

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

REGINA MARIA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE ERGONOMICO ENQUANTO
ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA APRENDIZAGEM DA
DISCIPLINA DE MATEMÁTICA APLICADA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FLORIANÓPOLIS
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

REGINA MARIA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE ERGONOMICO ENQUANTO
ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA APRENDIZAGEM DA
DISCIPLINA DE MATEMÁTICA APLICADA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FLORIANÓPOLIS
2008

REGINA MARIA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE ERGONOMICO ENQUANTO
ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA APRENDIZAGEM DA
DISCIPLINA DE MATEMÁTICA APLICADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Eugenio A. D. Merino, Dr.

FLORIANÓPOLIS
2008

REGINA MARIA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE ERGONOMICO ENQUANTO
ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA APRENDIZAGEM DA
DISCIPLINA DE MATEMÁTICA APLICADA**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.
Coordenador do PPGE

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eugenio A. D. Merino
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Antonio Carlos de Souza, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC

Profa. Dra. Eliete Ourives
Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC

Prof. Dr. Luiz Fernando Gonçalves F.
Universidade Federal de Santa Catarina
UFSC

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Wilson Conceição Machado (*in memoriam*) pelo exemplo e incentivo;

À minha mãe Aidê de L. V. Machado pelo apoio nos momentos mais difíceis;

Aos meus filhos, Isabella Machado Nunes e Lucas Machado Nunes pela paciência, amor e compreensão que demonstraram durante esta etapa em minha vida;

Em especial, ao Professor Dr. Eugênio Andrés Días Merino pela dedicação no trabalho de orientação;

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção;

Aos colegas e amigos que muito contribuíram para a realização deste trabalho;

À Fatec Internacional pelo apoio irrestrito para a realização da pesquisa.

RESUMO

MACHADO, REGINA. **A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE ERGONÔMICO ENQUANTO ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA APLICADA.** Florianópolis. 2008. Dissertação (Mestre em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

O objetivo da pesquisa é verificar se a utilização do ambiente ergonômico, onde as condições ambientais são adequadas, interfere na aprendizagem da matemática aplicada, para o aluno do curso superior em tecnologia da Fatec Internacional. A pesquisa é um estudo de caso. A primeira parte da pesquisa é uma revisão bibliográfica para o referencial teórico, enfocando conceitos de ergonomia e de aprendizagem da matemática aplicada e do ensino tecnológico. A segunda parte, o estudo de caso, teve como objetivos específicos realizar entrevista para identificar a influência do ruído no desempenho dos alunos com dificuldade no aprendizado da matemática aplicada, e a medição do grau de ruído da sala de aula, complementado com um levantamento do nível de pressão sonora; e utilizar o ambiente ergonômico para o desenvolvimento de atividades de apoio a esse aluno. Foi realizado um roteiro de entrevistas de apoio psicopedagógico para obtenção de dados quanto à influência do ruído no desempenho dos alunos. Constatou-se que a maioria dos entrevistados alegou como uma das causas do mau desempenho, o ruído com origem em fontes externas, tráfego de veículos e pedestres na rua em frente à sala de aula, e internas, como a conversação entre os colegas. Foi montada uma sala ambientada para que os alunos com queixas de dificuldades na aprendizagem tivessem aulas individualizadas com um professor-tutor especialista na área, e encontros de apoio psicopedagógico. Houve então a comparação do desempenho dos alunos que foram expostos à sala de aula normal e à sala de aula ambientada. Como resultado, constatou-se, ao final de três meses, que houve sensível melhora no desempenho dos alunos que participaram da pesquisa, permitindo concluir que um ambiente que considere os aspectos ergonômicos, interfere positivamente na realização de atividades, neste caso específico, a aprendizagem.

Palavras-chave: Ambiente Físico, Aprendizagem, Ergonomia; Ruído.

