

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

SANDRA MARA SOARES FERREIRA

**MOBILIÁRIO ESCOLAR COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E
RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA: ADEQUAÇÕES PARA
ALUNOS COM BAIXA VISÃO**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2010**

SANDRA MARA SOARES FERREIRA

**MOBILIÁRIO ESCOLAR COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E
RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA: ADEQUAÇÕES PARA
ALUNOS COM BAIXA VISÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino, da Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus Ponta Grossa, da UTFPR.

Orientadora: Prof.^a Rita de Cássia da Luz Stadler, Dra.

PONTA GROSSA

2010

F383 Ferreira, Sandra Mara Soares

Mobiliário escolar com recomendações ergonômicas e recursos da Tecnologia Assistiva: adequações para alunos com baixa visão / Sandra Mara Soares Ferreira. -- Ponta Grossa: [s.n.], 2010.

168 f.: il. ; 30 cm.

Inclui Apêndice "Caderno de encargos com recomendações ergonômicas e recursos da Tecnologia Assistiva".

Orientadora: Prof. Dr^a. Rita de Cássia da Luz Stadler

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, 2010.

1. Ergonomia. 2. - Mobiliário escolar - Recomendações. 3. Baixa visão – Tecnologia Assistiva. I. Stadler, Rita de Cássia da Luz. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



TERMO DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº 06/2009

**MOBILIÁRIO ESCOLAR COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA
TECNOLOGIA ASSISTIVA: ADEQUAÇÃO PARA ALUNOS COM BAIXA VISÃO**

por

Sandra Mara Soares Ferreira

Esta dissertação foi apresentada às **10 horas e 30 minutos de 22 de fevereiro de 2010** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, linha de pesquisa em **Ciência, Tecnologia e Ensino**, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Guanís de Barros Vilela Junior
(UEPG)

Prof. Dr. Luiz Alberto Pilatti (UTFPR)

Profª. Drª. Siumara Aparecida de Lima
(UTFPR)

Profª. Drª. Rita de Cássia da Luz Stadler
(UTFPR) - Orientador

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior
Coordenador do PPGET

*Dedico este trabalho à minha querida
mãe, exemplo de vida que se traduz em
força, amor, generosidade e doação. E
que nasceu junto com a primavera...*

*À Anna Líz, menina cheia de graça,
florzinha do nosso jardim, regada com
amor e carinho...*

*E Lucca, menino brilhante, que ilumina
nosso caminho...*

AGRADECIMENTOS

À Deus, minha base e conforto. *“Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei. (...) Pois será como a árvore plantada junto a ribeiros de águas, a qual dá o seu fruto no seu tempo; as suas folhas não cairão, e tudo quanto fizer prosperará”.*

À minha mãe Regina, e aos amados Anna Liz e Lucca, por reabastecerem minhas forças no decorrer da caminhada.

Um agradecimento especial, com muito carinho, a Fernando pela paciente espera, pelo constante apoio e compreensão.

“Não haverá borboletas se a vida não passar por longas e silenciosas metamorfoses” (Rubem Alves). Já não sou como antes. E agradeço muitíssimo por isso...

À Prof.^a Dr.^a Rita de Cássia da Luz Stadler, por sua competência e pela dedicada e presente orientação, que conjugou os princípios da ética com os saberes teóricos.

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Pilatti, por me mostrar que a mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original (Albert Einstein). E pelo delineamento que propôs ao meu trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Siumara Aparecida de Lima, por pacientemente me fazer perceber que só as indagações nos apontam caminhos.

À Prof. Dr. Guanis de Barros Vilela Junior pela generosa e competente contribuição; presença que devo comemorar, além de agradecer.

À Prof.^a Dr.^a Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro, pela delicadeza com que conduziu o programa e suas aulas.

Ao Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior, pelos ensinamentos que contribuíram na realização deste trabalho e pela competente coordenação do programa.

À Secretária de Educação, Prof.^a Zélia Maria Lopes Marochi, por me fazer refletir a inclusão além da compreensão teórica e científica.

À Priscila Meier de Andrade Tribeck, Silvana do Rocio Szeremeta, Carla Pimentel e Celso Quadros por acreditar, assim como Vinícius de Moraes, que a gente não faz amigos, reconhece-os.

Aos queridos alunos da rede municipal de ensino, que me auxiliaram diariamente no meu crescimento pessoal e realização profissional.

E, como diria Guimarães Rosa, (...) porque a vida é mutirão de todos, por todos remexida e temperada, agradeço à Simone de Fátima Flach, Ana Luiza de Oliveira Ribeiro, Elisabete Stremel, Hercília Kuhn Henneberg e Raquel Kuhn.

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda a possibilidade que tenho para não apenas falar de minha utopia, mas para participar de práticas com ela coerentes (FREIRE, Paulo, 2000).

RESUMO

FERREIRA, S. M. S. **Mobiliário escolar com recomendações ergonômicas e recursos da Tecnologia Assistiva:** adequações para alunos com baixa visão. 2010. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um caderno de encargos com recomendações ergonômicas para definir e sistematizar os procedimentos a serem adotados na concepção de um mobiliário escolar capaz de atender às necessidades dos alunos com baixa visão e que, em sua decorrência, apresentam grande variação postural. Os recursos da Tecnologia Assistiva unem-se aos critérios ergonômicos para ampliar as habilidades visuais deste contingente de alunos. Com caráter de pesquisa aplicada e descritiva, o referencial teórico ofereceu sustentação para a definição da demanda, caracterização dos usuários e do mobiliário escolar, considerando as características físicas e estabelecendo as dimensões corporais em virtude da variação etária, níveis de acuidade visual e características da doença ocular. Com amostragem estratificada, selecionou-se a demanda e realizou-se o levantamento antropométrico das dimensões dos sujeitos da amostra, com a aferição das variáveis, quando se calculou o valor estimador da média e desvio-padrão, que representa o grau de variabilidade das medidas. Os sujeitos da amostra foram divididos por gênero. O Diagrama de Ishikawa ofereceu subsídios para revelar os indicadores da problemática abordada, o levantamento das causas e efeitos. Com a observação reiterada dos sujeitos da pesquisa em situações de aprendizagem escolar, e do uso de um conjunto escolar adotado pelas escolas, estabeleceram-se os inconvenientes e incoerências do mobiliário utilizado pelos alunos com baixa visão nas salas de recursos multifuncionais e em suas respectivas escolas de origem. Foram propostas adequações ao mobiliário escolar que permitiram oferecer segurança, conforto e estabilidade durante a realização das atividades propostas em ambiente de aprendizagem.

Palavras-chave: Ergonomia. Tecnologia Assistiva. Mobiliário escolar. Baixa visão.

ABSTRACT

FERREIRA, S. M. S. School furniture with ergonomic recommendations and resources Assistive Technology: adaptations for students with low vision. 2010. 168 f. Dissertation (Teaching Science and Technology) – Program the Graduate School of Science and Technology, Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2010.

The purpose of this work was to develop a manual with ergonomic suggestions to define and systematize the procedures to be adopted in a design of school furniture able to pay attention to the needs of low vision students and in its result, show great postural variations. The resources of assistive technology that join to the ergonomic criteria to expand the visual abilities of this contingent of students. With the character of applied and descriptive research, the theoretical reference offered support for the definition of demand, characterization of users and school furniture, considering the physical characteristics and setting body dimension, considering the age variation, level of visual acuity and the characteristics of eyepiece disease. It was selected, with stratified sampling, the demand and it held the anthropometric survey of the sample subject, with the checking of the variables, when it calculated the average estimate value and pattern deviation, wich represents the degree of the variability of measures. The sample subject were divided by sort. The Ishikawa Diagram provided grants to reveal the indicators of the approached problematic, the survey of the cause and consequence. With the reiterated observation of research subjects in situations of school learnings and the use of stuffs adopted by schools, they sattled the inconveniences and incoherences of the furniture used by low vision students at the multifunctional sources classrooms in their own pattern schools. Were proposed adjustments to the school furnitures which has provided safety, comfort and stability during the performance of the proposed activities in the learning environment.

Key-words: Ergonomics. Assistive technology. School furniture. Low vision.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de letras serifadas e sem serifa	42
Figura 2	Legibilidade no texto com fonte serifada e não serifada	43
Figura 3	Domínios da ergonomia	46
Figura 4	Processo de desenvolvimento do produto	49
Figura 5	Organização no desenvolvimento do produto	50
Figura 6	Contraste em preto e branco/ branco e preto	66
Figura 7	O trabalho na posição sentada	67
Figura 8	Cantos vivos	73
Figura 9	Fluxograma para desenvolvimento de TA	84
Figura 10	Esquema para desenvolvimento de TA	94
Figura 11	Diagrama de Ishikawa, demonstrando as causas e efeitos da problemática da pesquisa	97
Figura 12	Análise do diagrama causa e efeito	104
Figura 13	Inadequação postural adotada pelos alunos com baixa visão	105
Figura 14	Aproximação do foco visual adotada pelos alunos com baixa visão	105
Figura 15	Alunos com baixa visão em atividades de leitura	106
Figura 16	Mobiliário escolar adotado pelas escolas	106
Figura 17	Carteira escolar utilizada pelos alunos com baixa visão	110
Figura 18	Superfície inclinada utilizada pelos sujeitos da pesquisa	111
Figura 19	Detalhes do plano inclinado utilizado pelos alunos	112
Figura 20	Sequência de imagens demonstrando a utilização da superfície inclinada por um aluno com baixa visão	113
Figura 21	Recursos auxiliares ópticos	115
Figura 22	Utilização de recursos ópticos	115
Figura 23	O uso de softwares educativos na sala de recursos	116
Figura 24	O sistema braile e o sorobã	117
Figura 25	Contraste de cores a ser utilizada para alunos com baixa visão	118
Figura 26	Detalhe da carteira escolar – gradil porta-livros	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	População brasileira com deficiência (%)	16
Quadro 2	A legislação vigente e suas respectivas disposições	24
Quadro 3	Critérios de avaliação de acessibilidade	25
Quadro 4	Os princípios do desenho	26
Quadro 5	Os conceitos de deficiência visual	30
Quadro 6	Doenças do olho e anexos	32
Quadro 7	As funções visuais	39
Quadro 8	Os recursos auxiliares	41
Quadro 9	Recursos ópticos	41
Quadro 10	Princípios para aplicação de dados antropométricos	53
Quadro 11	Princípios da biomecânica	54
Quadro 12	Fatores que ocasionam problemas posturais	54
Quadro 13	Iluminância e luminância	56
Quadro 14	A divisão do campo visual	58
Quadro 15	Iluminação adequada para pessoas com baixa visão	59
Quadro 16	Níveis de iluminação relacionado às patologias	60
Quadro 17	Avaliações e conceitos para a iluminação no ambiente	61
Quadro 18	Qualidade de iluminação	61
Quadro 19	Elementos fundamentais da cor	63
Quadro 20	Cor luz e cor pigmento	63
Quadro 21	Efeitos psicológicos das cores	64
Quadro 22	Contraste simultâneo e contraste sucessivo	65
Quadro 23	Legibilidade e visibilidade das cores	65
Quadro 24	Critérios para avaliação da qualidade do mobiliário escolar	67
Quadro 25	Posturas áreas de risco para doenças e dores	68
Quadro 26	Recomendações para móveis escolares	69
Quadro 27	Definições para o mobiliário escolar	70
Quadro 28	Recomendações para a visualização das tarefas	74
Quadro 29	Princípios para a seleção de cadeiras	75
Quadro 30	As classes da TA	80
Quadro 31	Recursos e serviços em TA	81

Quadro 32	Modelos conceituais que explicam a incapacidade	81
Quadro 33	Categorias, serviços e recursos da TA	82
Quadro 34	Classificação das substâncias quanto ao seu comportamento magnético	88
Quadro 35	Procedimentos de pesquisa sob a ótica da ergonomia	92
Quadro 36	Modelo sistêmico de uma situação de trabalho	93
Quadro 37	Alunos com baixa visão pertencentes a 1ª etapa do ensino fundamental	95
Quadro 38	Alunos com baixa visão por gênero e ano de nascimento	96
Quadro 39	Fontes utilizadas pelos alunos da pesquisa	96
Quadro 40	Dimensões e definições antropométricas	101
Quadro 41	Medidas do conjunto escolar adotado pelas escolas	107
Quadro 42	Sugestões de dimensões do mobiliário escolar	108
Quadro 43	Definição das necessidades apresentadas pelos alunos	115
Quadro 44	Definição das necessidades apresentadas pelos alunos	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Levantamento antropométrico da amostra	102
Tabela 2	Medidas da amostra com intervalo percentil 2,5% - 97,5%	102
Tabela 3	Especificidades dos alunos com baixa visão	109

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	<i>American with Disabilities Act,</i>
AFB	<i>American Foudation for the Blind</i>
CID -10	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – décima revisão
CREA-PR	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná
Educacenso	Sistema on line de cadastro único em uma base de dados centralizada no Inep
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade
ISO	<i>The International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
TA	Tecnologia Assistiva - Assistive Technology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2 OBJETIVO GERAL	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	18
1.5 JUSTIFICATIVA.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 A ACESSIBILIDADE COMO ELEMENTO DE INCLUSÃO E PARTICIPAÇÃO	22
2.1.1 O Roteiro e Avaliação de um Ambiente Acessível.....	25
2.2 A BAIXA VISÃO E SEUS INTERVENIENTES	29
2.2.1 As Especificidades do Olho Humano.....	33
2.2.2 O Campo de Visão e a Acuidade Visual: Discriminação Visual Sensibilidade a Contrastes e Legibilidade	36
2.2.3 Recursos ou Auxílios Ópticos e Não-ópticos, Iluminação e Sensibilidade ao Contraste.....	40
2.3 OS DOMÍNIOS, PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES DA ERGONOMIA ENQUANTO ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR.....	44
2.3.1 Ergonomia do Produto	47
2.3.2 Bases Antropométricas, Biomecânicas e Fisiológicas da Ergonomia.....	51
2.3.3 Princípios de Iluminação	55
2.3.4 Princípios de Cor	62
2.3.5 Recomendações Específicas da Ergonomia para o Mobiliário Escolar	66
2.3.5.1 Superfície de trabalho	72
2.3.5.2 Cadeira	75
2.4 A TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO RECURSO DE ADEQUAÇÃO ÀS ESPECIFICIDADES DOS ALUNOS COM BAIXA VISÃO.....	77
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MAGNETISMO, SUAS LEIS E PROPRIEDADES.....	85
3 METODOLOGIA.....	91
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	91
3.1.1 Primeira Fase.....	92
3.1.2 Segunda Fase.....	93
3.2 CONTEXTO	95
3.3 CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO E AMOSTRAGEM	95
3.4 PROCEDIMENTO.....	97
3.5 TÉCNICAS.....	99
4 ANÁLISES E DISCUSSÕES.....	100
4.1 RESULTADOS OBTIDOS SOB A ÓTICA DA ERGONOMIA.....	100

4.2 RESULTADOS OBTIDOS SOB A ÓTICA DA TA	108
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
5.1 COM RELAÇÃO AOS OBJETIVOS.....	121
5.2 COM RELAÇÃO À PROBLEMÁTICA DA PESQUISA.....	123
5.3 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	125
REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICE A - Caderno de encargos com recomendações ergonômicas e recursos da tecnologia assistiva: desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão	

1 INTRODUÇÃO

Historicamente e, em todas as áreas, o comportamento de cada sociedade sempre retratou o pensamento, a concepção, crenças e valores em relação a cada época e seu contexto específico. Postman (1994, p.31) confirma essa premissa ao citar um pequeno trecho de *A Ideologia Alemã*: “Os indivíduos são como expressam sua vida”.

Para as pessoas com deficiência¹, muitas manifestações se concretizaram em forma de preconceito e exclusão. Ao punir e/ou exterminar as pessoas que apresentavam algum tipo de anomalia, imperfeição ou deformidade, era manifestada por algumas culturas, a crença de que tais pessoas eram possuidoras de forças demoníacas, sobrenaturais. Outras culturas remetiam a anormalidade à degeneração da raça, como um desvio da qualidade humana.

O comportamento em relação às pessoas com qualquer tipo de deficiência, no decorrer da história da humanidade, demonstra o posicionamento que se tinha em cada período histórico.

Nas últimas décadas, as discussões sobre inclusão intensificaram-se, ganhando força no âmbito educacional, social e jurídico na tentativa de romper com o paradigma da exclusão. Essas discussões vêm sendo travadas desde a Assembléia Geral das Nações Unidas, ao promover um documento proclamando a Declaração Internacional sobre Direitos Humanos de 1948. Na década de 70 foram criados seus pressupostos, reafirmados na Conferência Mundial de Educação para Todos (JOMTIEN, 1990) e endossados na Espanha, em 1994, por meio da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais: Acesso e Qualidade.

A Constituição Federal Brasileira fundamenta seus princípios no direito à cidadania e à dignidade da pessoa humana, com o objetivo fundamental da promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação (BRASIL, 1998).

Os conceitos de diversidade e diferença preconizados pelos movimentos de inclusão têm se refletido na escola, que hoje vivencia um momento único: o de

¹Termo reconhecido e utilizado pelos educadores desde a segunda metade da década de 90 (SASSAKI, 2002, p. 01).

incluir em seu espaço, de forma democrática, responsável e com dignidade, toda a diversidade de alunos, preservando-lhes o direito à qualidade de ensino.

Os resultados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado em 2003, apontam que 24,6 milhões de pessoas no Brasil apresentam ao menos alguma dificuldade para enxergar, ouvir ou locomover-se. Representam, portanto, 14,5% da população brasileira com algum tipo de deficiência, assim distribuídos conforme o Quadro 1.

POPULAÇÃO BRASILEIRA COM DEFICIÊNCIA (%)				
Área Visual	Problemas Motores	Área da Surdez	Área Intelectual	Área Física
48%	22%	16,7%	8,3%	4,1%

Quadro 1 - Porcentagem da população com deficiência no Brasil

Fonte: Adaptado de Freire, 2008.

Os dados percentuais demonstram o grande segmento pertencente à área de deficiência visual no Brasil. Para os alunos privados de uma função sensorial tão importante como a visão, há a necessidade de se suprir essa desvantagem de forma compensatória. Além das dificuldades ocasionadas pela deficiência visual, os alunos também convivem com a inadequação do mobiliário escolar, que não considera a variabilidade de dimensões das medidas corporais.

Na tentativa de se buscar uma equivalência de oportunidades, destaca-se a preocupação em adequar o mobiliário escolar de acordo com as especificidades dos alunos em questão.

Nos estudos sobre as pessoas com deficiência, segundo Freire (2008), há a indicação da ergonomia, que busca os meios de interação do trabalho ao indivíduo. Há também a oferta de metodologias de avaliação ergonômica frente às suas demandas e respectivas exigências ou necessidades.

Dentre os objetivos da ergonomia destacam-se a segurança, a satisfação e o bem-estar. A eficiência virá como consequência dessa união de fatores (IIDA, 2005).

A maioria das especificações e normas é elaborada por comitês, e por isso retratam interesses específicos: de fabricantes, de associações, de indústrias, de sindicatos, de empresários. Essas normas, que são aplicáveis na maioria dos casos, nem sempre são ideais na ótica dos ergonomistas que atuam na prática (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), criada no Brasil com o objetivo de estudar e divulgar as interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, considera as possibilidades, limitações e necessidades de cada pessoa.

Nessa mesma perspectiva atua a Tecnologia Assistiva, que busca a resolução de problemas funcionais, ao conceber, adaptar ou aplicar estratégias que permitam a realização de ações rotineiras, com destreza e independência às pessoas com limitações. A Tecnologia Assistiva abrange inúmeras possibilidades do desempenho humano, incluindo auto-cuidado, mobilidade, comunicação e mobiliário.

A *The International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização) - ISO 9001 (2008) ², que se constitui numa Norma Internacional, utiliza-se da nomenclatura “Ajudas Técnicas” para todo e qualquer instrumento, produto, estratégia, prática ou serviço que seja utilizado por e para pessoas com deficiência ou limitações, permanentes ou temporárias, com o objetivo de prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma incapacidade, deficiência ou desvantagem, proporcionando melhorias na qualidade de vida e autonomia.

No intuito de se respaldar pelas recomendações da norma ISO 9001 (2008), e também das normas de acessibilidade, este estudo se utilizará da contribuição da ergonomia e da Tecnologia Assistiva para adequar-se às características e limitações dos usuários em questão.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O mobiliário escolar adotado pelas escolas é compatível com as necessidades dos alunos que apresentam baixa visão?

² A ISO 9001 (2008), que se traduz em “Quality Management System – Requirements” está em sua quarta edição da norma, a qual foi publicada originalmente em 1987. Atualmente essa norma tornou-se uma marca de referência global para garantir a capacidade de uma organização em atender aos requisitos de qualidade de seus clientes, aumentando a satisfação nas relações cliente-fornecedor.

1.2 OBJETIVO GERAL

Criar um caderno de encargos com recomendações ergonômicas e com recursos da Tecnologia Assistiva para um mobiliário escolar que atenda às necessidades dos alunos que apresentam baixa visão.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as necessidades dos alunos que apresentam baixa visão com relação ao mobiliário escolar;
- Analisar o mobiliário da sala de aula dos usuários, com vistas às especificações ergonômicas;
- Identificar as posturas corporais adotadas pelos alunos com baixa visão na realização das atividades propostas em sala de aula;
- Inventariar as medidas antropométricas dos alunos com baixa visão e as medidas das carteiras escolares usuais;
- Propor no mobiliário escolar, alternativas e melhorias específicas para os usuários com baixa visão, com os recursos da Tecnologia Assistiva.

1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Esta pesquisa limitou-se ao propor melhorias no mobiliário escolar para os alunos que apresentam baixa visão, excluindo-se assim, da delimitação deste estudo, os alunos com cegueira.

1.5 JUSTIFICATIVA

Embora as necessidades educacionais dos alunos que apresentam baixa visão com relação à aprendizagem escolar sejam as mesmas necessidades de alunos com a visão considerada dentro dos padrões de normalidade, não se pode

tratá-los de forma homogênea, pois não se enquadram em estratégias comuns de aprendizagem.

Sendo a visão um dos sentidos que mais recebe estímulos, o qual se transforma em informações, uma estimulação adequada e sistemática, condizente com o nível de desenvolvimento de cada aluno, é fundamental para suprir as desvantagens dos alunos com deficiência visual em relação aos alunos com visão dentro dos padrões de normalidade.

Para que uma escola seja considerada inclusiva, deve se modificar, transformar-se para acolher a todos e a cada um de seus alunos, implementando ações que lhes proporcionem o atendimento e os recursos necessários, com intervenções adequadas.

Cabe à escola então, prover os auxílios apropriados para a inclusão dos alunos que apresentam deficiências. Para os alunos com baixa visão, as adequações vão além de adaptações arquitetônicas, como rampas, corrimãos e banheiros adaptados. As adequações de recursos pedagógicos e do mobiliário escolar são imprescindíveis para o bom desempenho desses alunos em sala de aula.

Entretanto, verificou-se que as carteiras escolares não estão condizentes com as reais necessidades de todos os alunos, pois se constituem num padrão, que normalmente atende a média das alturas da demanda escolar.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio das normas NBR 14006 e NBR 14007, dispõem recomendações para a construção do mobiliário escolar, contemplando os aspectos de dimensões antropométricas, do material utilizado, dos níveis de acabamentos apropriados, com relação à resistência mecânica, à estabilidade do conjunto escolar, e também com relação a métodos de ensaio.

Segundo essas recomendações, critérios antropométricos devem dimensionar o mobiliário escolar, com o objetivo de atender a todas as diferenças antropométricas dos alunos, não necessitando a utilização de móveis com regulagens de altura. Na aquisição do mobiliário escolar, compete aos responsáveis por este setor, a avaliação dos conjuntos mais compatíveis com cada realidade.

Na tentativa de se introduzir na escola uma corrente teórica condizente com as propostas contemporâneas, houve uma tendência em se promover inovações no *layout* das salas de aula. Buscou-se um espaço que contemplasse a

possibilidade de aulas interativas, com as carteiras organizadas em grupos, duplas, ou em formato de “U”. O mobiliário escolar, para suprir essa tendência, precisou seguir um novo padrão, com características que permitissem o encaixe, o empilhamento, a mobilidade.

No entanto, desconsiderou-se o mais importante: o atendimento às necessidades específicas de cada aluno, que deve nortear a aquisição do mobiliário.

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) considera que o ambiente escolar apropriado interfere direta ou indiretamente no desempenho, na segurança e no conforto dos alunos na sala de aula. Postula que as cadeiras e mesas nas escolas devem facilitar o aprendizado e que um mobiliário bem projetado reduz os vícios posturais e possibilita maior concentração do aluno em sala de aula. Apresenta o Regulamento Técnico da Qualidade que estabelece os requisitos do conjunto escolar nos aspectos ergonômicos, de acabamento e identificação, de estabilidade e resistência. Porém, este Regulamento Técnico da Qualidade não abrange móveis destinados aos usuários com qualquer necessidade especial.

No caso específico dos alunos com baixa visão e que, em sua decorrência, apresentam uma grande variação postural, as carteiras escolares são inapropriadas. Além disso, o padrão das carteiras escolares desconsidera as variáveis de faixa-etária e corporais dos alunos.

Finalmente, alguns recursos poderiam adequar-se ao mobiliário para ampliar as habilidades visuais dos alunos que apresentam baixa visão.

A partir da observação e da análise de como se processa a aprendizagem do contingente de alunos com baixa visão, constataram-se algumas necessidades, advindas de seus respectivos quadros de deficiência visual:

- Os alunos que apresentam resíduos visuais tendem a aproximar-se muito do objeto que estão manuseando, na tentativa de potencializar sua capacidade visual, interferindo assim em suas posturas corporais;
- As carteiras escolares não correspondem às necessidades reais dos alunos com deficiência visual, uma vez que para esse contingente de alunos faz-se necessária a utilização de estratégias diferenciadas que possibilitem a aprendizagem;
- Alguns recursos de Tecnologia Assistiva poderiam ser acoplados ao mobiliário escolar, considerando as especificidades dos quadros de baixa visão.

A partir da realidade observada, verificou-se que a adequação do mobiliário escolar, contemplando as recomendações ergonômicas e com os recursos da Tecnologia Assistiva para suplementar as necessidades desses alunos seria de grande valia na escola.

Para a consecução dos objetivos deste trabalho, o referencial teórico abordará aspectos considerados igualmente relevantes: acessibilidade, baixa visão, ergonomia, Tecnologia Assistiva e magnetismo.

A acessibilidade possibilita condições de alcance e equiparação de oportunidades e inclusão, oferecendo segurança e autonomia aos seus usuários. Acredita-se na acessibilidade como elemento de inclusão e participação.

Por outro lado, qualquer alteração da capacidade funcional da visão, com diferentes níveis de acuidade visual e sensibilidade aos contrastes, necessita de interferências para otimização do desempenho visual. Os alunos com baixa visão poderão ser beneficiados com recursos auxiliares que minimizem suas desvantagens. Considerou-se então, a baixa visão e seus intervenientes.

Os benefícios a esse contingente de alunos partem também de um conjunto de conhecimentos que buscam a adaptação recíproca entre o usuário e o desempenho de sua tarefa, com a garantia do conforto e da produtividade, independentemente de suas singularidades físicas. Por essa razão, foram considerados os domínios, princípios e aplicações da ergonomia enquanto abordagem interdisciplinar.

A Tecnologia Assistiva utiliza-se de recursos, serviços e estratégias que buscam solucionar ou minimizar os problemas cotidianos das pessoas que apresentam limitações ou desvantagens decorrentes da idade, de acidentes ou de alguma deficiência. Destacou-se dessa forma, a Tecnologia Assistiva como recurso de adequação às especificidades dos alunos com baixa visão.

O magnetismo, tão presente nas pesquisas, na indústria e no comércio, traz seus benefícios também na sala de aula. Desse modo, foram contempladas algumas considerações sobre o magnetismo, suas leis e propriedades.

Portanto, a concepção de um mobiliário escolar com adequações para os alunos que apresentam baixa visão deve respaldar-se na união de todos esses aspectos, compondo uma abordagem transdisciplinar, que perpassa diversas ciências, para que se compreenda a totalidade do fenômeno abordado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo traz os pressupostos teóricos que sustentarão a interrelação dos aspectos abordados para a consecução dos objetivos propostos.

A concepção de um mobiliário escolar com adequações para os alunos que apresentam baixa visão encontra respaldo nos princípios da acessibilidade, ergonomia e Tecnologia Assistiva. Cada área detalha seus intervenientes e contribuições, numa abordagem interdisciplinar.

2.1 A ACESSIBILIDADE COMO ELEMENTO DE INCLUSÃO E PARTICIPAÇÃO

Historicamente, as pessoas que diferiam da condição aceita como normal pela sociedade, enfrentaram muitas barreiras pela sua condição de "diferente". Essas barreiras permanecem até os dias atuais, concretizando-se em barreiras atitudinais e arquitetônicas.

No momento em que se observa a natureza, contempla-se uma infindável diversidade convivendo harmonicamente: cores, aromas, formas. Já com os seres humanos, a convivência com a diversidade não é tranqüila nem pacífica, uma vez que os grupos sociais estabelecem padrões, regras, modelos e valores, que quando não são seguidos, conduzem à discriminação (OLIVEIRA, 2006).

Em consonância com os princípios consagrados na Carta das Nações Unidas, na Declaração Universal dos Direitos Humanos e nos Pactos Internacionais sobre Direitos Humanos, busca-se promover, proteger e assegurar o desfrute pleno e equitativo de todos os direitos humanos e liberdades fundamentais por parte de todas as pessoas com deficiência, promovendo o respeito pela sua inerente dignidade.

Esses princípios reconhecem a importância das diretrizes políticas, contidos no Programa de Ação Mundial para as Pessoas Deficientes e nas Normas sobre a Equiparação de Oportunidades para Pessoas com Deficiência.

A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê condições sociais igualitárias, e busca a equiparação de oportunidades e inclusão da pessoa com

deficiência, a valorização das diferenças, a igualdade de participação e a defesa da igualdade de direitos entre a pessoa com deficiência e qualquer outra.

A acessibilidade representa a possibilidade e a condição de alcance para o processo de equiparação de oportunidades e inclusão por meio da utilização, com segurança e autonomia, de edificações, espaços, mobiliários e equipamentos urbanos. Deve levar em conta a integração de ações que envolvem diferentes áreas de atuação, pois abrange a parte interna e externa das edificações, seus equipamentos, produtos e serviços. Abrange também o seu entorno: os diversos percursos, as ruas, os pontos de ônibus e os demais meios de transportes, assim como os equipamentos urbanos (LOCH, 2007).

Loch (2007) destaca também que a equiparação de oportunidades para as pessoas com deficiência necessita estar presente em todos os aspectos do âmbito municipal, com influência na urbanização e na arquitetura acessível da cidade.

Nesse sentido, governo e comunidade devem estar em consonância e em parceria, para que o entendimento por acessibilidade abranja a realização das ações desejadas, maximize competências e habilidades e diminua as dificuldades e as barreiras encontradas. Dessa forma permitirá às pessoas com deficiência a participação, o direito à igualdade e maior independência para uma vida normal, com o acesso aos espaços públicos e privados, externos e internos, abarcando também a informação e a comunicação visual, os recursos e equipamentos.

Com o intuito de esclarecer os profissionais de diferentes áreas de atuação e também toda a sociedade civil sobre a importância do atendimento às normas vigentes, o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná – (CREA-PR, 2007), criou o Programa de Acessibilidade. Com a premissa básica de sensibilização e mobilização, este programa objetiva inserir as questões afetas à acessibilidade em todas as instâncias, com a intenção de garantir o acesso universal a todas as pessoas com deficiência ou com a mobilidade reduzida. Busca ainda, o envolvimento de órgãos e instituições para que vinculem seus interesses ao tema.

Além da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a legislação federal contempla outras leis, decretos e portarias especificamente para assegurar o direito de acessibilidade a todas as pessoas com deficiência.

O Quadro 2 expõe as principais leis, decretos e portarias específicas de acessibilidade vigentes no âmbito federal:

LEGISLAÇÃO VIGENTE	DISPOSIÇÕES
Lei N.º7.405, 12/11/1985.	Torna obrigatória a colocação do Símbolo Internacional de Acesso em todos os locais e serviços que permitam sua utilização por pessoas portadoras³ de deficiência e dá outras providências.
Lei N.º7.853, 24/10/1989.	Dispõe sobre o apoio às pessoas com deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, instituindo a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências.
Lei N.º8.899, 29/07/1994.	Concede passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual.
Decreto N.º3.298, 20/12/1999.	Regulamenta a Lei N.º 7.853, de 24/10/1989, dispõe sobre a Política Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá providências.
Lei N.º1.048, 8/12/ 2000.	Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências.
Lei N.º10.098, 19/12/2000.	Estabelece as normas gerais e critérios básicos para a promoção de acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
Decreto N.º3.691, 19/12/2000.	Regulamenta a Lei N.º 8899, de 29/07/1994, que dispõe sobre transporte de pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual.
Decreto N.º3956, 08/10/2001.	Promulga a Convenção Interamericana para Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência.
Portaria N.º3.284, 11/2003.	Dispõe sobre requisitos de acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências, para instruir os processos de autorização e de recolhimento de cursos e de credenciamento de instituições.

Quadro 2 - A Legislação Federal vigente e suas respectivas disposições.

Fonte: Adaptado do CREA-PR, 2007.

O compêndio de leis, decretos e portarias que regulamentam a igualdade de direitos às pessoas com deficiência de forma abrangente e não são fidedignos com as ações e práticas vigentes, já que a inclusão não ocorre sob um aspecto meramente legal.

No âmbito educacional, há o Decreto 6571, de 17 de setembro de 2008, que dispõe sobre o atendimento educacional especializado. Suas disposições consideram o conjunto de atividades, recursos de acessibilidade e pedagógicos, organizados institucionalmente, prestados de forma complementar ou suplementar à formação dos alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades no ensino regular.

³ Apesar de o termo “portadores de deficiência” ter sido substituído por “pessoas com deficiência” no âmbito educacional, ainda permanece assim descrito na legislação vigente.

A divulgação e também o conhecimento da legislação vigente no país, torna-se importante na medida em que se faz necessária a conscientização dos profissionais da engenharia, desenho industrial e arquitetura, e de toda a sociedade em geral, para o atendimento às normas que se referem à acessibilidade, de forma a garantir o acesso universal a todas as pessoas com deficiência o acesso ao mundo em que vivem.

2.1.1 O Roteiro e Avaliação de um Ambiente Acessível

Compete aos Comitês Brasileiros (ABNT) o estabelecimento das normas brasileiras. Desse modo, o Comitê Brasileiro de Acessibilidade elaborou a ABNT NBR 9050 (ABNT, 2004), pela Comissão de Edificações e Meio (CE- 40: 001.01), que se constitui num Fórum Nacional de Normalização.

O roteiro de acessibilidade desenvolveu-se a partir dos critérios preconizados pela norma brasileira NBR 9050 (ABNT, 2004) e pela legislação vigente. Esta norma tem por objetivo estabelecer os critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade, garantindo assim as condições de mobilidade e de percepção do ambiente.

A acessibilidade apresenta critérios de avaliação, condições necessárias para garantir a acessibilidade no uso do espaço e dos equipamentos (Quadro 3).

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE	
Uso	Legibilidade, participação, forma e facilidade de utilização.
Segurança	Ruído, temperatura, acústica, incêndio, iluminação, acidentes.
Conforto	Ergonomia, mínimo esforço.
Orientação espacial	Disponibilidade de informação, legibilidade espacial.
Deslocamento	Mobilidade, percursos
Comunicação	Compreensão, intercâmbio de informações.

Quadro 3. Critérios de avaliação de acessibilidade.

Fonte: Adaptado de Loch, 2007.

Os critérios de avaliação de acessibilidade estão em consonância com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA), que dispõe que sobre a Arquitetura Inclusiva.

A Arquitetura Inclusiva fundamenta-se no princípio da garantia da acessibilidade como de direito de participação do cidadão em todos os espaços, com segurança, independência e autonomia, em condições de igualdade.

Nessa perspectiva, o IBDA posiciona-se com rejeição à divisão da humanidade em categorias, desenhando soluções que atendam e integrem as necessidades de todos, indistintamente. E ainda, prevê todas as limitações possíveis e as provisões suplementares necessárias, com respeito às especificidades individuais.

Dessa forma, os recursos podem compensar as restrições de habilidade. Um produto inclusivo deve enquadrar-se nos princípios de uso universal propostos pelo IBDA, como aponta o Quadro 4:

PRINCÍPIOS DE USO UNIVERSAL	
Igualdade de Uso (independência)	Provê o mesmo uso para todos: idêntico quando possível, equivalente quando não possível, evitando segregar ou estigmatizar qualquer usuário.
Flexibilidade de uso (adaptabilidade)	Provê opções de métodos de uso e adaptabilidade para a necessidade do usuário (inclui estímulos sensoriais).
Uso simples e intuitivo (conforto)	Elimina complexidade desnecessária – acomoda uma grande variedade de conhecimento e habilidades de línguas. Devem ser consistentes com a expectativa e intuição do usuário.
Informação Perceptível (orientação)	Usa diferentes modos – pictórico, verbal, tácito – para apresentação redundante de informações essenciais, maximizando a legibilidade de informações essenciais.
Pouco esforço físico (operação/manipulação)	Permite ao usuário manter uma posição neutra do corpo, minimizando o esforço físico.
Dimensões e espaços para aproximação e uso (acessibilidade, mobilidade e alcance)	Provê o alcance confortável a todos os componentes para usuários sentados ou em pé. Acomoda variações de mãos e formas de pega.
Tolerância a erros (segurança física)	Chama atenção para os perigos e erros, provendo características anti-falhas de segurança. Apresenta ainda princípios complementares: deve ser acessível financeiramente, esteticamente agradável e facilmente aplicável.

Quadro 4 : Princípios de uso universal
Fonte: Adaptado do IBDA, 2009.

Ao se conceber um espaço com características que permitam a utilização por um vasto contingente de pessoas, não importando a idade, condição ou restrição, trabalha-se em consonância com a ideia de Uso ou Desenho Universal⁴.

⁴ Desenho Universal pode ser descrito como um conjunto de preocupações, conhecimentos, metodologias e práticas que visam a concepção de espaços, produtos e serviços, utilizáveis com eficácia, segurança e conforto pelo maior número de pessoas possível, independentemente das suas capacidades (CORREIA, 2005).

Segundo Sasaki (1997), o Desenho Universal é uma tecnologia que permite que todos possam utilizar todos os componentes do ambiente e todos os produtos, independentemente de uma deficiência ou limitação.

Todas essas premissas, relativas ao Desenho Universal, são importantes para que se consolidem as questões de conforto, acessibilidade e produtividade (BERNARDI e KOWALTOWSKI, 2005).

De acordo com a resolução de 20 de abril de 2000 da ISO, o conceito de Desenho Universal deve ser estendido a todas as normas.

A norma NBR 9050/2004, segundo Loch (2007), determina o Desenho Universal como parâmetro, mas não há impedimentos que cada profissional utilize outro conceito de projeto para geração de acessibilidade. É importante que o profissional não utilize a referida norma como único referencial, e sim como um instrumento na busca de informações técnicas.

