, portanto, duraria mais de 500 bilhões de anos! (Bairral, 2001).

Na Figura 21, podemos observar um exemplo da Torre de Hanói com 6 discos.



Figura 21 Exemplo de Torre de Hanói  
Fonte: Manoel

### 5.1.2 A lógica por trás do jogo

Conforme dito anteriormente, o objetivo do jogo é transferir os discos de um pino para o outro, respeitando as regras pré-estabelecidas. Entretanto, estas transferências não são feitas de modo aleatório, sendo possível visualizar um padrão de comportamento nas ações do jogo. Para a resolução do problema desenvolveu-se uma lógica matemática para a resolução do jogo e, conseqüentemente, um algoritmo que apresentasse a solução do problema na menor quantidade de movimentos possíveis.

Este algoritmo pode ser visualizado abaixo:

*Hanoi(n; hasteInicial; hasteAuxiliar; hasteFinal)*

Se  $n = 1$  então

*MoveDisco(1; hasteInicial; hasteFinal)*

Senão

*Hanoi(n - 1; hasteInicial; hasteFinal; hasteAuxiliar)*

*MoveDisco(n; hasteInicial; hasteFinal)*

*Hanoi(n - 1; hasteAuxiliar; hasteInicial; hasteFinal).*

De forma a simplificar o entendimento do algoritmo, a Figura 22 exemplifica a resolução do jogo com 3 discos.



Figura 22 Resolução da Torre de Hanói  
Fonte: Ferreira, Loiola, Silveira 2009

Outro ponto a ser observado na lógica do jogo é a quantidade de movimentos. Com base no algoritmo, pode-se calcular o número mínimo de movimentos necessários para resolver o problema. Este número mínimo é dado pela fórmula  $2^N - 1$ , onde N é a quantidade de discos. Percebe-se que a quantidade de movimentos aumenta exponencialmente, o que faz, por exemplo, com que o jogo que contém 20 discos tenha um mínimo de 1048575 movimentos!

## 5.2 O EXPERIMENTO: APLICAÇÃO DO JOGO TORRE DE HANÓI PARA AVALIAR O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DE ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS

Neste item do capítulo, tratar-se-á de uma experiência sobre a utilização de jogos eletrônicos, que tem por objetivo avaliar o desenvolvimento cognitivo de crianças a partir de intervenções com softwares eletrônicos, realizada com alunos do Colégio Estadual Leopoldo Fróes, na cidade de Niterói-RJ.

A escolha deste colégio se deu por sugestão da professora Cristina Lúcia, por se tratar de uma escola em que ela já atuava com projetos de pesquisa sobre o desenvolvimento dos alunos e o jogo utilizado foi a Torre de Hanói, que na verdade é um problema lógico-matemático que foi transformado em um jogo.

### 5.2.1 A Metodologia adotada

A metodologia utilizada no trabalho foi a pesquisa-intervenção. Esta metodologia foi utilizada porque tem o objetivo de avaliar a mudança no comportamento das pessoas avaliadas, ao mesmo tempo em que os avaliadores induzem a mudança deste comportamento. Isto significa informar os participantes, oferecer serviços, explicar com detalhes os objetivos do experimento. Com essas considerações pode-se vislumbrar o caráter participante do pesquisador durante este tipo de investigação.

A partir desta técnica de pesquisa-intervenção, foi utilizado o método de abordagem da avaliação interativa – via jogos eletrônicos – para avaliação da plasticidade cognitiva, a transcendência da aprendizagem, a auto-regulação e a mediação de sentimentos de competência entre os alunos com dificuldade de aprendizagem.

Utilizando estratégias instrucionais, temporárias e ajustáveis ao desempenho do aprendiz, o examinador na avaliação interativa ajuda a revelar o seu desempenho potencial, fazendo-o alcançar um grau crescente de autonomia em situações de resolução de problemas. Assim, a avaliação interativa como processo de avaliação sistêmico, interativo e contextualizado é dirigido para modificar o funcionamento cognitivo através da assistência de um mediador. (Coelho, 2012, p.5).

Durante a aplicação do jogo, foi realizada uma sessão com intervenção com os alunos, objetivando induzir um entendimento mais rápido do jogo. Foram realizadas também duas sessões, intercaladas antes e depois da sessão com a intervenção, com o intuito de liberar os alunos para jogarem sozinhos, para verificar a diferença de resultados entre a 1ª e a 3ª sessões, após a intervenção realizada na 2ª.