ABSTRACT

MACHADO, REGINA. THE UTILIZATION OF AN ERGONOMIC ENVIRONMENT AS A FACILITATING STRATEGY FOR THE LEARNING OF APPLIED MATHEMATICS. Florianópolis. 2008. Dissertação (Mestre em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

The objective of the research is to verify if the utilization of an ergonomic environment, where environmental conditions are adequate, interferes on the learning of applied mathematics, for undergraduate students of technology. The research is a case study. The first part of the research is a bibliographical review for theoretic referential, focusing on the concepts of ergonomics, learning applied mathematics and technology education. The second part, the case study, had as its specific objectives to conduct an interview in order to identify the influence of noise on the performance of students with difficulties of learning applied mathematics, and the measurement of the degree of noise in the classroom, complemented with a raise of the sound pressure level; and using the ergonomic environment for the development of support activities with such students. A script for the interviews with psychopedagogical support was created for the achievement of data regarding the probable causes of these students weak performance. It was found that the majority of the interviewee claimed, as one of the causes for the weak performance, the noise coming from external sources, traffic of vehicles and pedestrians on the street in front of the classroom, and internal sources, such as conversations among their colleagues. An acclimatized classroom was assembled in order to give individualized classes for the students with complaints of learning difficulties, with a tutor-teacher which was an expert of the field, and psychopedagogical support meetings. As a result, it was observed that, at the end of three months, there was a reasonable improvement on the performance of the participating on the research, thus allowing the conclusion that an environment which takes consideration the ergonomic aspects favorably interferes on the conduction of activities, in this case, learning.

Keywords: Ergonomics; Learning; Noise; Physical Environment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	91
FIGURA 2. ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL DA SALA ERGONOMICA.....	92
FIGURA 3. VENTILADOR DE TETO	93
FIGURA 4. MOBILIÁRIO: MESA, CADEIRAS E QUADRO DE GIZ	94
FIGURA 5. MOBILIÁRIO: MESA E CADEIRAS	95

LISTA DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

GRÁFICO 1. MEDIÇÃO DE RUÍDO EM SALA DE AULA NORMAL EM dB	88
GRÁFICO 2. MEDIÇÃO DE RUÍDOS, SALA AMBIENTADA EM dB.	89
GRÁFICO 3. DESEMPENHO ANTERIOR E ATUAL DOS ACADÊMICOS	104
QUADRO 1. TIPOS DE ILUMINAÇÃO	46
QUADRO 2. ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS – SALA DE AULA	54
QUADRO 3. DIMENSÕES DE MESAS, NBR 14006/2003	95
QUADRO 4. DIMENSÕES DE CADEIRAS, NBR 14006/2003	95
TABELA 1. MEDIÇÃO DO RUÍDO COM O DECIBELÍMETRO EM SALA DE AULA NORMAL em dB.	88
TABELA 2. MEDIÇÃO DO RUÍDO COM O DECIBELÍMETRO NA SALA AMBIENTADA EM dB.	89

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS	7
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTO DO TEMA DE PESQUISA	11
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Formulação do Problema	13
1.2.2 Justificativa	13
1.2.3 Objetivo Geral.....	14
1.2.4 Objetivos Específicos	14
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	15
1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A ERGONOMIA.....	17
2.2 DEFINIÇÃO DE ERGONOMIA	24
2.3 ERGONOMIA FÍSICA, COGNITIVA E ORGANIZACIONAL	28
2.3.1 Ergonomia Física	29
2.3.2 Ergonomia Cognitiva	31
2.3.3 Ergonomia Organizacional	35
2.4 FATORES ERGONÔMICOS	37
2.4.1 Ruído	39
2.4.2 Iluminação	44
2.4.3 Ambiente Físico	49