Para o IBDA, alguns princípios podem não ter aplicabilidade a um determinado produto, mas um produto inclusivo⁵ não pode contrariar nenhum princípio.

Porém, Loch (2007), destaca que na realidade das escolas, a acessibilidade espacial não é especificamente regulamentada, como prevê a NBR 9050/2004.

O espaço escolar, de acordo com Loch (2000), configura-se num espaço apropriado de experiências e aprendizagem, e sua produção, sua distribuição, configuração e usos têm um importante papel pedagógico. Ao incluir todos os alunos, passa a ser considerado também um espaço de promoção e de respeito às diferenças.

As recomendações do CREA-PR (2007, p. 31) especificam os critérios de acessibilidade a serem seguidos nas escolas, conforme o roteiro que se segue:

- Entrada pela via de menor fluxo de tráfego.
- Salas de aula, áreas administrativas, de esportes, de recreação, de alimentação, laboratórios, bibliotecas, centros de leitura e demais ambientes acessíveis.
- Rota acessível interligando todos os ambientes.
- 5% dos sanitários acessíveis para alunos (no mínimo um para cada sexo).

⁵ Somente os produtos que apresentam número de um Selo, emitido para assegurar aos especificadores, consumidores e usuários que os produtos atendem ou excedem os padrões apropriados ao uso universal, são avaliados e atestados pelo IBA como *produto inclusivo*, os demais apresentam características inclusivas, mas não foram ainda avaliados (IBDA, 2009, p.3).

- 5% dos sanitários acessíveis para professores e funcionários (no mínimo um para cada sexo).
- Mobiliário interno totalmente acessível com áreas de aproximação e manobra.
- 1% das mesas e carteiras acessíveis (no mínimo uma para cada duas salas).
- Lousas acessíveis.
- Altura inferior a 0,90m do piso.
- Área de transferência lateral e manobra de cadeira de rodas.
- Escada e rampas com corrimãos H: 0,70m e 0,92m.
- Todos os elementos acessíveis (bebedouros, guichês, balcões, bancos).

O roteiro de acessibilidade estabelece um padrão mínimo a ser seguido, com a pretensão de contribuir para que todas as pessoas, independente de suas diferenças antropométricas ou sensoriais, assegurem a equiparação de mobilidade, buscando a superação dos déficits de ambientes, mobiliários e dos sistemas de transporte, para que sejam conquistadas a dignidade, a segurança e a autonomia.

No que diz respeito ao mobiliário escolar, o roteiro proposto pelo CREA-PR (2007) prevê que o mobiliário interno seja totalmente acessível, com áreas de aproximação e manobra para cadeirantes. Além disso, a previsão de 1% das mesas e carteiras acessíveis corresponde a uma carteira para cada duas salas de aula, o que não corresponde à realidade da grande maioria das escolas.

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2008), por meio da NBR 14006: Móveis Escolares – Assentos e Mesas para Conjunto-Aluno, de Instituições Educacionais, padroniza as classes e as dimensões para assentos e mesas escolares, de acordo com os estágios de crescimento dos alunos (data antropométrica).

A intenção é assegurar a correta postura ao sentar, proteção à saúde e estruturação corporal do usuário, durante o período em que está desenvolvendo suas atividades escolares.

Apresenta como princípio que assentos e mesas devem ser modelados para estimular posturas adequadas para todos os usuários nas instituições educacionais. Porém, não inclui nenhum requisito de material, modelo, construção ou qualidade.

Portanto, a identificação das barreiras existentes, sejam elas arquitetônicas, urbanísticas, no desenho de produtos e de sistemas, nos transportes, de comunicação e de informação ou ainda sociais e/ou atitudinais, faz-se necessária

para sua transposição. E, a eliminação dessas barreiras requer a criação de um ambiente confortável, participativo, acessível e seguro para o homem.

2.2 A BAIXA VISÃO E SEUS INTERVENIENTES

Dentre as informações percebidas do mundo exterior, a mais complexa é a trazida pela visão, que processa as informações e contribui para o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. É também por meio da visão que ocorrem as interações entre sujeitos e ambiente.

Assim, os problemas de visão podem acarretar prejuízos nas atividades rotineiras, uma vez que a estimativa da interação do homem com o meio pelo sentido da visão estabelece-se num percentual de 85% (BONATTI, et. al., 2008).

A visão é altamente motivadora para o desenvolvimento humano e para as relações da vida. Nesse processo, todos os elementos que permeiam o universo da criança (objetos, pessoas, formas, cores, movimentos) despertam grande curiosidade e interesse. Por meio da visão, são oferecidos estímulos e desafios à criança, que é convidada a explorar o mundo exterior (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), com base na população mundial de 2002, a estimativa era de que havia 37 milhões de pessoas com cegueira e 124 milhões de pessoas com baixa visão. Esse número corresponderia respectivamente a 23% de cegos e 77% com baixa visão (BONATTI et. al., 2008).

De acordo com Nobre et. al. (2006), o número de pessoas com cegueira no Brasil foi estimado em 0,4% a 0,5% da população, o que corresponde a uma estimativa entre quatro e cinco mil pessoas por milhão de habitantes.

O Decreto de lei nº. 3.298/99, em seu art. 3º dispõe o conceito de deficiência:

Deficiência é 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.

Quando há uma deficiência significativa do sentido da visão, aspectos do desenvolvimento motor, social e emocional podem sofrer prejuízos se não forem devidamente estimulados.

O termo deficiência visual na literatura é abrangente e corresponde à cegueira e à baixa visão⁶. Amiralian (2004) esclarece que as pessoas com cegueira e baixa visão sempre foram incluídas numa mesma classificação: como deficientes visuais. Inclusive, até meados da década de 1970, a cegueira e a baixa visão recebiam dos especialistas o mesmo tratamento (NOBRE, 2006).

Desconsideravam-se, assim, os tipos e graus de visão residual, não havendo preocupação em melhorar a função visual.

Amiralian (2004) complementa que a identificação dos deficientes visuais baseava-se no diagnóstico oftalmológico. Consideravam-se cegos aqueles que apresentavam acuidade visual entre 0 e 20/200 no melhor olho, após correção máxima, ou com ângulo visual restrito a 20 graus de amplitude. Essa era a definição de cegueira legal elaborada pela Associação Médica Americana em 1934 e utilizada para encaminhamento dos alunos para o ensino do sistema braile⁷.

Atualmente a deficiência visual é assim considerada pelo Educacenso (INEP, 2009)⁸, conforme é possível visualizar no Quadro 5:

CONCEITOS DE DEFICIÊNCIA VISUAL		
Deficiência Visual	Perda total ou parcial de visão, congênita ou adquirida, variando com o nível de acuidade visual da seguinte forma:	
	Cegueira: Ausência total de visão até a perda da percepção luminosa.	Visão subnormal ou baixa visão: Comprometimento do funcionamento visual de ambos os olhos, mesmo após tratamento ou correção. Possui resíduos visuais que permitem a leitura de textos impressos ampliados ou com o uso de recursos ópticos.

Quadro 5: Os conceitos de deficiência visual

Fonte: Educacenso, 2009.

⁶ Os especialistas da área têm procurado utilizar o termo baixa visão, em substituição a outros anteriormente utilizados. Acredita-se que a utilização desse termo entre os educadores e oftalmologistas tende a minimizar o preconceito que o termo “subnormal” pode provocar (AMIRALIAN, 2004).

⁷ Denomina-se braile o sistema que se utiliza do tato para leitura e escrita de cegos, que foi inventado pelo francês Louis Braille, por volta do ano de 1825 e que é usado até os dias atuais. Utiliza-se a grafia *Braille* somente quando se referir ao educador Louis Braille. Nos demais casos faz-se uso da grafia *braile* (SASSAKI, 2002).

⁸ O Educacenso constitui-se num sistema online que objetiva manter um cadastro único em uma base de dados centralizada no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

A privação total ou parcial da capacidade de ver apresenta critérios pré-definidos. Para a *American Foudation for the Blind* (AFB, 2008), a definição da deficiência visual apresenta um caráter quantitativo, considerando-se cega a pessoa que apresenta acuidade visual de 6/60⁹ ou menor no melhor olho, mesmo após correção apropriada, e uma restrição do campo visual inferior a 20 graus. Nessa perspectiva caracteriza-se a visão de túnel.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Visão Subnormal (2009), a baixa visão constitui-se num comprometimento do funcionamento visual, mesmo após tratamento e/ou correção de erros refracionais comuns, onde se apresenta acuidade visual inferior a 20/60 (6/18, 0.3) até percepção de luz ou campo visual inferior a 10 graus do seu ponto de fixação.

Além disso, a pessoa com baixa visão apresenta redução considerável do campo visual e da sensibilidade aos contrastes, limitação de outras capacidades visuais como adaptação à luz, ao escuro e à percepção e cores. Porém, a pessoa que se enquadra nessas características, utiliza ou é potencialmente capaz de utilizar a visão para planejamento e execução de uma tarefa (BLANCO, 2007).

Para Sasaki (2002), está cada vez mais presente no Brasil a preocupação em utilizar a terminologia correta na abordagem de assuntos de deficiência, na tentativa de evitar práticas discriminatórias. Para a deficiência visual, são estabelecidas quatro condições, abaixo descritas:

1. Cegueira (acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica); 2. Baixa visão (acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica); 3. Casos cuja somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; 4. Ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (SASSAKI, 2002, p. 10).

Os níveis de cegueira são considerados quando a perda é total ou tão significativa a ponto de o resíduo mínimo de visão levar o indivíduo a necessitar do sistema braile como meio para a utilização da leitura e da escrita.

A baixa visão é considerada quando há uma alteração da capacidade funcional da visão, com baixa acuidade visual significativa, redução no campo visual,

⁹ A correspondência 6/60 significa que a pessoa precisa de uma distância de seis metros para ler o que normalmente se leria a sessenta metros (AFB, 1961).

alterações corticais e/ ou sensibilidade aos contrastes, ocasionando interferências ou limitações do desempenho visual do indivíduo. (BRASIL, 2006).

A pessoa com baixa visão apresenta sua capacidade visual reduzida, mesmo após a correção de erros de refração comuns, o que interfere ou limita seu desempenho (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Nem sempre um comprometimento da função visual impossibilita uma visão útil. É necessário que a deficiência visual seja diagnosticada, pois dependendo da patologia ou lesão ocular de cada indivíduo, será o grau visão residual.

A Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (2009) se constitui num código que identifica as doenças em documentos e estatísticas. Encontra-se em sua décima revisão (CID -10), por convocação da OMS, desde o seu início, em 1893. Conta com um esquema de código alfanumérico que consiste em uma letra seguida de três números, num total de seis caracteres. Nesse compêndio, o capítulo VII destina-se a doenças oculares e seus respectivos anexos (H00-H59).

O CID – 10 especifica doenças, distúrbios e transtornos visuais, conforme o Quadro 6:

Doenças do Olho e Anexos (H00-H59)	
H00-H06	Transtornos da pálpebra, do aparelho lacrimal e da órbita
H10-H13	Transtornos da conjuntiva
H15-H22	Transtornos da esclerótica, da córnea, da íris e do corpo ciliar
H25-H28	Transtornos do cristalino
H30-H36	Transtornos da coróide e da retina
H40-H42	Glaucoma
H43-H45	Transtornos do humor vítreo e do globo ocular
H46-H48	Transtornos do nervo óptico e das vias ópticas
H49-H52	Transtornos dos músculos oculares, do movimento binocular, da acomodação e da refração
H53-H54	Distúrbios visuais e cegueira
H55-H59	Outros transtornos do olho e anexos

Quadro 6: Doenças do olho e anexos (H00-H59)

Fonte: Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, 2008.

Na escola, nem todos os alunos com baixa visão possuem laudo oftalmológico, que aponte o CID-10 específico de seu caso. Portanto, um problema visual nem sempre é facilmente detectado.

Uma criança com baixa visão ou cegueira pode ter o interesse tolhido pela falta de estímulos, o que pode repercutir em seu comportamento.

Assim, o ambiente deve estar organizado para impulsionar o seu desenvolvimento, por meio dos canais sensoriais que toda criança possui. Dessa forma, a criança será capaz de participar das atividades cotidianas e de aprender como qualquer criança (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Para Bonatti (2006), as causas da baixa visão podem ser destacadas em duas fases: infância e idade adulta. Durante a infância, a baixa visão pode ser causada pela coriorretinite macular (perda da visão central), catarata congênita, retinopatia da prematuridade e as distrofias retinianas (doenças degenerativas da retina). Na idade adulta, a principal causa é a degeneração macular relacionada à idade, que afeta a visão central, seguida da retinopatia diabética. O glaucoma pode levar à perda da visão periférica.

A baixa visão pode ocorrer ainda, de acordo com Carvalho (1993) e Veitzman, (2000) por traumatismos, doenças ou imperfeições no órgão ou no sistema visual, ocasionando uma diversidade de problemas visuais, como baixa acuidade visual, dificuldade para enxergar de perto e/ou de longe, além do campo visual reduzido e problemas na visão de contraste, entre outros.

2.2.1 As Especificidades do Olho Humano

O sentido da visão é um dos principais meios de contato do ser humano com o universo, conforme os autores Kronbauer, Schor e Carvalho (2008).

Mas, para que ocorra o processamento das informações percebidas do mundo exterior por meio da visão, é necessário o pleno funcionamento do canal sensorial responsável por este sentido. Um conjunto muito complexo de elementos forma o olho humano, que é assim descrito por Martín (2003, p. 13):

O olho é um órgão par, localizado em ambos os lados do plano sagital, protegido por gordura e tecidos moles e pelas paredes ósseas que compõem as cavidades orbitais, onde, além do globo ocular, alojam-se o nervo óptico, os músculos oculares, a glândula lacrimal, vasos e nervos.

Ao observar a anatomia externa do olho, não se tem a dimensão exata da complexidade de cada estrutura e suas respectivas funções. Algumas estruturas oculares são responsáveis especificamente pela captação de luz, desempenhando a

função óptica. Nesse processo, os raios luminosos, ao atingirem o cristalino, sofrem refrações que os convergem para a retina. Na retina tais raios estimulam células foto-sensíveis (cones e bastonetes) que geram um estímulo nervoso que o conduzirá, através do nervo óptico, até a região cerebral de processamento visual.

Quanto à função do olho, Pamploma descreve:

O olho é apenas uma parte do sistema visual presente em alguns seres vivos. Sua função é permitir que certa intensidade de luz, de um determinado ângulo de visão, encontre um painel sensível à luz, chamado de retina. Ali os raios de luz são convertidos em sinais elétricos e são transmitidos ao cérebro através do nervo óptico (PAMPLONA, 2007, p. 12).

Desse modo, os sistemas mais simples captam a informação da luminosidade do ambiente, percebendo a claridade ou a escuridão. Os sistemas mais complexos distinguem formas, cores, texturas e tamanhos nas mais variadas resoluções.

Além das estruturas oculares, o olho humano apresenta um feixe formado com seis músculos extra-oculares, que são responsáveis pela motilidade ocular. Classificam-se conforme a inserção no globo ocular: reto superior, reto inferior, reto lateral, reto medial, oblíquo superior e oblíquo inferior.

Segundo Ramos (2006), o sentido da visão é realizado pelo cérebro, mais precisamente no córtex occipital. Os olhos são órgãos conversores seletivos do estímulo luminoso em sinais elétricos. Mas, durante todo o trajeto através do sistema visual, os estímulos vão sendo depurados até gerarem uma impressão visual única.

A retina transforma a luz em impulsos elétricos, através de fotorreceptores, que o cérebro interpreta como imagens. Existem na retina dois tipos de componentes neuronais fotorreceptores: os cones e os bastonetes, que se localizam em torno da fóvea¹⁰ (RAMOS, 2006).

Esses receptores, que são células que transformam as ondas luminosas em impulsos e captam as imagens projetadas na retina são os cones e os bastonetes, e apresentam funções diferenciadas.

¹⁰ A retina não apresenta a mesma sensibilidade em toda sua extensão. Existe uma área, de tamanho comparado ao da cabeça de um alfinete, responsável pela discriminação dos objetos e interpretação de imagens extremamente minuciosas. Essa área é uma espécie de escavação da mácula e denomina-se fóvea e fica próxima do disco óptico, que é o local onde o nervo óptico penetra no olho (RAMOS, 2006, p. 7-8).

Os bastonetes (cerca de 120 milhões), responsáveis pela visão em preto e branco e visão periférica, são sensíveis a pequenas quantidades de luz, permitindo a visão com iluminação escassa. Extraem informações sobre a intensidade luminosa (luminância) e não diferenciam cores.

Os cones (aproximadamente seis milhões) são responsáveis pela acuidade visual e discriminação das cores com iluminação de grande intensidade. A percepção da cor auxilia na compreensão de um ambiente. Os cones se apresentam em três tipos distintos e cada um detecta uma cor diferente: vermelho, verde e azul (RAMOS, 2006).

Para que se tenha uma visão perfeita é necessário o pleno funcionamento dos três tipos de cones. Uma alteração genética que resulte em uma deficiência na identificação das cores ou na ausência completa de sensibilidade às cores denomina-se Daltonismo¹¹. As cores são responsáveis pelo detalhamento e minúcia das informações do mundo exterior.

Numa visão dentro dos padrões da normalidade, o campo de visão determina o ângulo a ser percebido. Quando se focaliza um objeto, a imagem se forma na fóvea. Os cones estão concentrados na fóvea, e os bastonetes ao seu redor. Portanto, as cores são percebidas com melhor qualidade quando o objeto está focado.

Ramos (2006) alerta que no chamado período de maturação, demarcado a partir do nascimento até cerca de oito anos de idade, a visão central aperfeiçoa-se ou atrofia-se, de acordo com a qualidade da informação visual.

Nessa fase, o cérebro interage com a retina para otimizar a interpretação das informações do ambiente. Nesse processo, é fundamental que as informações sejam claras e precisas, o que só será possível se ambas as retinas transmitirem sinais nítidos e semelhantes.

Cada um dos olhos, conforme esclarece Ramos (2006), oferece a imagem de um ângulo diferente. Assim, o cérebro recebe duas imagens distintas e quando as une numa impressão visual única, a disparidade gera um efeito tridimensional.

¹¹ O nome da doença deve-se ao físico John Dalton, que em 1794, tinha a enfermidade, descobriu detalhes sobre a ausência de sensibilidade às cores.

Segundo Ramos (2006), esse fenômeno ocorre em virtude da mistura de informações das duas retinas, conduzidas pelas fibras dos nervos ópticos. Nos casos de estrabismo, o desalinhamento dos eixos visuais faz com que se produzam imagens muito diferentes e conflitantes entre si. O cérebro escolhe uma das imagens, desprezando a outra. Desse modo, o olho que tem sua imagem preterida, não se desenvolve na mesma proporção que o outro. É dado o nome de ambliopia à baixa visão decorrente de uma deficiência de maturação visual.

2.2.2 O Campo de Visão e a Acuidade Visual: Discriminação Visual Sensibilidade a Contrastes e Legibilidade

Com relação aos intervenientes da deficiência visual, a compreensão das dificuldades decorrentes da falta de visão sempre esteve mais focada na cegueira.

Para Amiralian (1997), a constatação de que muitas pessoas consideradas cegas faziam uso do sistema braile com os olhos, levou os especialistas a proporem um diagnóstico educacional de deficiência visual, preocupando-se com a utilização do resíduo visual e dando maior ênfase à percepção visual no processo de aprendizagem.

Em outra obra, Amiralian (2004) destaca que ainda há pouco conhecimento sobre o uso dos resíduos visuais e seus resultados no desenvolvimento da visão. A não utilização do resíduo visual, mesmo que seja mínimo, diminui em muito a eficiência visual.

Veiztman (2000) afirma que somente a partir dos estudos de Barraga¹² considerou-se a possibilidade de estimulação e recuperação da visão, pois aos poucos o conceito de reabilitação foi sendo introduzido entre os especialistas da área.

Os estudos de Barraga corroboraram também para o entendimento de que a capacidade de ver não é inata e depende fundamentalmente das habilidades desenvolvidas. Inicia-se então uma preocupação dos especialistas pela visão subnormal, como destaca Amiralian (1997).

Nesse sentido, a eficiência visual não depende diretamente da acuidade visual, mas da estimulação dos resíduos visuais. O grau de visão residual pode ser

¹² Em 1964, Natalie Barraga, precursora nas pesquisas de visão subnormal nos Estados Unidos, utilizou o termo *low vision*, traduzido no Brasil para visão subnormal, e que é utilizado até hoje.

observado no indivíduo quando lhe é possível a percepção de luminosidade, cores, vultos, movimentos. O nível de identificação ou discriminação de detalhes em objetos, a distinção de formas também podem ser indicativos de que há resíduos visuais.

Amiralian (2004) acrescenta que a baixa visão apresenta variáveis de difícil controle, e esses podem ser fatores complicadores na definição e quantificação pela diversidade de fenômenos a ela relacionados: diferentes graus de acuidade e de eficiência visual, diferentes idades da perda visual.

As pessoas com baixa visão podem ter baixa acuidade visual, dificuldade para enxergar de perto e/ou de longe, campo visual reduzido e problemas na visão de contraste, conforme esclarecem Laplane e Batista (2008).

A mensuração da acuidade visual é de extrema importância na avaliação da saúde do sistema visual e constitui-se no procedimento psicofísico mais realizado pelos oftalmologistas. Uma visão considerada dentro dos padrões de normalidade é descrita pelos oftalmologistas, como 20/20, em consonância com o padrão da Escala Optométrica Decimal de Snellen¹³ (BONATTI, 2006).

A cegueira é considerada quando a visão varia da ausência total de percepção de luminosidade a um décimo, na Escala Optométrica de Snellen, ou quando o campo visual é reduzido a um ângulo menor que 20 graus (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Essa mensuração pode ser feita por meio de um teste simples, com o intuito de fornecer informações sobre a integridade do sistema visual. A Escala Optométrica Decimal de Snellen serve para mensurar a acuidade visual para longe, num padrão estipulado a uma distância de seis metros, cuja percepção e forma devem ser percebidas numa proporção direta de distância e tamanhos baseados em uma escala com variação decimal de 0,1 a 1.

As causas da perda da capacidade visual são inúmeras e podem relacionar-se a fatores biológicos, sociais e ambientais. Para Nobre et. al. (2006), em alguns casos esses fatores podem ser evitados ou minimizados.

¹³ A Tabela de Snellen é um diagrama utilizado para avaliar a acuidade visual de uma pessoa. Recebeu este nome em homenagem ao oftalmologista holandês Herman Snellen, que a desenvolveu em 1862. Apresenta como parâmetros: 20/20 = 1; 20/25 = 2; 20/30 = 3; 20/40 = 4; 20/50 = 5; 20/60 = 6; 20/70 = 7; 20/80 = 8; 20/100 = 9; 20/200 = 10; 20/300 = 11; 20/400 = 12; contar dedos = 13; movimento de mãos = 14; percepção luminosa = 15 e sem percepção luminosa = 17, onde cada número corresponde a uma linha de visão. (TEIXEIRA, 2001, p.558)

As capacidades visuais mais importantes são: acuidade visual, sensibilidade ao contraste e velocidade da percepção (KROEMER e GRANDJEAN, 2005). Embora não deva ser o único parâmetro, normalmente utiliza-se a acuidade visual como critério para detectar a deficiência visual nos alunos em idade escolar. A acuidade visual se traduz em uma medida de resolução visual como referência que distingue a visão normal da deficiência. Os oftalmologistas definem acuidade visual como o inverso do ângulo visual limiar em minutos de arco.

De qualquer forma, o nível de aptidão do olho na identificação de detalhes, tamanhos, formas, contornos, cores indica o grau de acuidade visual. Isso inclui a percepção de duas linhas ou pontos muito próximos um do outro, ou a apreensão da forma de sinais ou o discernimento de detalhes de um objeto (KROEMER e GRANDJEAN, 2005).

De acordo com Barraga (1997), 89% dos indivíduos com acuidade visual inferior a 0,1 na Escala Optométrica Decimal de Snellen, tem visão residual com reais possibilidades de utilização e desenvolvimento.

O mecanismo da visão é complexo, e a acuidade visual é um parâmetro importante, mas limitado, havendo vários outros parâmetros a serem analisados, como visão de cores, sensibilidade ao contraste e campo visual (KJAER, 2000).

A sensibilidade ao contraste se traduz na recíproca da quantidade mínima de contraste necessária para que se detecte uma grade de uma frequência espacial específica (CORNSEWET, 1970). Desse modo, a sensibilidade ao contraste possibilita a visão de detalhes quando há exposição a diferentes níveis de contraste. Esta informação visual é importante e se dá em situações de comunicação interpessoal, orientação e mobilidade, tarefas domésticas básicas e atividades que exigem que se mantenha uma aproximação de visão.

A eficiência visual não depende, portanto, diretamente da acuidade visual, mas da estimulação da visão residual. Essa estimulação também pode ocorrer a partir de estímulos que permitam a discriminação de cores e sensibilidade a contrastes.

O campo visual refere-se a toda extensão de área que a visão abrange, sem movimentar os olhos. A visão desenvolve-se normalmente, quando a imagem do objeto focado chega até a retina com precisão e nitidez. A baixa visão pode ocorrer em um dos olhos ou em ambos, mesmo que as estruturas oculares

aparentemente estejam dentro dos padrões de normalidade, comprometendo assim as funções visuais.

As funções visuais são funções sensoriais que se relacionam e são descritas no Quadro 7:

FUNÇÕES VISUAIS	
Funções Ópticas	Associam-se ao controle fisiológico dos músculos internos e externos dos olhos e facilitam a fixação, seguimento, acomodação, focalização e movimento.
Funções Ópticas e Perceptivas	À medida que as funções ópticas tornam-se mais estabilizadas e uniformes, vai se aperfeiçoando a interpretação perceptiva: discriminação, reconhecimento, identificação, memória, percepção espacial, coordenação viso-motora.
Funções Viso- perceptivas	Diferenciação entre figura-fundo, oclusão visual, relação parte/todo e todo/parte, percepção entre todos os objetos e materiais visíveis.

Quadro 7: As funções visuais

Fonte: Adaptado de Blanco, 2007.

Alguns componentes fundamentais da rotina podem auxiliar para mensurar a função visual, como a queda na acuidade visual durante os intervalos entre piscadas; a rapidez na leitura de uma informação; e o impacto de níveis de luz e brilho.

Entretanto, para que isso ocorra, alguns aspectos são importantes. Qualquer lesão ou alteração na transparência da córnea, íris ou vítreo, altera ou bloqueia a formação da imagem na retina. Além disso, uma atrofia do nervo óptico ou lesões na via óptica, que são responsáveis pela condução da imagem até o cérebro, podem comprometer a visão (OLIVEIRA et. al., 2000).

Entre as pessoas com baixa visão ocorrem situações muito díspares. Para Laplane e Batista (2008), enquanto algumas pessoas apresentam total autonomia na locomoção e nas tarefas do cotidiano, outras necessitam desenvolver estratégias de independência e autonomia. As diferenças individuais apontam que, um aluno pode precisar de iluminação especial, outro poderá ter seu desempenho melhorado a partir de uma mudança de lugar na sala de aula.

No ambiente educacional, um aluno utilizará de recursos ópticos, outro se beneficiará de recursos ampliados ou de equipamentos de áudio.

Atualmente, centra-se na busca do melhor uso da visão, obtida a partir de recursos ópticos e não ópticos e nos recursos da Tecnologia Assistiva, que segundo Bersch (2006), promovem a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou

possibilita a realização da função desejada, visando à realização de tarefas acadêmicas e a adequação do espaço escolar.

2.2.3 Recursos ou Auxílios Ópticos e Não-ópticos, Iluminação e Sensibilidade ao Contraste

Os recursos que auxiliam na baixa visão partem dos princípios da magnificação da imagem na retina ou da ampliação da imagem, dependendo do caso específico de cada indivíduo. Segundo Bonatti (2006), estes recursos auxiliares melhoram a resolução visual do objeto observado.

De qualquer forma, os recursos ou auxílios ópticos são utilizados mediante prescrição e orientação oftalmológica. As escolhas e os níveis de adaptação de qualquer recurso definem-se a partir da conciliação das necessidades específicas, que levam em conta as diferenças individuais, faixa etária, preferências, interesses e habilidades que vão determinar as modalidades de adaptações e as atividades mais adequadas. (SÁ, CAMPOS e SILVA, 2007).

Portanto, cada recurso é indicado segundo as especificidades do seu usuário, levando em consideração o tipo e o grau de deficiência visual. Porém, outros aspectos devem ser considerados, como a personalidade, o modo de elaboração do conhecimento e estilo pessoal do indivíduo ao lidar com a deficiência (LAPLANE e BATISTA, 2008).

Quando se trata de baixa visão, correlacionam-se valores de acuidade visual e o uso de recursos apropriados. Indicam-se, equipamentos para ampliação da imagem na visão subnormal moderada (acuidade visual de 20/80 a 20/160) e na visão subnormal grave (de 20/200 a 20/400). Na visão subnormal profunda (de 20/500 a 20/1000) os auxílios indicados são os recursos audíveis e o sistema braile (BONATTI, 2006).

Os tipos de deficiência visual e as suas consequências para o desempenho visual são inúmeros, bem como a etiologia das doenças que as causam e os recursos necessários que são utilizados como paliativos de seus efeitos, conforme Laplane e Batista (2008).

Bonatti (2006) divide os recursos auxiliares em três grandes grupos, conforme o Quadro 8:

RECURSOS AUXILIADORES	
Para perto	Lupas de apoio, lupas manuais, óculos com adições especiais e tele-microscópios.
Para longe	Os sistemas telescópicos, que podem ser monoculares ou binoculares.
Sistemas de vídeo-magnificação	Também conhecidos como CCTV (closed circuit television), ampliam a imagem projetada através da tela da televisão.

Quadro 8: Recursos para magnificação ou ampliação da imagem

Fonte: Adaptado de Bonatti, 2006.

A utilização de recursos e auxílios ópticos representa para seu usuário, uma melhoria na qualidade, no conforto e no desempenho de suas ações. Além disso, seus resultados poderão refletir-se também nas questões de orientação e mobilidade.

O Quadro 9 classifica os recursos ópticos, estabelecendo formas e vantagens de uso:

RECURSOS ÓPTICOS			
Tipos de auxílio	Características	Formas de uso/Indicações	Vantagens
Óculos de aumento	Lentes mais fortes que os óculos comuns, especialmente desenvolvidas para a baixa visão.	Atividades que exigem visão aproximada, como leitura de um livro.	Deixam as mãos livres para segurar ou manipular qualquer material.
Lupas manuais	São os auxílios ópticos para perto mais populares e podem ser encontrados em diversos tamanhos, potências e modelos.	São indicados para pacientes que apresentam alterações de campo visual, em especial no glaucoma.	Permitem que a pessoa segure o material impresso numa distância normal.
Lupas de apoio	São utilizadas em conjunto com óculos de correção para perto.	Apóiam-se sobre o objeto a ser enxergado e otimizam o foco visual.	Algumas lupas têm fonte de iluminação própria.
Tele-lupas	São utilizadas para aumentar a imagem a distância.	Elas podem ser seguradas com as mãos ou nos próprios óculos.	Auxiliam a criança a enxergar no Quadro negro, por exemplo.
Circuito fechado de televisão	Produz uma imagem aumentada na tela da televisão, com aumento de contraste regulável.	Esse recurso eletrônico permite que o material de leitura seja projetado num monitor especial, aumentando o contraste e o tamanho da letra.	Mais fácil e menos cansativo de ser utilizado em relação aos outros aparelhos.

Quadro 9: Características, Formas de Uso e Vantagens dos Recursos Ópticos

Fonte: Adaptado pela autora.

Porém, para o indivíduo que apresenta baixa visão, dificilmente existirá um aparelho único que lhe proporcione uma visão normal em todas as circunstâncias. Usualmente, a combinação de diferentes auxílios ópticos e não ópticos em diferentes situações resultará na melhor eficiência visual.

Os recursos não-ópticos não utilizam lentes para aprimorar a função visual, mas são obtidos por intermédio de modificações ambientais nas quais a pessoa com baixa visão se encontra. Desse modo, um simples posicionamento de

extrema proximidade dos olhos no objeto a ser visto, pode potencializar o foco de visão.

Os recursos não ópticos abrangem o uso de recursos produzidos com acetato amarelo, planos inclinados, gravadores, softwares com magnificadores de tela e programas com síntese de voz (SÁ, CAMPOS e SILVA, 2007).

Há ainda, a utilização de outros recursos, como o uso de guias para o preenchimento de cheques e documentos, as colméias para teclados de computador, os visores com alto contraste, os aparelhos com voz mecanizada, as obras no formato falado ou livros digitalizados, etc., são de extrema utilidade para a melhoria do desempenho das ações rotineiras para os indivíduos com baixa visão.

Outra possibilidade muito utilizada, principalmente na escola, são os materiais impressos com fontes ampliadas, que garantem a legibilidade. As fontes utilizadas para alunos com baixa visão são as sem serifa¹⁴.

As serifas são usadas em blocos de texto, pois tendem a conduzir o olhar do leitor pelo texto. A Figura 1 demonstra as letras serifadas e sem serifa.

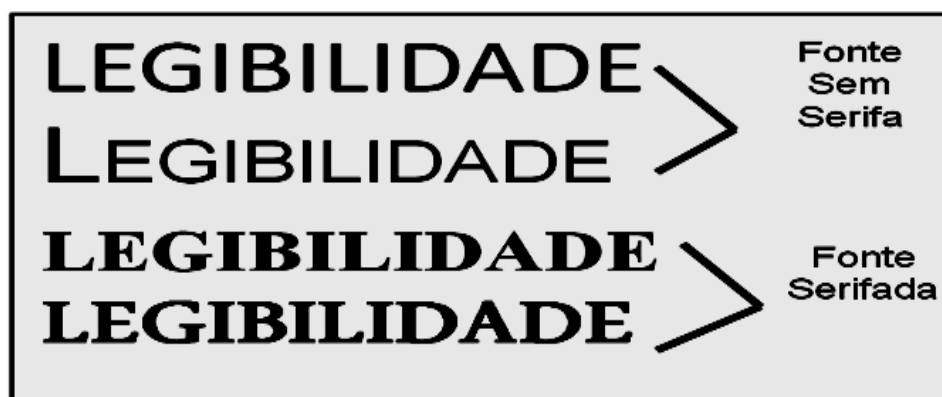


Figura 1: Tipos de Letras Serifadas e Sem Serifa
Fonte: Adaptado de Marmiom, 2006.

Como a leitura é a partir de palavras e não de letras individuais, as letras serifadas parecem juntar-se devido aos seus prolongamentos, unindo as palavras. Por outro lado, os tipos de letras sem-serifa costumam ser usados para destacar títulos, uma vez que o objetivo das serifas é destacar cada palavra individualmente e concentrando maior atenção dos olhos (MARMIOM, 2006).

¹⁴ Na tipografia as serifas são os pequenos traços e prolongamentos que ocorrem no fim das hastes das letras.

Marmiom (2006) ressalta que muitos estudos e pesquisas já foram feitos com relação à fonte utilizada, cujos resultados apontam que as melhores fontes são as que oferecem mais facilidade para a leitura, garantindo a legibilidade e entendimento do texto, conforme exemplifica a Figura 2:

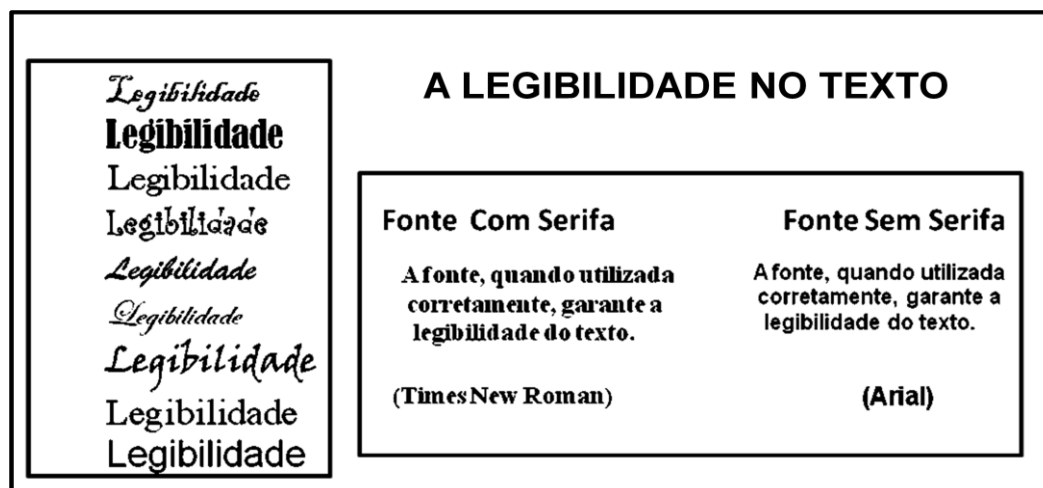


Figura 2: Legibilidade no texto com fonte serifada e não serifada
 Fonte: Adaptado de Marmiom, 2006.

Então, seja pela ampliação e adequação da fonte, controle da iluminação local, utilização de acessórios para o aumento do contraste dos objetos, ampliação de livros e de telas de objetos, uso do sistema de circuito fechado de televisão ou controle da refração, é possível otimizar a função visual.

A percepção das formas pode ser alterada de acordo com a sensibilidade aos contrastes, interferindo inclusive na orientação e mobilidade (BRUNO, 2005).

Dessa forma, é fundamental proporcionar aos alunos com baixa visão o contraste necessário para independência nas tarefas rotineiras e mobilidade. Um copo transparente com água não apresenta contraste, podendo ser substituído por copos coloridos. A demarcação dos degraus auxiliam a diferenciá-los de uma rampa.

O contraste pode ser potencializado por meio de lentes e filtros, que otimizam a imagem, auxiliando na diminuição do ofuscamento, aumentando a acuidade visual, melhorando o contraste e diminuindo o estresse e a fadiga visual.

Segundo Bruno (2005), pode se obter o aumento da resolução visual mediante a modificação da imagem na retina, de materiais e também das condições ambientais. Consideram-se auxílios para baixa visão os recursos ópticos, não ópticos e eletrônicos.

Quatro sistemas de ampliação da imagem são descritos por Haddad et. al. (2001), que descrevem que a ampliação de um determinado objeto se dá: pela diminuição da distância relativa, de forma linear; com o aumento real do objeto, a partir de ângulos; quando obtida com o auxílio de lentes ou a partir da combinação de lentes ou por projeção (por exemplo, uso de circuitos fechados de televisão).

Em decorrência das barreiras encontradas pelo déficit visual, os alunos que apresentam baixa visão também podem apresentar problemas posturais. Esses problemas ocorrem pelo emprego de inadequada postura quando do desenvolvimento da tarefa ou devido à inadequação do mobiliário utilizado (MACIEL, 1985; PARAGUAY, 1997).

Esse comprometimento postural é um interveniente natural dos alunos que apresentam baixa visão, por propulsionar o indivíduo para frente, mantendo-o constantemente com o apoio inadequado do dorso. Na sala de aula, o mobiliário escolar inadequado contribui para reforçar essa situação.

2.3 OS DOMÍNIOS, PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES DA ERGONOMIA ENQUANTO ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

O termo ergonomia advém das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras) e, a partir de 1950, foi adotado nos principais países europeus (PEINADO e GRAEML, 2007). Os Estados Unidos da América, entretanto, preferiram as expressões *human factors* (fatores humanos) ou *human factors & ergonomics* (fatores humanos e ergonomia).