### 5.3 APLICAÇÃO DO JOGO

A aplicação do jogo iniciou-se, como já citado, com o objetivo específico de avaliar o desenvolvimento cognitivo de alunos com necessidades educativas especiais em relação à capacidade de planejamento e habilidade lógico-espacial.

Esta avaliação consistiu de três etapas:

- a) A primeira, o **pré-teste**, tratava da aplicação do jogo para os alunos sem qualquer tipo de intervenção, apenas lhes explicando as regras e o mecanismo de funcionamento num nível básico;
- b) A segunda, denominada de **intervenção**, consistia de uma nova aplicação do jogo, mas com uma diferença: os avaliadores participavam

ativamente com os alunos, auxiliando-os com dicas, sugestões, feedbacks sistemáticos e, principalmente, corrigindo-os após algum tipo de jogada incorreta;

- c) A terceira, o **pós-teste**, os alunos jogavam sozinhos novamente, e o objetivo foi o de se identificar o efeito e a extensão da mediação pelos quais os alunos aprenderam e generalizaram princípios, conceitos e estratégias de solução dos problemas e o quanto eles conseguiram entender do jogo e da mecânica dos movimentos.

Para esta avaliação, foram selecionados 8 estudantes do ensino fundamental, com idades entre 13 e 18 anos, com dificuldades de aprendizagem, os quais utilizavam as salas regulares de ensino e uma sala de atendimento especializado. A ferramenta utilizada foi a versão virtual do jogo Torre de Hanói.

Os alunos foram separados em 2 grupos de 4 alunos cada, sendo que cada grupo foi avaliado em dias diferentes. A avaliação de cada grupo durou cerca de 3 horas, e o objetivo era avaliar o quanto os alunos conseguiam se adaptar às mudanças do jogo e conseguir transformar isso em uma estratégia de resolução do mesmo, ou seja, através da repetição e das intervenções realizadas pelos avaliadores, fazer com que os resultados do pós-teste fossem melhores que os do pré-teste.