Segundo Peinado e Graeml (2007), somente a partir de 1961, quando foi criada a Associação Internacional de Ergonomia (International Ergonomics Association – IEA), considerou-se a ergonomia enquanto disciplina científica, por meio da definição:

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema (PEINADO e GRAEML, 2007, p. 160).

O conjunto de conhecimentos que norteiam a ergonomia é resultado de esforços interdisciplinares, que une e reúne conhecimentos de diversas áreas de conhecimento científico, como antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, gerência industrial, eletrônica e informática (DUL e WEERDMEESTER, 2005).

Para Lida (2000, p. 9), essa abordagem interdisciplinar contribui para resultados mais rápidos e precisos, principalmente se os objetivos “forem coordenados por um especialista em ergonomia que saiba onde deva entrar cada um desses profissionais, e com que tipo de contribuição”.

De acordo com Dul e Weerdmeester (2005), a ergonomia difere-se de outras áreas do conhecimento pela sua natureza aplicada. Segundo a IEA (2000), a ergonomia contribui para o projeto e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas, buscando compatibilizá-los com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

Já para Freire (2008), a contribuição da ergonomia ultrapassa as fronteiras dos sistemas de trabalho, possibilitando melhorar a relação dos equipamentos com seus usuários. Salienta o autor ainda, que não se pode propor uma adequação sem se saber a que ser humano está se referindo, sem levar em consideração as suas características, habilidades e limitações.

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) foi criada no Brasil com o objetivo de estudar e divulgar as interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente.

Desse modo, define os domínios de especialização da ergonomia, que se traduzem em ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional, como destaca a Figura 3:

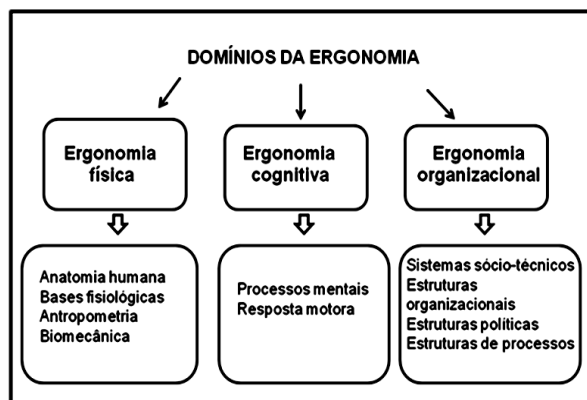


Figura 3: Domínios da Ergonomia
Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Cada um dos domínios da ergonomia apresenta sua relevância. A ergonomia cognitiva abrange o estudo da carga mental de trabalho, a tomada de decisão, o desempenho especializado, a interação homem computador, o estresse e treinamento e suas relações (PEINADO e GRAEML, 2007).

A ergonomia organizacional busca o enfoque das comunicações, o projeto de trabalho, a organização temporal do trabalho, o trabalho em grupo, o projeto participativo, e também os novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, tele-trabalho e gestão da qualidade.

Mas o interesse desta pesquisa volta-se para a ergonomia física que, de acordo com Peinado e Graeml (2007), está intimamente ligada à administração da produção e inclui o estudo da postura no trabalho, o manuseio de materiais, os movimentos repetitivos, os distúrbios musculares relacionados ao trabalho, o projeto de posto de trabalho, a segurança e a saúde.

Durante o desempenho de uma atividade há uma grande interação entre o ser humano e o componente utilizado para a realização da tarefa, seja ele um instrumento, um equipamento ou um mobiliário. A partir de um conjunto de conhecimentos e tecnologias que procuram a adaptação recíproca entre o trabalhador e o seu trabalho, estabelecendo-se o binômio conforto e produtividade, a ergonomia procura adaptar as condições de trabalho às características do homem (COUTO e MORAES, 1999).

Gualberto Filho et. al. (2002) acrescentam que a ergonomia se torna indispensável também para maximizar as capacidades das pessoas com deficiência. Nesse sentido, corrobora para que as ocupações disponíveis para essas pessoas

ofereçam as condições ideais, em termos de acessibilidade e de adequação, evitando o agravamento da deficiência já existente, e o surgimento de novas incapacidades.

Quanto às aplicações da ergonomia, Dul e Weerdmeester (2005) afirmam que um importante princípio a ser seguido é que os equipamentos, sistemas e tarefas devem ser projetados para o uso coletivo, mesmo se considerando as diferenças individuais em uma determinada população.

Desse modo, todos os aspectos que considerem as singularidades físicas dos usuários precisam ser priorizados, para que se atinjam melhores resultados.

2.3.1 Ergonomia do Produto

Constantes e aceleradas mudanças estão presentes em todos os âmbitos da sociedade atual, que se mostra cada vez mais competitiva e criadora. Esse processo é ocasionado pelo trabalho. Por ser uma ação consciente, a concepção e execução do trabalho são marcadas pela gestão e planejamento nos processos de produção de seus produtos (KATZ, BRAGA e COGGIOLA, 1995).

Tendo como foco o estudo das relações entre o ser humano e seu ambiente de trabalho, a ergonomia expandiu-se por inúmeros setores. Apesar disso, os avanços tecnológicos exigem que todo produto seja concebido de forma a vir suprir as necessidades da demanda (FREIRE, 2008).

Para Freire (2008, p. 32), “à luz da ergonomia, os produtos destinam-se a satisfazer algumas necessidades humanas e, assim, direta ou indiretamente, entram em contato com o homem”.

Ao focar os campos da ergonomia, Wisner (1987) estabelece a ergonomia de produto, que situa o ergonomista no setor de estudos e pesquisas, e a ergonomia de produção, que volta sua preocupação para as condições de trabalho.

No decorrer da história, o homem vem buscando adaptar a natureza às suas necessidades, criando, fabricando e adaptando produtos de forma a satisfazer as necessidades humanas. Mas, para que o produto esteja de acordo com as expectativas de seus usuários ou consumidores, devem contemplar algumas características consideradas básicas (IIDA, 2005, p.316):

- Qualidade técnica: do ponto de vista mecânico, elétrico, eletrônico ou químico, é a parte do funcionamento do produto, sempre considerando a eficiência com que o produto executa cada função e suas especificidades;
- Qualidade ergonômica: compreende a facilidade de manuseio, a adaptação antropométrica, a clareza de informações, as compatibilidades de movimento e demais itens de conforto e segurança;
- Qualidade estética: consideram-se alguns aspectos como a combinação de cores, formas, texturas, adequações de materiais, para que os produtos sejam aprazíveis.

A partir do momento que se concebe um produto, segundo Lida (2005), é preciso considerar a interação dessas três qualidades. Freire (2008) alerta que desse modo, evita-se o uso inadequado dos produtos, bem como os mal projetados.

O termo qualidade, como aponta Cunha (2004), é dado à menção atribuída a um produto, seja ele um objeto, serviço, local, organização ou idéia. De qualquer forma, há um conjunto de caracteres almejados, que envolvem desde a concepção do produto até o seu uso. Nessa dimensão do produto esperado, incide a agregação de valor e a satisfação do usuário, a partir de suas necessidades implícitas e explícitas.

O desenvolvimento de um produto é um processo em espiral e contempla as necessidades do usuário e as descobertas por meio de informações de campo, formando um conjunto de requisitos a serem projetados para sua fabricação (JURAN e GRYNA, 1991).

O princípio de um projeto pode ocorrer a partir do contato mais direto com o futuro usuário em potencial desse produto. Nesse caso, cabe ao projetista uma preparação para interpretar os interesses e necessidades do usuário, traduzindo-as na forma de um objeto projetável (ROOZEMBURG e EECKELS, 1995 apud CUNHA, 2004).

Principalmente quando se trata da concepção de um equipamento ou mobiliário, algumas etapas clarificam e organizam o processo de execução, como as fases descritas por Lida (2005), conforme demonstra a Figura 4:

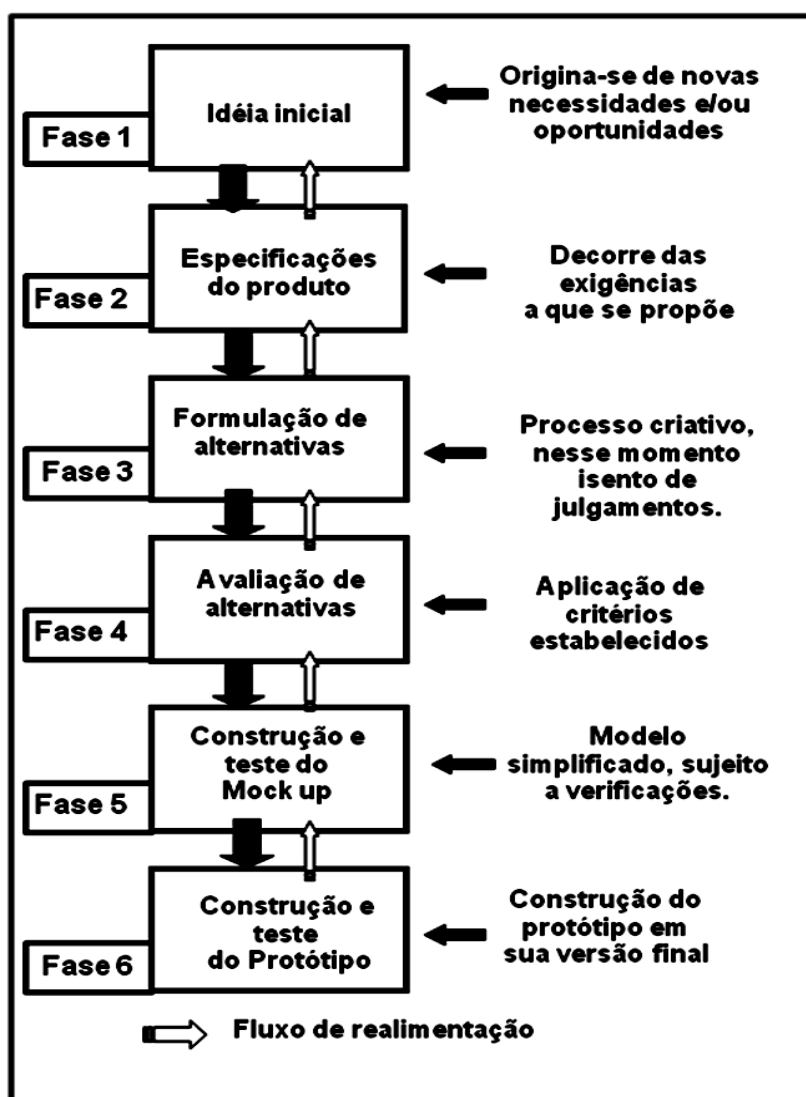


Figura 4: Processo de desenvolvimento do produto
Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

Um projeto desenvolvido em etapas sintetiza as informações coletadas em cada fase, permitindo que haja um fluxo de realimentação.

Iida (2005) destaca que produtos mal projetados podem causar sérios problemas à saúde do usuário. Por isso, quando as condições são pensadas na fase inicial de cada projeto, diminuem problemas futuros na hora do uso.

É importante a utilização de um roteiro (*check list*) para planejamento e organização no processo de desenvolvimento do produto, conforme Iida (2005), como destaca a Figura 5:



Figura 5: Organização no desenvolvimento do produto
Fonte: Adaptado de IIDA, 2005.

Os produtos, do ponto de vista ergonômico, representam a condição para que o homem seja capaz de executar determinadas tarefas e funções. Desse modo, estes passam a fazer parte de sistemas homem – máquina – ambiente, numa relação de harmonia (IIDA, 2005).

Para Loch (2007), os produtos devem ser compatíveis com a faixa etária do grupo correspondente, privilegiando elementos da realidade comportamental de cada idade, como: qualidade ergonômica (antropometria), estética, funcionalidade e outros que atendam adequadamente as necessidades e das expectativas de seus usuários.

2.3.2 Bases Antropométricas, Biomecânicas e Fisiológicas da Ergonomia

Na tentativa de compreender o seu funcionamento, o corpo humano tem sido objeto de estudo da biomecânica, da fisiologia e da antropometria. Constitui-se de uma estrutura complexa, que serve de suporte a diferentes sistemas e movimenta-se harmonicamente.

Os responsáveis por todos os movimentos do corpo são os músculos, que se classificam em: músculos lisos (encontram-se nas vísceras e não podem ser comandados voluntariamente pelo homem), músculos do coração (apresentam diferenças em relações aos outros) e músculos estriados ou esqueléticos (40% dos músculos do corpo humano, responsáveis pela realização dos trabalhos externos). Os músculos estriados ou esqueléticos representam o foco de interesse da ergonomia (IIDA, 2005).

Os músculos assumem funções biomecânicas simultâneas e complexas. Para que haja movimentação do sistema muscular, é preciso que o corpo metabolize a energia necessária para movimentar o músculo. Assim, cada movimento restringe-se às possibilidades musculares do metabolismo humano (VIDAL, 2002).

Souchard (1996) distingue os músculos da estática e da dinâmica, estabelecendo que enquanto os músculos da estática são responsáveis pela redução da flexibilidade da locomoção humana, por isso encontram-se num estado de tensão constante. Em oposição, os músculos da dinâmica, sempre após a contração inicial, retornam integralmente a um estado de relaxamento, sendo responsáveis pelos movimentos de maior amplitude.

De acordo com Knoplich (1989), toda posição adquirida pelo corpo no espaço, corresponde a um eixo de equilíbrio e harmonia. Isso ocorre justamente pela ação constante da coluna vertebral, que possui simultaneamente as funções de sustentação e movimentação: sustentação do organismo, por meio de ossos, vértebras e discos; e movimentação do corpo, por meio de articulações e músculos, desenvolvendo-se em várias camadas nas costas e a função de proteção da medula nervosa.

A coluna vertebral, cuja função é proteger a medula espinhal, constitui-se de 33 vértebras flexíveis, divididas em quatro regiões: sete vértebras cervicais que constituem o pescoço (região cervical); doze vértebras torácicas ou dorsais; cinco vértebras lombares e nove vértebras fixas situadas na região da bacia. As vértebras

inferiores são maiores que as superiores porque sustentam maiores pesos. (PEINADO E GRAEML, 2007).

Quando o usuário está sentado e inclina sua bacia para trás, a coluna curva-se e os discos intervertebrais são comprimidos pelas vértebras lombares, provocando tensões desagradáveis e temerárias (GOMES FILHO, 2003).

Nesse processo, a respiração é um elemento primordial para a adequação postural. Enquanto a inspiração é realizada pelos músculos da estática, a expiração é desempenhada pelos músculos da dinâmica (SOUCHARD, 1996).

Tanto a postura como o movimento tem grande importância na ergonomia, pois na sua realização os músculos produzem força, que são transmitidas entre os ossos pelos ligamentos. As articulações do corpo são acionadas, produzindo a força necessária para que o corpo adote uma postura ou realize um movimento (DUL; WEERDMEESTER, 2005).

Mas, para que se mantenha uma postura ou se realize um movimento, as articulações devem ser mantidas na posição neutra, onde os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações fiquem tensionados o menos possível. As articulações quando estão na posição neutra, permitem que os músculos sejam capazes de liberar a força máxima (DUL; WEERDMEESTER, 2005).

Ao adotar uma postura inadequada, o indivíduo mantém seus músculos inspiratórios em constante estado de tensão. Dessa forma, como não há o relaxamento desses músculos, o movimento de expiração é dificultado, comprometendo assim os movimentos respiratórios (SOUCHARD, 1996).

Iida (2000) acrescenta algumas funções do organismo humano interferem diretamente no desempenho do trabalho, principalmente as que se relacionam à função neuromuscular, coluna vertebral, metabolismo, visão, audição e senso cinestésico.

Os estudos de antropometria atêm-se à ocupação das dimensões e proporções do corpo humano e às medidas corporais (altura, forma, força e capacidade de trabalho), contribuindo para a adaptação do posto de trabalho ou adequação do mobiliário ao ser humano.

Segundo Iida (2005), a antropometria trata de medidas físicas do corpo humano, o que nem sempre representa uma tarefa fácil quando se almeja obter medidas confiáveis. A população humana é basicamente formada por diferentes biótipos.

Durante décadas, os estudos antropométricos realizados comprovaram a influência da etnia nas medidas antropométricas, com acentuadas variações nas proporções corporais.

Os parâmetros para aplicação dos dados antropométricos, segundo Lida (2000) seguem quatro princípios, que são descritos no Quadro 10:

PRINCÍPIOS PARA APLICAÇÃO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	
1º - Projetos para o tipo médio	Considera a média dos valores antropométricos dos usuários.
2º - Projetos para indivíduos extremos	Acomoda os casos extremos, o maior ou menor, dependendo do fator limitativo do equipamento.
3º - Projetos para faixas da população	Medidas ajustáveis para acomodação de seus usuários.
4º - Projetos para o indivíduo	Projetados especificamente, e, sob medida, para um indivíduo.

Quadro 10: Princípios para aplicação de Dados Antropométricos

Fonte: Adaptado de Lida, 2005.

Ao ocupar-se das dimensões e proporções do corpo humano, a antropometria auxilia na determinação de diversos aspectos relacionados ao ambiente de trabalho (FREIRE, 2008). Porém, no Brasil, ainda não existem medidas antropométricas normalizadas da população, o que faz com se sigam os padrões internacionais.

Corroborando com a antropometria, a biomecânica mantém seu foco no movimento e na postura humana.

Alguns princípios propostos pela biomecânica são especificados por Dul e Weerdmeester (2004) no Quadro 11:

PRINCÍPIOS DA BIOMECÂNICA	
Ocupar uma posição neutra nas articulações	Em posição neutra, os músculos e ligamentos que se estendem entre as articulações são esticados o menos possível, liberando força máxima.
Conservar pesos próximos ao corpo	Quanto mais o peso estiver afastado do corpo no sentido horizontal, mais os braços serão tensionados e o corpo penderá para frente, aumentando a exigência dos cotovelos, ombros e costas.
Evitar torções do tronco	Posturas torcidas do tronco causam cisalhamentos indesejáveis nas vértebras. Os discos elásticos que existem entre as vértebras são cisalhados, e as articulações e músculos que existem nos dois lados da coluna vertebral são submetidos a cargas assimétricas, que são prejudiciais.
Evitar curvar-se para frente	A parte superior do corpo de um adulto, acima da cintura, pesa 40 kgf, em média. Quando o tronco pende para frente, há a contração dos músculos e dos ligamentos das costas para manter essa posição. A tensão é maior na parte inferior do tronco, onde surgem dores.
Evitar inclinar a cabeça	A cabeça de um adulto pesa de 4 a 5 kgf. Quando a cabeça se inclina mais de 30 graus para frente, os músculos do pescoço são tensionados para manter essa postura, ocasionando dores na nuca e nos ombros.

Evitar movimentos bruscos que produzem picos de tensão	Movimentos bruscos podem produzir alta tensão, de curta duração. Esse pico de tensão é resultado da aceleração do movimento. O levantamento de peso deve ser feito após um pré-aquecimento da musculatura, e os movimentos devem ter ritmo suave e contínuo.
Alternar posturas e movimentos	As posturas prolongadas e os movimentos repetitivos são fatigantes, e em longo prazo podem produzir lesões nos músculos e articulações.
Restringir a duração do esforço muscular contínuo	A tensão contínua de certos movimentos do corpo, como resultado de uma postura prolongada ou de movimentos repetitivos, provoca fadiga muscular localizada, resultando desconforto e queda de desempenho.
Prevenir a exaustão muscular	Quando a exaustão muscular ocorre, há uma demora de vários minutos para a recuperação (estima-se cerca de 30 min para a recuperação de 90% do músculo exausto).
Pausar as atividades	A fadiga muscular pode ser reduzida com diversas pausas curtas, distribuídas ao longo da execução da tarefa.

Quadro 11: Princípios da biomecânica

Fonte: Adaptado de Dul e Weerdmeester, 2004.

A partir do estudo dos princípios da biomecânica é possível analisar as variáveis que interferem no movimento e na postura humana, contribuindo com princípios científicos já validados. Para Magee (2002), a postura considerada correta é aquela cuja posição oferece um mínimo de estresse aplicado em cada articulação.

Uma avaliação postural é sempre complexa e depende de uma abordagem organizada e sistemática. Precisa levar em consideração todos os aspectos que possam influenciar na postura do indivíduo, o que abrange uma gama de fatores socioculturais, emocionais, físicos e fisiológicos, como estabelecem os autores Guimarães, Sacco e João (2007).

Muitos fatores podem ocasionar problemas posturais, mas segundo Cailliet (1979), há a prevalência de três fatores mais freqüentes: hereditários, estruturais e resultantes de hábito, conforme o Quadro 12:

FATORES QUE OCASIONAM PROBLEMAS POSTURAIS	
Posturas hereditárias	Dorsal pronunciada, coluna hiper-lordótica, variações na frouxidão dos ligamentos, no tônus muscular, impulsos motores psicológicos.
Anomalias estruturais	Congênitas ou adquiridas, podem ser esqueléticas, musculares ou neurológicas. Resultam de moléstias neuro-musculares (Paralisia Cerebral, Parkinson e Hemiplegia); artrite reumatóide, poliomielite; lesões de nervos periféricos sobre as estruturas posturais.
Má postura	Posturas incorretas, resultantes de hábito e treino.

Quadro 12: Fatores que ocasionam problemas posturais

Fonte: Adaptado de Cailliet, 1979.

Oliver (1999) conceitua postura como a atitude assumida pelo homem utilizando o menor esforço muscular possível, respeitando as variáveis e possibilidades de cada indivíduo. Daí a dificuldade em se padronizar a postura considerada ideal.

Guimarães, Sacco e João (2007) definem a boa postura como a habilidade de manutenção do centro de massa corporal em relação à base que sustenta o corpo, evitando quedas e permitindo que os movimentos sejam corretamente executáveis.

Portanto, os conhecimentos obtidos por meio de disciplinas científicas como a antropometria, a biomecânica e a fisiologia corroboram com a ergonomia para a melhoria do desempenho humano.

2.3.3 Princípios de Iluminação

Outro aspecto abordado pela ergonomia é a iluminação que, quando apropriada, favorece a realização das atividades. Porém, a sua inadequação pode causar danos à visão. A iluminação pode, portanto, contribuir ou prejudicar a capacidade de produção.

Por isso, um sistema de iluminação adequado no ambiente de trabalho pode harmonizar o ambiente, diminuindo assim a monotonia e a fadiga visual.

Além disso, a iluminação correta torna mais agradável e confortável o ambiente de trabalho, permitindo maior rendimento, segurança e bem-estar (ANJOS e MARIBONDO, 2009).

Os processos essenciais da visão são funções nervosas do cérebro. Sendo assim, o olho é meramente um órgão receptor de luz. Além disso, o sistema visual completo controla cerca de 90% de todas as atividades (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

O olho humano apresenta sensibilidade à luz com comprimentos de onda entre 400nm e 750nm. Nessa faixa, a luminosidade não é uniforme: é inferior nos extremos e atinge o ponto máximo em torno de 550nm. Sendo assim, a eficiência luminosa de uma fonte de luz depende da quantidade de radiação que ela emite dentro da faixa visível, que geralmente associa-se à energia gasta durante a emissão das ondas. Essa eficiência luminosa de uma fonte é expressa em número de unidades de luz emitida por uma unidade de energia gasta (IIDA, 2000).

Para Vianna e Gonçalves (2001), a luminância descreve a quantidade de luz que atravessa ou é emitida de uma superfície, e decai segundo um ângulo sólido. Quando se observa uma superfície iluminada, a intensidade luminosa

refletida por essa superfície dividida pela área visível para os olhos denomina-se luminância.

Para a realização da medição de iluminação e fontes de luz, faz-se necessário estabelecer alguns termos, bem como a diferença entre iluminância e luminância, sob o ponto de vista da fotometria, conforme descrevem Kroemer e Grandjean (2005) no Quadro 13:

Descrição	
Iluminância	Refere-se à quantidade de luz incidindo sob uma superfície. A luz pode vir do sol, de luminárias ou de qualquer outra fonte.
Luminância	Constitui-se na quantidade de luz refletida ou emitida de uma superfície.

Quadro 13: Iluminância e luminância

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005.

A detecção dos níveis de luminância e iluminância são importantes para a adequação da tarefa a ser executada. De acordo com Bruno (2005), chama-se contraste a diferença de luminância entre superfícies adjacentes, e correspondem a padrões de alto contraste as cores preto/branco.

Nesse caso, um copo de vidro com água não apresentará um bom contraste pela ausência de cores.

A acuidade visual está diretamente relacionada com a iluminância e com a natureza dos objetos, uma vez que aumenta de acordo com o nível de iluminamento e com os contrastes (KROEMER ; GRANDJEAN, 2005).

A sensibilidade ao contraste define-se pela capacidade do olho em perceber uma pequena diferença em luminância, permitindo apreciar nuances de sombras e de luz e todos os aspectos que possibilitam a percepção de formas.

Em alguns casos, a sensibilidade ao contraste pode ser mais importante que a acuidade visual (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Quanto ao ofuscamento, em termos fisiológicos, é uma sobrecarga dos processos de adaptação do olho, e ocorre devido à superexposição da retina à luz, podendo distinguir-se em ofuscamento relativo (contrastos excessivos de claridade entre diferentes partes do campo visual), ofuscamento absoluto (quando não há adaptação pelo excesso de luminosidade) e ofuscamento adaptativo (sensação temporária durante o período de adaptação à luz), conforme Kroemer e Grandjean (2005).

O ofuscamento é um efeito adverso sobre o sistema visual, causando: desconforto visual, cefaléia, cansaço, ardor ocular, lacrimejamento e menor resolução visual. A alteração da adaptação visual interfere nas reações visuais, podendo ocasionar tanto o ofuscamento diante de iluminação intensa, como extrema lentidão ou baixos níveis de resolução visual em ambiente pouco iluminado. O uso de lentes filtrantes pode determinar uma melhoria nas funções viso-perceptivas, proporcionando melhor conforto visual e bem estar (HADDAD et. al., 2001)

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), para o conforto visual e bom desempenho óptico, é necessário considerar o nível adequado de luminância; o equilíbrio espacial das luminâncias das superfícies; a uniformidade temporal da iluminação e eliminação de ofuscamento com luzes apropriadas.

A distribuição correta das luminâncias de grandes superfícies no ambiente visual é de extrema importância, tanto para o conforto visual quanto para a visibilidade. Contrastes fortes também reduzem o conforto e a visibilidade. Porém, o grau de aceitação da razão entre contrastes depende de situações específicas, onde devem se considerar fatores como: Idade do usuário, tamanho da fonte de ofuscamento, distância da linha de visão do observador e a intensidade da iluminação do local em questão (KROEMER E GRANDJEAN, 2005).

Para Kroemer e Grandjean (2005), a medida mais eficiente para acabar com o ofuscamento é a eliminação da fonte de brilho do campo visual. Mas, caso essa medida não seja possível (quando a fonte de luz seja de uma janela, por exemplo).

É possível estabelecer medidas de redução do brilho da fonte e também do brilho refletido, conforme lida (2000, p. 257):

- Redução do brilho da fonte: substituindo-se, por exemplo, uma lâmpada por um conjunto de lâmpadas de intensidades menores, ou colocando-as longe dos olhos;
- Atuação sobre o ambiente: aumentando-se a luminosidade geral do ambiente ou colocando anteparos entre a fonte de brilho e os olhos.
- Redução do brilho refletido: usando-se lâmpadas de luz difusa ou eliminando-se superfícies refletoras no campo visual.

Desse modo, o efeito do ofuscamento relativo é maior quanto mais perto está o eixo óptico e a área visual. Barbosa (2007) destaca a necessidade de se

evitar a visão direta da fonte de luz dentro de um ângulo entre 0° e 40° com a horizontal.

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), apenas os objetos focados na fóvea são vistos com clareza. Outras imagens tornam-se progressivamente menos distintas e borradas à medida que se aumenta a distância focal da fóvea. O campo visual é a porção do entorno que os olhos conseguem captar quando são mantidos parados. Esses autores distinguem ainda as áreas de visão que compõem o campo visual, conforme o Quadro 14:

DIVISÃO DO CAMPO VISUAL	
CAMPO VISUAL	ALCANCE DO ÂNGULO VISUAL
Área de visão nítida	1°
Campo de visão média	40°
Campo de visão externa	$40^\circ - 70^\circ$

Quadro 14: Divisão do campo visual

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005.

Além disso, há a necessidade de regulação da iluminação do ambiente de acordo com a especificidade de cada caso. As sombras podem dificultar a visibilidade da tarefa, principalmente se algum detalhe estiver dentro da área sem luz, por isso uma iluminação localizada reduz as sombras no local da tarefa (BARBOSA, 2007).

Para Lida (2005), os sistemas de iluminação podem ser: de iluminação geral (em toda a área, sobre o plano horizontal), iluminação localizada (concentração sobre a tarefa, por meio de luminárias) e iluminação combinada (iluminação geral é complementada com focos de luz localizados sobre a tarefa).

Para a iluminação localizada, as luminárias devem posicionar-se de modo a evitar a incidência de luz direta ou refletida sobre os olhos, para não provocar ofuscamentos. Preferencialmente, as luminárias devem situar-se acima de 30° em relação à linha de visão (horizontal) e, se possível, devem ser colocadas lateralmente ou atrás do trabalhador, para evitar a luz direta ou refletida nos olhos (IIDA, 2000).

Uma luz forte sobre a linha de visão é menos perturbadora do que uma abaixo ou a cada lado da linha de visão. A perturbação é maior em uma sala mais escura do que em, uma sala clara, já que neste caso, a retina é mais sensível.

A iluminação do ambiente onde a pessoa com baixa visão realizará sua tarefa deverá contar com recomendações adequadas para atender às necessidades

de sua patologia, conforme Blanco (2007). Essas recomendações são descritas no Quadro 15:

ILUMINAÇÃO ADEQUADA DO AMBIENTE PARA PESSOAS COM BAIXA VISÃO	
Recomendações	A luz deve ser projetada por trás ou ao lado da cabeça do usuário.
	A maior intensidade de luz deve estar sobre o material. Se necessário, fazer uso de luminárias que se adequem às diferentes situações.
	Condições ideais de luz artificial proporcionam luz difusa em todos os ângulos, com maior intensidade diretamente sobre a tarefa a ser realizada.
	Intensidade de iluminação apropriada, adequando os reflexos.
	Ofuscamentos devem ser evitados, porque reduzem o contraste e causam cansaço.
	Dispositivos podem ser utilizados para controle da iluminação.
	Observar a quantidade e a qualidade de luz, bem como sua distribuição.
	Contrastes adequados otimizam a função visual.
	Padrão e direção de sombras viabilizam o reconhecimento das formas que compõem e delimitam o espaço.

Quadro 15: Recomendações sobre a iluminação adequada às pessoas com baixa visão

Fonte: Adaptado de Blanco, 2007.

A escolha do tipo de lâmpada é um requisito a ser considerado para a eficiência da iluminação.

Dentre as características de uma lâmpada eficiente estão o fluxo luminoso (medido em lúmen), o rendimento luminoso (h), a gama de comprimentos de onda que emite a radiação (em micron ou em nanômetro) e o seu tempo de vida útil.


Para fins de iluminação, as lâmpadas emitem onda da luz visível. Mas existem lâmpadas que emitem comprimentos de onda menores, na zona dos ultravioletas (UV) e outras que emitem maiores comprimentos de onda, na zona dos infravermelhos (IV).

A iluminação é um elemento importante para tornar um ambiente agradável, onde a quantidade e tipo de lâmpadas utilizadas e a maneira como estão posicionadas no ambiente o tornam esteticamente apazível, adequado para realização de tarefas. Porém, uma iluminação ruim ou inadequada pode acentuar defeitos do ambiente ou deixar a pessoa com a vista cansada.

Existem diversos tipos de lâmpada, com diferentes tecnologias de iluminação, tonalidades, tamanhos e poder luminoso, e qualidades aplicáveis a diferentes fins (ZANICHELI, 2004).

O posicionamento da lâmpada pode auxiliar ou atrapalhar a atividade que está sendo realizada em um determinado local, pois a iluminação pode interferir na eficiência visual. Para os alunos com baixa visão, o melhor contraste é o preto e o branco. Mas, de acordo com Blanco (2007), nem sempre a visibilidade é aumentada

quando se potencializa a iluminação. A visibilidade depende também do tipo de patologia. O Quadro 16 categoriza as patologias e suas respectivas necessidades e os níveis de iluminação.

PATOLOGIA	NÍVEL DE ILUMINAÇÃO	
	Muita iluminação	Pouca iluminação
Catarata Toxoplasmose Conjuntivite Gonocócica Retinopatia da Prematuridade		
Retinose Pigmentar Coloboma da Retina Glaucoma Coreorritinite Atrofia do Nervo Óptico Degeneração macular		
Albinismo Anrídia Acromotopsia		
Legenda: Neste quadro compreende-se:  Luminosidade intensa  Baixa luminosidade		

Quadro 16: Níveis de iluminação recomendados para as diferentes patologias

Fonte: Adaptado de Blanco, 2007.

Há ainda, segundo Barraga (1997), casos de patologias combinadas, onde é preciso intercalar o uso da luminosidade, de acordo com a necessidade específica.

Iida (2005) complementa que alguns fatores podem interferir na discriminação visual, como a faixa etária e as diferenças individuais. Há que se considerar também a quantidade de luz, o tempo de exposição e o contraste entre figura e fundo. Nos casos de alunos com baixa visão, ainda se faz considerações quanto ao ofuscamento.

Aspectos importantes são destacados no Quadro 17, ao se avaliar a iluminação de um ambiente, conforme Barbosa (2007):

AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE		
AVALIAÇÕES E CONCEITOS PRELIMINARES	Necessidades Humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade • Tarefa • Conforto visual • Agradabilidade • Saúde e bem-estar • Avaliação estética
	Arquitetura	<ul style="list-style-type: none"> • Forma • Composição • Estilo • Normas técnicas e legislação

	Custos e relação com o Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação • Manutenção • Operação • Consumo de energia • Proteção do ambiente
	Considerações do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho visual • Conforto visual e agradabilidade • Economia
	Crítérios do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminância • Distribuição de iluminâncias no campo visual • Ofuscamento • Modelagem • Qualidade das cores • Estética do material

Quadro 17: Avaliações e conceitos para avaliar a iluminação no ambiente

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2007.

A qualidade da iluminação deve também pode ser categorizada em iluminação ruim (quando há defeitos de qualidade), iluminação imparcial (sem defeitos de qualidade) e iluminação excelente (Sistema tecnicamente correto, que estimula os sentidos do observador).

O Quadro 18 traz especificações quanto a qualidade de iluminação:

QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO	Distribuição da Luz:	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação de tarefas e do ambiente. • Integração com a iluminação natural. • Poluição luminosa e luz abusiva.
	Considerações sobre o Ambiente e Local de Tarefa:	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade. • Aparência do local e das luminárias. • Aparência da cor. • Luminância das superfícies do local. • Tremulação da luz. • Ofuscamento direto • Ofuscamento refletido
	Iluminação sobre as Pessoas e Objetos:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem de feições e objetos. • Características das superfícies. • Pontos de destaque e interesse. • Cintilamento.

Quadro 18: Qualidade de iluminação

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2007.

De acordo com Barbosa (2007), essa qualidade de iluminação se reflete sobre a produtividade da tarefa.

A iluminação com qualidade interfere diretamente no bem-estar, conforto e visibilidade dos usuários. É importante que se tomem os devidos cuidados também nos ambientes escolares.

Todos esses cuidados devem ser redobrados quando se tratar de usuários que apresentam baixa visão. Deve haver nesse caso, um cuidadoso

planejamento de iluminação, para que se assegure a focalização do objeto e otimização da visão, garantindo uma postura confortável e adequada.

2.3.4 Princípios de Cor

A cor não corresponde a propriedades físicas do mundo, mas à sua representação interna, em nível cerebral. Enquanto matéria, a cor não existe. Pela sensação visual provocada pelos raios luminosos, que são constituídos por radiações eletromagnéticas é que ocorre a percepção de cor ou de cores, que podem ser classificadas em cor primária ou geratriz e cor secundária ou cor complementar (GALVÃO, 2006).

Enquanto fenômeno, a percepção da cor é mais complexa que a sua sensação, que considera os elementos físicos (luz) e fisiológicos (a estrutura ocular). A percepção capta também elementos psicológicos que alteram consideravelmente a qualidade do que se vê.

Para Cunha (2004), a cor pode contribuir para que diminua ou aumente a capacidade de percepção, de concentração e de atenção por criar ilusões, influenciando diretamente o espaço e criando efeitos diversos, como monotonia ou movimento. Informa também que a cor quente sobre uma superfície tende a aproximar o objeto do espectador, ao contrário da cor fria, que distancia o objeto.

As cores vermelha, azul e amarela são tratadas como as cores primárias nas artes plásticas, em um sistema de classificação conhecido como RYB (*Red, Yellow, Blue* = Vermelho, Amarelo, Azul).

Entretanto, essa definição é equivocada do ponto de vista científico, uma vez que, em se tratando de pigmentos, o sistema correto é o CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow and Black*¹⁵ = Ciano, Magenta, Amarelo e Preto).

Os elementos que são fundamentais para a cor, de acordo com o sistema de Munsell¹⁶ de cores, são descritos no Quadro 19:

¹⁵ O termo advém do inglês “cyan”, “magenta”, “yellow” e “key” (ou “chave”). O acrônimo CMYK termina com a letra “K” em vez de “B” (para “black”) por dois motivos. Primeiro: no passado a chapa que continha a cor preta era chamada de “key plate” ou “chapa chave” pois era geralmente a chapa com maior detalhe artístico ou “informações chave”. Segundo: Para não se confundir com o outro modelo de cor popular – o RGB. RGB significa “Red, Green, Blue” (vermelho, verde, azul), que é como monitores e TVs representam a cor.

ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA COR	
Matiz (Hue)	Característica que define e distingue uma cor. Vermelho, verde ou azul, pôr exemplo, são matizes.
Intensidade (Saturação)	Um matiz de intensidade alta ou forte é vívido e saturado, enquanto o de intensidade baixa ou fraca caracteriza cores fracas ou "pastel".
Valor (Brilho)	Refere-se a maior ou menor quantidade de luz presente na cor. Varia acrescentando branco ou preto.

Quadro 19: Elementos fundamentais da cor

Fonte: Adaptado de Leite, 2007.

Quando dentro dos padrões de normalidade, o olho humano responde a larguras de ondas específicas das cores vermelha, verde e azul.

Embora a sensibilidade máxima dos cones não se produza exatamente nessas três frequências de cores, essas cores são consideradas as cores primárias em fontes de luz, porque cada uma delas pode estimular os cones de forma praticamente independente, proporcionando uma ampla gama de cores.

Pozzer (2008) acrescenta que luz e cor são interdependentes. Portanto, quando não existe luz, não pode haver cor. A cor resulta da combinação da energia de diferentes comprimentos de onda. A cor branca advém de radiação eletromagnética com igual energia em todas as faixas do espectro. Portanto, a cor define-se por sua função de distribuição espectral. Assim, a luz é um espectro contínuo de larguras de onda e significa que na realidade existe um número quase infinito de cores.