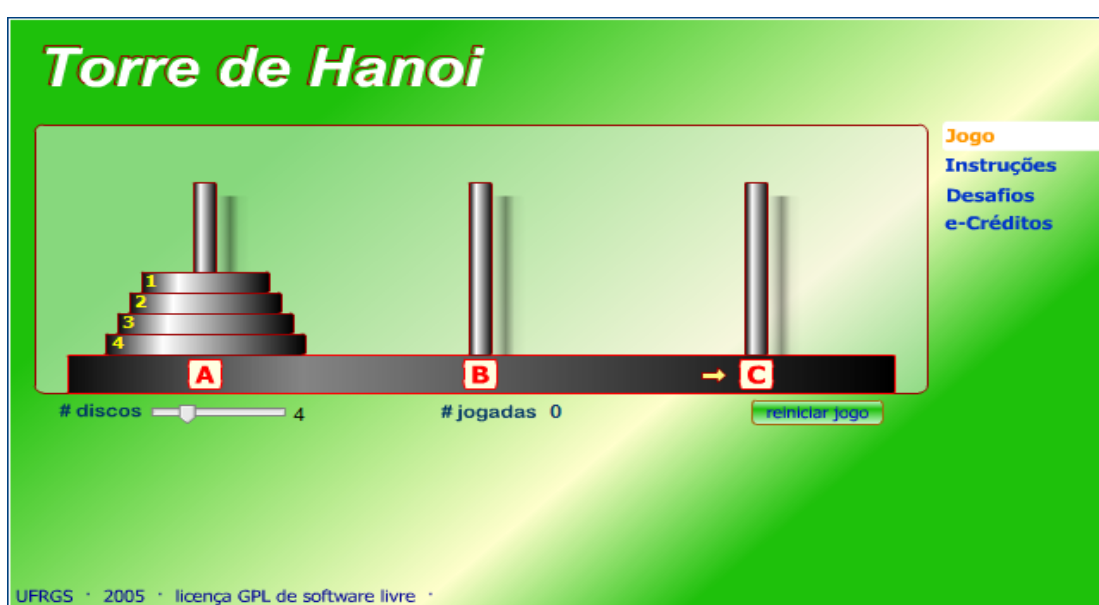


Figura 23 Imagem do jogo do site da UFRGS  
Fonte: UFRGS, 2005

Baseados nas duas únicas regras do jogo, os alunos tinham que transferir os discos de uma haste para a outra, no menor número de movimentos possíveis, que, como vimos anteriormente, pode ser determinado a partir da fórmula  $2^n - 1$ , sendo N o número de discos. A avaliação dos alunos se dava justamente na quantidade de movimentos que eles utilizaram para completar o objetivo. A pesquisa, em um primeiro momento, tem como finalidade principal comparar o aluno com ele mesmo, ou seja, comparar os resultados do pré e do pós-teste. Após, faz-se a comparação dos resultados entre os alunos, de forma a identificar os que tiveram melhor percepção da experiência realizada.

#### 5.4 RESULTADOS E CONCLUSÕES DA APLICAÇÃO DO JOGO

De uma forma geral, os alunos mantiveram uma regularidade de resultados quando avaliados individualmente, ou seja, mantiveram as mesmas tendências nos resultados obtidos. Porém, ao se avaliar o grupo como um todo, percebeu-se que houve uma grande diferença entre os resultados obtidos entre si, ratificando o fato de que há uma boa discrepância entre os alunos na capacidade de cada um de avaliar a lógica e os mecanismos do jogo, além da habilidade espacial.

Durante as intervenções e nos pré e pós testes pudemos observar uma atitude de receptividade, interesse e descontração, pois não entendiam a tarefa como avaliação e que não seriam julgados pelo desempenho, embora desafiante. Mesmo entre os alunos que apresentavam muita dificuldade a proximidade do mediador facilitava a procura de estratégias. (Coelho, 2012, p.15).

A Tabela 11 contém os resultados obtidos nas 1ª e 2ª tentativas dos alunos, contendo 3 e 4 discos em cada situação. Os números contidos na tabela indicam uma comparação dos valores obtidos pelos alunos com uma tabela de percentil normatizada. (Sant'Anna, 2007). Desta forma, cada aluno teve o seu percentil, que é uma nota padrão que compara um sujeito com seu grupo padrão de indivíduos.

Significa, por exemplo, que se um aluno tiver um percentil de 70, ele supera 70% da amostra e é superado pelos outros 30%.

Alunos	3 discos		4 discos	
	1ª	2ª	1ª	2ª
1	50	25	50	50
2	100	100	100	100
3	75	60	75	75
4	20	50	75	75
5	50	75	100	50
6	75	60	50	75
7	20	100	50	50
8	80	100	75	50

Tabela 11 Tabela de percentis com 3 e 4 discos  
Fonte: Coelho, 2012.

Ao se analisar a Tabela 11, pode-se notar que 6 dos 8 alunos obtiveram uma melhora ou mantiveram seus resultados em pelo menos uma das tentativas. Entretanto, 5 alunos tiveram alguma piora em alguma das tentativas, indicando que com uma pequena quantidade de discos e ainda no início da avaliação, alguns resultados foram obtidos de maneira aleatória, ou seja, alguns alunos obtiveram bons índices por sorte e não por ter entendido exatamente o funcionamento do jogo.

Este entendimento e um melhor planejamento sobre o mecanismo do jogo poderá ser visualizado no gráfico e na Tabela 12. Ele mostra os resultados obtidos pelos alunos com 5 discos, um nível de dificuldade muito maior. Os valores dispostos indicam a quantidade de movimentos utilizados para completar o objetivo, sendo que o número mínimo de movimentos necessários são 31.

Sujeitos	5 discos		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
1	103	40	48
2	76	39	43
3	89	40	47
4	102	44	52

Tabela 12 Tabela de movimentos com 5 discos  
Fonte: Coelho, 2012.