É importante observar, que existem dois tipos de cores: cor luz e cor pigmento, conforme o Quadro 20:

COR LUZ E COR PIGMENTO	
Cor Luz	As cores primárias são o vermelho, verde e azul.
Cor Pigmento	As cores primárias são o ciano, magenta e amarelo.

Quadro 20: Cor luz e cor pigmento

Fonte: Adaptado de Pozzer, 2008.

A visão das cores se dá por mecanismo de oposição das cores por pares que mutuamente se excluem, conforme a teoria de Hering¹⁷. Porém, nem todas as

¹⁶ Para solucionar o problema de identificação das cores, em 1912, Albert H. Munsell criou um sistema de padrões de cores, contemplando as variáveis: matiz ou gama (hue), claridade, luminosidade, valor ou brilho (lightness) e saturação, croma ou intensidade (saturation).

¹⁷ Hering propôs a teoria da visão colorida baseada em muitas observações sobre a aparência das cores. Estas observações incluíam a aparência dos tons, contrastes simultâneos, pós-imagens e deficiências da visão colorida. Constatou que certos tons não eram percebidos juntos, como por exemplo, o verde-avermelhado, ou azul-amarelado.

cores focalizam-se no mesmo plano da retina. O vermelho, por exemplo, é focalizado um pouco à frente do verde e do azul, o que pode ser verificável com alguns testes cromáticos específicos.

Os raios luminosos que partem de uma fonte de luz não podem ser vistos. A sensação de claridade que essa superfície refletida produz nos olhos é transmitida ao cérebro. A sensibilidade dos receptores da retina do olho humano não é a mesma para todo o espectro eletromagnético de cores. Estende-se do vermelho (780 nm) ao violeta (400 nm) com o verde-amarelado no centro. Por esse motivo, o verde-amarelado é a cor mais representativa do espectro luminoso.

Os objetos possuem diferentes capacidades de reflexão da luz, pode-se obter diferentes luminâncias de uma mesma iluminância (VIANNA, 2001).

Para Freire (2008), antes de se determinar a cor do produto, é necessário considerar cuidadosamente as funções a que se destinam e os usuários. Posteriormente, planejam-se suas cores em relação aos fatores psicológicos e fisiológicos.

Dependendo do grau de visibilidade, a cor atrai a atenção, sofrendo interferências do contraste e da pureza da cor. Além disso, a cor pode proporcionar tranquilidade, atração ou aversão.

O Quadro 21 apresenta a disposição psíquica e os efeitos das cores.

CORES	EFEITO DE DISTÂNCIA	EFEITO DE TEMPERATURA	DISPOSIÇÃO PSÍQUICA
AZUL	Distante	Frio	Tranquilizante
VERDE	Distante	Frio a Neutro	Muito Tranquilizante
VERMELHO	Próximo	Quente	Muito Irritante e Intranquilizante
LARANJA	Muito Próximo	Muito Quente	Estimulante
AMARELO	Próximo	Muito Quente	Estimulante
MARROM	Muito Próximo	Neutro	Tranquilizante
VIOLETA	Muito Próximo	Frio	Agressivo, Intranquilizante, Desestimulante.

Quadro 21: Efeitos psicológicos das cores

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005; Freire, 2008.

Cores de grande visibilidade são vibrantes e de forte efeito. Devem, portanto, ser usadas para chamar a atenção. Entretanto, não devem ser usadas para atenção permanente, pelo nível de fadiga que podem proporcionar. A interferência sofrida pelo objeto, da ação de umas cores sobre as outras denomina-se contraste (IIDA, 2005). O Quadro 22 demonstra os tipos de contraste.











TIPOS DE CONTRASTE		
	Descrição	Exemplo
Contraste Simultâneo	As cores apresentam sensações de modificação da claridade e da saturação quando na presença de outras cores.	Objetos da mesma cor, sobre fundos diferentes, aparecerão com diferenças de saturação e claridade. Uma cor ao lado de outra mais escura, parecerá mais clara do que realmente é.
Contraste Sucessivo	Deve-se à memória visual que se mantém por alguns segundos. Quando o olho é deslocado, após olhar fixamente para uma determinada cor, ela retém a cor complementar do objeto fixado.	Um objeto vermelho é fixado durante algum tempo e depois de deslocar-se os olhos para uma superfície branca, será conservada a imagem do objeto na sua cor complementar, a verde-azul.

Quadro 22: Contraste simultâneo e contraste sucessivo

Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

A legibilidade de cores dependerá do contraste e tende a aumentar com a adição da cor preta. Os estudos de Iida (2005) demonstram diversas possibilidades experimentais sobre a visibilidade das cores, que apresentaram respectivamente, esses resultados (ordem crescente).

O Quadro 23 dispõe algumas possibilidades experimentais sobre a visibilidade das cores:

LEGIBILIDADE E VISIBILIDADE DAS CORES		
1.	Azul sobre o branco	
2.	Preto sobre o amarelo	
3.	Verde sobre o branco	
4.	Preto sobre o branco	
5.	Verde sobre o vermelho	
6.	Vermelho sobre o amarelo	
7.	Vermelho sobre o branco	
8.	Laranja sobre o preto	
9.	Preto sobre o magenta	
10.	Laranja sobre o branco	

Quadro 23: Legibilidade e visibilidade das cores

Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

A legibilidade também está relacionada, por exemplo, ao tipo de letra utilizada, bem como suas proporções, nível de iluminação e o movimento relativo entre a imagem e o espectador (IIDA, 2000). De qualquer maneira, para o indivíduo com baixa visão, o melhor contraste é o branco e preto, conforme a Figura 6.



Figura 6: Contraste em preto e branco/ branco e preto.

Fonte: Autoria própria

O ser humano possui capacidade de adaptação às diversas situações ambientais. Entretanto, ao se conceber um espaço de trabalho, o estudo das cores deve ser considerado, pela sua abrangência: adequação do uso; bem estar; segurança; sinalização e decodificação de perigos.

No caso específico dos indivíduos que apresentam baixa visão, acrescenta-se um fator de suma importância: auxílio à orientação e mobilidade.

2.3.5 Recomendações Específicas da Ergonomia para o Mobiliário Escolar

Na rotina escolar, é comum que os estudantes permaneçam na postura sentada por um longo tempo.

Essa posição apresenta, segundo Dul e Weerdmeester (2005), vantagens em relação à postura em pé, principalmente porque o corpo fica apoiado em diversas superfícies: piso, encosto, assento, braços da cadeira, mesa.

No entanto, Paraguay (2003) pondera que, ao se focar uma atividade, ou uma tarefa desenvolvida no setor da escola, devem-se incluir todos os estudos e projetos sobre o mobiliário e suas relações com saúde, sobrecarga, lesão - ou agravamento de lesões pré-existent e questões das exigências posturais.

A fadiga, o sentimento de monotonia, a insatisfação e o sofrimento podem co-habitar durante a realização de uma atividade, interferindo na produtividade, eficiência e qualidade (FERREIRA, 2001).

Ao se realizar uma atividade na posição sentada, os estudos de Peinado e Graeml (2007) demonstram que há grande esforço estático principalmente dos músculos do dorso do ventre. A fadiga destes músculos pode ser evitada ou amenizada ao se adotar um assento que permita a mudança frequente de postura, conforme a Figura 7:

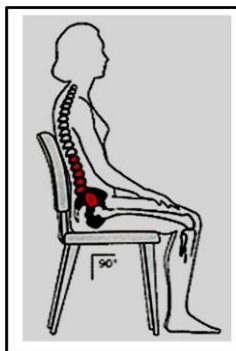


Figura 7: O trabalho na posição sentada
Fonte: Peinado e Graeml, 2007, p. 163.

Com relação ao mobiliário escolar, as leis e princípios físico-mecânicos, aliados aos conhecimentos anatômicos e fisiológicos do corpo humano devem ser considerados. Em virtude das especificações da tarefa, o mobiliário escolar é uma importante variável, que definirá a adoção de comportamentos diversos, o que inclui as questões posturais.

Miranda (2001) descreve que a inadequação ou o prolongamento da postura sentada pode resultar em cifose ou escoliose, comprometendo a coluna vertebral.

Para Bergmiller (1999), os alunos não se desenvolvem de forma homogênea ao longo da infância e adolescência. O crescimento do corpo ocorre de maneira desproporcional, onde cabeça, tronco e membros variam suas proporções em relação às estaturas. Assim, o mobiliário escolar também não deve manter um padrão único. A qualidade do mobiliário escolar é avaliada a partir de três critérios, conforme o Quadro 24:

CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	CRITÉRIOS PARA AVALIAR A QUALIDADE	
	Usuário	Ergonomia
	Uso	Pedagogia
	Construção	Tecnologia

Quadro 24: Critérios para avaliação da qualidade do mobiliário escolar
Fonte: Adaptado de Bergmiller, 1999.

Com o foco voltado para esses três eixos: ergonomia, pedagogia e tecnologia, pode se contemplar as necessidades do usuário com relação à concepção e uso do mobiliário escolar.

Na concepção de um mobiliário escolar, é preciso que se considerem as ações docentes, a diversidade e o comportamento dos alunos, os recursos e equipamentos fixos, as especificidades e adaptações necessárias a cada usuário, e principalmente, as questões de uso universal.

Sacco (2003) alerta que as próprias atividades cotidianas e rotineiras podem ocasionar sofrimento ao corpo, pela adoção de posturas inadequadas, que podem causar desgastes, resultando em dor.

As posturas aéreas provocam o risco de doenças e podem causar dores, caso a postura assumida pelo usuário em decorrência do mobiliário escolar seja inadequada.

Miranda e Mengatto (2006) descrevem os tipos de posturas aéreas e os respectivos riscos à saúde no Quadro 25:

POSTURAS ÁREAS DE RISCO PARA DOENÇAS E DORES	
Sentado ereto, sem apoio para as costas.	Músculo extensor das costas.
Sentado sem apoio lombar.	Região lombar
Sentado em assento muito alto.	Joelhos, pescoço, região lombar e panturrilha.
Sentado em assento muito baixo.	Ombros e pescoço.
Tronco inclinado para frente, parado.	Região lombar, músculos eretores da espinha, deterioração dos discos intervertebrais da região lombar.
Cabeça inclinada para frente, parada.	Pescoço, deterioração dos discos intervertebrais da região cervical.

Quadro 25: Posturas áreas de risco para doenças e dores

Fonte: Adaptado de Miranda e Mengatto (2006).

Para evitar dores e lesões, Lida (2005) recomenda que se considerem os aspectos anatômicos e fisiológicos da postura sentada, sempre buscando uma adequação do mobiliário com a função desempenhada pelo usuário. Nesse sentido, o conjunto mesa-cadeira deve estar compatível com as necessidades dos alunos, apresentando especificações que produzam o conforto necessário.

Ao inventariar as medidas antropométricas, faz-se uma primeira aproximação para o dimensionamento de produtos e locais de trabalho, nos casos em que os movimentos corporais são pequenos. Muitas vezes, a aplicação dos dados antropométricos é representada pela sua média e pelo seu desvio-padrão. Nesses casos, a média corresponde simplesmente à média aritmética das medidas da amostra. Já o desvio-padrão representa o grau de variabilidade dessa medida dentro da amostra escolhida (IIDA, 2005).

Porém, quando se trata de um produto desenvolvido para uma escola (material didático ou equipamento), além de acessível e de atender às necessidades do usuário e da escola, deve contemplar a segurança, a confiabilidade, ser de fácil manutenção, sem perder a qualidade. Além disso, deve trazer benefício ao seu usuário e ser produzido em processos eficientes (LOCH, 2007).

Há um padrão a ser seguido pela NBR 14006 (ABNT, 2008), que contempla os requisitos mínimos para assentos e mesas do conjunto escolar. São exigidos e avaliados requisitos de acabamento e identificação de saliências, questões de resistência e estabilidade, colagem da madeira e pintura.

As recomendações para móveis escolares são dispostas no Quadro 26:

NBR 14006 - MÓVEIS ESCOLARES: ASSENTOS E MESAS PARA O CONJUNTO ALUNO DE INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS	
Requisitos de acabamento e identificação	Saliências cortantes e perfurantes Respingo de solda Nivelamento dos pés da mesa e da cadeira
Ensaio de resistência mecânica e estabilidade da Cadeira	Carga estática no assento Carga estática no encosto Impacto no assento Impacto no encosto Tombamento frontal e lateral Tombamento para trás
Ensaio de resistência mecânica e estabilidade da Mesa	Carga estática vertical Danos por tombamento Estabilidade
Requisitos para madeira compensada	Qualidade da colagem
Requisitos para pintura e tratamento das partes metálicas	Espessura da camada Aderência da camada

Quadro 26: Recomendações para móveis escolares
Fonte: NBR 14006 (2008)

Os estágios de crescimento do alunado, bem como a data antropométrica, que asseguram a correta postura ao sentar, proteção à saúde e estruturação corporal do usuário, também estão previstos nessa norma.

A realidade das escolas demonstra que as normas que regulamentam o mobiliário escolar (NBR-14006 e 14007), estabelecendo as condições mínimas para utilização do mobiliário escolar, não se cumprem na prática. Assim, cabe aos alunos a utilização de mobiliários escolares inadequados, que não atendem a suas especificidades, favorecendo a adoção de posturas prejudiciais. Tal situação pode contribuir para o surgimento de patologias músculo-esqueléticas e interferir no processo educativo (REIS 2003).

A adoção de diferentes tamanhos de cadeiras e mesas, para que se possa atender aos requisitos básicos relacionados à postura dos alunos durante a realização das atividades em sala de aula evita problemas posturais (BERGMILLER, 1999).

Para que a produção e comercialização do mobiliário escolar atendam a requisitos mínimos de qualidade, o Inmetro (2002) estabelece normas e procedimentos do âmbito técnico e administrativo, que definem e regulamentam a averiguação da qualidade dos produtos industriais.

O Quadro 27 considera as definições para o mobiliário escolar:

Definições para o mobiliário escolar	
Conjunto aluno	Mobiliário escolar composto por dois elementos independentes, a mesa e a cadeira do aluno; a mesa é constituída de tampo, estrutura e porta-objeto; a cadeira é constituída de assento, encosto e estrutura
Medidas antropométricas	Dimensões relativas às características físicas, de massa e de força do ser humano.
Aspectos ergonômicos	Critérios essenciais para o conforto, uso e segurança do aluno na relação com o conjunto cadeira e mesa.
Carregamento funcional	Ensaio de carregamento aplicado no artigo para causar esforços que simulam aqueles causados pelo seu uso normal.
Ensaio de usos indevidos aceitáveis	Ensaio de carregamento aplicado no artigo para simular esforços que podem ocorrer quando este é usado de maneira diferente da proposta.
Carregamento estático	Aplicação uniforme e gradual, acima do máximo proposto para resistir, com uma repetição de carregamento em número suficiente de vezes para se ter certeza da resistência estática do artigo.
Nível de flexibilidade	Flexibilidade máxima permitida entre o assento e o encosto da cadeira.
Carregamento de fadiga	A repetição de carregamento no artigo, de maneira uniforme e gradual, com uma carga igual a que ocorre mais freqüentemente quando em uso normal.
Estabilidade	A capacidade de o móvel resistir às forças que favorecem o seu tombamento.
Ponto de interseção das linhas de centro dos planos do assento e do encosto	O ponto no qual a linha de centro do plano do assento, a partir da sua borda frontal, intercepta a linha vertical que desce do ponto mais avançado do encosto.

Quadro 27: Definições para o mobiliário escolar

Fonte: Inmetro, 2002.

Miranda e Mengatto (2006) destacam a importância de se detectar como os alunos reagem sob diferentes condições de mobiliário escolar, buscando encontrar o conjunto que melhor atenda as condições de conforto e desempenho.

Torna-se então, necessário fazer uma incursão na área da ergonomia com o propósito de conhecer o operador (aluno), a tecnologia (carteira escolar) e a utilização da tecnologia pelo operador em uma situação vivenciada em sala de aula. Assim, além de contribuir para a criação de um mobiliário adaptado, a ergonomia

possibilita o estabelecimento de melhorias na relação dos equipamentos com seus usuários, e a criação de condições para que o mobiliário escolar esteja compatível com todos os alunos, inclusive os que apresentam deficiência.

Após a previsão da necessidade de se apresentar elementos de inovação ou atualização, no seu desenvolvimento, na produção ou no uso do produto, é preciso que se reflita acerca dos aspectos ergonômicos e estéticos, partindo sempre da análise do contexto existente.

Nessa perspectiva, os estudos ergonômicos, de desempenho e de avaliação pós-uso, bem como a melhoria contínua do mobiliário, precisam ser planejados desde a sua concepção e acompanhados durante todo o seu processo (LOCH, 2007).

Em se tratando do mobiliário escolar, mesas e cadeiras devem apresentar total estabilidade durante o uso. Nos elementos estruturais, se houver ferragens ou quaisquer outros componentes construtivos das mesas e cadeiras, esses deverão ser utilizados de modo a evitar que haja contato direto com o corpo do usuário, evitando-se traumatismos (BERGMILLER, 1999).

Todavia, especificamente para alunos com baixa visão, alguns elementos nem sempre são previstos. Bergmiller (1999) salienta que as arestas e vértices dos elementos estruturais do mobiliário não devem contar com quinas e ângulos vivos. O mesmo vale para ferragens construtivas e de apoio, como ganchos ou cabides para pendurar mochilas, malas ou porta-livros e cadernos.

Os materiais empregados em geral, principalmente os que estão constantemente em contato com o corpo do usuário, deverão ser maus condutores de calor. Elementos estruturais, construtivos e de acabamento, que produzam ruído no uso, não deverão entrar em contato com o piso (BERGMILLER, 1999).

A principal causa da postura inadequada é a divergência do campo de visão do usuário, em relação ao plano de trabalho, quando o indivíduo encontra-se na postura sentada ereta. Nesta posição, se o campo de trabalho estiver fora do limite normal de visão na realização de uma tarefa, como a leitura e a escrita sobre a carteira, o tronco será posicionado para frente e a cabeça flexionada para baixo, o que poderá alterar o centro de equilíbrio da parte superior do corpo. Nesse caso, há uma tendência de queda do tronco devido à ação da gravidade. (MIRANDA e MENGATTO, 2006).

Para os alunos que apresentam baixa visão, um recurso recomendado é um adaptador de carteira, cuja superfície é inclinada, facilitando o seu acesso às atividades de leitura e escrita.

2.3.5.1 Superfície de trabalho

Um aspecto de grande relevância diz respeito às superfícies horizontais de trabalho, justamente onde se realizam as tarefas.

Considera-se ótimo o alcance da área quando é possível estabelecer um arco que varia entre 35 a 45 cm. A parte central, situada em frente ao corpo, faz uma interseção com os dois arcos, compreendendo a área ótima para se usar as duas mãos. Nesse caso, a área de alcance máximo pode ser obtida com o girar dos braços estendidos em torno do ombro, os quais descrevem arcos de 55 a 65 cm (IIDA, 2005).

Além disso, as características de conforto da mesa abrangem: boa profundidade (distância entre a frente e o fundo), largura e altura suficientes, espaço adequado para acomodar as pernas sob a mesa e flexibilidade de utilização da superfície (BRANDIMILLER, 1999).

A posição das mãos, bem como o ponto de focalização dos olhos, tem grande importância para a postura da cabeça, tronco, braços, conforme Dul e Weerdmeester (2005, p. 15):

(...) As alturas corretas das mãos e do foco visual dependem da tarefa, dimensões corporais e preferências individuais. Muitas tarefas exigem acompanhamento visual dos movimentos manuais. Então, a altura da superfície de trabalho deve ser determinada pelo compromisso entre a melhor altura para mãos e a melhor posição para os olhos, que acaba determinando a postura da cabeça e do tronco.

Para os alunos com baixa visão, recomenda-se que os trabalhos sejam executados apenas na área considerada ótima de seu foco de visão, otimizando assim a tarefa a ser executada.

Iida (2005) postula que outras variáveis influenciam diretamente numa altura adequada de mesa, como a altura do cotovelo e o tipo de trabalho a ser executado. No caso específico do mobiliário escolar, quando o aluno estiver

sentado, a altura do cotovelo depende da altura do assento a partir da altura poplíteia (parte inferior da coxa). Somando-se a esta altura do cotovelo (acima do assento), obtém-se a altura da mesa.

O tampo da mesa deve ter a dimensão mínima de 45 x 60 cm, para que considere o alcance dinâmico dos usuários, o espaço necessário para as tarefas a serem realizadas, incluindo o material, o espaço físico em que se insere o mobiliário, o dimensionamento da matéria prima. (BERGMILLER, 1999).

Normalmente a altura padrão da mesa é de 74 cm, e a espessura não deve ultrapassar 3 cm. Recomenda-se que os bordos frontais do tampo sejam arredondados e não possuam ângulos vivos, que não haja compressão do antebraço pela quina, como afirma Brandimiller (1999). A Figura 8 ilustra o bordo do tampo em ângulo vivo (quina), causando compressão de músculos e vasos sanguíneos do antebraço.

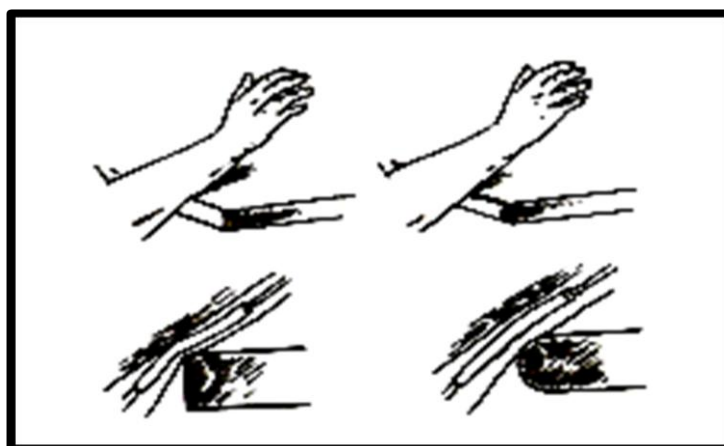


Figura 8: Cantos Vivos
Fonte: Brandimiller, 1999, p. 23

Alguns modelos oferecem tampos que possuem uma sensível depressão em determinado lugar para que canetas e lápis fiquem estáveis ao movimento da carteira ou até mecanismos de regulagem de altura.

O porta-livros, existente em alguns modelos, não deve se constituir em obstáculo à liberdade de postura dos usuários na posição sentada. A altura e o recuo devem estar adequados em relação à beirada do tampo de mesa.

Ao se projetar uma mesa regulável, torna-se dispensável o apoio dos pés. No entanto, Lida (2000) alerta que em alguns casos deve-se manter esse apoio, que auxilia nas pequenas mudanças de postura, contribuindo para que a sensação de fadiga seja abrandada.

Segundo Brandimiller (1999), mesmo, quando os pés encontram apoio no chão, pode-se fazer uso de um suporte, com posição alternativa. Esse recurso melhorará o conforto das pernas. Recomendam-se os suportes com pequena inclinação (10° a 15°), ou suportes com graduação de duas ou três posições.

Quando afastado da cadeira em uma distância considerável, a inclinação poder chegar a 25° . Para o universo de usuários com baixa visão, há que se considerar uma plataforma de apoio para os pés.

Aconselha-se que a superfície da bancada fique de 5 a 10 cm abaixo da altura dos cotovelos. Contudo, para trabalhos que exijam maior precisão, é conveniente uma superfície ligeiramente mais alta, com até 5 cm do cotovelo (IIDA, 2000).

Uma mesa inclinada representa um avanço em relação à mesa plana, tanto em termos de postura quanto de visão (KROEMER e GRANDJEAN, 2005). Para uma atividade de leitura, a inclinação recomendada por Dul e Weerdmeester (2005) é de 45 graus. Já para atividades de escrita, a inclinação adequada é a de 15 graus.

Toda tarefa pode ser otimizada com relação à altura da superfície de trabalho, como demonstra o Quadro 28:

RECOMENDAÇÕES PARA A VISUALIZAÇÃO DAS TAREFAS	
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: pouco	10 a 30 cm abaixo da altura dos olhos
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: muito	0 a 15 cm acima da altura do cotovelo
Uso dos olhos: pouco Uso das mãos e braços: muito	0 a 30 cm acima da altura do cotovelo

Quadro 28: Recomendações para a visualização das tarefas

Fonte: Adaptado de Dul e Weerdmeester (2005)

Dul e Weerdmeester (2005) destacam também a necessidade da utilização de acabamentos com materiais antiderrapantes, os quais evitam que os materiais escorreguem. Em alguns casos, a colocação de guias (sulcos) pode ser indicada. Os autores destacam também a importância de a superfície inclinada pode ser terminada com uma parte horizontal, evitando eventuais deslizamentos.

A superfície inclinada é indicada para as atividades que exigem um acompanhamento visual contínuo, quando se dá a aproximação do trabalho dos olhos. Os usuários com baixa visão podem beneficiar-se da superfície inclinada, que permite uma adequação postural.

2.3.5.2 Cadeira

Encontram-se disponíveis no mercado uma enorme gama de cadeiras, com diferentes tipos de *design*, estrutura e acabamentos. Alguns modelos são reguláveis, as quais permitem ajuste do encosto ou regulagem de altura, além de bases giratórias que mantêm os pés deslizantes, possibilitando maior conforto ao usuário.

Quando o usuário executa a tarefa onde mesa e cadeira apresentam alturas muito díspares, há uma sobrecarga na coluna, com o deslocamento lateral dos braços ou a inclinação da cabeça e do tronco anteriormente para a execução da tarefa (BRACIALLI e VILARTA, 2000).

Ao estabelecer princípios para a seleção de cadeiras, Iida (2005) prioriza os estudos clínicos dos movimentos da postura sentada, da anatomia e fisiologia, conforme o Quadro 29:

PRINCÍPIOS PARA A SELEÇÃO DE CADEIRAS	
Cadeira	Deve estar de acordo com a função que pretende ocupar
Assento	As dimensões antropométricas devem adequar-se ao usuário, permitindo variações de postura.
Encosto	Deve auxiliar no relaxamento e bem estar do usuário
Mesa	Formar um conjunto harmônico

Quadro 29: Princípios para a seleção de cadeiras

Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

Quando se trata de uma cadeira que compõe o conjunto escolar, esses princípios devem ser respeitados, produzindo o conforto e a segurança necessários. A cadeira deve ser adequada para as atividades educacionais, atendendo corretamente às exigências pedagógicas e aos usos de sua demanda.

Brandimiller (1999) destaca que a possibilidade de mudar de posição é importante quando a tarefa a ser realizada necessita de muito tempo na postura sentada.

Desse modo as cadeiras com formatos anatômicos, assentos moldados, estofamentos altos e volumosos e relevos adaptados à forma do corpo não são aconselháveis, uma vez que dificultam as constantes mudanças de posição.

Com relação aos assentos, Brandimiller (1999) afirma que não convém que o assento seja exatamente horizontal, mas que tenha uma ligeira inclinação para trás, como recomenda a ABNT. Embora essa inclinação seja quase imperceptível, favorece o apoio das costas no encosto, auxiliando no deslizamento do corpo para frente na realização das tarefas. O autor ainda destaca que são preferíveis cadeiras com dispositivos de amortecimento, sejam eles mecânicos ou hidráulicos, para que o impacto causado no quadril pelo movimento de sentar seja reduzido.

O revestimento utilizado para o assento deve ser antiderrapante, e suficientemente largo para que a pessoa sentada não sinta as bordas laterais. A ABNT especifica que o assento tenha uma largura mínima de 40 cm. E ainda, para que os tendões musculares, veias, artérias e nervos não sejam comprimidos com a ação de sentar, a borda do assento deve ser arredondada e encurvada para baixo.

Prescreve-se também que para que o trabalho dos músculos das costas seja reduzido, quando o usuário encontra-se sentado e com a postura ereta, o encosto deve encaixar-se perfeitamente na curvatura lombar da coluna, aproximadamente na altura dos rins (BRANDIMILLER, 1999).

Porém, o uso de uma cadeira adequada não é suficiente para garantir uma postura correta no trabalho. Essas considerações são importantes e atingem uma proporção maior quando se trata de alunos com baixa visão, que costumam aproximar os objetos que estão manuseando de seu foco visual, afastando-se do encosto e comprometendo suas posturas.

Com relação ao conforto entre usuário – mobiliário, alguns aspectos são descritos por Dul e Weerdmeester (2005). As pernas devem ser acomodadas dentro de um espaço sob a superfície de trabalho, permitindo uma postura adequada, sem a inclinação do corpo para frente.

A largura desse espaço deve ser 60 cm no mínimo, e a profundidade deve medir pelo menos 40 cm na parte superior (joelhos) e 100 cm na parte inferior, junto aos pés.

Essa dimensão maior junto aos pés justifica-se pela necessidade de realizar a extensão dos joelhos, projetando as pernas para frente, esporadicamente, para mudar a postura.

É recomendável que a espessura do tampo não ultrapasse 03 cm, proporcionando maior mobilidade para as pernas, facilitando as mudanças posturais.

Kroemer e Grandjean (2005) prescrevem que a distância entre o assento e a mesa é medida mais importante a ser considerada, pois a altura das mesas não ajustáveis é definida com base em medidas médias e não consideram as variações individuais.

No caso de a cadeira ser giratória, a necessidade de torcer o tronco torna-se reduzida, o que permite maiores variações posturais e contribui na prevenção da fadiga (DUL e WEERDMEESTER, 2005).

Brandimiller (1999) acrescenta que as cadeiras giratórias facilitam o deslocamento lateral dos braços sobre o plano de trabalho. Porém, este autor faz uma ressalva: quanto maior o ângulo entre o encosto e o assento, menor o esforço dos músculos das costas. Quando o tronco sofre inclinação para trás, pode ser necessário inclinar a cabeça para frente, obtendo melhor foco de visão.

De acordo com Reis (2003), universalmente, remete-se o conjunto cadeira – mesa ao universo escolar. Mas, a interface aluno – mobiliário, surge a partir de parâmetros antropométricos e biomecânicos da postura sentada, evidenciando as discrepâncias existentes entre as recomendações normativas e suas aplicabilidades práticas.

2.4 A TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO RECURSO DE ADEQUAÇÃO ÀS ESPECIFICIDADES DOS ALUNOS COM BAIXA VISÃO

No século XX, os avanços da ciência e da tecnologia trouxeram contribuições significativas para a humanidade. Com suas múltiplas funções, além de conforto, propiciaram melhor qualidade de vida para as pessoas.

Bazzo (1998) consolida essas afirmações, ao enfatizar que a ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano de cada época, e que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento de mundo.

Acrescenta ainda, que a ciência e a tecnologia são, na maioria de seus aspectos, aplicações sistemáticas de alguns valores humanos, tais como a

diligência, a dúvida, a curiosidade, a abertura para novas idéias, a imaginação, e de outros como a disciplina e a perseverança, que precisam ser despertados em todos os seres humanos (BAZZO, 1998).

Para Bazzo (1998), não são apenas os cientistas ou os tecnólogos que devem respeitar e entender os caminhos da ciência e da tecnologia, mas é preciso que toda a sociedade seja conscientizada do amplo universo que elas incorporam e como os seus valores demonstram dramaticamente o seu grau de importância no avanço do conhecimento, do bem-estar e também de riscos e prejuízos.

A expressão *Assistive Technology*, que no Brasil foi traduzida como Tecnologia Assistiva, foi criado em 1988. Sendo um elemento jurídico de relevância na legislação norte-americana, onde é conhecida como *Public Law 100-407*, faz parte da composição do A.D.A. - *American with Disabilities Act*, regulamentando os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA. Além disso, provém a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos necessários (BERSCH e TONOLLI, 2006).

Para Oliveira, Garotti e Sá (2008), novas tecnologias estão sendo gradativamente incorporadas em nosso meio, caracterizando-se em recursos indispensáveis para o processo de inclusão de pessoas com deficiência. Essas tecnologias são denominadas Tecnologias Assistivas (TA).

O conceito de TA é abrangente e inclui tanto equipamentos de baixa tecnologia como de alta tecnologia. Em ambos os casos, é necessário levar em consideração as expectativas do usuário, assim como suas demandas físicas, sociais e culturais. Esses aspectos, em conjunto, interferem na capacidade individual de adaptação à Tecnologia Assistiva desenvolvida (TORQUETTI ; ALVIM, 2006).

Porto (2001) traz algumas reflexões sobre a deficiência, quando argumenta:

Refletir, discutir e propor situações que venham a propiciar qualidade de vida aos deficientes está diretamente associado às mudanças de atitudes, valores e crenças sobre a forma de olhar e ver um deficiente. E isso só será possível a partir do momento que as pessoas forem vistas como seres humanos cognoscíveis, limitados e não incapacitados; sensíveis e não apáticos; perceptivos e não alheios em sua relação com o mundo (PORTO, 2001, p.134).

As pessoas com deficiência estão sujeitas a muitos preconceitos. Com o desenvolvimento de recursos de acessibilidade, criam-se condições combater esses preconceitos, propiciando-lhes meios de interação e aprendizagem, eliminando formas de discriminações e aumentando sua auto-estima. (GALVÃO FILHO e DAMASCENO, 2002),

Esse posicionamento é confirmado a partir das considerações de Santos (2003, p. 56):

(...) temos o direito a ser iguais quando a nossa diferença nos inferioriza; e temos o direito a ser diferentes quando a nossa igualdade nos descaracteriza. Daí a necessidade de uma igualdade que reconheça as diferenças e de uma diferença que não produza, alimente ou reproduza as desigualdades.

Nessa perspectiva, a TA corrobora para que os alunos com baixa visão solucionem problemas do cotidiano escolar, já que o ingresso e a permanência no sistema regular de ensino lhes conferem um direito inquestionável.

Em se tratando da TA, termo recentemente utilizado no Brasil, Bersch e Tonolli (2006) definem como uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências.

No Brasil, diferentes terminologias são utilizadas como sinônimos da TA, Ajudas Técnicas, Tecnologia de Apoio, Tecnologia Adaptativa e Adaptações (BERSCH e TONOLLI, 2006).

Para o Comitê de Ajudas Técnicas (CORDE/SEDH/PR), o termo TA corresponde a:

(...) uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2008).

Pertencente ao universo vocabular técnico, o termo ainda pode ser compreendido como qualquer equipamento, produto, instrumento ou tecnologia

adaptada ou projetada para melhorar a funcionalidade de uma pessoa que apresente algum tipo de limitação, tornando possíveis suas ações.

Além disso, há uma classificação de três níveis estabelecidos hierarquicamente. Os dois primeiros (classe e subclasse) abordam critérios funcionais e o último nível atém-se em critérios de comercialização. (MARTINS NETO e ROLLEMBERG, 2005).

As dez classes são definidas no Quadro 30:

As Classes da TA	
Classe 03	Ajudas para terapia e treinamento
Classe 06	Órteses e próteses
Classe 09	Ajudas para segurança e proteção pessoal
Classe 12	Ajudas para mobilidade pessoal
Classe 15	Ajudas para atividades domésticas
Classe 18	Mobiliário e adaptações para residências e outros móveis
Classe 21	Ajudas para comunicação, informação e sinalização
Classe 24	Ajudas para manejo de bens e produtos
Classe 27	Ajudas e equipamentos para melhorar o ambiente, maquinaria e ferramentas
Classe 30	Ajudas para o lazer e tempo livre

Quadro 30: As Classes da TA

Fonte: Adaptado de Martins Neto e Rollemberg, 2005.

Percebe-se, entretanto, que o termo identifica algo que já existia. Um exemplo disso é a utilização da bengala que permite a retomada da função da marcha, e hoje é considerada uma Tecnologia Assistiva.

Neste sentido, o termo possibilitou um direcionamento às pesquisas para o desenvolvimento de produtos assistivos e envolvendo profissionais das diferentes áreas do conhecimento como educação, arquitetura, design, ergonomia e outros (FREIRE, 2007).

A Tecnologia Assistiva se traduz em estratégias que proporcionam maior independência e destreza na realização das ações rotineiras, desde as atividades mais simples, até as mais complexas, dando suporte (mecânico, elétrico, eletrônico, computadorizado,...) às pessoas com limitações. Essas limitações podem ser decorrentes de deficiências, acidentes ou idade avançada; e as limitações podem ser permanentes ou temporárias.

Os recursos, segundo Bersch e Tonolli (2006), correspondem a todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, adquirido comercialmente ou desenvolvido artesanalmente, produto ou sistema com produção em série ou sob-

medida, utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência.

O Quadro 31 destaca os recursos e serviços que são definidos pela Tecnologia Assistiva.

RECURSOS E SERVIÇOS EM TA	
Recursos	Variam de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Incluem-se brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente.
Serviços	Normalmente transdisciplinares, são do âmbito profissional e visam selecionar, obter, utilizar, treinar ou avaliar um instrumento.

Quadro 31: Recursos e Serviços em Tecnologia Assistiva

Fonte: Adaptado de Bersch e Tonolli, 2006.

Com seus recursos e serviços, a TA se constitui num segmento da ciência que se volta para a pesquisa, desenvolvimento e aplicação de instrumentos que aumentam ou restauram a função humana. Alguns modelos de intervenção são seguidos a partir da concepção adotada quanto à limitação e incapacidade das pessoas com deficiência. O Quadro 32 contrapõe os diferentes modelos conceituais.

MODELOS CONCEITUAIS	
Modelo Médico	Considera a incapacidade como um problema da pessoa, causado diretamente pela doença, trauma ou outro problema de saúde, que requer assistência médica sob a forma de tratamento individual por profissionais. Os cuidados em relação à incapacidade têm por objetivo a cura ou a adaptação do indivíduo e mudança de comportamento.
Modelo Social	Considera a incapacidade um problema criado pela sociedade, como uma questão de integração plena do indivíduo na sociedade, que requer mudanças sociais que, a nível político, se transformam numa questão de direitos humanos.
Abordagem Biopsicossocial	Para se obter a integração das várias perspectivas de funcionalidade é utilizada uma abordagem "biopsicossocial", onde se, busca a síntese biológica, individual e social.

Quadro 32: Modelos conceituais que explicam a incapacidade

Fonte: Adaptado de Bersch e Tonolli, 2006.

Para a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), o modelo de intervenção para a funcionalidade com abordagem biopsicossocial avalia e intervém nas funções e estruturas do corpo, nas atividades e participação e nos fatores contextuais (BERSCH e TONOLLI, 2006).

Os recursos e equipamentos de TA facilitam o desempenho de atividades, atuando como intermediários entre uma pessoa e a tarefa requerida. Verifica-se

assim, que a aplicação da TA compreende todas as ordens do desempenho humano, desde as tarefas mais simples e elementares ao desempenho das tarefas mais elaboradas.

Desse modo, torna-se necessária a união de diversas áreas, nem sempre afins, mas complementares, como educação, ergonomia, terapia ocupacional, fonoaudiologia, psicologia, enfermagem, medicina, engenharia, arquitetura, design. Isso porque a TA abrange diversas categorias, utilizando recursos de baixa ou alta tecnologia.

O Quadro 33 esboça uma possível classificação das categorias abordadas pela TA, e seus respectivos recursos ou serviços.