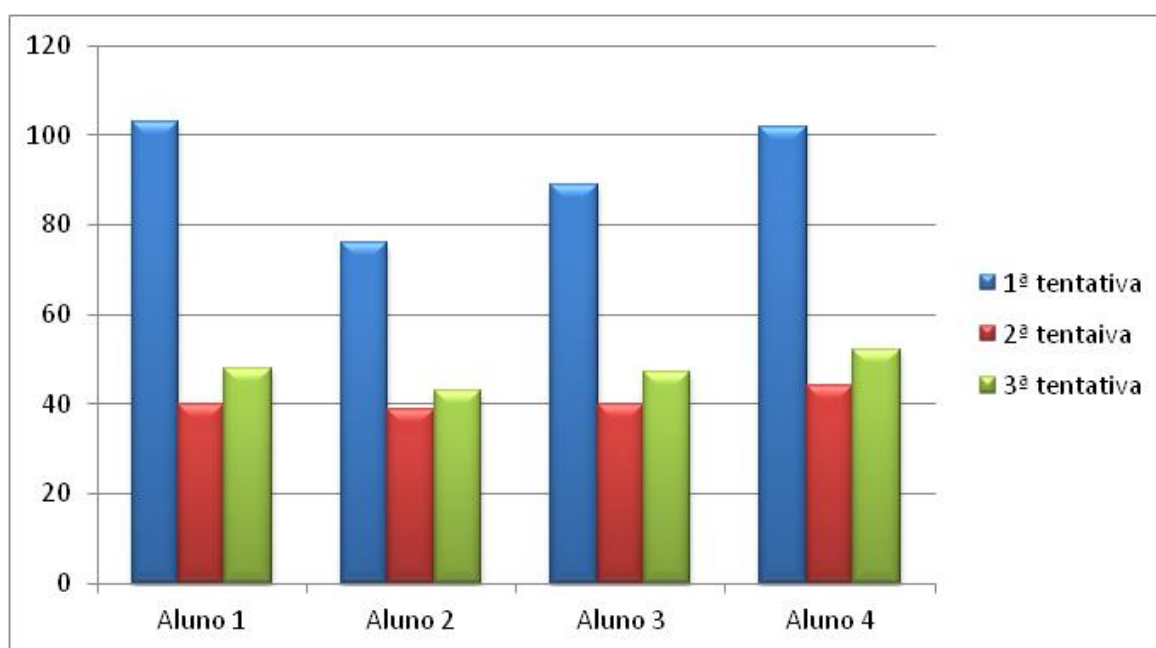


Figura 24 Total de movimentos com 5 discos  
Fonte: Produção própria

Podemos observar que a quantidade de movimentos cai consideravelmente na 2ª tentativa. Tais dados indicam que houve um aprendizado do grupo com relação ao planejamento do jogo, já que com 5 discos, é muito difícil alcançar o objetivo apenas na base da tentativa e erro. Na média, teve uma redução de aproximadamente 35% nos movimentos, da primeira para a segunda tentativa, o que demonstra que uma repetitiva aplicação do jogo automatiza a resposta e possibilita a utilização de planejamento e flexibilidade mental.

É interessante observar também como se deu o comportamento dos resultados comparando as 1ª e 3ª tentativas, ou seja, o pré e o pós-teste. Desta forma, pode-se analisar o real efeito da intervenção realizada na 2ª tentativa do jogo,

avaliando o desempenho cognitivo dos alunos e as suas capacidades de aprendizado. Assim, chegamos aos seguintes dados:

<b>Discos</b>	<b>Pré</b>	<b>Pós</b>
3	10,87	8,75
4	22,65	21
5	97,5	47,75

Tabela 13 Média de movimentos do pré e pós-teste  
Fonte: Coelho, 2012.

Fica bastante clara a importância da intervenção realizada na 2ª tentativa do jogo e também da repetição da execução dos movimentos. Independente da quantidade de discos, a média do total de movimentos realizados pelos alunos diminuiu em todas as situações, comprovando o efeito da intervenção no grupo. Mas, o dado que mais chama a atenção, sem dúvida, é a queda de movimentos obtida no jogo com 5 discos. Como se torna um jogo muito mais difícil há maiores possibilidades de melhoramento dos resultados, tendo em vista o baixo aproveitamento obtido na 1ª tentativa. Desta forma, um pequeno planejamento já faz uma grande diferença no resultado final, diferentemente do jogo com 3 ou 4 discos, que, apesar de haver uma melhora, não chega a ser tão significativa quanto a citada anteriormente.

Se avaliarmos os resultados do pré e pós-teste de cada aluno, teremos dados ainda mais conclusivos. Analisando os dois gráficos abaixo, onde temos, no eixo horizontal, os alunos, e no vertical, a quantidade de movimentos, podemos inferir que com 4 discos, ainda há alunos que obtêm melhores resultados na base da tentativa e erro, já que no pré-teste obteve um resultado melhor do que no pós-teste. As linhas do gráfico se cruzam e estão muito mais próximas do que no caso com 5 discos, indicando que há sim uma melhora nos resultados, mas que essa melhora só vai ser mais explícita quando o nível de dificuldade é aumentado, considerando os 5 discos. Neste gráfico, vemos que todos os alunos obtiveram resultados muito melhores no pós-teste do que no pré-teste.