CATEGORIAS DE TA	PARA QUE SE DESTINAM	RECURSOS
Auxílios para a vida diária	Materiais e produtos para auxílio em tarefas básicas rotineiras, favorecendo a autonomia	Utensílios e suportes adaptados: talheres, escovas dentais e de cabelo, utensílios domésticos, canetas modificadas, etc.
Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)	Permitem a comunicação expressiva e/ou receptiva das pessoas sem fala ou com limitações da mesma.	Aparelhos eletrônicos, pranchas específicas de comunicação com a simbologia apropriada, vocalizador portátil ou com varredura e softwares específicos.
Recursos de acessibilidade ao computador	Auxílios alternativos de acesso e uso dos recursos de informática e/ou tecnológicos	Programas de síntese de voz, sistema braille, ponteiros de cabeça ou de luz, acionadores e softwares para reconhecimento de voz, etc...
Sistemas de controle de ambiente	Permitem que as pessoas com limitações motoras controlem remotamente aparelhos eletro-eletrônicos, acionem sistemas de segurança, etc.	Sistemas eletrônicos de alta tecnologia, acionadores de pressão, de sopro, de piscar os olhos, por comando de voz, controle remotos,
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Adaptações e modificações estruturais e/ou reformas que permitam melhor locomoção das pessoas com alguma limitação ou comprometimento	Rampas, corrimões, elevadores, adaptações em banheiros, recursos de sinalização, portas mais largas, etc.
Próteses, órteses e adequação postural	Troca ou ajuste de partes do corpo com funcionamento comprometido. Adaptações para cadeiras de rodas ou outro sistema que permita conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele.	Membros artificiais, recursos ortopédicos, talas, apoios, protéticos para auxiliar nos déficits ou limitações cognitivas (como gravadores de fita magnética ou digital, e que funcionam como lembretes instantâneos), almofadas, assentos e encostos anatômicos, posicionadores e contentores, suporte e posicionamento de tronco, cabeça, membros.
Auxílios para cegos ou visão sob normal.	Auxílios que otimizem o resíduo visual ou auxiliem e orientem a ausência de visão	Auxílios ópticos e não ópticos; softwares específicos, livros falados, grandes telas de impressão, etc.
Auxílios para surdos e com déficit auditivo.	Acessórios que possibilitam uma pessoa com surdez ou deficiência auditiva viver com autonomia.	Aparelhos para surdez, telefones com teclado, sistema com alerta tátil-visual, entre outros. Auxílios que incluem vários equipamentos (infravermelho FM).
Adaptação em veículos	Acessórios que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel.	Facilitadores de embarque e desembarque, adaptações em alguns dispositivos do carro como freio e embreagem.

Quadro 33: Categorias, serviços e recursos da TA.

Fonte: Adaptado de Freire, 2007.

A aplicação das categorias da TA na concepção de artefatos assistivos orienta os profissionais de diferentes áreas. (FREIRE, 2008).

Em todos os casos, trabalhar com TA significa trabalhar com a criatividade. Sternberg e Lubart (1999) afirmam que criar significa buscar uma habilidade para produzir um ato que tanto é novo (original, inesperado), quanto apropriado (útil e/ou adaptável às dificuldades das tarefas).

Entretanto, a simples utilização da tecnologia em sala não garante a aprendizagem do aluno. Davenport e Prusak (1998) alertam que não bastam apenas investimentos em tecnologia. Urge a necessidade de uma abordagem muito mais abrangente e holística, na qual o ambiente da informação é enfatizado na sua totalidade.

É relevante salientar na escola que a função da TA é a contribuição para ampliar as habilidades dos alunos com deficiência, possibilitando a eles a realização de atividades rotineiras de forma bem sucedida e elaborada, auxiliando-os no processo ensino-aprendizagem.

A ciência e a tecnologia se baseiam em valores da realidade e do cotidiano de cada época específica, questionando as convicções e o conhecimento que se tem de mundo. A ciência e a tecnologia se tornam aplicações sistemáticas de alguns valores humanos. Complementa ainda, que não são apenas os cientistas ou os tecnólogos que devem respeitar e entender os caminhos da ciência e da tecnologia, mas um compromisso de conscientização de toda a sociedade (Bazzo, 1998).

A aplicação de TA abrange muitas possibilidades de desempenho humano, desde tarefas básicas de auto-cuidado (mobilidade, comunicação, manutenção do lar, preparo de alimentos, tarefas ocupacionais), e também as atividades de lazer e de trabalho. Essas possibilidades devem ser úteis, e adaptar-se às dificuldades e necessidades da demanda.

Em todos os casos, o objetivo maior é ampliar a funcionalidade das pessoas com necessidades especiais, seja das pessoas com deficiências, com limitações temporárias ou advindas da idade.

Freire (2007) enfatiza que o estágio atual de desenvolvimento de tecnologias tem contribuído decisivamente para inclusão da pessoa com deficiência em diversos âmbitos da vida social. Mas, diante da necessidade específica de cada

indivíduo e das restritas informações que as tecnologias podem apresentar, ainda há dificuldades para a escolha da tecnologia necessária e adequada a cada caso.

Portanto, a direção em que a TA aponta sugere sua utilização como recurso do usuário atendendo sua necessidade pessoal de exercer funções do cotidiano de forma mais independente. Esta utilização implica em seu envolvimento direto, do conhecimento de seu contexto e deste modo valoriza suas intenções funcionais bem como as competências atuais, que podem ser dilatadas pela utilização do recurso proposto (FREIRE, 2007).

Para Bersch (2006), na escola, considera-se que a TA representa uma grande inovação na prática pedagógica e vem buscar, com criatividade, uma alternativa para que o aluno realize o que deseja e o que precisa, rompendo as barreiras da aprendizagem. Algumas adaptações ou adequações permitem um melhor desempenho pelo usuário.

A Figura 9 demonstra a representação esquemática de um processo, que exemplifica as etapas que devem ser seguidas para o desenvolvimento de uma TA, quando se trata da necessidade específica de um aluno.



Figura 9: Fluxograma para desenvolvimento de TA

Fonte: Adaptado a partir do modelo: Center on Disabilities da California State University de Northridge, 2006; Bersch, 2007.

Cada etapa tem sua importância e deve ser cuidadosamente seguida, a partir da reflexão sobre a identificação das necessidades do usuário, projeção dos resultados desejados, avaliação das habilidades do usuário, testagens com diferentes equipamentos, aquisição ou elaboração do equipamento, implementações tecnológicas e acompanhamento do uso.

A TA busca, com criatividade, uma alternativa para que as ações rotineiras se realizem da forma mais independente, adequada e acessível possível. Na escola essa perspectiva representa uma grande inovação na prática pedagógica.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MAGNETISMO, SUAS LEIS E PROPRIEDADES

A origem do termo magnetismo pode ser considerada lendária, pois teria derivado de Magnes, um pastor de ovelhas. De acordo com Bassalo (1994, p. 76):

(...) Este ficou surpreso ao observar que a ponta de ferro de seu cajado, assim como os pregos de sua sandália, eram atraídos por certas pedras que encontrava ao longo de seu pastoreio. Este, provavelmente, se localizava na Tessália, uma província grega que passou a ser chamada, por razões óbvias, de Magnésia. Essas pedras, pela mesma razão, passaram a ser conhecidas como magnetita ou ímã natural.

Segundo Bassalo (1994), a propriedade da magnetita em atrair pedaços de ferro foi mencionada há muito, pelos filósofos gregos Tales de Mileto (624-546), Anaxágoras de Clazômenas (c.500-c.428), Sócrates de Atenas (c.470-399), Platão de Atenas (c.427-c.347) e também, por Lucrécio. Devido ao aspecto considerado na época quase mágico e vivo, alguns filósofos atribuíam a crença de que a magnetita possuía uma alma. Essa crença animista foi também defendida pelo filósofo grego Diógenes de Apolônia (f.c. século V a.C), quando afirmava que a segura existente na magnetita se saciava na umidade existente no ferro.

Outra versão sobre o conhecimento das propriedades da magnetita é também objeto de controvérsia por parte dos historiadores. Atribui-se aos chineses, que viveram entre 2637 e 1100 a.C, o fato de serem os detentores desse conhecimento, utilizando a magnetita como bússola para orientações de viagens

terrestres ou marítimas. Contudo, parece que a primeira referência clara sobre o uso da bússola por parte dos chineses, é datada de 215 a.C. (BASSALO, 1994).

De acordo com Carron e Guimarães (1997), as primeiras observações de fenômenos magnéticos ocorreram numa pequena região da Ásia Menor, denominada Magnésia, onde foi encontrado em abundância um mineral naturalmente magnético. Esses autores ilustram que, naquela região, a partir do manuseio desse mineral, observou-se que um pedaço de ferro, quando colocado nas proximidades de um ímã natural, adquiria as propriedades desse ímã. E, a partir dessa observação, houve a possibilidade de se obter ímãs não-naturais, ou seja, ímãs artificiais, de diversos tamanhos e formas. Verificou-se também, que os pedaços de ferro eram atraídos com maior intensidade por certas partes do ímã, as quais foram denominadas pólos.

Essas pedras são consideradas ímãs naturais, por se constituírem de óxido de ferro. Adotou-se o termo *magnetismo* para designar o estudo das propriedades destes ímãs, em homenagem ao local em que foram descobertos.

Um grande avanço científico, que contribuiu para o conhecimento mais profundo da natureza do magnetismo, veio por meio dos experimentos de Hans Christian Oersted¹⁸, quando trabalhava em seu laboratório. Este físico, durante uma aula de Eletricidade, aproximou uma bússola de um fio percorrido por corrente. Constatou assim que a agulha se movia até permanecer posicionada a um plano perpendicular ao fio. E, no momento em que a corrente era invertida, a agulha girava 180°, continuando a se manter nesse plano, provando assim que uma corrente elétrica é capaz de produzir efeitos magnéticos. Nascia então o Eletromagnetismo. Suas observações sobre o fenômeno foram publicadas em 1820.

A falta de entendimento desse fenômeno causou grande curiosidade, principalmente quando era observado pela primeira vez. O mistério de uma força atuando à distância era inicialmente considerado como uma força da natureza, que só se manifestava no ferro e em outras substâncias mais raras, que genericamente foram chamadas de substâncias ferromagnéticas (CARRON e GUIMARÃES, 1997).

Moura e Canalle (1998) estabelecem algumas leis fundamentais que norteiam o estudo do magnetismo, as quais podem ser assim resumidas:

¹⁸ Físico dinamarquês que, após montar um circuito elétrico, demonstrou experimentalmente a relação entre a eletricidade e o magnetismo.

- Todo ímã gera ao seu redor um campo magnético;
- Todo ímã apresenta dois pólos, o norte e o sul;
- Pólos opostos se atraem, pólos idênticos se repelem.

É possível perceber a ação do magnetismo em inúmeras atividades na rotina diária, pela simples observação de dois elementos que se atraem mutuamente.

O fenômeno de imantação de um material é provocado pela proximidade de um campo magnético e denomina-se indução magnética. O ferro, quando em proximidade de um ímã, se transforma temporariamente em um ímã, graças ao seu campo magnético. Ou seja, na presença de um campo indutor, os domínios magnéticos do ferro, que normalmente estão orientados em todas as direções ao longo da barra, ficam orientados em uma direção predominante, como num ímã (BADIA e NUNES, 2008).

Porém, com o afastamento do ímã indutor, a maioria dos domínios magnéticos do ferro desorganiza-se em seu estado de orientação, fazendo com que o material perca as suas propriedades magnéticas. Materiais com esse comportamento, como o ferro puro, são chamados Materiais Magneticamente Moles.

Já os materiais nos quais os domínios magnéticos não perdem a orientação obtida com a aproximação de um campo magnético são chamados Materiais Magneticamente Duros, como é o caso do aço e o ferrite.

Segundo Badia e Nunes (2008, p. 29),

(...) Isto acontece porque nessas ligas os átomos de ferro uma vez orientados sob a ação do campo magnético são impedidos de voltar à sua orientação inicial pelos átomos do outro do material da liga, permanecendo magnetizados. É assim que são fabricados os ímãs permanentes.

Mas, com o aquecimento de uma barra de ferro sob a ação de um campo magnético com temperatura acima de 770°C, ela deixa de ser atraída pelo ímã. Esta temperatura é denominada Ponto Curie.

O aquecimento provoca uma agitação nos átomos de ferro, de tal maneira que eles se desorganizam e a barra de ferro perde as suas propriedades magnéticas. Quando a barra de ferro é esfriada, ela novamente será atraída pelo

ímã. Se submetido a choques mecânicos que propiciem a desorientação dos seus átomos, um material também pode perder suas propriedades magnéticas (BADIA e NUNES, 2008).

Quanto ao seu comportamento magnético, as substâncias podem ser classificadas em quatro grupos, conforme o Quadro 34:

CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS QUANTO AO SEU COMPORTAMENTO MAGNÉTICO	
Substâncias Ferromagnéticas	Seus ímãs elementares sofrem grande influência do campo magnético indutor. De modo que, eles ficam majoritariamente orientados no mesmo sentido do campo magnético aplicado e são fortemente atraídos por um ímã. Exemplos: ferro, aços especiais, cobalto, níquel, e algumas ligas (alloys) como Alnico e Permalloy, entre outros.
Substâncias Paramagnéticas	Seus ímãs elementares ficam fracamente orientados no mesmo sentido do campo magnético indutor. Surge, então, uma força de atração fraca entre o ímã e a substância paramagnética. Exemplos: alumínio, manganês, estanho, cromo, platina, paládio, oxigênio líquido, etc.
Substâncias Diamagnéticas	Substâncias Diamagnéticas são aquelas que quando colocadas próximas a um campo magnético indutor proveniente de um ímã, os seus ímãs elementares sofrem uma pequena influência, de modo que eles ficam fracamente orientados em sentido contrário ao campo externo aplicado. Surge, então, entre o ímã e a substância diamagnética, uma força de repulsão fraca. Exemplos: cobre, água, mercúrio, ouro, prata, bismuto, antimônio, zinco, etc.
Substâncias Ferrimagnéticas	O Ferrimagnetismo permanente ocorre em sólidos nos quais os campos magnéticos associados com átomos individuais se alinham espontaneamente, alguns de forma paralela, ou na mesma direção (como no ferromagnetismo) e outros geralmente antiparalelos, ou emparelhados em direções opostas. O comportamento magnético de cristais de materiais ferrimagnéticos pode ser atribuído ao alinhamento paralelo; o efeito desses átomos no arranjo antiparalelo mantém a força magnética desses materiais geralmente menor do que a de sólidos puramente ferromagnéticos como o ferro puro. O Ferrimagnetismo ocorre principalmente em óxidos magnéticos conhecidos como Ferritas. O alinhamento espontâneo que produz o ferrimagnetismo também é completamente rompido acima da temperatura de Curie, característico dos materiais ferromagnéticos. Quando a temperatura do material está abaixo do Ponto Curie, o ferrimagnetismo aparece novamente.

Quadro 34: Classificação das substâncias quanto ao comportamento magnético

Fonte: Badia e Nunes, 2008.

Uma propriedade interessante dos ímãs é a inseparabilidade dos seus pólos. Durante os primeiros estudos com o ímã, houve a tentativa de quebrá-lo para separar seus pólos. Porém, o francês Petrus Peregrinus verificou que no ponto onde houve a quebra, apareceram dois novos pólos.

Assim, pode-se verificar que cada pedaço de ímã formou um novo ímã. Ou seja, “um ímã apresenta dois pólos, que não podem ser separados. Se quebrarmos um ímã ao meio, cada metade apresentará novamente dois pólos” (GUIMARÃES e BOA, 1998, p. 147).

Os pólos receberam as denominações de "pólo norte magnético" e "pólo sul magnético", seguindo a convenção de que:

- O pólo norte de um ímã representa a extremidade que, quando o ímã gira livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.
- O pólo sul de um ímã representa a extremidade que aponta para o sul geográfico da Terra.

Entre os pólos sul de dois ímãs existe uma força de repulsão. O mesmo não ocorre entre o pólo norte de um ímã e o pólo sul de outro ímã. Nesse caso, ao contrário, haverá uma força de atração magnética.

Dentre os fenômenos magnéticos, existe um princípio básico: no momento em que duas cargas estão em movimento, nasce entre elas uma força. Essa força denomina-se força magnética. Porém, quando duas cargas estão em repouso, a força que existe entre elas denomina-se força eletrostática.

Quando em movimento, uma carga cria no espaço em torno dela, um campo magnético. Esse campo magnético atuará também sobre outra carga em movimento, exercendo sobre ela uma força magnética. Isso significa que, existirá um campo magnético no espaço em torno de um ímã, já que em seu interior existem cargas elétricas em movimento, que estabelecem este campo.

Badia e Nunes (2008) apresentam uma retrospectiva histórica com relação aos avanços das pesquisas e descobertas no campo do magnetismo, afirmando que por volta de 1920 foram desenvolvidos ímãs com maior capacidade, a partir de ligas de Alumínio, Níquel e Cobalto (Alnico), as quais são detentoras de um intenso magnetismo. Por suas propriedades, mais tarde foram utilizadas na fabricação de alto-falantes.

Já em 1950 grandes avanços foram registrados no desenvolvimento de ímãs cerâmicos orientados (Ferrites), feitos com ligas de Manganês e Zinco (MnZn) e Níquel e Zinco (NiZn). Em 1970 foram obtidos impressionantes aumentos de forças magnéticas a partir de ligas de Samário Cobalto (terras raras), mas com custos elevados. Em 1980, da família das terras raras, os ímãs de Neomídio-Ferro-Boro surgiram com capacidades magnéticas ainda maiores e com custos menores, porém muito sensíveis a temperaturas elevadas (BADIA e NUNES, 2008).

Badia e Nunes (2008) complementam ainda que atualmente, o magnetismo apresenta importância fundamental para a indústria, o comércio, as residências e a pesquisa. Encontra-se presente em quase todos os equipamentos eletro-eletrônicos, geradores de energia, motores elétricos, transformadores,

disjuntores, televisores, computadores, vídeos-cassete, discos rígidos de computadores (HDs), telefones, cartões magnéticos e muitos outros equipamentos. Os efeitos magnéticos são utilizados para desempenhar uma série de funções importantes.

O ambiente escolar também conta com uma diversidade de recursos imantados para fins didáticos. É possível encontrar presente nas aulas a utilização de ímãs, e mesmo de manta magnética para fixação em materiais metálicos, em todos os níveis, etapas e modalidades da educação, desde as classes de alfabetização até os experimentos empíricos no Ensino Médio.

Nos diferentes contextos em salas de aula e, principalmente nos anos iniciais, os ímãs, que são criadores de campo magnético, as pranchas e mantas imantadas disputam seus lugares com os jogos e recursos didático-pedagógicos feitos em madeira, material emborrachado, feltro, cartolina.

Com o auxílio da criatividade, torna-se possível elaborar, confeccionar ou adaptar recursos abrangentes ou de uso específico, principalmente para alunos dos anos iniciais. Outros recursos, como os sólidos geométricos, os jogos de encaixe, blocos com letras e numerais.

Sá, Campos e Silva (2007) complementam que qualquer material didático pode tornar-se significativo para alunos com baixa visão mediante adaptações que sejam atraentes e eficientes também para os demais alunos. É o caso, por exemplo, de jogos, instrumentos de medir, mapas de encaixe e diversos objetos que podem ser adaptados. Nesses casos, o material imantado pode ser uma alternativa apropriada.

3 METODOLOGIA

Este trabalho buscou subsídios que se relacionaram às especificidades dos alunos com baixa visão no que diz respeito aos recursos que possam resultar na melhor adequação postural, adaptação ao ambiente de sala de aula e otimização da visão residual.

Ao focar sua natureza, esta pesquisa caracteriza-se como pesquisa aplicada no momento em que objetiva gerar conhecimentos tanto de ergonomia como de Tecnologia Assistiva para, simultaneamente, reconhecê-los e aplicá-los para o atendimento à demanda de alunos que apresentam baixa visão.

Quanto aos objetivos, pode-se definir como pesquisa descritiva cuja abordagem se faz de maneira quantitativa.

A partir da familiaridade com todos os aspectos que envolvem a deficiência visual e suas necessidades, da conjugação de conhecimentos científicos da ergonomia, e sua interrelação entre o usuário e o mobiliário escolar, reconheceram-se as recomendações que orientam sua concepção. Os aspectos da biomecânica, antropometria e da fisiologia associaram-se aos aspectos da ergonomia e da Tecnologia Assistiva para compor o referencial teórico que embasou esta pesquisa.

Além de um maior aprofundamento do referencial teórico, outras estratégias corroboraram para a compreensão do problema da pesquisa, como a coleta de dados antropométricos, observações do mobiliário e recursos utilizados pelos alunos com baixa visão em suas respectivas escolas e análises da problemática em questão. A partir da quantificação e tradução em números dos dados e das informações obtidas, buscou-se a classificação e análise.

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem dessa pesquisa abrange os critérios de Bergmiller (1999), para avaliação do mobiliário escolar, a partir dos três eixos: ergonomia, pedagogia e tecnologia, por acreditar que nessa perspectiva se contempla as necessidades do

usuário que apresenta baixa visão com relação à concepção e uso do mobiliário escolar.

Por transitar pelas especificidades da ergonomia e da Tecnologia Assistiva, este trabalho contou com variações metodológicas distintas e independentes, as quais, neste trabalho, serão descritas como fases:

3.1.1 Primeira Fase

Os conhecimentos de ergonomia foram direcionados para a interrelação aluno/mobiliário, buscando recomendações para as exigências da execução da tarefa em sala de aula.

Esta etapa do trabalho utilizou-se do modelo metodológico proposto por Santos e Fialho (1995) e adotado por Freire (2008), conforme o Quadro 35. Cada uma de suas etapas foi adaptada de acordo com a realidade e necessidade da pesquisadora e/ou dos pesquisados, nem sempre implicando no cumprimento rígido da seqüência apresentada.

PROCEDIMENTOS	ETAPAS DO TRABALHO
1. Fundamentação teórica	1.1. Formulação da demanda 1.2. Análise das referências bibliográficas sobre ergonomia 1.3. Questão de pesquisa
2. Análise ergonômica	2.1. Análise da demanda: definição do problema 2.2. Análise da tarefa: definição das condições dos usuários na realização das atividades 2.3. Análise ergonômica: comportamentos dos usuários durante a realização das atividades em sala de aula
3. Síntese ergonômica	3.1. Diagnóstico em ergonomia: a análise e tratamento dos dados 3.2. Caderno de encargos (As conclusões da pesquisa) 3.3. Avaliação dos resultados: Resultados e avanços dos conhecimentos científicos.

Quadro 35: Procedimentos e etapas da pesquisa sob a ótica da ergonomia

Fonte: Adaptado de Santos e Fialho, 1995; Freire, 2008.

O referencial teórico ofereceu sustentação para a definição da demanda, caracterização dos usuários e do mobiliário escolar, considerando as características físicas e estabelecendo as dimensões corporais em virtude da variação etária, níveis de acuidade visual e características da doença ocular. Considerou-se ainda, os comportamentos dos usuários durante a realização das atividades em sala de aula.

A análise ergonômica do trabalho (AET), neste estudo, se traduz na análise dos comportamentos dos alunos com baixa visão e nas inferências

produzidas frente ao desempenho escolar mediante o mobiliário escolar: seus inconvenientes e necessidades para suplementar as desvantagens.

Para a delimitação do problema estudado considerou-se o modelo sistêmico de uma situação de trabalho, adaptado a partir do modelo apresentado por Freire (2008), conforme dispõe o Quadro 36:

MODELO SISTÊMICO DE UMA SITUAÇÃO DE TRABALHO		
Entrada	Processo	Saída
Tecnologia (mobiliário escolar) Organização (escola) Homem (usuário) Tarefa (atividades escolares)	Atividade (Desempenho em Sala de aula)	Produção (adaptação/adequação) Sociais (processo de inclusão) Homem (aluno com baixa visão)

Quadro 36: Modelo sistêmico de uma situação de trabalho

Fonte: Adaptado de Freire, 2008.

Dessa forma, para a delimitação deste estudo considerou-se o cotidiano de alunos com baixa visão em situações de aprendizagem escolar.

Foram detectadas as carências a partir da análise do mobiliário escolar, o desempenho das atividades realizadas em sala de aula, e as possíveis adaptações e adequações recomendadas.

3.1.2 Segunda Fase

Esta fase partiu da observação reiterada da realidade vivenciada pela demanda em questão em situações de aprendizagem, e da possibilidade de se implementar recursos da TA.

Utilizou-se as etapas da sequência da representação esquemática construída a partir do modelo proposto pelo Center on Disabilities da California State University de Northridge (2006).

A Figura 10 especifica o esquema utilizado nessa etapa:



Figura 10: Esquema para desenvolvimento de TA

Fonte: Adaptado a partir do modelo: Center on Disabilities da California State University de Northridge, 2006.

As etapas da sequência apresentada foram adaptadas de acordo com o delineamento deste trabalho. Desse modo, as três últimas etapas (aquisição ou elaboração do equipamento, implementações tecnológicas e acompanhamento – feed-back) foram substituídas pela criação de um Caderno de Encargos com Recomendações Ergonômicas e Recursos da Tecnologia Assistiva: recomendações para o desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão.

Nesse sentido, as necessidades do aluno com baixa visão frente ao mobiliário adotado foram identificadas; projetou-se os resultados desejados (ergonomia e TA); avaliou-se as habilidades do aluno (acuidade visual, tolerância à iluminação, fonte utilizada) e observou-se os recursos auxiliares utilizados pelos alunos em situações de aprendizagem (luminária, superfície imantada, plano inclinado).

As últimas etapas do esquema proposto foram substituídas pela criação de um caderno de encargos com recomendações ergonômicas e de TA para adequação dos alunos com baixa visão.

3.2 CONTEXTO

Esta pesquisa realizou-se a partir das observações sobre as necessidades de alunos com baixa visão, regularmente matriculados nos anos iniciais da rede pública municipal de ensino de Ponta Grossa. Das 82 (100%) escolas municipais, 35 (42,68%) contam com alunos que apresentam baixa visão.

A delimitação deste estudo corresponde a alunos que pertencem aos anos iniciais do EF - 1ª etapa, dividida em 1º e 2º ciclos, conforme o Quadro 37, que distribui os alunos por turma e gênero:

ALUNOS COM BAIXA VISÃO DA 1ª ETAPA DO ENSINO FUNDAMENTAL (Por Gênero)									
1º/1º		2º/1º		3º/1º		1º/2º		2º/2º	
11		12		11		03		02	
M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
06	05	06	06	05	06	01	02	01	01

Quadro 37: Alunos com baixa visão matriculados nos anos iniciais do EF

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Ponta Grossa, 2009.

Com a ampliação do Ensino Fundamental (EF) para nove anos, os alunos que freqüentam os anos iniciais estão assim distribuídos:

- 1º Ciclo: refere-se às turmas de 1º, 2º e 3º anos, abrangendo alunos que completam 6,7 e 8 anos no decorrer do ano, respectivamente.
- 2º Ciclo: refere-se às turmas de 1º, 2º anos (4º e 5º anos), abrangendo alunos que completam 9 e 10 anos no decorrer do ano, respectivamente.

3.3 CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO E AMOSTRAGEM

A análise parte de uma população de 39 alunos, de ambos os sexos, na faixa etária compreendida entre seis e catorze anos. Está composta por um universo que inclui alunos com baixa visão ocasionada por patologias de causas congênitas e/ou adquiridas. Excluiu-se da delimitação desse estudo, os alunos com cegueira.

Considerou-se o contingente de alunos por ano de nascimento, dado importante porque demonstra as variações de faixa etária, comprovando a existência de variações nas dimensões corporais em virtude da idade.

O Quadro 38 especifica os alunos com baixa visão distribuídos por gênero e ano de nascimento:

ALUNOS COM BAIXA VISÃO POR ANO DE NASCIMENTO (POR GÊNERO)																	
1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003	
01		01		01		01		01		09		11		09		05	
M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
-	01	-	01	-	01	01	-	01	-	04	05	05	06	06	03	02	03

Quadro 38: Alunos com baixa visão distribuídos por gênero e ano de nascimento
Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Ponta Grossa, 2009.

Para os alunos que se encontram na primeira etapa do EF e, por conseguinte, estão em fase de alfabetização, e também para fins didáticos, verificou-se a utilização do estilo padrão Arial ou Arial Regular, por pertencer a uma família tipográfica sem-serifa. O Quadro 39 expõe o tamanho das fontes utilizadas pelos alunos da pesquisa, demonstrando as diferenças de acuidade visual entre os alunos, a partir das fontes ou caracteres por eles utilizados.

FONTES UTILIZADAS PELOS ALUNOS								
Arial Black 14	Arial Black 16	Arial Black 18	Arial Black 26	Arial Black 32	Arial Black 36	Arial Black 48	Arial Black 72	Sistema braile
01	04	07	08	04	05	06	03	01

Quadro 39: Fontes utilizadas pelos alunos da pesquisa
Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Ponta Grossa, 2009.

Optou-se pela amostragem estratificada, que utiliza a informação à priori para divisão da população alvo em subgrupos internamente correspondentes. Cada subgrupo (estrato) faz parte da amostragem, para que se obtenha, com amostras de pequena dimensão, a melhor representatividade possível da distribuição, objetivando aumentar a precisão dos resultados, sem aumentar o tamanho da amostra.

Por se considerar que todos os elementos da população são dotados de extrema heterogeneidade, neste trabalho, essa representatividade foi definida com base em critérios que contemplaram o gênero, a idade e a participação na Sala de Recursos Multifuncionais.

Desse modo, cada estrato foi formado com um representante masculino e um feminino de cada turma (1º/1º, 2º/1º, 3º/1º, 1º/2º e 2º/2º) e que participaram da Sala de Recursos Multifuncionais, local de observação mais específica do problema.

A escolha da amostra também considerou o laudo oftalmológico da doença ocular, com o respectivo CID, as fontes utilizadas pelos alunos, a acuidade visual, uso de recursos ópticos e não ópticos e tolerância à iluminação, pelo contexto do problema.

O tamanho da amostra foi determinado pela precisão que se almejou alcançar, considerando-se o desvio-padrão existente entre os sujeitos da pesquisa.

3.4 PROCEDIMENTO

O procedimento adotado neste trabalho esteve em conformidade tanto com o referencial teórico como com a metodologia e elegeu o Diagrama de Ishikawa¹⁹ ou Espinha de Peixe para ilustrar as relações de causa e efeito da problemática abordada.

Como se refere a um processo científico de investigação, essa espinha dorsal se traduziu na formulação de hipóteses, que permitiram a organização dos fatos.

A partir da representação de possíveis causas, as mais prováveis foram selecionadas e serviram como indicadores para identificação e posterior análise, conforme a Figura 11.

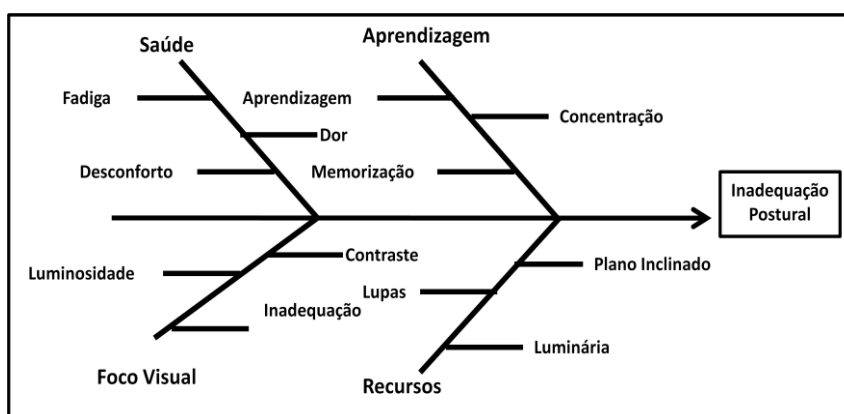


Figura 11: Diagrama de Ishikawa, demonstrando as causas e efeitos da problemática da pesquisa.

¹⁹ Esse diagrama foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa (1915-1989), da Universidade de Tóquio, em 1943, para explicar a um grupo de engenheiros que os inúmeros fatores de causa e efeito que comprometem a qualidade de uma ação podem ser ordenados e relacionados.

Dada a relevância e interdependência de todos os fatores, considerou-se que estes são complementares e reúnem as informações consideradas fundamentais nesse processo. Desse modo, justifica-se a necessidade de aliar os conhecimentos da ergonomia, utilizando o modelo metodológico proposto por Santos e Fialho (1995) e adotado por Freire (2008), bem como a representação esquemática construída a partir do modelo proposto pelo *Center on Disabilities da California State University de Northridge* (2006) para o desenvolvimento do trabalho.

Foram coletadas e avaliadas as idéias sobre o mobiliário, de acordo com as necessidades e especificidades dos usuários com baixa visão, principalmente no que diz respeito à bancada de trabalho, que retrata a grande necessidade para adequação da postura corporal.

A problemática da inadequação postural necessitou de observação reiterada sistematicamente, em diferentes momentos e em várias situações de aprendizagem, onde o aluno desempenhava as atividades propostas.

A elaboração dos instrumentos de coleta contemplou o uso de formulários de registro e verificação, de acordo com as duas fases anteriormente estabelecidas, que contemplaram os aspectos da ergonomia e da TA.

Os dados amostrais foram coletados, durante o 1º semestre letivo de 2009, por meio de formulários previamente elaborados, com o intuito de subsidiar a pesquisa a partir da análise dos registros.

Os formulários de registros e verificação foram elaborados para detectar as não conformidades com relação ao mobiliário escolar, permitindo que fossem identificados os inconvenientes detectados e elencados alguns aspectos observados.

Finalmente, após o estudo do referencial bibliográfico e a observação sistemática dos usuários, elencou-se o rol das recomendações ergonômicas e dos recursos da Tecnologia Assistiva a serem adaptadas ao mobiliário escolar, abrangendo os aspectos posturais, e os elementos de magnetismo, cor e iluminação.

3.5 TÉCNICAS

Devido às características e delineamento desta pesquisa, cada uma das fases seguidas (Ergonomia e TA) foi considerada, apresentando estratégias diferenciadas de desenvolvimento.

Porém, ambas as fases partiram da observação reiterada dos alunos com baixa visão em seus ambientes de aprendizagem (sala de recursos multifuncionais e sala de aula de suas respectivas escolas de origem).

Para a primeira fase (Ergonomia), foram elaboradas folhas de registro e verificação e fez-se o levantamento dos dados antropométricos da amostra, considerando-se os aspectos que interferiram na postura sentada dos alunos, reconhecendo a importância de se considerar os aspectos ergonômicos.

As medidas foram obtidas por meio de um estadiômetro portátil da marca Caprice, para angariar as medidas antropométricas dos alunos. Para obtenção das dimensões da carteira utilizou-se uma trena da marca Stanley com botão de trava.

A tabulação dos dados coletados ocorreu por meio de planilha eletrônica, utilizando-se do Excel. A inferência estatística neste estudo é reconhecer a importância dos princípios de cor e iluminação sob a ótica da ergonomia. Nesse sentido, a coleta de dados antropométricos contribuirá com elementos para que se possam generalizar, de maneira segura, as conclusões obtidas da amostra para a população.

Na segunda fase (TA), as informações foram obtidas por meio de imagens fotográficas capturadas por uma câmera digital Sony, com zoom óptico.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados das análises dos dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa sobre a adequação de mobiliário escolar para alunos com baixa visão.

A partir da observação direta e reiterada, no lócus da realidade dos alunos em questão, da análise dos registros fotográficos e dos protocolos de verificação, obtiveram-se subsídios para o desenvolvimento da pesquisa.

Para Mantoan (2005), o encontro da tecnologia com a educação propõe a integração de seus propósitos e conhecimentos, buscando complementos uma na outra. Assim, tendo como princípio os três eixos: ergonomia, pedagogia e tecnologia, os resultados serão apresentados sob o enfoque da ergonomia e da TA, por contar com variações metodológicas distintas e independentes.

4.1 RESULTADOS OBTIDOS SOB A ÓTICA DA ERGONOMIA

A primeira etapa consistiu na formulação da demanda, com a caracterização dos sujeitos da pesquisa, por meio de observação direta e reiterada do comportamento dos alunos com baixa visão em seu âmbito real (sala de recursos multifuncionais e sala de aula em sua escola de origem).

De acordo com Mayring (2002), acontecimentos cotidianos são efetivamente elementos da interpretação de dados.

Do universo escolar de 39 alunos com baixa visão na rede municipal de ensino, a prevalência encontra-se no 1º ciclo, com 34 alunos regularmente matriculados. Esse dado demonstra que 87,17% dos alunos permanecerão na rede municipal de ensino por pelo menos mais dois, três ou quatro anos.

A variação constatada no ano de nascimento dos alunos (de 1995 a 2003) comprova a existência de variações nas dimensões corporais em virtude da idade.

Com amostragem estratificada, selecionou-se um representante feminino e um masculino de cada ano que compõe o ciclo de aprendizagem da rede municipal de ensino de Ponta Grossa: 1º/1º, 2º/1º, 3º/1º, 1º/2º, 2º/2º, respectivamente.

Nessa etapa, realizou-se o levantamento antropométrico das dimensões dos sujeitos da amostra, com a aferição das variáveis, conforme o Quadro 40:

Ref.	DIMENSÕES	DEFINIÇÃO
A	Altura sentada	Na posição sentada é a distância vertical que se mede da superfície do assento até a coroa da cabeça
B	Altura dos olhos (pessoa sentada)	É a distância que se mede da linha horizontal dos olhos até a superfície do assento
C	Altura dos ombros (pessoa sentada)	É a distância vertical que se mede da superfície do assento até o ponto equidistante do pescoço e do acrômio.
D	Altura dos cotovelos (pessoa sentada)	É a altura desde superfície do assento até a ponta inferior do cotovelo.
E	Largura entre os cotovelos	É a distância que separa as superfícies laterais dos cotovelos, medidas quando estão dobrados, ligeiramente apoiados ao corpo e com os braços estendidos lateralmente.
F	Espessura das coxas da pessoa sentada	É a medida do assento até a linha horizontal mais alta da coxa da pessoa sentada.
G	Comprimento nádegas/joelho	É a distancia horizontal que se toma da superfície exterior da nádega até a porção frontal da rótula.
H	Comprimento nádegas/poplíteal	Medida tomada atrás das nádegas ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
I	Altura dos joelhos	É a distância vertical do solo até a rótula.
J	Altura poplíteal	É a distância vertical que se toma do solo até a zona intermediária posterior da rótula em um indivíduo sentado e com o tronco erguido.
K	Largura dos ombros (bideltóide)	É a distância horizontal máxima que separa os músculos deltóides
L	Largura dos ombros (biacromial)	Medida da linha horizontal do acrômio esquerdo ao direito da pessoa sentada.
M	Largura dos quadris (sentado)	Medida tomada dos quadris na porção mais larga da pessoa sentada.
N	Profundidade do tórax	Medida de linha vertical das costas na altura do mamilo até a linha vertical do mamilo.
O	Profundidade do abdome sentado.	Medida da linha vertical das costas na altura do umbigo até a linha vertical do abdome.
P	Comprimento ombro-cotovelo	Medida da linha horizontal do acrômio até a linha horizontal do braço formando o ângulo de 90° com o antebraço da pessoa sentada.
Q	Comprimento cotovelo ponta dos dedos.	Medida do cotovelo com o braço em 90° da pessoa sentada até a ponta distal dos dedos.
R	Comprimento do pé	Medida do calcanhar a parte distal dos dedos com o pé apoiado em uma plataforma horizontal.
S	Largura do pé	Medida da extremidade esquerda a extremidade direita do pé em sua porção mais larga.
T	Ângulo encosto assento.	Medida do ângulo entre o encosto e o assento.

Quadro 40: Dimensões e definições antropométricas

Fonte: Adaptado de Panero e Zelnik, 1998; Kroemer e Grandjean, 2005; Freire, 2008.

A Tabela 1 dispõe os dados do levantamento antropométrico da amostra dos sujeitos da pesquisa.

Tabela 1: Levantamento Antropométrico da Amostra

Dimensões Amostra (cm)		Levantamento Antropométrico da amostra									
		1º/1º		2º/1º		3º/1º		1º/2º		2º/2º	
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Posição Sentada	A - Altura sentada	69	69	72	75	75	78	80	82	86	87
	B - Altura dos olhos	57	58	60	60	60	65	65	68	67	71
	C - Altura dos ombros	47	44	48	48	49	54	50	57	54	69
	D - Altura dos cotovelos	16	18	18	21	22	24	23	24	26	35
	E - Largura entre cotovelos	50	38	42	42	40	35	45	40	48	70
	F - Espessura das coxas	46	47	47	48	51	49	49	52	52	59
	G - Comp. nádegas/ joelho	42	46	44	47	47	53	46	52	49	62
	H - Comp. nádegas/popliteal	50	52	52	55	55	58	56	60	58	70
	I - Altura dos joelhos	48	48	49	48	49	52	50	51	49	55
	J - Altura popliteal	45	45	46	45	47	48	47	48	48	52
	K - Larg. ombros (bideltóide)	41	33	42	35	40	38	40	40	40	46
	L - Larg. ombros (biacromial)	19	17	17	15	17	13	17	17	17	21
	M - Largura dos quadris	43	50	44	45	55	53	47	60	56	65
	N - Profundidade do tórax	34	27	32	31	33	38	37	40	35	41
	O - Profundidade do abdome	18	21	19	20	22	19	22	20	24	23
	P - Comp. ombro-cotovelo	27	27	30	28	26	31	31	35	39	38
	Q - Comp. cotovelo/ dedos	38	33	33	36	35	37	37	39	40	73
	R - Comprimento do pé	24	25	24	23	26	27	26	27	28	28
	S - Largura do pé	14	14	12	16	20	17	19	15	16	22
	T - Altura (em pé)	130	129	132	134	136	130	140	149	148	162

● Amostra feminina ● amostra masculina

Fonte: Autoria própria

Com as variáveis antropométricas, calculou-se o valor estimador da média e desvio-padrão, que representa o grau de variabilidade das medidas. Os sujeitos da amostra foram divididos por gênero.

Obteve-se, a partir desses dados, o limite mínimo percentil (2,5%) e limite máximo percentil (97,5%) das meninas e dos meninos, conforme a Tabela 2:

Tabela 2: Medidas da amostra com intervalo percentil 2,5% - 97,5%

(continua)

Ref.	Medidas da amostra com intervalo percentil 2,5% - 97,5%							
	Amostra Feminina				Amostra Masculina			
	Média	Desvio Padrão	Limite Mínimo Percentil 2,5%	Limite Máximo Percentil 97,5%	Média	Desvio Padrão	Limite Mínimo Percentil 2,5%	Limite Máximo Percentil 97,5%
A	76,4	6,73	69,3	85,4	78,2	6,83	69,6	86,5
B	61,8	4,08	57,3	66,8	64,4	5,41	58,2	70,7
C	49,6	2,70	47,1	53,6	54,4	9,60	44,4	67,8
D	21	4	16,2	25,7	24,4	6,42	18,3	33,9
E	45	4,12	40,2	49,8	45	14,21	35,3	67,2
F	49	2,54	46,1	51,9	51	4,84	47,1	58,3
G	45,6	2,70	42,2	48,8	52	6,36	46,1	61,1
H	54,2	3,19	50,2	57,8	59	6,85	52,3	69
I	49	0,70	48,1	49,9	50,8	2,94	48	54,7
J	46,6	1,14	45,1	47,9	47,6	2,88	45	51,6
K	40,6	0,89	40	41,9	38,4	5,02	33,2	45,4

Tabela 2: Medidas da amostra com intervalo percentil 2,5% - 97,5% (conclusão)

Ref.	Medidas da amostra com intervalo percentil 2,5% - 97,5%							
	Amostra Feminina				Amostra Masculina			
	Média	Desvio Padrão	Limite Mínimo Percentil 2,5%	Limite Máximo Percentil 97,5%	Média	Desvio Padrão	Limite Mínimo Percentil 2,5%	Limite Máximo Percentil 97,5%
L	17,4	0,89	17	18,8	16,6	2,96	13,2	20,6
M	49	6,12	43,1	55,9	54,6	7,95	45,5	64,5
N	34,2	1,92	32,1	36,8	35,4	6,10	27,4	40,9
O	21	2,44	18,1	23,8	20,6	1,51	19,1	22,8
P	30,6	5,12	26,1	38,2	31,8	4,65	27,1	37,7
Q	36,6	2,70	33,2	39,8	43,6	16,57	33,3	69,6
R	25,6	1,67	24	27,8	26	2	23,2	27,9
S	16,2	3,34	12,2	19,9	16,8	3,11	14,1	21,5
T	137,2	7,15	130,2	147,2	140,8	14,30	129,1	160,7

Fonte: Autoria própria

Os sujeitos da amostra apresentam grande diversidade etária, compreendendo: um sujeito feminino (13 anos); um sujeito feminino (12 anos); um sujeito masculino (11 anos); um sujeito masculino (10 anos); um sujeito feminino (9 anos); um sujeito masculino (9 anos); um sujeito feminino (8 anos); um sujeito masculino (7anos); um sujeito feminino (6 anos); um sujeito masculino (6 anos). Nesse contingente, as médias femininas se apresentaram inferiores às médias masculinas.

De acordo com os estudos de Silva e Adan (2003), na puberdade (em torno de 12-14 anos), o ganho estatural das meninas é em média 25,3 – 4,1cm e dos meninos 27,6 – 3,6 cm.

Como a amostragem conta com apenas um ou dois representantes de cada idade, não foi possível considerar como parâmetro essa categoria.

Tendo como foco o uso do mobiliário escolar, as medidas da amostra apresentam variáveis antropométricas bastante significativas, como demonstram o limite percentil mínimo e máximo.

Pode-se afirmar que o limite de confiança de 95% como parâmetro estatístico é satisfatório, uma vez que o mobiliário em questão pretende atender a uma demanda específica e restrita.

O inventário das medidas antropométricas revelou as diferenças e peculiaridades da demanda, permitindo ampliar as reflexões sobre as adequações necessárias.

O Diagrama de Ishikawa ofereceu subsídios para revelar os indicadores da problemática abordada, o levantamento das causas e efeitos. A Figura 12 demonstra análise do diagrama:

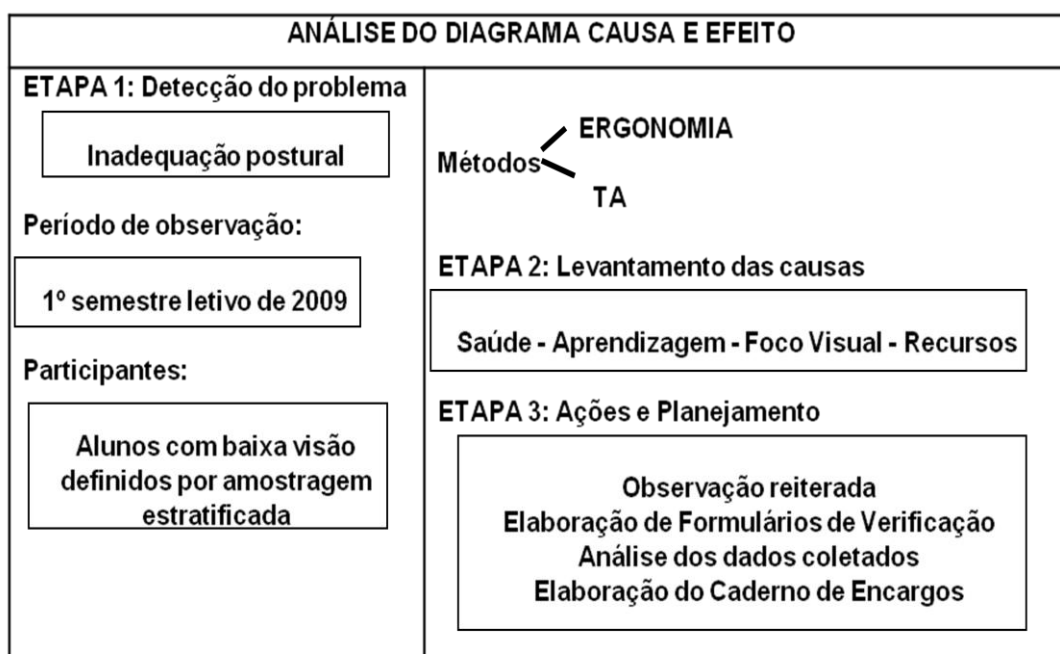


Figura 12: Análise do Diagrama Causa e Efeito
 Fonte: Adaptado pela autora.

Estabeleceu-se a característica considerada importante para a qualidade do ensino de alunos com baixa visão, eixo central e problemática desta pesquisa: a inadequação postural.

As possíveis causas, suspeitas em afetar a característica de qualidade no processo de ensino-aprendizagem foram categorizadas. Desse modo, as inadequações do mobiliário aos usuários com baixa visão foram constatadas nos ambientes de aprendizagem: questões de saúde, dificuldades na aprendizagem, questões relacionadas ao foco visual e inadequações de recursos.

As relações entre as causas e seus respectivos efeitos foram estabelecidas, considerando-se que estas ocasionavam fadiga, desconforto, dor, dificuldades na atenção, fixação e concentração, problemas oriundos da inadequação de luminosidade, contraste e a falta de iluminação e recursos auxiliares, importantes para suprir as necessidades acarretadas pela baixa visão.

Na análise ergonômica da tarefa, foi necessário e essencial considerar a inadequação postural, tão presente nos indivíduos que apresentam baixa visão, como demonstra a Figura 13:



Figura 13: Inadequação postural adotada pelos alunos com baixa visão
Fonte: Autoria própria

Em virtude da baixa acuidade visual, normalmente os alunos que apresentam baixa visão tendem a aproximar-se muito do objeto que estão manuseando, na tentativa de potencializar o foco visual, interferindo assim em suas posturas corporais.

A Figura 14 ilustra a aproximação do foco visual, postura normalmente adotada pelos alunos com baixa visão durante as atividades de escrita.



Figura 14: Aproximação do foco visual adotada pelos alunos com baixa visão
Fonte: Autoria própria

As atividades de leitura também chamaram a atenção durante as observações. Enquanto alguns alunos aproximam-se muito dos materiais de leitura,

outros quase não se aproximam, por ter seus erros refrativos corrigidos por recursos ópticos, conforme a Figura 15:



Figura 15: Alunos com baixa visão em atividades de leitura
Fonte: Autoria própria

Após a observação dos problemas posturais assumidos pela demanda, verificaram-se algumas incoerências no mobiliário escolar para essa clientela específica, uma vez que para esse contingente de alunos faz-se necessária a utilização de estratégias diferenciadas que possibilitem o acesso à aprendizagem.

Observou-se o mobiliário escolar adotado pelas 35 escolas (42,68%) em que estão regularmente matriculados os alunos que fazem parte do universo da pesquisa, como ilustra a Figura 16:



Figura 16: Mobiliário escolar adotado pelas escolas
Fonte: Autoria própria

O mobiliário adotado compõe-se de um conjunto de carteira e cadeira, e tem como base uma estrutura metálica. Apresenta tampo em compensado e é revestido em madeira na cor imbuia natural envernizada. Conta com um gradil portá-livros de 5 mm em ferro maciço abaixo do tampo.

O Quadro 41 destaca as dimensões do conjunto escolar adotado pelas escolas:

Medidas do conjunto escolar adotado pelas escolas (mm)		
Mesa	Comprimento - superfície do tampo	600
	Largura - superfície do tampo	400
	Altura	740
Cadeira	Altura - assento	460
	Largura - assento	380
	Profundidade - assento	400
	Altura - encosto	200
	Largura - encosto	370

Quadro 41: Medidas do conjunto escolar adotado pelas escolas

Fonte: Autoria própria

Por constituir-se num padrão, o mobiliário escolar adotado pelas escolas é utilizado por um grande contingente de alunos, com as mais diversas variações corporais. Em 2009, o mesmo mobiliário escolar foi utilizado pelos seguintes alunos da rede municipal, em diferentes turnos:

- 23.387 alunos do Ensino Fundamental
- 382 alunos da Educação de Jovens e Adultos
- 812 alunos da Educação Infantil

Considerando-se as variações etárias e antropométricas dos usuários do mobiliário escolar, o roteiro proposto pelo CREA-PR (2007) estabelece a previsão de 1% das mesas e carteiras escolares acessíveis.

Muitos autores têm abordado questões sobre as dimensões ergonômicas e antropométricas do mobiliário escolar, como Laeser et. al. (1998); Moro (2000); Braccialli e Vilarta (2000); Reis, Reis e Moro (2005); Araújo et. al. (2008).

Este trabalho reconhece a importância destas pesquisas e estudos, e apresenta como sugestões, algumas dimensões que podem ser adotadas para o mobiliário escolar, de acordo com as características da demanda. conforme o Quadro 42:

Nº	Sugestões de dimensões do mobiliário escolar (em mm)	
28	Altura da carteira	540 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	330 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	550 x 360 mm
29	Altura da carteira	640 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	370 mm (a partir do assento)
	Assento	400 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas do tampo	560 mm x 400 mm
30	Altura da carteira	640 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	370 mm (a partir do assento)
	Assento	400 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 x 400 mm
31	Altura da carteira	740 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	430 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 x 400 mm
32	Altura da carteira	740 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	490 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 mm x 400 mm
33	Altura da carteira	750 mm (altura a partir do tampo)
	Medidas cadeira	450 mm (altura a partir do assento)
	Assento	400 x 380 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas tampo	600 x 400 mm

Quadro 42: Sugestões de dimensões do mobiliário escolar

Fonte: Autoria própria

As dimensões são dispostas de forma genérica, por se acreditar que a escola não deva contar com um único padrão de mobiliário.

Neste trabalho, não houve a pretensão em redimensionar as dimensões do mobiliário escolar utilizado pelos sujeitos da pesquisa. Os esforços se voltaram para as adequações para os alunos que apresentam baixa visão, utilizando-se de outras contribuições da Ergonomia e TA.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS SOB A ÓTICA DA TA

A partir do entendimento que se tem da Tecnologia Assistiva e de toda a sua importância no processo de inclusão, esta fase utilizou-se da representação esquemática construída adaptada do modelo proposto pelo *Center on Disabilities da*

California State University de Northridge (2006), partindo da observação da realidade vivenciada pela demanda em questão, e da possibilidade de se implementar recursos da TA, reconhecendo a contribuição da ergonomia.

Tendo o histórico do aluno como ponto de partida, as especificidades dos sujeitos foram consideradas, por meio da análise de aspectos que envolveram o laudo oftalmológico e parecer de especialistas, a doença ocular (conforme CID-10), os erros refrativos e sua correção com recursos ópticos, a acuidade visual, o nível de tolerância à iluminação e a fonte recomendada nas atividades escolares.

De acordo com laudo oftalmológico contemplados no CID-10, os sujeitos da pesquisa apresentam isolada ou concomitantemente: estrabismo divergente concomitante, estrabismo convergente concomitante, amaurose fugaz, descolamento da retina com defeito retiniano, papiledema não especificado, distúrbios visuais subjetivos, dor ocular, microftalmia, astigmatismo, nistagmo, cegueira em um olho, glaucoma, outros transtornos da visão binocular, cicatrizes coriorretinianas, albinismo.

Um dos sujeitos da amostra, além das alterações visuais, apresenta laudo de doença desmielinizante do sistema nervoso central (não especificada) e em sua decorrência, associa-se um grande comprometimento motor.

Cabe ressaltar que outros dois sujeitos da amostra também apresentam comprometimento motor, embora não disponham de laudos clínicos específicos para essa alteração.

A Tabela 3 reúne informações relevantes, dada a natureza da problemática investigada.

Tabela 3: Especificidades dos alunos com baixa visão – Formulário de Verificação C

(continua)


ESPECIFICIDADES DOS ALUNOS COM BAIXA VISÃO							
Amostra	Especificidades dos usuários						Recomendações Observações
	CID-10	Fonte Arial Black	Acuidade visual	Recurs o óptico	Recurso Não óptico		
A1	H50.1 G45.3	Braile	AV c/c vultos	SIM	SIM	N	Uso do sistema braile
A2	H33.0 G45.3	72	OE 20/100	SIM	SIM	I	Prancha inclinada adaptada à carteira e uso de luminária, uso de recursos auxiliares
A3	H47.1	32	AV 20/40 AO CD c/c	SIM	SIM	I	Utilização de Lupas e luminária
A4	H53.1 H57.1	36	Não informa	SIM	SIM	R	Fontes sem serifas, uso de recursos auxiliares

Tabela 3: Especificidades dos alunos com baixa visão – Formulário de Verificação C

(conclusão)

ESPECIFICIDADES DOS ALUNOS COM BAIXA VISÃO							
Amostra	Especificidades dos usuários						Recomendações Observações
	CID-10	Fonte Arial Black	Acuidade visual	Recurso óptico	Recurso Não óptico		
A5	H55 Q11.2	48	CD a 1 m	SIM	SIM	I	Materiais produzidos com grande contraste
A6	H50.1 H52.2 H55.0	36	AV 20/200 AO	SIM	SIM	I	Uso do Oclutor seguindo prescrição médica; uso de recursos auxiliares
A7	H54.4	72	AV c/c OD 20/100 OE 20/100	SIM	SIM	I	Material impresso com pautas ampliadas, destacadas e espaçadas
A8	H40.8 G37.9	48	CD a 2m	SIM	SIM	I	Posiciona lateralmente a cabeça para manter o foco
A9	H52.0 H53.2 H31.0	72	AV 20/100 AO	SIM	SIM	I	Material impresso em folhas padrão A3, com uso de contrastes, uso de recursos auxiliares
A10	E70.3 H52.2 H55.0	48	Não informa	SIM	SIM	R	Caracteres reforçados na cor preta com maior espaçamento

N= Nenhuma; I= Intensa; R= Reduzida.

Fonte: Autoria própria

A diversidade dos sujeitos da amostra representa um leque enorme de necessidades e estratégias diferenciadas de aprendizagem, além de recursos adequados.

Entretanto, verificou-se que o mobiliário utilizado para os escolares não conta com adequações necessárias para os alunos que apresentam baixa visão, conforme a Figura 17:



Figura 17: Carteira escolar utilizada pelos alunos com baixa visão
Fonte: Autoria própria

A partir da análise do conjunto escolar adotado pelas escolas, estabeleceram-se as incoerências e incompatibilidades para a demanda aqui especificada.

O tampo em madeira, cuja superfície é fixa, não permite a aproximação necessária para o desempenho das atividades pedagógicas.

Para a realização de suas atividades, e conforme recomendações de especialistas, os alunos fazem uso de um plano inclinado, que é apoiado na carteira e permite a aproximação do material utilizado, evitando a adoção de posturas inadequadas.

Trata-se de um recurso produzido em madeira, com dimensões de 40X28 cm, cuja superfície apresenta pintura com tinta esmalte, de cor verde (semi-brilho), a mesma utilizada para quadros de giz, conforme a Figura18:



Figura18: Superfície inclinada utilizada pelos sujeitos da pesquisa.
Fonte: Autoria própria

Entretanto, pela observação reiterada da utilização do recurso pelos alunos em situações de aprendizagem, alguns inconvenientes são descritos:

- O recurso, que deveria ser encaixado na carteira dos usuários, conta com dimensões incompatíveis com as dimensões do mobiliário escolar utilizado pelas escolas.
- Por não contar com dispositivo de trava, o recurso apresenta instabilidade durante o uso.
- Os alunos utilizam a parte da frente para realizar registros com bastonetes de giz. Normalmente o aluno com baixa visão apresenta traçado com letras grandes. Dessa forma, o espaço é bastante reduzido. E, ao fim da tarefa, há a desagradável sensação da superfície empoeirada pela porosidade do giz.

Outros inconvenientes da precariedade do recurso podem ser observados por meio das ilustrações da figura, que destacam que normalmente a parte de trás é

presa com fita adesiva. No detalhe da Figura 19 também é possível perceber um remendo na parte da frente, a fim de proteger as mãos dos alunos de lascas feitas na lateral do recurso.



Figura 19: Detalhes do plano inclinado utilizado pelos alunos.
Fonte: Autoria própria

Porém, nem todas as escolas costumam utilizar fitas adesivas ou outro tipo de material para fixar o recurso. Desse modo, ocorre total instabilidade durante o uso.

A sequência de ilustrações da Figura 20 demonstra uma situação em que, por não encaixar na carteira escolar, o aluno está fazendo uso do recurso na mesa do professor. É possível perceber a total instabilidade do recurso, mesmo com a mesa tendo sido forrada anteriormente.



Figura 20: Sequência de imagens demonstrando a utilização da superfície inclinada por um aluno com baixa visão.
Fonte: Autoria própria

Há ainda casos em que o recurso foi pregado na carteira do aluno. Dessa forma, há estabilidade durante o uso. Entretanto, em caso de o aluno precisar realizar uma atividade numa superfície plana, terá de realizar a troca de carteira.

Observou-se também o conforto estabelecido a partir da superfície inclinada, com relação à postura corporal e ao ajuste da zona de visão, que no caso dos indivíduos com baixa visão é recomendável entre 10 e 15 cm abaixo da área dos olhos.

Além disso, a superfície inclinada é indicada para as atividades que exigem um acompanhamento visual contínuo, quando se dá a aproximação do trabalho dos olhos.

Há também a necessidade de uma borda de amparo para apoio e estabilidade de livros e cadernos durante a realização das atividades de leitura.

Concluiu-se, portanto, que adequação da bancada de trabalho representa grande necessidade para adequação da postura corporal dos sujeitos da pesquisa, sendo necessária a fixação de uma trava de segurança, para que não seja projetada para frente e mantenha a total estabilidade durante o uso. Os bordos frontais do tampo devem ser arredondados e sem ângulos vivos, para que não haja compressão do antebraço dos alunos pela quina.

Considerou-se também, a partir da observação reiterada em sala de aula, as necessidades apresentadas pelos alunos com baixa visão com relação às atividades propostas em ambiente de aprendizagem e o desempenho dos alunos em sala de aula, no que diz respeito às atividades de leitura, escrita, utilização de materiais pedagógicos e recursos auxiliares.

Com a elaboração de um formulário de verificação, cada uma das atividades realizadas pelos sujeitos da amostra foi registrada, como demonstra o Quadro 43:

OBSERVAÇÃO DAS ATIVIDADES	Definição das necessidades apresentadas pelos alunos
1. Atividades de leitura	Sim – Necessita aproximar o foco visual do material impresso utilizado
	Não – Não necessita aproximar o foco visual do material impresso utilizado
2. Atividades de escrita	Sim – Aproxima-se do material de registro, comprometendo sua postura sentada
	Não – Não se aproxima do material de registro, o que não causa comprometimentos em sua postura sentada
3. Utilização de materiais pedagógicos	Sim – Apresenta bom desempenho na utilização de jogos ou material concreto
	Não – Não apresenta bom desempenho na utilização de jogos ou material concreto
4. Uso de recursos auxiliares	Sim – Faz uso de recursos auxiliares ópticos e não-ópticos
	Não – Não faz uso de recursos auxiliares ópticos e não-ópticos

Quadro 43: Definição das necessidades apresentadas pelos alunos - Formulário de Verificação A
Fonte: Autoria própria

O preenchimento do formulário elucidou as necessidades dos alunos com relação a cada tipo de atividade e recurso, conforme o Quadro 44:

OBSERVAÇÃO DAS ATIVIDADES	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1. Atividades de leitura	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S
2. Atividades de escrita	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S
3. Utilização de materiais pedagógicos	N	S	S	N	S	S	S	S	S	N
4. Uso de recursos auxiliares	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Quadro 44: Definição das necessidades apresentadas pelos alunos - Formulário de Verificação B
Fonte: Autoria própria

Foi possível verificar que 90% dos sujeitos da pesquisa fazem uso de recursos auxiliares ópticos.

Dentre os dispositivos prescritos por oftalmologistas para melhorar a eficiência visual pela magnificação ou ampliação da imagem destacam-se a utilização de lentes de aumento ou ajuste de imagem (70%), lupas manuais e de apoio (60%), tele-lupas monoculares ou binoculares (20%).

A Figura 21 ilustra alguns recursos ópticos.

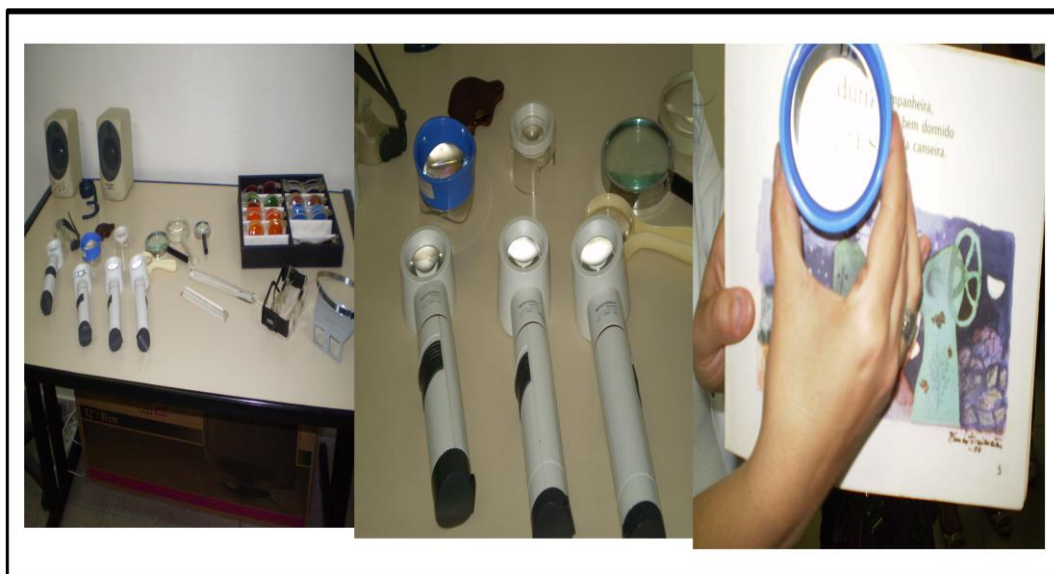


Figura 21: Recursos auxiliares ópticos
Fonte: Autoria própria

A variação das alterações visuais se reflete na variação dos recursos utilizados. A Figura 22 ilustra a utilização de alguns recursos ópticos por um dos sujeitos da pesquisa.



Figura 22: Utilização de recursos ópticos.
Fonte: Autoria própria

Uma lente de aumento também pode ser acoplada ao tampo do mobiliário, facilitando o manuseio por parte do aluno.

Quanto aos recursos não ópticos, verificou-se que 90% dos alunos contam com cadernos com pautas ampliadas e destacadas, em folhas A4 e normalmente

outras atividades são organizadas (uma atividade por folha) em folhas no padrão A3²⁰.

Em sua maioria, (80%) fazem uso do lápis 3B ou 6B, cuja diferença está na graduação do traçado, uma vez que os pigmentos e matéria prima da mina oferecem um traço grosso, escuro e bem macio.

Durante a pesquisa, observou-se que 70% dos sujeitos da pesquisa também fazem uso do computador, seja como meio auxiliar alternativo de ensino ou ferramenta pedagógica. De qualquer maneira, constitui-se num recurso muito apreciado pelos alunos, que também utilizam softwares específicos, como ilustra a Figura 23:

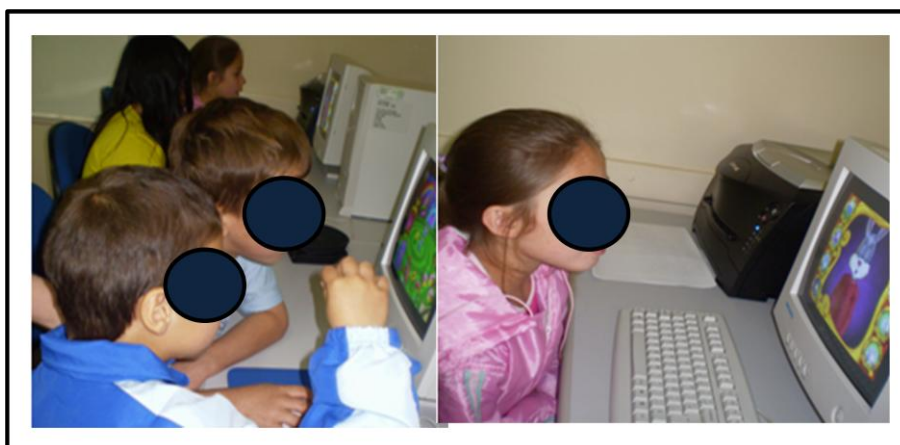


Figura 23: O uso de softwares educativos na sala de recursos.
Fonte: Autoria própria

Enquanto ferramenta pedagógica, o computador auxilia no processo de alfabetização. Nesse sentido, a recomendação do tamanho e tipo da fonte é importante, pois permite maior legibilidade.

As atividades escolares são organizadas pelo professor da Sala de Recursos Multifuncionais, pelo Regente de Classe ou pelo professor de Acompanhamento Específico, que utilizam as referidas fontes para as atividades propostas no processo de aquisição da leitura e da escrita.

Nesses casos, faz-se uso de letras, frases e textos adaptados. O tipo de letra Arial Black, nas respectivas fontes, é a mais utilizada, seja nas atividades em

²⁰ O tamanho do papel A3 é definido pela norma ISO 216, e conta com 297 mm de largura e 420 mm de altura. A área da folha A3 equivale a 1/8 m².

sala ou nas avaliações adaptadas. As fontes Arial Black 48 e 72 são utilizadas por 60% dos sujeitos da pesquisa.

Apenas um sujeito da amostra que, por apresentar baixíssima visão com perda progressiva, já foi orientado a utilizar o sistema braile²¹ e o sorobã²² (Figura 24):

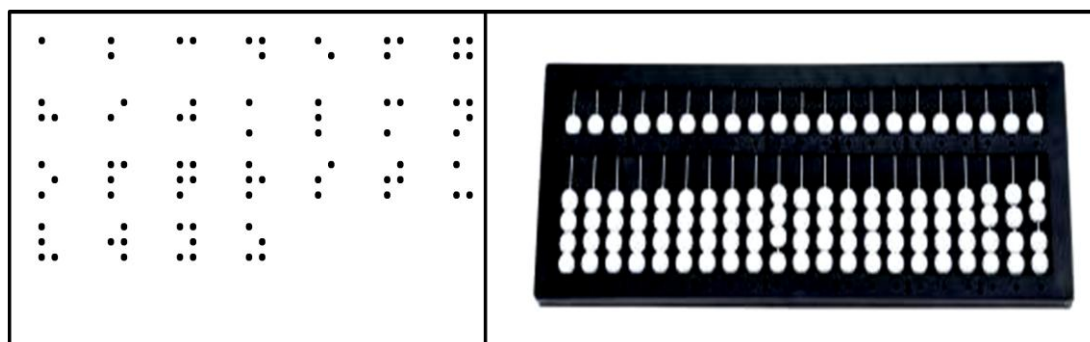


Figura 24: O sistema braile e o sorobã.
Fonte: Autoria própria

É recomendável a utilização de material colorido e com contraste, pois as cores são responsáveis pelo detalhamento e minúcia das informações do mundo exterior. Porém, para os indivíduos com baixa visão, o melhor contraste é o preto e branco, que aumenta a sensibilidade ao contraste, possibilitando maior nitidez e eficiência visual.

Nesse sentido, a cor da superfície do mobiliário escolar pode apresentar-se na cor branca, se os recursos pedagógicos utilizados no processo de aquisição da leitura, escrita e conhecimento matemático forem confeccionados na cor preta, sem serifas, conforme demonstra a Figura 25:

²¹ Sistema que permitiu a perfeita integração das pessoas invisuais ao mundo da linguagem da leitura e da escrita, desenvolvido por Louis Braille (1809-1852), que ficou cego aos três anos de idade.

²² O ábaco Soroban (para pessoas dotadas de visão) chegou ao Brasil por meio de imigrantes japoneses no início do século XX. Em 1949, Joaquim Lima de Moraes, adapta o Soroban para uso de cegos, empregando o vocábulo Sorobã (quando utilizado para cegos).

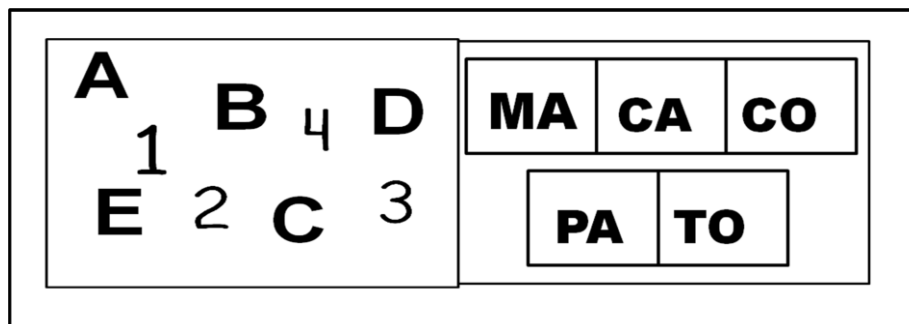


Figura 25: Contraste de cores a ser utilizada para alunos com baixa visão.
Fonte: Autoria própria

Com relação ao mobiliário escolar, o gradil utilizado para porta-livros não permite o armazenamento dos recursos ópticos e não ópticos usados pelos alunos, como demonstra a Figura 26:



Figura 26: Detalhe da carteira escolar – gradil porta-livros
Fonte: Autoria própria

Verificou-se a necessidade de um compartimento fechado para acomodar os recursos auxiliares, uma vez que o formato vazado não traz estabilidade e segurança para acomodar os recursos auxiliares de visão. Este estudo indicou como complemento, uma gaveta.

Entretanto, pela proximidade que existe entre os usuários e a carteira durante a realização das atividades, onde comumente adquirem a postura inadequada, recomenda-se que a gaveta seja posicionada lateralmente.

No quesito iluminação, 70% dos sujeitos da pesquisa fazem uso de iluminação intensa e 20% necessitam de iluminação reduzida, utilizando-se de bonés, que funcionam como anteparos entre a fonte de brilho e os olhos, reduzindo

a reflexão excessiva da luz em ambiente externo. O uso de lanternas é feito por 30% dos sujeitos da pesquisa.

Os benefícios da iluminância e luminância variam de acordo com as alterações visuais. Devido às diferenças individuais, além da adequação da carteira escolar em um ponto da sala de aula com luminosidade apropriada, em alguns casos, o uso de uma luminária com lâmpada de luz difusa, respeitando os 30º em relação à linha de visão pode significar a melhora no desempenho escolar.

De qualquer forma, o direcionamento adequado da iluminação (natural ou artificial) deve focalizar o material de leitura, evitando o ofuscamento e consequentemente, o desconforto e menor resolução visual.

Além disso, a luminária deve ser adaptada de forma a ficar escondida por uma proteção retrátil ou compartimento específico, uma vez que nem todos os alunos a utilizarão e o manuseio da carteira será feito por alunos a partir de seis anos.

Nesse contingente, além dos transtornos visuais, desalinhamento dos olhos (30%), movimentos involuntários descoordenados e oscilatórios dos olhos (30%), também se verificou que 30% dos sujeitos apresentam comprometimentos motores.

Nesses casos, não foram observadas adaptações adequadas com vistas à solução das questões encontradas. Entretanto, verificou-se que uma superfície imantada é um recurso auxiliar na fixação de cartões de atividades ou materiais pedagógicos magnetizáveis.

Com enfoque na facilidade de manuseio, compatibilidades de movimento e demais itens de conforto e segurança, a superfície imantada contribui também para que, com a fixação do material pedagógico utilizado, os alunos com baixa visão possam manter o foco do objeto que estão manuseando, sem que este deslize do declive da carteira. Além disso, o material didático com adaptações imantadas pode se tornar atraente para os alunos, aumentando sua eficiência, garantindo o envolvimento discente.

Com altura média de 137,2 cm, desvio padrão 7,15 cm, percentil mínimo 130,2 cm e percentil máximo 147,2 para as meninas e média de 140,8 cm, desvio padrão 14,30 cm, percentil mínimo 129,1 cm e percentil máximo 160,7 para os meninos, o apoio regulável para os pés foi considerado um item importante, pelas variações de tamanho (altura) entre a demanda delimitada.

A proposição de uma plataforma de apoio, cujo suporte apresente inclinação e posição alternativa entre 10° e 15° melhorará o conforto das pernas. Oferecerá também segurança e estabilidade durante a realização das atividades em sala de aula complementando o rol de recomendações específicas para a demanda analisada.

Todos esses intervenientes justificam a criação de um caderno de encargos com a proposta de um mobiliário que atenda às especificidades dos alunos com baixa visão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões e considerações finais do trabalho, tendo como ponto de partida o restabelecimento do objetivo geral e respectivamente, dos objetivos específicos, relacionando-os com os resultados obtidos.

5.1 COM RELAÇÃO AOS OBJETIVOS

Tendo como problemática de partida a questão do mobiliário escolar adotado pelas escolas e sua incompatibilidade com as necessidades dos alunos que apresentam baixa visão, estabeleceu-se como objetivo geral a criação de um caderno de encargos com recomendações ergonômicas e com recursos da Tecnologia Assistiva para um mobiliário escolar que atendesse às necessidades dos alunos que apresentam baixa visão.

Os resultados obtidos culminaram na elaboração do CERERTA - Caderno de Encargos com Recomendações Ergonômicas e Recursos da Tecnologia Assistiva: recomendações para o desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão, conforme disposto no Apêndice A. Sua finalidade foi definir e sistematizar os procedimentos a serem adotados na concepção do mobiliário escolar para esse contingente de alunos, consolidando assim o objetivo geral estabelecido por este estudo.

O cumprimento do objetivo geral exigiu que fosse traçado um caminho de possível execução. Para a delimitação da pesquisa, foram elaborados os objetivos específicos, que buscaram respectivamente:

- A identificação das necessidades dos alunos que apresentam baixa visão com relação ao mobiliário escolar;
- A análise do mobiliário da sala de aula dos usuários, com vistas às especificações ergonômicas;
- A identificação das posturas corporais adotadas pelos alunos com baixa visão na realização das atividades propostas em sala de aula;

- O inventário das medidas antropométricas dos alunos com baixa visão e as medidas das carteiras escolares usuais;
- A proposição de inovações no mobiliário escolar e melhorias específicas para os usuários com baixa visão, com os recursos da Tecnologia Assistiva.

Na execução dos objetivos específicos, fez-se o delineamento de etapas distintas e independentes, que envolveram as especificidades da ergonomia e da TA, sem perder o enfoque da pedagogia.

Na perspectiva da ergonomia, utilizou-se do modelo metodológico proposto por Santos e Fialho (1995) e adotado por Freire (2008), que ofereceu sustentação para a definição da demanda, caracterização dos usuários e do mobiliário escolar a partir do modelo sistêmico de uma situação de trabalho apresentado por Freire (2008).