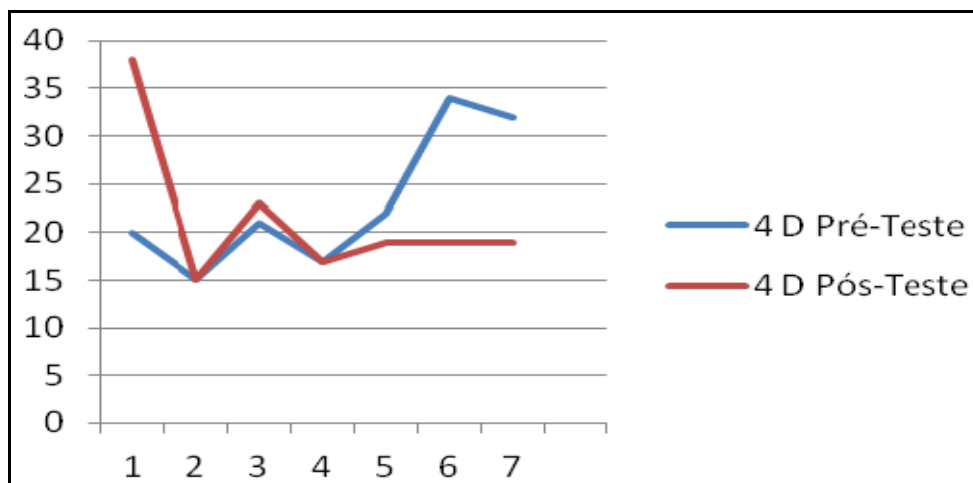


Figura 25 Total de movimentos do pré e pós-teste com 4 discos  
Fonte: Coelho, 2012.

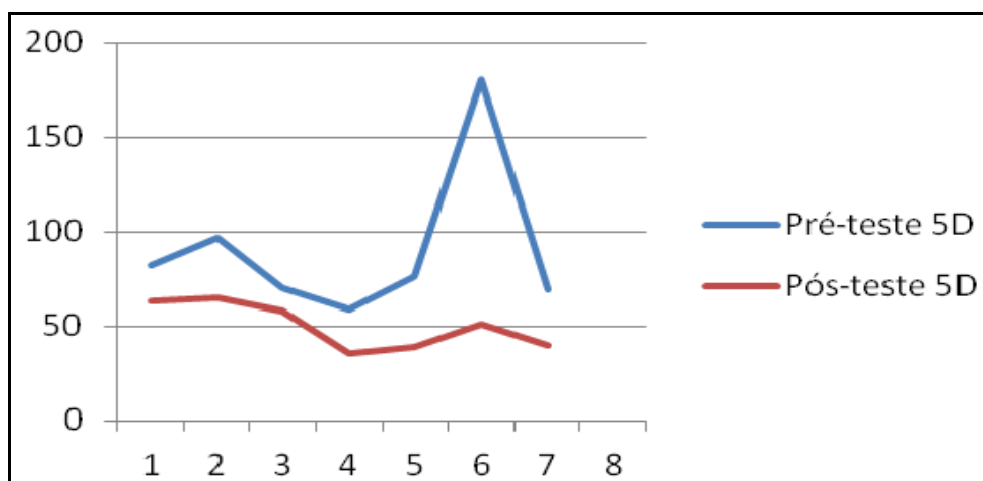


Figura 26 Total de movimentos do pré e pós-teste com 5 discos  
Fonte: Coelho, 2012.

Com base nos dados obtidos e na experiência adquirida, podemos confirmar a capacidade do jogo da Torre de Hanói ser um instrumento de fornecimento de dados sobre a habilidade mental de alunos com necessidades especiais. Provou-se, com os resultados, que apesar da dificuldade desses alunos, eles são capazes de desenvolver estas habilidades a partir de uma prática pedagógica, mesmo que em um tempo e forma diferenciados.

O jogo é um teste muito interessante para eles, pois força-os a mudar de estratégia e a raciocinar sobre um novo planejamento a cada novo disco introduzido. Isto estimula o aluno a sair de sua zona de conforto e passividade e o auxilia a avançar na compreensão e na resolução de problemas. (Brougère, 1998).

Além disso, há ainda a introdução de equipamentos eletrônicos no auxílio ao desenvolvimento desses alunos, quebrando certos paradigmas sociais e culturais da nossa sociedade. Com a utilização de um jogo eletrônico, os alunos se estimularam facilmente a participar da intervenção, já que eles não enxergavam aquilo como uma mera avaliação, mas sim como uma diversão, como uma maneira de utilizar o computador para brincar. Desta forma, se mostraram totalmente receptivos e interessados no jogo, o que demonstra que a utilização deste meio como forma de avaliação e desenvolvimento é uma excelente maneira realizar essas pesquisas, sem que seja algo maçante para os alunos.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos na avaliação realizada com o jogo Torre de Hanói e na experiência adquirida durante o desenvolvimento do site, pode-se confirmar a capacidade da computação em ser um instrumento de fornecimento de tecnologia no auxílio a pessoas com necessidades especiais.

Porém, fica claro que este tipo de trabalho só é possível de ser realizado, quando há um conhecimento por parte das pessoas ligadas à computação sobre a área em que se está trabalhando. É fundamental que a computação seja utilizada não apenas em seu próprio círculo, mas principalmente para auxiliar outras áreas de conhecimento.

Com o desenvolvimento de sites acessíveis, mais pessoas têm acesso à informação e conseqüentemente, são incluídas no universo da internet. Para isso, o site precisa respeitar as diretrizes de acessibilidade estipuladas.

Sobre o jogo, este se mostrou um teste muito interessante para os alunos, pois força-os a mudar de estratégia e a raciocinar sobre um novo planejamento a cada novo disco introduzido. Isto estimula o aluno a sair de sua zona de conforto e passividade e o auxilia a avançar na compreensão e na resolução de problemas, provando que apesar das dificuldades que possuem, eles são capazes de desenvolver as habilidades necessárias a partir de uma prática pedagógica.

O uso de equipamentos eletrônicos ajudou a quebrar certos paradigmas sociais e culturais da nossa sociedade no que diz respeito ao auxílio do desenvolvimento dos alunos. Com a utilização de um jogo eletrônico, eles se estimularam facilmente a participar da intervenção, já que não enxergavam aquilo como uma mera avaliação, e sim como uma diversão, ou seja, uma maneira de utilizar o computador para brincar. Desta forma, se mostraram totalmente receptivos e interessados no jogo, demonstrando que a utilização deste meio como forma de avaliação e desenvolvimento é uma excelente maneira realizar essas pesquisas, sem que seja algo maçante para os alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anatel. **Acessibilidade.** Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNivelDois.do?acao=&codItemCanal=1019&codigoVisao=4&nomeVisao=Cidad>> Acesso em: 20 mar. 2013

AMERICANAS. **Americanas.com.** 2013. Disponível em: <<http://www.americanas.com.br/>> Acesso em: 01 fev. 2013

AUTISMO e Realidade. **Manual para as Famílias Versão 2.0**, 2010.

BC Produtos. **Teclado Padrão PS2 com Colméia Acrílica.** 2013. Disponível em: <<http://brindeascompras.com.br/loja/detalhes.asp?produto=58>> Acesso em: 10 fev. 2013.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. Movendo Discos, Construindo Torres e Matematizando com Futuros Professores. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, n. 38, p. 95-110, 2001.

BALBINO, Raquel Ribeiro. et al. Jogos Educativos como objeto de aprendizagem para pessoas com necessidades especiais. **Revista Renote**. Rio Grande do Sul, v. 7, n. 3, 2009.

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SILVA, Bruno Santana da. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1034025/constituicao-da-republica-federativa-do-brasil-1988>> Acesso em: 10 fev. 2013.

BRASIL. Decreto-lei nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Política Nacional para Integração da Pessoa com Deficiência, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm)> Acesso em: 15 fev. 2013.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Regulamento das Leis nºs 10.048/2000 e 10.098/2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 24 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 15 fev. 2013.

BRASIL. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Plano Nacional de Educação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 14 fev. 2013.

BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10436.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10436.htm)>. Acesso em: 08 mar. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Assessoria de Comunicação Social. Censo registra 51,5 milhões de matriculados em 2010. Brasília: MEC, 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16179](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16179)>. Acesso em: 15 jan. 2013.