Realizou-se o levantamento antropométrico das dimensões dos sujeitos da amostra, com a aferição das variáveis quando se calculou o valor estimador da média e desvio-padrão e obtendo-se o limite mínimo percentil (2,5%) e limite máximo percentil (97,5%), por gênero.

Elegeu-se o Diagrama de Ishikawa para ilustrar as relações de causa e efeito da problemática abordada, quando se estabeleceu o eixo central e também a problemática da pesquisa: a inadequação postural.

A categorização das possíveis causas, suspeitas em afetar a característica de qualidade no processo de ensino-aprendizagem possibilitou estabelecer relações com os respectivos efeitos.

Com a observação reiterada dos sujeitos da pesquisa em situações de aprendizagem escolar e do uso de um conjunto escolar adotado pelas escolas, verificaram-se os inconvenientes e incoerências do mobiliário utilizado pelos alunos com baixa visão nas salas de recursos multifuncionais e em suas respectivas escolas de origem.

A utilização de formulários de observação e registro foi fundamental para obtenção das características do conjunto escolar adequado para as necessidades reais dos usuários, com relação à adequação postural, doença ocular, utilização de recursos auxiliares, iluminação, cor e recursos da TA.

Foi possível perceber a inadequação do mobiliário escolar em vários aspectos, e propor inovações que abrangem a necessidade da superfície inclinada e imantada, a utilização de luminária, compartimento para acomodar os recursos auxiliares utilizados pelos alunos, apoio regulável para os pés.

Esta pesquisa limitou-se ao propor melhorias no mobiliário escolar para os alunos que apresentam baixa visão, excluindo-se assim, da delimitação deste estudo, os alunos com cegueira.

5.2 COM RELAÇÃO À PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

As discussões que vêm sendo travadas sob a perspectiva da inclusão nas últimas décadas apontam para a construção de uma sociedade cada vez mais democrática e menos excludente.

As condições para a inclusão e equiparação de oportunidades partem da identificação das barreiras existentes. Essas barreiras não são apenas arquitetônicas, embora muitos espaços sejam concebidos sem que se considerem qualquer restrição, desvantagem ou impedimento humano.

Atualmente, todos os alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades devem matricular-se regularmente nas escolas comuns. Mas nem todos estes alunos conseguirão transpor todas as barreiras que lhes cerceiam o acesso à aprendizagem.

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva faz a proposição de inovações nas práticas educacionais, para que seja assegurado o direito à educação a todos os alunos, pois não há direito educacional cumprido fora da rede regular de ensino.

A partir do momento em que alunos com diversas singularidades são incluídos em um ambiente comum de ensino, não devem ser considerados “alunos incluídos”, e sim “alunos”, pertencentes do processo educacional comum de ensino.

Alguns temas como “uma escola de qualidade para todos”, o “respeito às diferenças”, passam a fazer parte das discussões dos educadores. Todavia, o projeto político pedagógico, as práticas pedagógicas e os currículos denunciam que as ações residem no discurso e não na práxis docente.

Como a inclusão não é meramente geográfica, cabe à escola prover os recursos, procedimentos e estratégias que facilitarão a transposição de barreiras que impedem o acesso à aprendizagem. Por se constituir em uma deficiência sensorial, nem todos os indivíduos com baixa visão apresentam desvantagem cognitiva e consequentemente, atraso no rendimento escolar.

Entretanto, o desempenho escolar dos alunos com baixa visão normalmente não é condizente com as reais capacidades cognitivas. Este universo de alunos, por apresentar uma dificuldade pontual – a baixa visão – muitas vezes, apresenta rendimento escolar muito aquém de seu potencial intelectual. Isso porque nem sempre existem estratégias adequadas de intervenção e adequação de recursos que atendam às especificidades.

Nesse sentido, a intenção deste estudo esteve pautada na possibilidade de contribuir para minimizar as dificuldades dos alunos que apresentam baixa visão, que se encontram regularmente matriculados nas escolas comuns da rede regular de ensino.

Um quesito muito presente nos alunos com baixa visão é a inadequação postural. Além de todos os intervenientes que uma postura inadequada pode acarretar, há também a presença de outros aspectos que comprometem a aprendizagem.

A identidade dos alunos com qualquer tipo de deficiência é envolvida em todos os rótulos que permeiam a inclusão: incapacidade, desvantagem, improdutividade. A avaliação que fazem de si próprios resulta na auto-estima rebaixada.

Normalmente os alunos com deficiência convivem com a sensação de que se constituem num peso para os professores da escola regular, que argumentam a falta de preparo e formação específica para essa atuação. Todos esses aspectos farão com que provavelmente a adoção da postura inadequada extrapole a sala de aula, consolidando uma postura que retrata uma baixa atribuição de valor com relação às suas qualidades e potencialidades.

O resultado desse processo incidirá nas relações interativas, dependência, falta de autonomia e principalmente, no desempenho escolar.

Com a proposição do caderno de encargos com recomendações ergonômicas e recursos da TA para o desenvolvimento de mobiliário escolar específico para alunos com baixa visão, a intenção é realmente acoplar a esse

mobiliário todos os recursos que possam suprir as desvantagens desse contingente de alunos.

Com a adequação de recursos específicos às suas necessidades, os alunos com baixa visão poderão conquistar a postura ideal, além de maior independência e autonomia para a realização das atividades escolares.

É de grande importância a parceria entre a ciência e a educação, para que resultem em avanços científicos e tecnológicos e atuem em benefício das diferenças e da diversidade humana.

Conquistou-se o direito constitucional e legal de todos os alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ao acesso às escolas regulares. Com o encontro e a parceria da tecnologia e educação, muitos avanços e inovações que respaldam a prática pedagógica ainda podem ser conquistados, melhorando a qualidade de permanência e sucesso de todos os alunos, sem distinção, nas escolas brasileiras.

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O processo de inclusão enquanto política pública desencadeou um desconforto nas escolas comuns de ensino regular e desestabilizou as escolas especiais.

Torna-se necessário o rompimento dos padrões tradicionais de ensino para atender às diversas áreas de deficiência. A rigidez do currículo e a inflexibilidade dos procedimentos metodológicos devem ser discutidas de forma profunda e coerente.

Desse modo, seguem algumas sugestões para trabalhos futuros:

- A Política de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva e seu impacto nas escolas comuns de ensino regular;
- Análise da legislação vigente e suas intencionais distorções;
- A variação de procedimentos metodológicos para atendimento a demanda de alunos com deficiência;
- O ensino complementar e suplementar desenvolvido nas salas de recursos multifuncionais;

- Ampliação das discussões entre Adaptação e Flexibilização do currículo nas salas comuns de ensino regular;
- o Atendimento Educacional Especializado (AEE) nas escolas comuns de ensino regular X escolas de educação básica especiais.

Cada um dos temas anteriormente sugeridos abre possibilidades para que as discussões da educação na perspectiva inclusiva se ampliem e realmente se efetivem nas escolas de ensino regular.

Portanto, ao retomar as palavras de Freire, evidenciam-se as intenções que delinearam e conduziram esse trabalho.

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda a possibilidade que tenho para não apenas falar de minha utopia, mas para participar de práticas com ela coerentes (FREIRE, 2000, p. 33).

Com certeza, as práticas coerentes com a perspectiva da inclusão são aquelas que visam um ensino com qualidade para todos, independentemente das diferenças e singularidades e necessidades de cada um.

REFERÊNCIAS

AMIRALIAN, M. L. T. M. Compreendendo o cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias. São Paulo: Casa do Psicólogo Fapesp, 1997.

_____. **Sou cego ou enxergo?:** as questões da baixa visão. In: EDUCAR EM REVISTA. Curitiba, PR: Ed. UFPR, n.23, 2004. p.15-27.

ARAUJO, R. M. E. **O Desenvolvimento de objetos auxiliares de apoio à vida independente no CVI-Rio/LOTDP.** Dissertação (Mestrado em Design). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1999.

ANJOS, G. C. B.; MARIBONDO, J. F. Estudo luminotécnico em instituições de ensino: análise dos ambientes de sala de aula de um curso de Administração. **REGES - Revista Eletrônica de Gestão**, Picos, v. 2, n. 1, p. 135-153, jan./abr. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). Disponível em <www.abergo.org.br> Acesso em 31 out. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14006: **Móveis escolares** – Assentos e mesas para instituições educacionais – classes e dimensões. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 1997.

BADIA, J. O.; NUNES, J. U. **Eletricidade**. Pelotas: CEFET-RS, 2008.

BARBOSA, L. A. G. **Iluminação de museus, galerias e objetos de arte**, 2007. Disponível em <www.iar.unicamp.br/> Acesso em 28 set. 2008.

BARRAGA, N. Sensory percptual development. In: SCHOOL, G. T. **Foundations of education for blind and visually handicapped children and youth**. New York: American Foundation for the Blind, 1986.

BASSALO, J. M. F. **Crónica del estado sólido I:** del tubo de Geissler a las válvulas de vacio. México: Contacto SA, 1994.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BERGMILLER, K. H.; et al. **Ensino fundamental: mobiliário escolar.** Brasília: FUNDESCOLA/MEC, 1999.

BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; Reflexões sobre a aplicação dos conceitos do desenho universal no processo de projeto de arquitetura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE, 4., 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: UFAL, 2005.

BERSCH, R. **O que é Tecnologia Assistiva?** Disponível em <www.assistiva.com.br> Acesso em 25 nov.2009.

_____. **Tecnologia Assistiva e educação inclusiva.** In: ENSAIOS Pedagógicos. Brasília: SEESP/MEC, 2006.

_____.; TONOLLI, J. **Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva.** Porto Alegre: CEDI, 2007. Disponível em: <www.cedionline.com.br/ta.html>. Acesso em 04 abr. 2009.

BLANCO, M. A. **O conforto luminoso como fator de inclusão escolar do portador de baixa visão nas escolas públicas regulares do Distrito Federal.** 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). - Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

BONATTI, F. A. S. Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão subnormal. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 69, n.2, p. 221-226, 2006.

_____. Avaliação de pacientes utilizando equipamento inovador de auxílio à visão subnormal. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 71, n. 3, p. 385-388, 2008.

BRACCIALLI, L. M. P; VILARTA, R. Aspectos a serem considerados na elaboração de programas de prevenção e orientação de problemas posturais. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 14, n. 1, p. 16-18, 2000.

_____. Postura corporal: reflexões teóricas. **Revista Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v.14, n.1, p. 65-71, abr./set. 2001.

BRANDIMILLER, P. **O corpo no trabalho**: guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores. São Paulo: SENAC, 1999.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. [s.l.]: [s.n.], [1988].

_____. CORDE. **Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais**. Brasília: CORDE, 1997.

_____. MEC. **Plano Nacional de Educação**. Brasília, 2002.

_____. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência Comentada**. Brasília: CORDE, 2008.

_____. Conselho Nacional da Educação, Câmara da Educação Básica. **Decreto 6571/2008**. Brasília: CNE/CEB, 2008.

BRUNO, M. M. G. **Avaliação educacional de alunos com baixa visão e múltipla deficiência na educação infantil**: uma proposta de adaptação e elaboração de instrumentos - Manual de Aplicação. Dourados: UFGD, 2005.

BUENO, G. A. Formação de conceitos na cegueira de nascença. **Revista Lente**, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 20-29, 1976.

CAILLIET, R. **Lombalgias**. São Paulo: Manole, 1979.

CANOTILHO, J. J. G. **Direito constitucional**. 5. ed. Coimbra: Livraria Almedina, 1991.

CAPOVILLA, F. C. Pesquisa e desenvolvimento de novos recursos tecnológicos para educação especial: boas novas para pesquisadores, clínicos, professores, pais e alunos. **Boletim Educação**. São Paulo, n. 1, 1997.

CARR, G. **Biomecânica dos esportes**: um guia prático. São Paulo: Manole, 1998.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As faces da física**. São Paulo: Moderna, 1997.

CARVALHO, K. M. M. **Visão subnormal**: apresentação de um modelo de atendimento e caracterização das condições de diagnóstico e tratamento em um serviço universitário do Brasil. 1993. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1993.

CASTRO, R. O. (Coord.). **Direitos humanos**: conquistas e desafios. Brasília: Letraviva, 1999.

_____. **A afirmação histórica dos direitos humanos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

CENTER ON DISABILITIES. **Proceedings...** Assistive Technology Applications Certificate Program (ATACP). Los Angeles: California State University Northridge, 2006.

COBO, A. D.; RODRIGUEZ, M. G.; BUENO, S. T. Aprendizagem e deficiência visual. In: MARTIN, M. B.; BUENO, S. T. **Deficiência visual**: aspectos psicoevolutivos e educativos. São Paulo: Santos, 2003.

CORDE/SEDH/PR. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República. **Comitê de Ajudas Técnicas**. Ata da Reunião III, de abril de 2007. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/sedh/ct/corde/>> Acesso em: 17 jun. 2009.

CORNSWEET, T. **Visual perception**. New York: Academic Press, 1970.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995.

_____.; MORAES, L. F. R. Limites do homem. **Revista Proteção**, v. 12, p. 378-44, dez. 1999.

COUTO JUNIOR, A. S; et al. Prevalência das ametropias e oftalmopatias em crianças pré-escolares e escolares em favelas do Alto da Boa Vista, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 66, n. 5, p. 304-308, 2007.

CREA-PR. **Acessibilidade:** responsabilidade profissional. Cadernos do CREA-PR. Série de fascículos sobre ética, responsabilidade, legislação, valorização e exercício das profissões da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia no Paraná. Curitiba: CREA, 2007. Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/crea3/html3_site/doc/Caderno04_Acessibilidade.pdf> Acesso em 12 set. 2009.

CUNHA, G. D. Uma Análise da evolução dos procedimentos de execução do desenvolvimento de produtos. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2004.

CUNHA, L. C. R. **A cor no ambiente hospitalar**. In: CONGRESSO NACIONAL DA ABDEH, 1., SEMINÁRIO DE ENGENHARIA CLÍNICA, 4., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABDEH, 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cor_ambiente_hospitalar.pdf>. Acesso em 19 out. 2009.

DANTAS, R. A.; PAGLIUCA, L. M. F.; ALMEIDA, P. C. Validation of a regionalized optometric scale for preschool children: nursing contribution. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 279-286, 2009.

DAVENPORT, T. H; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial:** como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DEMO, P. **Pesquisa e construção do conhecimento:** metodologia científica no caminho de Habermas. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

_____. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DISCHINGER, M.; et al. **Desenho universal em escolas:** acessibilidade na rede municipal de Florianópolis. Florianópolis: [no prelo], 2004.

_____. **Promovendo acessibilidade nos edifícios públicos:** guia de avaliação e implementação de normas técnicas. Florianópolis: Ministério Público do Estado de Santa Catarina, 2006.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). **Educacenso**. Disponível em <www.educacenso.inep.gov.br/> Acesso em 12 set. 2009.

FÁVERO, E. A. G; PANTOJA, L. M. P.; MANTOAN, M. T. E. **Atendimento educacional especializado: aspectos legais e orientações pedagógicas**. São Paulo: MEC/SEESP, 2007.

FERREIRA, M. S. **Definição de critérios de avaliação técnico-funcional e de qualificação de mobiliário escolar**. 2001. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS1651.pdf>> Acesso em 15 nov. 2009.

FREIRE, G. M. **Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras, a partir de uma análise ergonômica: arremesso do peso nos jogos Panamericanos 2007**. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <<http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/dissertacoes/contador/80.php>> Acesso em 5 nov. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP. 2000.

GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, L. As novas tecnologias e a Tecnologia Assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial. CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO ESPECIAL, 3., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: MEC, 2002.

GASPARETTO, N. A. **Modelo de Inclusão Digital para Organizações: Uma Prática de Responsabilidade Social**. 2006. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES FILHO, J. **Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica**. São Paulo, Escrituras, 2003.

GUALBERTO FILHO, A. Uma visão ergonômica do portador de deficiência (mesa redonda). CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ERGONOMIA, 7., 2002, Recife. **Anais...** Recife: ABERGO, 2002.

GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. F. **Eletricidade e ondas física para o 2º grau**. São Paulo: Harbra, 1998.

GUIMARÃES, M. M. B.; SACCO, I. C. N.; JOÃO, S. M. A. Caracterização postural da jovem praticante de ginástica olímpica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, p. 213-219, 2007.

HADDAD, M.; SAMPAIO, M.; KARA-JOSÉ, N. **Auxílios para a baixa visão**. São Paulo: Laramara, 2001. p. 9-13.

HOCHMUTH, G. **Biomechanica de los movimientos deportivos**. Madrid: Doncel, 1973.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Síntese de indicadores sociais 2003**. Série Estudos & Pesquisas – Informações Demográficas, 12. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2003/indic_sociais2003.pdf. Acesso em 17 set. 2008.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) Disponível em <www.inmetro.gov.br> Acesso em 28 mar. 2009.

ISHIKAWA, K. **TQC, total quality control: estratégia e administração da qualidade**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

JOÃO, S. M. A. **Avaliação postural**. Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional. Disponível em: <http://www.fm.usp.br/fofeto/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/complexos/pdf/Poatura.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2008.

JURAN, J. M., GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade handbook: componentes básicos da função qualidade**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991. v. 7.

KARMEL, P. H.; POLASEK, M. **Estatística geral e aplicada à economia**. São Paulo: Atlas, 1977.

KATZ, C.; BRAGA, R.; COGGIOLA, O. **Novas tecnologias**: crítica da atual reestruturação produtiva. São Paulo: Xamã, 1995.

KJAER, P. K.; SALOMAO, S. R.; BELFORT JR., R. ; COLELLA, A. L. D. Validação clínica de teste psicofísico computadorizado para avaliação de visão de cores e sensibilidade ao contraste. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 63, n. 3, p. 185-189, 2000.

KNOPLICH, J. **Enfermidades da coluna vertebral**. São Paulo: Paramed, 1983.

_____. **Endireite as costas**. 2. ed. São Paulo: IBRASA, 1989.

KROEMER, K. H. E. e GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KRONBAUER, A. L.; SCHOR, P.; CARVALHO, L. A. V. Medida da visão e testes psicofísicos. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 71, n. 1, p. 122-127, 2008.

KUME, H. **Métodos estatísticos para a melhoria de qualidade**. São Paulo: Gente, 1993.

LAESER, K. L. et. al. The Effect of Computer Workstation Design on Student Posture. **Journal of Research on Computing in Education**. v. 31, n. 2, p. 173. 1998.

LAPLANE, A. L. F.; BATISTA, C. G.; Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 28, p.209-227, 2008.

LEITE, J. C.; SOUZA, C. S. Uma linguagem de especificação para a engenharia semiótica de interfaces de usuário. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 2., 1999, Campinas. **Atas...** Campinas, 1999.

LOCH, M. V. P. **Convergência entre acessibilidade espacial escolar, pedagogia construtivista e escola inclusiva**. 2007. 269 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

_____. **Acessibilidade na arquitetura de terminais de passageiros no Aeroporto Hercílio Luz**: estudo de caso. 2000. 321 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

_____.; BERNDT, A. Acessibilidade: uma preocupação no ofício de projetar ambientes. **Revista CREA-SC**, v.2, n. 13, jul. 2001.

_____.; KASPER, A.; PEREIRA, V. L. D. V. **Inclusão**: a realidade escolar no município de Florianópolis. Florianópolis, 2007.

MACIEL, R. H. Considerações gerais sobre o trabalho de digitação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.13, n. 50, p.37-40, 1985.

MANTOAN, M. T. E. O direito de ser, sendo diferente na escola. In: RODRIGUES, D. (Org.). **Inclusão e educação**: doze olhares sobre a educação inclusiva. São Paulo: Summus, 2005.

MANUAL DE AVALIAÇÃO MÉDICO PERICIAL EM DOENÇAS OCULAR. Disponível em < www.81.dataprev.gov.br > Acesso 11 jul. 2009.

MANUAL DE LUMINOTÉCNICA DA OSRAM. Disponível em < www.osram.pt >. Acesso em 07 jun. 2009.

MARMION, J. **Como maximizar a legibilidade de um texto**. IBRAU (Instituto Brasileiro de Amigabilidade e Usabilidade), 2006. Disponível em < <http://www.ibrau.com.br/aumentandoalegibilidade.htm> > Acesso em 22 set. 2009.

MARTÍN, M. B. Visão normal. In: MARTÍN, M. B.; BUENO, S. T. **Deficiência visual**: aspectos psicoevolutivos e educativos. São Paulo: Santos, 2003.

MARTINS NETO, J. C.; ROLLEMBERG, R. **Tecnologias Assistivas e a promoção da inclusão social**. Disponível em <http://www.ciape.org.br/artigos/artigo_tecnologia_assistiva_joao_carlos.pdf> Acesso em 22 nov. 2008.

MAYRING, P. **Einführung in die qualitative Sozialforschung**. 5. ed. Weinheim: Beltz, 2002.

MCGINNIS, P. M. **Biomecânica do esporte e do exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MELO, F. R. L. V.; MARTINS, L. A. R. . Acolhendo e atuando com alunos que apresentam paralisia cerebral na classe regular: a organização da escola. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 13, n. 1, p. 111-130, 2007.

MIRANDA, C.; MENGATTO, S. N. F. Redesign de conjunto escolar para a UTFPR: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 14., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2006. Disponível em <http://forumdi.net/forum/files/e_co_trabalho_368.pdf> Acesso em 22 nov. 2008.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As funções do controle postural durante a postura ereta. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 7-15, jan./jun. 2003.

MONTILHA, R. C. I.; et al. Utilização de recursos ópticos e equipamentos por escolares com deficiência visual. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 69, n. 2, p. 207-211, 2006.

MORAES, A. **Ergodesign para trabalho com terminais informatizados**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

MORO, A. R. P. **Análise biomecânica da postura sentada**: uma abordagem ergonômica do mobiliário escolar. 2000. 108 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

_____. Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. **Revista Digital**, Buenos Aires, v. 10. n. 85, jun. 2005. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd85/ergon.htm>>. Acesso em 13 out. 2008.

MOURA, R.; CANALLE, J. B. G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p.238-251, 2001.

NORMA INTERNACIONAL. **Ausili tecnici per persone disabili**. Classificazione em ISO 9999:1998. Disponível em < www.siva.it/ftp/en_iso_9999.zip > Acesso em 05 nov. 2009.

OLIVER, J. **Cuidados com as costas**: um guia para terapeutas. São Paulo: Manole, 1999.

OLIVEIRA, R. A. R. **Direito à inclusão**: uma longa, tortuosa e dura conquista. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 7, n. esp., p. 144-153. jun. 2006. Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/etd/viewarticle.php?id=471>> Acesso em 7 mar. 2008.

OLIVEIRA, C. R.; DUARTE, E.P.; CARVALHO, A.P. Effect of phospholipid digestion and lysophosphatidylcholine on dopamine receptor binding. **Journal of Neurochemistry**, v. 43, p. 455-65, 1984.

OLIVEIRA, A. I.; GAROTTI, M. F.; SÁ, N. M. C. M. Tecnologia de Ensino e Tecnologia Assistiva no ensino de crianças com paralisia cerebral. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v.13, n. 3, p. 243-262, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13_3/cec_vol_13_3_m318309.pdf> Acesso em: 23 jun. 2009.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, de 1948. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/documentos_direitoshumanos.php> Acesso em: 3 ago. 2009.

PAMPLONA, V. F. **Estudo sobre a íris humana para síntese de imagens fotorealísticas**. 2007. 61 f. Trabalho individual. Programa de Pós-Graduação em Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://vitorpamplona.com/deps/papers/2007_UFRGS_TI.pdf> Acesso em: 12 fev. 2009.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Lãs dimensiones humanas em los espacios interiores**: estándares antropométricos. México: G. Gili, 1998.

PARAGUAY, A. I. B. B. Ergonomia: carga de trabalho, fadiga mental. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.15, n. 59, p.39-43, jul./set. 1987.

_____. Da organização do trabalho e seus impactos sobre a saúde dos trabalhadores. In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2003.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Léo Christiano; Brasília: UnB, 1989.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007.

PORTO, E. Corpo-Movimento-Vida: ser "diferente-deficiente". **Revista Corpoconsciência**, Santo André, n. 6, p. 53-68, jul./dez. de 2000.

POSTMAN, N. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Nobel, 1994.

POZZER, C. T. **Fundamentos de cor**. Santa Maria, RS: UFSM, 2008. Disponível em <http://www-usr.inf.ufsm.br/~pozzzer/disciplinas/cg_2_cor.pdf>. Acesso em 12 jan. 2009.

RAMOS, A. **Fisiologia da visão**: um estudo sobre o “ver” e o “enxergar”. Rio de Janeiro, PUC-RJ, 2006. Disponível em <<http://www.users.rdc.puc-rio.br/imagen/site/semiotica/producao/ramos-final.pdf>> Acesso em 12 mar.2009.

REIS, P. F. **Estudo da interface aluno-mobiliário**: a questão antropométrica e biomecânica da postura sentada. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

RHEE, D. J.; PYFER, M. F.; et al. **Manual das doenças oculares do Wills Eye Hospital**: diagnóstico e tratamento emergencial das doenças oculares. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2007.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado**: deficiência Visual. São Paulo: MEC/SEESP, 2007.

SACCO, I. C. N.; et al. **Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital**: estudo de casos. São Paulo: USP, 2003.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SANTOS, B. de S. **Reconhecer para libertar**: os caminhos do cosmopolitanismo multicultural. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

SANTOS, N.; FIALHO, F. A. P. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. Curitiba: Gênese, 1995.

SLACK, N.; et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SASSAKI, R. K. Terminologia sobre deficiência na era da inclusão. **Revista Nacional de Reabilitação**, São Paulo, v. 5, n. 24, p. 6-9, jan./fev. 2002.

SCOTT, A. D. Medidas e prescrições de cadeiras de rodas. In: TROMBLY, C. A. **Terapia ocupacional para a disfunção física**. 2. ed. São Paulo: Santos, 1989.

SILVA, A. C. C. S. ; ADAN, L. F. F. Crescimento em meninos e meninas com puberdade precoce. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 47, n. 4, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/abem/v47n4/a14v47n4.pdf> > Acesso em 14 maio 2009.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

SOUCHARD, E. **Reeducação postural global**: método do campo fechado. São Paulo: Ícone, 1990.

_____. **O stretching global ativo**: a reeducação postural global a serviço do esporte. São Paulo: Manole, 1996.

STERNBERG, R. J.; LUBART, T.I. **The concept of creativity**: prospects and paradigms. Cambridge: University Press UK, 1999.

TEMPORINI, E. R.; KARA-JOSE, N. A perda da visão: estratégias de prevenção. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 67, n. 4, p. 597-601, 2004.

TEIXEIRA, M. F.; et al. Resultados e indicações de ceratoplastias penetrantes realizadas por médicos em treinamento, num país em desenvolvimento. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 64, n. 6, p. 557-561, 2001.

TORQUETTI, A.; ALVIM, G. C. **A Tecnologia Assistiva como recurso para a promoção da autonomia e independência do indivíduo**. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOCIEDADE INCLUSIVA: propostas e ações inclusivas: impasses e avanços, 4., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2006.

VEIZTAN, S. **Visão subnormal**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2000. v. 1.

_____. O papel do oftalmologista numa equipe multidisciplinar para a habilitação de crianças deficientes visuais. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 55, p. 215-217, 1992.

VERDUSSEM, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada no trabalho**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J.C. **Iluminação e arquitetura**. São Paulo: Virtus, 2001.



VIDAL, M. C. **Guia para análise ergonômica do trabalho (AET) na empresa: uma metodologia realista, ordenada e sistemática**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003.

_____. **Ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2002.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica**. São Paulo: FTD; Oboré, 1987.

ZANICHELI, C.; et al. **Reciclagem de lâmpadas: aspectos ambientais e tecnológicos**. 2004. Disponível em: http://www.apliquim.com.br/downloads/lampadas_pucc.pdf >. Acesso em: 20 out. 2008.

APÊNDICE A - Caderno de encargos com recomendações ergonômicas e recursos da tecnologia assistiva: desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão

 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ	<p>CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia
---	--	---



SANDRA MARA SOARES FERREIRA

CERERTA
CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES
ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA
Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão

Este produto foi elaborado para atender aos objetivos do Programa de Mestrado Profissional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em conformidade com os critérios pré-estabelecidos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
PARTE I – ERGONOMIA.....	4
1 CRITÉRIOS ERGONÔMICOS	4
1.1 FLUXOGRAMA PARA RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE PRODUTOS	4
1.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO	5
2 CRITÉRIOS QUE ABRANGEM O MOBILIÁRIO ESCOLAR	6
2.1 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	6
2.2 PRINCÍPIOS PARA APLICAÇÃO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	6
2.3 RECOMENDAÇÕES PARA DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES ANTROPOMÉTRICAS	7
2.4 SUGESTÕES DE DIMENSÕES DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	8
2.5 DEFINIÇÕES PARA O MOBILIÁRIO ESCOLAR	9
2.6 RECOMENDAÇÕES PARA MÓVEIS ESCOLARES – NBR 14006	9
2.7 SUPERFÍCIES DE TRABALHO	10
2.8 RECOMENDAÇÕES PARA A VISUALIZAÇÃO DAS TAREFAS	10
2.9 DIVISÃO DO CAMPO VISUAL	10
2.10 PRINCÍPIOS PARA A SELEÇÃO DE CADEIRAS.....	10
2.11 CONSIDERAÇÕES SOBRE PRANCHA DE APOIO PARA OS PÉS	10
3 CRITÉRIOS PARA ILUMINAÇÃO.....	11
3.1 CATEGORIAS DE ILUMINAÇÃO	11
3.2 QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO	11
3.3 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO.....	11
3.4 AVALIAÇÕES E CONCEITOS PARA AVALIAR A ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE.....	12
3.5 ILUMINÂNCIA E LUMINÂNCIA.....	12
3.6 CONTRASTE SIMULTÂNEO E CONTRASTE SUCESSIVO.....	12
3.7 NÍVEIS DE OFUSCAMENTO.....	13
3.8 RECOMENDAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO ADEQUADA ÀS PESSOAS COM BAIXA VISÃO	13
3.9 NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO RECOMENDADOS PARA AS DIFERENTES PATOLOGIAS.....	13
4 CRITÉRIOS RELATIVOS À COR.....	14
4.1 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA CORE	14
4.2 COR LUZ E COR PIGMENTO	14
4.3 EFEITOS PSICOLÓGICOS DAS CORES	14
4.4 LEGIBILIDADE E VISIBILIDADE DAS CORES	15
4.5 CONTRASTE INDICADO PARA BAIXA VISÃO	15
5 CRITÉRIOS RELATIVOS À LEGIBILIDADE	16
5.1 TIPOS DE LETRAS SERIFADAS E SEM SERIFA.....	16
5.2 EXEMPLOS DA INFLUÊNCIA DA FONTE NA LEGIBILIDADE DO TEXTO	16
PARTE II – TECNOLOGIA ASSISTIVA	17
1 ETAPAS DA AVALIAÇÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA)	17
2 MODELOS CONCEITUAIS QUE EXPLICAM A INCAPACIDADE	17
3 AS CLASSES DA TECNOLOGIA ASSISTIVA	18
4 RECURSOS E SERVIÇOS EM TECNOLOGIA ASSISTIVA	18
5 CATEGORIAS, SERVIÇOS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA	19
6 RECURSOS PARA MAGNIFICAÇÃO OU AMPLIAÇÃO DA IMAGEM PARA BAIXA VISÃO	20
7 CARACTERÍSTICAS, FORMAS DE USO E VANTAGENS DOS RECURSOS ÓPTICOS.....	20
PARTE III - RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR PARA ALUNOS COM BAIXA VISÃO	21
REFERÊNCIAS.....	25

 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ	CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão	 PPGECT Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia
---	---	---

INTRODUÇÃO

O processo de inclusão nas escolas trouxe novos desafios, que extrapolam, muitas vezes, a prática docente. Em virtude das diferenças e da diversidade que hoje se estabelece no contexto escolar, torna-se necessária a adoção de diferentes recursos e serviços, para que a escola possa atender com qualidade, sua demanda escolar, constituindo-se de fato, numa escola inclusiva.

Compete à escola de ensino regular então, prover os auxílios necessários para a inclusão dos alunos que apresentam deficiências. Em algumas realidades, além de materiais didático-pedagógicos adaptados, serviços que suplementem as atividades docentes e professor de acompanhamento específico, muitas vezes as adequações de recursos pedagógicos e do mobiliário escolar são imprescindíveis para o bom desempenho desses alunos em sala de aula.

Observou-se que o mobiliário escolar adotado pelas escolas não está condizente com as reais necessidades de todos os alunos, pois se constituem num padrão, que normalmente atende a média das alturas da demanda escolar.

No caso específico dos alunos com baixa visão e que, em sua decorrência, apresentam uma grande variação postural, as carteiras escolares são inapropriadas, por desconsiderarem as variáveis de faixa-etária e corporais dos alunos, advindas de suas singularidades. Finalmente, alguns recursos poderiam ser acoplados ao mobiliário para ampliar as habilidades visuais dos alunos que apresentam baixa visão.

Com o objetivo de definir e sistematizar os procedimentos a serem adotados na concepção do mobiliário escolar para esse contingente de alunos, consolidando assim o objetivo geral estabelecido por este estudo, elaborou-se o CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA: Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão (Cererta), organizado em três partes.

A primeira parte traz recomendações e subsídios da ergonomia (postura), considerando aspectos antropométricos (dimensões), de iluminação, cor e legibilidade, numa abordagem que analisa a demanda, a atividade e a tarefa.

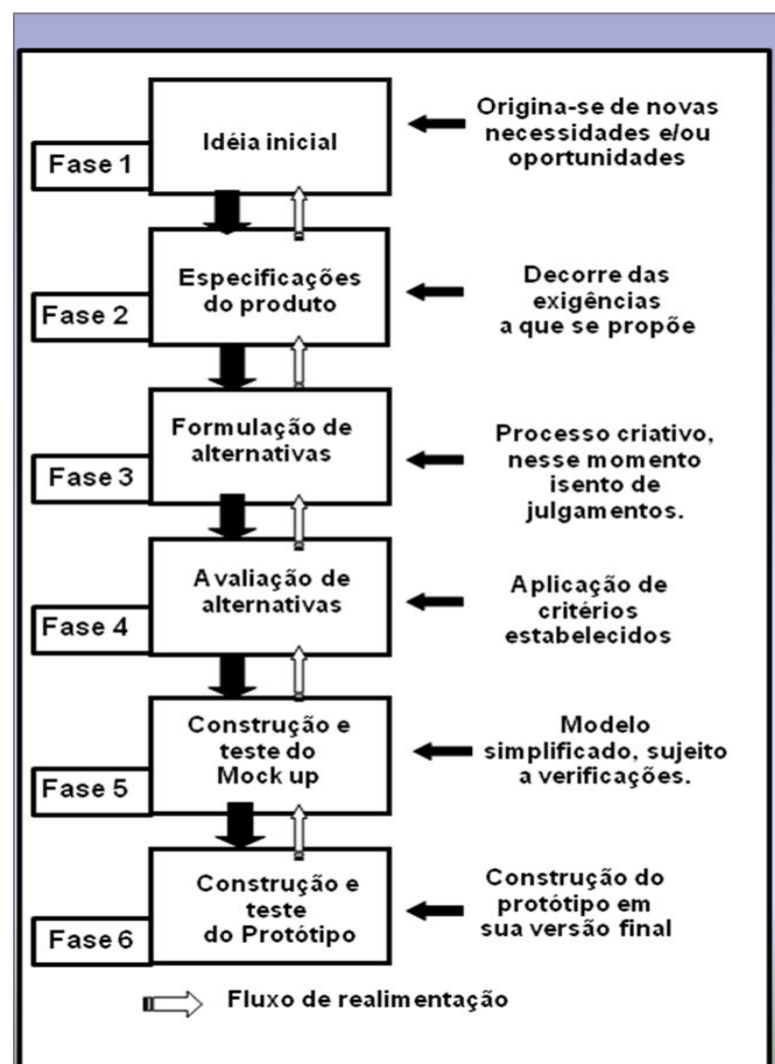
A segunda parte oferece alternativas voltadas para a tecnologia assistiva (TA), a partir da sugestão da adoção e aplicação de recursos que consideram as singularidades e especificidades dos indivíduos com deficiência ou limitações temporárias ou permanentes.

A terceira parte une os aspectos da ergonomia e TA para sugerir algumas especificações para um mobiliário escolar com adequações para alunos com baixa visão.



PARTE I – ERGONOMIA

1. CRITÉRIOS ERGONÔMICOS

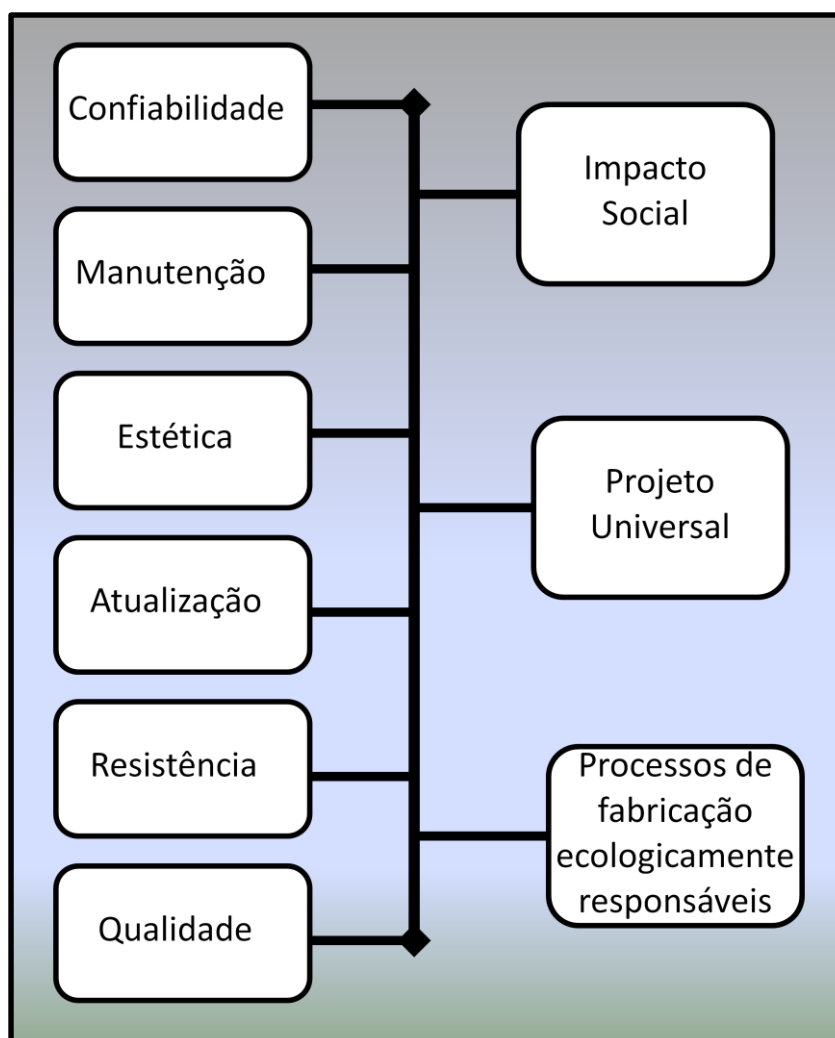
1.1 FLUXOGRAMA PARA RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE PRODUTOS





Fonte: Adaptado de Lida, 2005.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

1.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO



Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

2 CRITÉRIOS QUE ABRANGEM O MOBILIÁRIO ESCOLAR

2.1 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MOBILIÁRIO ESCOLAR



CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MOBILIÁRIO ESCOLAR	CRITÉRIOS PARA AVALIAR A QUALIDADE	
	Usuário	Ergonomia
	Uso	Pedagogia
	Construção	Tecnologia

Fonte: Adaptado de Bergmiller, 1999.