BROUGÈRE, Gilles. A criança e a cultura lúdica. **Revista da Faculdade de Educação**. São Paulo, v. 24, n.2, 1998.

BUENO, José Geraldo Silveira. **Crianças com necessidades educativas especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas?**. *Rev. bras. educ. espec.*, set 1999, vol.03, no.05, p.07-25. ISSN 1413-6538.

CABRAL, Alantiara Peixoto; SOUZA, Luanda Nogueira; ALCÂNTARA, Manuela Soares de. Crianças com necessidades especiais: reflexão sobre a inclusão nas escolas públicas do ensino regular. **EFDEPORTES**, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd141/inclusao-nas-escolas-publicas-do-ensino-regular.htm>> Acesso em: 27 nov. 2012.

CAMPOS, Márcia de Broba. **Folder Sign**. Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <[http://www.inf.pucrs.br/~marciabc/textos/folder\\_sign\\_marciabc2.pdf](http://www.inf.pucrs.br/~marciabc/textos/folder_sign_marciabc2.pdf)> Acesso em: 10 fev. 2013.

CARVALHO, José Oscar Fontanini de; IGNÁCIO, Edilson Antônio. Avaliação da Acessibilidade de Sites Oficiais de Pesquisa no Brasil por pessoas com deficiência. **Encontros Bibli**, Campinas; v.13, n. 26, 2008.

COELHO, Cristina Lúcia Maia; ALVES, Lucas de Castro. et al. Torre de Hanói: O espaço lúdico como intervenção Psicopedagógica com alunos NEES. Rio de Janeiro, 2012.

DAMASCENO , Luciana Lopes; FILHO, Teófilo Alves Galvão. **As novas tecnologias e a tecnologia assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial**. Fortaleza, Anais do III Congresso Ibero-americano de Informática na Educação Especial, MEC, 2002.

DECLARAÇÃO de Salamanca. **Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**. Espanha: Salamanca, 1994.

DEFICIÊNCIA & Competência. **Programa de Inclusão de Pessoas Portadoras de Deficiência nas Ações Educacionais do SENAC**. Senac Nacional, 2002. Disponível em: <<http://www.senac.com.br/conheca/deficiencia.html>>. Acesso em: 18 fev. 2012.

FALKENBACH, Atos Printz. et al. Panorama da inclusão de alunos com necessidades especiais nas escolas. **EFDEPORTES**, Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd127/inclusao-de-alunos-com-necessidades-especiais-nas-escolas.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

FERREIRA, Simone Bacellar Leal; LOIOLA, Eliane Maria; SILVEIRA, Denis Silva Da. Uma metodologia de ensino de lógica aplicada em cursos de ciências humanas. Revista de Administração Mackenzie, **São Paulo**, v.10 nº.2, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/img/revistas/ram/v10n2/08f03.jpg>> Acesso em: 12 jan. 2013.

FERNANDES, Edicléa Mascarenhas; GLAT, Rosana. Da Educação Segregada à Educação Inclusiva: uma breve reflexão sobre os paradigmas educacionais no contexto da Educação Especial brasileira. **Revista Inclusão**, São Paulo, v.1, n.1, 2005.

FIOCRUZ. Deficiência Mental. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/deficiencia-mental.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2013.

GIL, Marta. **Educação Inclusiva: O que o Professor tem a ver com isso?**. São Paulo: Rede Saci, 2005.

GLOBO.COM. **Absolutamente tudo sobre esportes, notícias e entretenimento**. 2013. Disponível em: <<http://www.globo.com>> Acesso em: 10 fev. 2013.

IBGE. Censo Demográfico 2010, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

INTELLITOOLS. **Tecnologia para Inclusão**. 1998. Disponível em: <[http://www.clik.com.br/intelli\\_01.html#comprar](http://www.clik.com.br/intelli_01.html#comprar)> Acesso em: 10 fev. 2013.

KIMBERLING, Clark. **Édouard Lucas (1842-1891) number-theorist**. Disponível em: <<http://faculty.evansville.edu/ck6/bstud/lucas.html>> Acesso em: 21 dez. 2012.

KUROSE, James Francis; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

MAZZILLO, Ida Beatriz. **PARALISIA CEREBRAL - Tecnologia e Acessibilidade**. 2002 Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/microfenix/adap.htm>> Acesso em: 10 fev. 2013.