2.2 PRINCÍPIOS PARA APLICAÇÃO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Nº	Princípios para aplicação de dados antropométricos	
1	Projetos para o tipo médio	Considera a média dos valores antropométricos dos usuários
2	Projetos para indivíduos extremos	Acomodar os casos extremos, o maior ou menor, dependendo do fator limitativo do equipamento.
3	Projetos para faixas da população	Medidas ajustáveis para acomodação de seus usuários
4	Projetos para o indivíduo	Projetados especificamente, e, sob medida, para um indivíduo.



Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

2.3 RECOMENDAÇÕES PARA DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES ANTROPOMÉTRICAS

Nº	DIMENSÕES	DEFINIÇÃO
5	Altura sentada	Na posição sentada é a distância vertical que se mede da superfície do assento até a coroa da cabeça
6	Altura dos olhos (pessoa sentada)	É a distância que se mede da linha horizontal dos olhos até a superfície do assento
7	Altura dos ombros (pessoa sentada)	É a distância vertical que se mede da superfície do assento até o ponto equidistante do pescoço e do acrômio.
8	Altura dos cotovelos (pessoa sentada)	É a altura desde superfície do assento até a ponta inferior do cotovelo.
9	Largura entre os cotovelos	É a distância que separa as superfícies laterais dos cotovelos, medidas quando estão dobrados, ligeiramente apoiados ao corpo e com os braços estendidos lateralmente.
10	Espessura das coxas da pessoa sentada	É a medida do assento até a linha horizontal mais alta da coxa da pessoa sentada.
11	Comprimento nádegas/ joelho	É a distância horizontal que se toma da superfície exterior da nádega até a porção frontal da rótula.
12	Comprimento nádegas/popliteal	Medida tomada atrás das nádegas ao longo da coxa até a dobra atrás do joelho.
13	Altura dos joelhos	É a distância vertical do solo até a rótula.
14	Altura popliteal	É a distância vertical que se toma do solo até a zona intermediária posterior da rótula em um indivíduo sentado e com o tronco erguido.
15	Largura dos ombros (bideltóide)	É a distância horizontal máxima que separa os músculos deltóides
16	Largura dos ombros (biacromial)	Medida da linha horizontal do acrômio esquerdo ao direito da pessoa sentada.
17	Largura dos quadris (sentado)	Medida tomada dos quadris na porção mais larga da pessoa sentada.
18	Profundidade do tórax	Medida de linha vertical das costas na altura do mamilo até a linha vertical do mamilo.
19	Profundidade do abdome sentado.	Medida da linha vertical das costas na altura do umbigo até a linha vertical do abdome.
20	Comprimento ombro - cotovelo	Medida da linha horizontal do acrômio até a linha horizontal do braço formando o ângulo de 90° com o antebraço da pessoa sentada.
21	Comprimento cotovelo ponta dos dedos.	Medida do cotovelo com o braço em 90° da pessoa sentada até a ponta distal dos dedos.
22	Comprimento do pé	Medida do calcanhar a parte distal dos dedos com o pé apoiado em uma plataforma horizontal.
23	Largura do pé	Medida da extremidade esquerda a extremidade direita do pé em sua porção mais larga.
24	Ângulo encosto assento.	Medida do ângulo entre o encosto e o assento.



Fonte: Adaptado de Panero e Zelnik, 1998; Kroemer e Grandjean, 2005; Freire, 2008.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

2.4 SUGESTÕES DE DIMENSÕES DO MOBILIÁRIO ESCOLAR

Nº	Sugestões de dimensões do mobiliário escolar (em mm)	
25	Altura da carteira	540 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	330 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	550 x 360 mm
26	Altura da carteira	640 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	370 mm (a partir do assento)
	Assento	400 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas do tampo	560 mm x 400 mm
27	Altura da carteira	640 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	370 mm (a partir do assento)
	Assento	400 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 x 400 mm
28	Altura da carteira	740 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	430 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 x 400 mm
29	Altura da carteira	740 mm (a partir do tampo)
	Medidas da cadeira	490 mm (a partir do assento)
	Assento	380 x 390 x 10 mm
	Altura do assento	460 mm
	Encosto	370 x 190 x 10 mm
	Medidas do tampo	600 mm x 400 mm
30	Altura da carteira	750 mm (altura a partir do tampo)
	Medidas cadeira	450 mm (altura a partir do assento)
	Assento	400 x 380 x 10 mm
	Altura do assento	420 mm
	Encosto	400 x 180 x 10 mm
	Medidas tampo	600 x 400 mm

Fonte: Adaptado pela autora.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

2.5 DEFINIÇÕES PARA O MOBILIÁRIO ESCOLAR

Nº	Definições para o mobiliário escolar	
31	Conjunto aluno	Mobiliário escolar composto por dois elementos independentes, a mesa e a cadeira do aluno; a mesa é constituída de tampo, estrutura e porta-objeto; a cadeira é constituída de assento, encosto e estrutura
32	Medidas antropométricas	Dimensões relativas às características físicas, de massa e de força do ser humano.
33	Aspectos ergonômicos	Critérios essenciais para o conforto, uso e segurança do aluno na relação com o conjunto cadeira e mesa.
34	Carregamento funcional	Ensaio de carregamento aplicado no artigo para causar esforços que simulam aqueles causados pelo seu uso normal.
35	Ensaio de usos indevidos aceitáveis	Ensaio de carregamento aplicado no artigo para simular esforços que podem ocorrer quando este é usado de maneira diferente da proposta.
36	Carregamento estático	Aplicação uniforme e gradual, acima do máximo proposto para resistir, com uma repetição de carregamento em número suficiente de vezes para se ter certeza da resistência estática do artigo.
37	Nível de flexibilidade	Flexibilidade máxima permitida entre o assento e o encosto da cadeira.
38	Carregamento de fadiga	A repetição de carregamento no artigo, de maneira uniforme e gradual, com uma carga igual a que ocorre mais freqüentemente quando em uso normal.
39	Estabilidade	A capacidade de o móvel resistir às forças que favorecem o seu tombamento.
40	Ponto de interseção das linhas de centro dos planos do assento e do encosto	O ponto no qual a linha de centro do plano do assento, a partir da sua borda frontal, intercepta a linha vertical que desce do ponto mais avançado do encosto.

Fonte: Inmetro, 2002.

2.6 RECOMENDAÇÕES PARA MÓVEIS ESCOLARES – NBR 14006

ASSENTOS E MESAS PARA O CONJUNTO ALUNO DE INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS	
Requisitos de acabamento e identificação	Saliências cortantes e perfurantes Respingo de solda Nivelamento dos pés da mesa e da cadeira
Ensaio de resistência mecânica e estabilidade da Cadeira	Carga estática no assento Carga estática no encosto Impacto no assento Impacto no encosto Tombamento frontal e lateral Tombamento para trás
Ensaio de resistência mecânica e estabilidade da Mesa	Carga estática vertical Danos por tombamento Estabilidade
Requisitos para madeira compensada	Qualidade da colagem
Requisitos para pintura e tratamento das partes metálicas	Espessura da camada Aderência da camada

Fonte: NBR 14006, 2008.

2.7 SUPERFÍCIES DE TRABALHO

Nº	Recomendações para superfícies de trabalho	
41	Área de alcance ótimo (olhos)	35 a 45 cm
42	Área de alcance máximo (braços)	55 a 65 cm
43	Dimensão mínima do tampo	45 x 60 cm
44	Altura	74 cm
45	Espessura	3 cm (máximo)
46	Superfície da bancada	5 a 10 cm abaixo da altura dos cotovelos
47	Atividades de leitura	Inclinação de 45°

Fonte: Adaptado de Brandimiller, 1999; Iida, 2000; Kroemer e Grandjean, 2005; Dul e Weerdmeester, 2005.

2.8 RECOMENDAÇÕES PARA A VISUALIZAÇÃO DAS TAREFAS

Nº	Recomendações para a visualização das tarefas	
48	Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: pouco	10 a 30 cm abaixo da altura dos olhos
49	Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: muito	0 a 15 cm acima da altura do cotovelo
50	Uso dos olhos: pouco Uso das mãos e braços: muito	0 a 30 cm acima da altura do cotovelo

Fonte: Adaptado de Dul e Weerdmeester, 2005.

2.9 DIVISÃO DO CAMPO VISUAL

DIVISÃO DO CAMPO VISUAL	
CAMPO VISUAL	ALCANCE DO ÂNGULO VISUAL
Área de visão nítida	1°
Campo de visão média	40°
Campo de visão externa	40° - 70°

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005.

2.10 PRINCÍPIOS PARA A SELEÇÃO DE CADEIRAS



Nº	Princípios para a seleção de cadeiras	
51	Cadeira	Deve adequar-se à função que pretende ocupar
52	Assento	As dimensões antropométricas devem adequar-se ao usuário, permitindo variações de postura.
53	Encosto	Deve auxiliar no relaxamento e bem estar do usuário
54	Mesa	Formar um conjunto harmônico

Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

2.11 CONSIDERAÇÕES SOBRE PRANCHA DE APOIO PARA OS PÉS

Nº	Recomendações para apoio para os pés	
55	Suporte com pequena inclinação	10° a 15°
56	Suporte para maiores distâncias	25°
57	Graduação	Até três posições

Fonte: Adaptado de Brandimiller, 1999.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

3. CRITÉRIOS PARA ILUMINAÇÃO

3.1 CATEGORIAS DE ILUMINAÇÃO

CATEGORIAS DE ILUMINAÇÃO	Iluminação Ruim	Sistema de iluminação com defeitos de qualidade.
	Iluminação Imparcial	Sistema de iluminação sem defeitos de qualidade
	Iluminação Excelente	Sistema de iluminação tecnicamente correto, que estimula os sentidos do observador.

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2007.

3.2 QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO



QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO	Distribuição da Luz:	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação de tarefas e do ambiente. • Integração com a iluminação natural. • Poluição luminosa e luz abusiva.
	Considerações sobre o Ambiente e Local de Tarefa:	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade. • Aparência do local e das luminárias. • Aparência da cor. • Luminância das superfícies do local. • Tremulação da luz. • Ofuscamento direto • Ofuscamento refletido
	Iluminação sobre as Pessoas e Objetos:	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem de feições e objetos. • Características das superfícies. • Pontos de destaque e interesse. • Cintilamento.

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2007.

3.3 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO	
Iluminação geral	Obtém-se pela colocação regular de luminárias em toda a área, garantindo-se um nível uniforme de iluminação sobre o plano horizontal.
Iluminação localizada	Concentra maior intensidade sobre a tarefa, enquanto o ambiente geral recebe menos luz, da ordem de 50% da primeira. Obtém-se pela colocação de luminárias próximas aos locais onde são executadas as tarefas.
Iluminação combinada	A iluminação geral é complementada com focos de luz localizados sobre a tarefa, com intensidade de 3 a 10 vezes superior ao do ambiente geral, principalmente quando a tarefa exige: iluminamento local de 1000 lux; luz dirigida para discriminações específicas; existem obstáculos físicos que dificultam a propagação de iluminação geral.

Fonte: Adaptado de Lida, 2005.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

3.4 AVALIAÇÕES E CONCEITOS PARA AVALIAR A ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE

AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE		
AVALIAÇÕES E CONCEITOS PRELIMINARES	Necessidades Humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade • Tarefa • Conforto visual • Agradabilidade • Saúde e bem-estar • Avaliação estética
	Arquitetura	<ul style="list-style-type: none"> • Forma • Composição • Estilo • Normas técnicas e legislação
	Custos e relação com o Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação • Manutenção • Operação • Consumo de energia • Proteção do ambiente
	Considerações do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Desempenho visual • Conforto visual e agradabilidade • Economia
	Crítérios do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminância • Distribuição de iluminâncias no campo visual • Ofuscamento • Modelagem • Qualidade das cores • Estética do material

Fonte: Adaptado de Barbosa, 2007.

3.5 ILUMINÂNCIA E LUMINÂNCIA

	Descrição
Iluminância	Refere-se à quantidade de luz incidindo sob uma superfície. A luz pode vir do sol, de luminárias ou de qualquer outra fonte.
Luminância	Constitui-se na quantidade de luz refletida ou emitida de uma superfície.



Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005.

3.6 CONTRASTE SIMULTÂNEO E CONTRASTE SUCESSIVO

TIPOS DE CONTRASTE		
	Descrição	Exemplo
Contraste Simultâneo	As cores apresentam sensações de modificação da claridade e da saturação quando na presença de outras cores.	Objetos da mesma cor, sobre fundos diferentes, aparecerão com diferenças de saturação e claridade. Uma cor ao lado de outra mais escura, parecerá mais clara do que realmente é.
Contraste Sucessivo	Deve-se à memória visual que se mantém por alguns segundos. Quando o olho é deslocado, após olhar fixamente para uma determinada cor, ela retém a cor complementar do objeto fixado.	Um objeto vermelho é fixado durante algum tempo e depois de deslocar-se os olhos para uma superfície branca, será conservada a imagem do objeto na sua cor complementar, a verde-azul.

Fonte: Adaptado de Lida, 2000.

3.7 NÍVEIS DE OFUSCAMENTO

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

NÍVEIS DE OFUSCAMENTO	OCORRÊNCIAS
Relativo	Excessivos contrastes de claridade entre diferentes partes do campo visual.
Absoluto	Não há adaptação devido ao excesso de luminosidade.
Adaptativo	Efeito temporário durante o período de adaptação à luz.






Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005.

3.8 RECOMENDAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO ADEQUADA ÀS PESSOAS COM BAIXA VISÃO



ILUMINAÇÃO ADEQUADA DO AMBIENTE PARA PESSOAS COM BAIXA VISÃO	
Recomendações	A luz deve ser projetada por trás ou ao lado da cabeça do usuário.
	A maior intensidade de luz deve estar sobre o material. Se necessário, fazer uso de luminárias que se adequem às diferentes situações
	Condições ideais de luz artificial proporcionam luz difusa em todos os ângulos, com maior intensidade diretamente sobre a tarefa a ser realizada.
	Intensidade de iluminação apropriada, adequando os reflexos.
	Ofuscamentos devem ser evitados, porque reduzem o contraste e causam cansaço.
	Dispositivos podem ser utilizados para controle da iluminação.
	Observar a quantidade e a qualidade de luz, bem como sua distribuição.
	Contrastes adequados otimizam a função visual.
	Padrão e direção de sombras viabilizam o reconhecimento das formas que compõem e delimitam o espaço.

Fonte: Adaptado de Blanco, 2007.

3.9 NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO RECOMENDADOS PARA AS DIFERENTES PATOLOGIAS

PATOLOGIA	NÍVEL DE ILUMINAÇÃO	
	Muita iluminação	Pouca iluminação
Catarata Toxoplasmose Conjuntivite Gonocócica Retinopatia da Prematuridade		
Retinose Pigmentar Coloboma da Retina Glaucoma Coreorritinite Atrofia do Nervo Óptico Degeneração macular		
Albinismo Anrídia Acromotopsia		
Legenda: Neste quadro compreende-se:  Luminosidade intensa  Baixa luminosidade		

Fonte: Adaptado de Blanco, 2007.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

4 CRITÉRIOS RELATIVOS À COR

4.1 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA COR

ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA COR	
Matiz (Hue)	Característica que define e distingue uma cor. Vermelho, verde ou azul, por exemplo, são matizes.
Intensidade (Saturação)	Um matiz de intensidade alta ou forte é vívido e saturado, enquanto o de intensidade baixa ou fraca caracteriza cores fracas ou "pastel".
Valor (Brilho)	Refere-se à maior ou menor quantidade de luz presente na cor. Varia acrescentando branco ou preto.

Fonte: Adaptado de Leite, 2007.

4.2 COR LUZ E COR PIGMENTO



COR LUZ E COR PIGMENTO	
Cor Luz	As cores primárias são o vermelho, verde e azul.
Cor Pigmento	As cores primárias são o ciano, magenta e amarelo.

Fonte: Adaptado pela autora.





















4.3 EFEITOS PSICOLÓGICOS DAS CORES

CORES	EFEITO DE DISTÂNCIA	EFEITO DE TEMPERATURA	DISPOSIÇÃO PSÍQUICA
AZUL	Distante	Frio	Tranquilizante
VERDE	Distante	Frio a Neutro	Muito Tranquilizante
VERMELHO	Próximo	Quente	Muito Irritante e Intranquilizante
LARANJA	Muito Próximo	Muito Quente	Estimulante
AMARELO	Próximo	Muito Quente	Estimulante
MARROM	Muito Próximo	Neutro	Tranquilizante
VIOLETA	Muito Próximo	Frio	Agressivo, Intranquilizante, Desestimulante.

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean, 2005; Freire, 2008.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

4.4 LEGIBILIDADE E VISIBILIDADE DAS CORES

LEGIBILIDADE E VISIBILIDADE DAS CORES			
1.	Azul sobre o branco		
2.	Preto sobre o amarelo		
3.	Verde sobre o branco		
4.	Preto sobre o branco		
5.	Verde sobre o vermelho		
6.	Vermelho sobre o amarelo		
7.	Vermelho sobre o branco		
8.	Laranja sobre o preto		
9.	Preto sobre o magenta		
10.	Laranja sobre o branco		

Fonte: Adaptado de Iida, 2005.

4.5 CONTRASTE INDICADO PARA BAIXA VISÃO



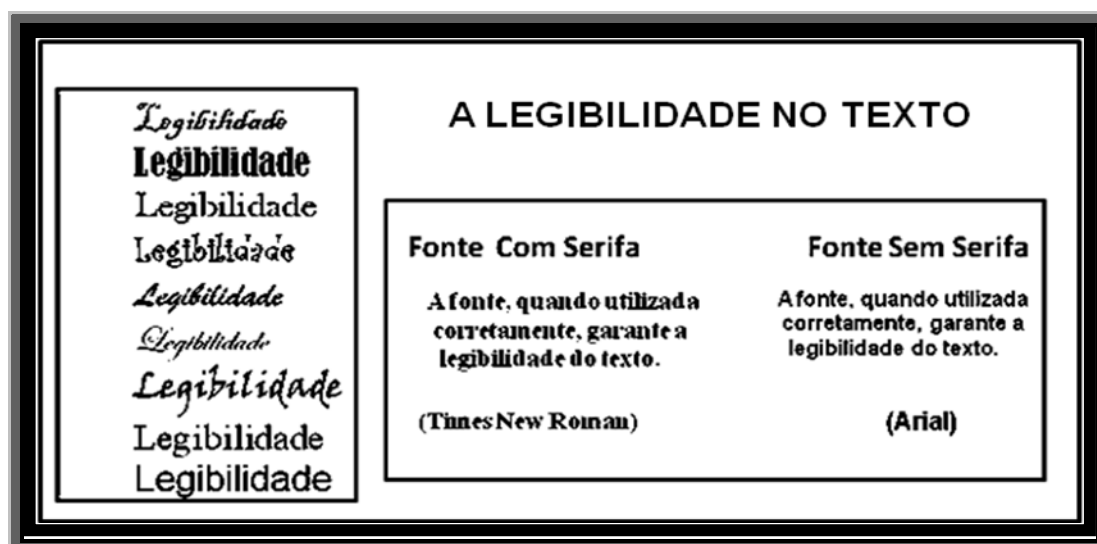
Fonte: Autoria própria.

5 CRITÉRIOS RELATIVOS À LEGIBILIDADE

5.1 TIPOS DE LETRAS SERIFADAS E SEM SERIFA

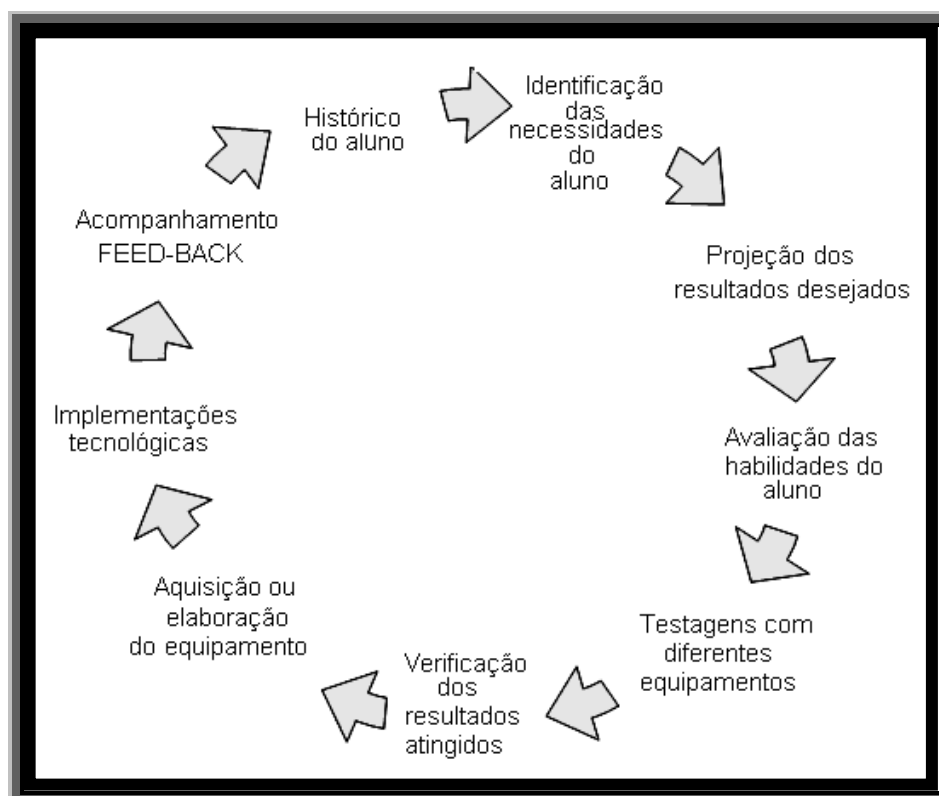


5.2 EXEMPLOS DA INFLUÊNCIA DA FONTE NA LEGIBILIDADE DO TEXTO



PARTE II – TECNOLOGIA ASSISTIVA

1 ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA)





Fonte: Adaptado a partir do modelo de Center on Disabilities da California State University de Northridge, 2006.

2 MODELOS CONCEITUAIS QUE EXPLICAM A INCAPACIDADE

MODELOS CONCEITUAIS	
Modelo Médico	Considera a incapacidade como um problema da pessoa, causado diretamente pela doença, trauma ou outro problema de saúde, que requer assistência médica sob a forma de tratamento individual por profissionais. Os cuidados em relação à incapacidade têm por objetivo a cura ou a adaptação do indivíduo e mudança de comportamento.
Modelo Social	Considera a incapacidade um problema criado pela sociedade, como uma questão de integração plena do indivíduo na sociedade, que requer mudanças sociais que, a nível político, se transformam numa questão de direitos humanos.
Abordagem Biopsicossocial	Para se obter a integração das várias perspectivas de funcionalidade é utilizada uma abordagem "biopsicossocial", onde se busca a síntese biológica, individual e social.

Fonte: Adaptado de Bersch e Tonolli, 2006

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

3 AS CLASSES DA TECNOLOGIA ASSISTIVA



Classe 03	Ajudas para terapia e treinamento
Classe 06	Órteses e próteses
Classe 09	Ajudas para segurança e proteção pessoal
Classe 12	Ajudas para mobilidade pessoal
Classe 15	Ajudas para atividades domésticas
Classe 18	Mobiliário e adaptações para residências e outros móveis
Classe 21	Ajudas para comunicação, informação e sinalização
Classe 24	Ajudas para manejo de bens e produtos
Classe 27	Ajudas e equipamentos para melhorar o ambiente, maquinaria e ferramentas
Classe 30	Ajudas para o lazer e tempo livre

Fonte: Adaptado de Martins Neto e Rollemberg (2005)

4 RECURSOS E SERVIÇOS EM TECNOLOGIA ASSISTIVA

RECURSOS E SERVIÇOS EM TA	
Recursos	Variam de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Incluem-se brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente.
Serviços	Normalmente transdisciplinares, são do âmbito profissional e visam selecionar, obter, utilizar, treinar ou avaliar um instrumento.



Fonte: Adaptado de Bersch, 2006.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

5 CATEGORIAS, SERVIÇOS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA

CATEGORIAS DE TA	PARA QUE SE DESTINAM	RECURSOS
Auxílios para a vida diária	Materiais e produtos para auxílio em tarefas básicas rotineiras, favorecendo a autonomia.	Utensílios e suportes adaptados: talheres, escovas dentais e de cabelo, utensílios domésticos, canetas modificadas, etc.
Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA)	Permitem a comunicação expressiva e/ou receptiva das pessoas sem fala ou com limitações da mesma.	Aparelhos eletrônicos, pranchas específicas de comunicação com a simbologia apropriada, vocalizador portátil ou com varredura e softwares específicos.
Recursos de acessibilidade ao computador	Auxílios alternativos de acesso e uso dos recursos de informática e/ou tecnológicos.	Programas de síntese de voz, sistema braile, ponteiros de cabeça ou de luz, acionadores e softwares para reconhecimento de voz, etc...
Sistemas de controle de ambiente	Permitem que as pessoas com limitações motoras controlem remotamente aparelhos eletro-eletrônicos, acionem sistemas de segurança, etc.	Sistemas eletrônicos de alta tecnologia, acionadores de pressão, de sopro, de piscar os olhos, por comando de voz, controle remotos, etc.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Adaptações e modificações estruturais e/ou reformas que permitam melhor locomoção das pessoas com alguma limitação ou comprometimento.	Rampas, corrimões, elevadores, adaptações em banheiros, recursos de sinalização, portas mais largas, etc.
Próteses, órteses e adequação postural	Troca ou ajuste de partes do corpo com funcionamento comprometido. Adaptações para cadeiras de rodas ou outro sistema que permita conforto e distribuição adequada da pressão na superfície da pele.	Membros artificiais, recursos ortopédicos, talas, apoios, protéticos para auxiliar nos déficits ou limitações cognitivas (como gravadores de fita magnética ou digital, e que funcionam como lembretes instantâneos), almofadas, assentos e encostos anatômicos, posicionadores e contentores, suporte e posicionamento de tronco, cabeça, membros.
Auxílios para cegos ou visão sob normal.	Auxílios que otimizem o resíduo visual ou auxiliem e orientem a ausência de visão	Auxílios ópticos e não ópticos; softwares específicos, livros falados, grandes telas de impressão, etc.
Auxílios para surdos e com déficit auditivo.	Acessórios que possibilitam uma pessoa com surdez ou deficiência auditiva viver com autonomia.	Aparelhos para surdez, telefones com teclado, sistema com alerta tátil-visual, entre outros. Auxílios que incluem vários equipamentos (infravermelho FM).
Adaptação em veículos	Acessórios que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel.	Facilitadores de embarque e desembarque, adaptações em alguns dispositivos do carro como freio e embreagem.

Fonte: Adaptado de Freire, 2007.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

6 RECURSOS PARA MAGNIFICAÇÃO OU AMPLIAÇÃO DA IMAGEM PARA BAIXA VISÃO



Recursos Auxiliadores	
Para perto	Lupas de apoio, lupas manuais, óculos com adições especiais e tele-microscópios.
Para longe	Os sistemas telescópicos, que podem ser monolulares ou binoculares.
Sistemas de vídeo-magnificação	Também conhecidos como CCTV (closed circuit television), ampliam a imagem projetada através da tela da televisão.

Fonte: Adaptado de Bonatti, 2006.

7 CARACTERÍSTICAS, FORMAS DE USO E VANTAGENS DOS RECURSOS ÓPTICOS

Recursos Ópticos			
Tipos de auxílio	Características	Formas de uso/ Indicações	Vantagens
Óculos de aumento	Lentes mais fortes que os óculos comuns, especialmente desenvolvidas para a baixa visão.	Atividades que exigem visão aproximada, como leitura de um livro.	Deixam as mãos livres para segurar ou manipular qualquer material.
Lupas manuais	São os auxílios ópticos para perto mais populares e podem ser encontrados em diversos tamanhos, potências e modelos.	São indicados para pacientes que apresentam alterações de campo visual, em especial no glaucoma.	Permitem que a pessoa segure o material impresso numa distância normal.
Lupas de apoio	São utilizadas em conjunto com óculos de correção para perto.	Ficam apoiadas sobre o objeto a ser enxergado e	Algumas lupas têm fonte de iluminação própria.
Tele-lupas	São utilizadas para aumentar a imagem a distância.	Elas podem ser seguradas com as mãos ou nos próprios óculos.	Auxiliam a criança a enxergar no quadro negro, por exemplo.
Circuito fechado de televisão	Produz uma imagem aumentada na tela da televisão, com aumento de contraste regulável.	Esse recurso eletrônico permite que o material de leitura seja projetado num monitor especial, aumentando o contraste e o tamanho da letra.	Mais fácil e menos cansativo de ser utilizado em relação aos outros aparelhos.

Fonte: Adaptado pela autora.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

PARTE III - RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR PARA ALUNOS COM BAIXA VISÃO

Pela especificidade e caracterização dos sujeitos em questão, optou-se por uma abordagem descritiva nesta etapa. Para o desenvolvimento de um conjunto escolar, que atenda a uma demanda específica de usuários com baixa visão, alguns atributos são considerados essenciais, como a confiabilidade, a estética, a resistência, a qualidade e a adequação ao fim que se destina. Além disso, deve manter o princípio do desenho universal.

Na concepção de um produto, suas especificações precisam estar calcadas na formulação e avaliação de alternativas que considerem a realidade e o contexto específico de sua demanda. Para isso, a construção de um modelo simplificado, que esteja sujeito a testes e re-elaborações é imprescindível para se alcançar o modelo considerado ideal.



Quando se trata de um mobiliário a ser desenvolvido com fins educacionais, a união entre a ergonomia, a tecnologia e a pedagogia é elementar. Há que se considerar simultaneamente o usuário, o uso e as formas de se adequar os critérios necessários sem perder a qualidade.

As dimensões antropométricas relativas às características físicas, de massa e de força dos usuários e a definição da tarefa são fatores importantes para que se estabeleçam os critérios de conforto, uso e segurança cadeira e mesa.

Desse modo, como há a intenção em projetar-se um mobiliário para uma demanda específica, as dimensões devem ser ajustáveis para acomodar as necessidades de seus usuários, mantendo o nível de flexibilidade e estabilidade.

Um mobiliário escolar é normalmente composto por dois elementos independentes: a mesa e a cadeira do aluno. Essa composição facilita os ajustes corporais e permite melhor adequação postural.

A mesa constitui-se de tampo, estrutura e porta-livros; a cadeira é constituída de estrutura, assento e encosto. Esse padrão estabelecido desconsidera as especificidades dos alunos com baixa visão, que necessitam de alguns recursos suplementares para atendimento de suas singularidades.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

Observou-se que os usuários com baixa visão estabelecem o conforto visual a partir da superfície inclinada, por adequarem a postura corporal ao ajuste da zona de visão, entre 10 e 15 cm abaixo da área dos olhos.

Além disso, a superfície inclinada é indicada para as atividades que exigem um acompanhamento visual contínuo, quando se dá a aproximação da tarefa a ser realizada e do foco visual.

O tampo da superfície inclinada não deve ultrapassar a espessura de 3 cm para que não onere o peso e a estabilidade do mobiliário. Deve contar com uma de uma borda de amparo para apoio e estabilidade de livros e cadernos durante a realização das atividades de leitura.

Pelas singularidades visuais apresentadas pelos usuários, propõe-se que além da inclinação, a superfície seja imantada, para que seja possível a fixação de recursos auxiliares utilizados no processo ensino-aprendizagem, como fichas, cartões com atividades ou materiais pedagógicos magnetizáveis.



Com enfoque na facilidade de manuseio, compatibilidades de movimento e demais itens de conforto e segurança, a superfície imantada contribui também para que, com a fixação do material pedagógico utilizado, os usuários com baixa visão possam manter o foco do objeto que estão manuseando, sem que este deslize do declive da carteira.

Entretanto, não é indicada uma superfície inclinada de forma fixa, já que no ambiente de aprendizagem, há variações de estratégias e intervenções pedagógicas e em alguns momentos a superfície plana é a mais indicada.

Dessa forma, torna-se necessária a graduação da inclinação da superfície, em pelo menos três níveis. Há também a necessidade de fixação de uma trava de segurança, para que o tampo não seja projetado para frente e mantenha a total estabilidade durante o uso.

Recomenda-se um cuidado especial para os bordos frontais do tampo, que devem ser arredondados e sem ângulos vivos, para que não haja compressão do antebraço do usuário pela quina. Qualquer saliência cortante ou perfurante deve ser extinta.

Embora algumas cores permitam maior legibilidade e visibilidade, o melhor contraste para indivíduos com baixa visão é o branco e preto. Para assegurar o melhor contraste, a sugestão é que a superfície seja produzida na cor branca

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

fosca, uma vez que a recomendação para a produção dos materiais pedagógicos consiste em que sejam utilizadas letras e números sem serifas, na cor preta, sobre a superfície, principalmente quando se tratar da fase de alfabetização, nos anos iniciais.

As dimensões da bancada de trabalho para usuários com baixa visão devem basear-se no bom senso. A altura considerada padrão de 74 cm pode ser mantida, mas as dimensões do tampo de 45 x 60 cm podem ser ampliadas, pois essa demanda de alunos normalmente utiliza cadernos com pautas ampliadas e destacadas e as atividades são organizadas (uma atividade por folha) em folhas no padrão A3.



No quesito iluminação, deve-se ponderar que a diversidade que envolve o universo da deficiência visual é imensa e que nem todos os alunos que apresentam baixa visão necessitam de iluminação na mesma intensidade. Pelo contrário, assim como em alguns casos, é recomendável iluminação intensa; em outros a iluminação precisa ser moderada ou reduzida, até mesmo com a utilização de anteparos entre a fonte de brilho e os olhos, reduzindo a reflexão excessiva da luz em ambiente externo.

De qualquer maneira, a distribuição deve abranger toda a área de execução das tarefas e do ambiente, integrando a luz natural com a luz direcionada à tarefa. Qualquer luminosidade excessiva deve ser evitada.

A adequação da luz evita o ofuscamento direto ou ofuscamento refletido, bem como a tremulação. Pode ser necessário o auxílio de uma luminária, para focalizar o material de leitura, preferencialmente com luz difusa.

Um sistema de iluminação tecnicamente correto estimulará os sentidos do usuário. A luminária concentrará maior intensidade sobre a tarefa, proporcionando melhor visibilidade e conforto visual à tarefa e consequente agradabilidade e bem-estar.

Sugere-se então, a instalação de uma luminária, em compartimento próprio ou protegida por capa retrátil, pois não será em todos os momentos que o usuário estará fazendo uso deste recurso. Em momentos mais descontraídos em que estiver utilizando jogos ou materiais de encaixe, por exemplo, o recurso estará protegido, e o usuário também.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---



Como os usuários com baixa visão contam com dispositivos prescritos por oftalmologistas para melhorar a eficiência visual pela magnificação ou ampliação da imagem, observou-se a necessidade de um compartimento fechado para salvaguardar os recursos auxiliares ópticos e/ou não ópticos, como lupas de apoio ou manuais, tele-lupas monoculares ou binoculares, lanternas, etc.

Nesse caso, o recurso mais adequado seria uma gaveta, disposta lateralmente, uma vez que os usuários costumam manter uma grande aproximação frontal do mobiliário.

As variações antropométricas dos usuários do mobiliário escolar justificam a proposição de uma plataforma de apoio, cujo suporte apresente inclinação e posição alternativa entre 10° e 15°, e graduação de posições. Esse requisito melhorará o conforto das pernas, oferecendo segurança e estabilidade durante a realização das atividades em sala de aula.

Todas as recomendações mencionadas partiram da observação reiterada de alunos com baixa visão em situações de aprendizagem na escola regular.

Considera-se que os recursos indicados auxiliarão os alunos com baixa visão no desenvolvimento de suas atividades rotineiras em sala de aula, favorecendo-lhes a independência e autonomia.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14006: **Móveis escolares** – Assentos e mesas para instituições educacionais – classes e dimensões. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 1997.

BARBOSA, L. A. G. **Iluminação de museus, galerias e objetos de arte**, 2007. Disponível em <www.iar.unicamp.br/> Acesso em 28 set. 2008.

BERGMILLER, K. H.; et al. **Ensino fundamental**: mobiliário escolar. Brasília: FUNDESCOLA/MEC, 1999.

_____. **O que é Tecnologia Assistiva?** Disponível em <www.assistiva.com.br> Acesso em 25 nov.2009.

_____. **Tecnologia Assistiva e educação inclusiva**. In: ENSAIOS Pedagógicos. Brasília: SEESP/MEC, 2006.



_____.; TONOLLI, J. **Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: CEDI, 2007. Disponível em: <www.cedionline.com.br/ta.html>. Acesso em 04 abr. 2009.

BLANCO, M. A. **O conforto luminoso como fator de inclusão escolar do portador de baixa visão nas escolas públicas regulares do Distrito Federal**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). - Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

BONATTI, F. A. S. Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão subnormal. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 69, n.2, p. 221-226, 2006.

_____. Avaliação de pacientes utilizando equipamento inovador de auxílio à visão subnormal. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 71, n. 3, p. 385-388, 2008.

BRANDIMILLER, P. **O corpo no trabalho**: guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores. São Paulo: SENAC, 1999.

	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	
---	--	---

CENTER ON DISABILITIES. **Proceedings...** Assistive Tchnology Applications Certificate Program (ATACP). Los Angeles: California State University Northridge, 2006.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

FREIRE, G. M. **Recomendações para o desenvolvimento de cadeiras, a partir de uma análise ergonômica**: arremesso do peso nos jogos Panamericanos 2007. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008. Disponível em:
<http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/dissertacoes/contador/80.php> Acesso em 5 nov. 2009.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.



INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) Disponível em www.inmetro.gov.br Acesso em 28 mar. 2009.

KROEMER, K. H. E. e GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LEITE, J. C.; SOUZA, C. S. Uma linguagem de especificação para a engenharia semiótica de interfaces de usuário. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 2., 1999, Campinas. **Atas...** Campinas, 1999.

MARMION, J. **Como maximizar a legibilidade de um texto**. IBRAU (Instituto Brasileiro de Amigabilidade e Usabilidade), 2006. Disponível em
<http://www.ibrau.com.br/aumentandoalegibilidade.htm> Acesso em 22 set. 2009.

MARTINS NETO, J. C.; ROLLEMBERG, R. **Tecnologias Assistivas e a promoção da inclusão social**. Disponível em
http://www.ciape.org.br/artigos/artigo_tecnologia_assistiva_joao_carlos.pdf
 Acesso em 22 nov. 2008.

 <p>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</p>	<p style="text-align: center;">CERERTA CADERNO DE ENCARGOS COM RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS E RECURSOS DA TECNOLOGIA ASSISTIVA Desenvolvimento de mobiliário escolar para alunos com baixa visão</p>	 <p>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia</p>
---	--	--

MOURA, R.; CANALLE, J. B. G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias.
Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 23, n. 2, p.238-251, 2001.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Lãs dimenciones humanas em los espacios interiores:**
 estándares antropométricos. México: G. Gili, 1998.