MANOEL, Luis Ricardo da Silva. Torre de Hanói. Disponível em: <[http://www.mat.ibilce.unesp.br/laboratorio/pages/jogos/torre\\_hanoi.htm](http://www.mat.ibilce.unesp.br/laboratorio/pages/jogos/torre_hanoi.htm)> Acesso em: 21 dez. 2012.

MELLO, Ana Maria S. Ros de, **Autismo: guia prático**. 7.ed. São Paulo: AMA; Brasília: CORDE. , 2007.

MITTLER, Peter. **Educação Inclusiva – Contextos Sociais**. Artmed, 2003.

MONDELLI, Maria Fernanda Capoani Garcia; BEVILACQU, Maria Cecília. Estudo da deficiência auditiva das crianças do HRAC-USP, Bauru-SP: subsídios para uma política de intervenção. **Sinopse de Pediatria**, v.8, n.3, 2002.

MOREIRA, Ildeu de Castro. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil Sinopse de Pediatria. **Inclusão Social**, v.1, n.2, 2006.

MUNHOZ, Adriana A.. Inclusão 100%: Notícias, curiosidades e experiências educacionais inclusivas. 2012 Disponível em: <<http://adrianamunhoz1.blogspot.com.br/2012/05/comunicacao-alternativa.html>> Acesso em: 15 fev. 2013.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. New York: Academic Press, 1993.

QUEIROZ, Marco Antonio de. Acessibilidade web: tudo tem sua primeira vez. **Bengala Legal**, São Paulo, 01 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/capitulomaq.php>>. Acesso em: 21 jan. 2013.

QUEIROZ, Marco Antonio de. Equivalentes Textuais para Acessibilidade de Imagens na Web. **Acessibilidade Legal**, São Paulo, 04 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com/13-equivalentes.php>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

REDE Saci. **Solidariedade, Apoio, Comunicação e Informação**. USP. Disponível em: <<http://www.saci.org.br/>> Acesso em: 21 jan. 2013.

SANT'ANNA, Beatriz de Andrade. et al. Torre de Hanói: proposta de utilização do instrumento para sujeitos de 13 a 16 anos. **Psicologia hospitalar**, São Paulo, v.5 n.2, 2007.

SILVA, Angela Carrancho da. A educação especial frente as novas tecnologias. **Rede SACI**, Porto Alegre, 10 dez. 2002. Disponível em: <<http://saci.org.br/?modulo=akemi&parametro=2896>>. Acesso em: 12 jan. 2013.

SILVA, Saulo César da. A inclusão das pessoas com necessidades especiais no ensino superior: realidade ou utopia? **Sumaré: revista eletrônica**. 2011. Disponível em: <[http://www.sumare.edu.br/Arquivos/1/raes/02/raesed02\\_artigo07.pdf](http://www.sumare.edu.br/Arquivos/1/raes/02/raesed02_artigo07.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

SOUZA, Aline de Jesus. et al. A Inclusão de crianças portadoras de necessidades especiais e os desafios do docente em lidar com isso. Cairu, Salvador, 03 nov. Disponível em: <[http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/INCLUSAO\\_CRIANCAS\\_PORT\\_NEC\\_E\\_SPECIAIS.pdf](http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/INCLUSAO_CRIANCAS_PORT_NEC_E_SPECIAIS.pdf)> Acesso em: 14 jan. 2013.

SOZO, Magali Helene, FERREIRA, Patrícia Martins. A utilização das tecnologias assistivas pelo terapeuta ocupacional como meio facilitador da Inclusão escolar e social da pessoa com necessidades especiais – relato de experiência. **APAIE**, Goiânia. Disponível em: <<http://www.goiania.apaebrasil.org.br/artigo.phtml/20263>> Acesso em: 15 jan. 2013.

UFRGS, Torre de Hanoi. 2005. Disponível em:  
<<http://www6.ufrgs.br/psicoeduc/hanoi/>> Acesso em: 18 nov. 2012.

W3C. Directivas para a acessibilidade do conteúdo da Web - 1.0 Disponível em:  
<<http://www.utad.pt/wai/wai-pageauth.html>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

WIKIPÉDIA. **DOSVOX**. 2001. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Dosvox>>  
Acesso em: 10 fev. 2013.