2.4.3.1 Mobiliário	54
2.5 APRENDIZAGEM	60
2.5.1 Estratégias de Aprendizagem	63
2.5.2 Dificuldade de Aprendizagem	65
2.5.3 Matemática Aplicada no Ensino Superior	68
2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO TECNOLÓGICO	79
3 METODOLOGIA	85
3.1 PROCEDIMENTOS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PRÁTICOS	86
3.2 SALA NORMAL E SALA AMBIENTADA	87
3.2.1 Sala de Aula Normal.....	88
3.2.2 Sala de Aula Ambientada	89
3.3 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS	96
3.3.1 CASO 1	96
3.3.1.1 Plano de ação.....	97
3.3.1.2 Resultados obtidos	97
3.3.2 CASO 2	97
3.3.2.1 Plano de ação.....	98
3.3.2.2 Resultados obtidos	98
3.3.3 CASO 3	99
3.3.3.1 Plano de ação.....	99
3.3.3.2 Resultados Obtidos	100
3.3.4 CASO 4	100
3.3.4.1 Plano de Ação	101
3.3.4.2 Resultados Obtidos	101
3.3.5 CASO 5	101

3.3.5.1 Plano de Ação	92
3.3.5.2 Resultados Obtidos	102
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE	113

1 INTRODUÇÃO

A área de concentração desta pesquisa é a Ergonomia, segundo os seus pressupostos, a influência do excesso de ruídos, no ambiente pode ocasionar nos indivíduos um estresse físico e mental, o que poderia ser prejudicial para o estabelecimento de um estado adequado de atenção e concentração na realização das tarefas. Analisar o grau de interferência que o ruído provoca na assimilação da aprendizagem da disciplina da Matemática Aplicada, para os alunos do Ensino Superior Tecnológico é o foco principal desta pesquisa.

No ensino superior a disciplina de Matemática aplicada é percebida como sendo uma área que requer um grau considerável de atenção e concentração dos alunos, pois envolvem cálculos e fórmulas que exigem um grau significativo de abstração. Compreender quais são os fatores presentes no ambiente que interferem no processo de aprendizagem, é o que se pretende com este trabalho.

Portanto para que se possa perceber a interferência das condições ambientais no processo de aprendizagem dos alunos, propõe-se a utilização de um ambiente ergonômico, para analisar se condições ambientais adequadas, podem favorecer o desempenho acadêmico dos mesmos, na disciplina em questão.

1.1 CONTEXTO DO TEMA DE PESQUISA

Esta pesquisa tem como população os alunos oriundos de cursos de Tecnologia do Ensino Superior da Fatec Internacional, que estão matriculados na disciplina de Matemática Aplicada.

É importante ressaltar as especificidades dos cursos superiores de

tecnologia, pois os mesmos possuem determinadas características específicas. A começar com a duração dos mesmos, pois por estarem centralizados na prática, possuem uma duração de dois a três anos, onde o ensino é fundamentado nas reais necessidades do mercado de trabalho, o que possibilita que os conteúdos programáticos priorizem o desenvolvimento de habilidades e competências que são de primordial importância para a absorção do aluno pelo mercado de trabalho.

Outra característica importante que deve ser considerada é a idade dos alunos que buscam este diferencial como modalidade de ensino. Em geral a idade de uma grande parcela do corpo discente é mais elevada do que o aluno que frequenta o bacharelado. Qual aspecto pode ser relevante, pelo fato dos mesmos, em determinadas situações, estarem fora da sala de aula por um período mais longo do que os alunos das demais modalidades, fato este, que parece assumir uma importância significativa, no que se refere a aquisição da aprendizagem de determinadas disciplinas que necessitam de pré-requisitos de conteúdos como a Matemática Aplicada. Cabe neste momento ressaltar que o aspecto emocional, pode ficar comprometido, pelo fato do mesmo estar afastado do ambiente acadêmico há mais tempo; todos estes fatores somados a um ambiente inapropriado, podem acabar interferindo na apropriação da aprendizagem.

Portanto, analisar a situação do aluno de cursos tecnológicos, suas peculiaridades, bem como, quais seriam as causas das dificuldades de aprendizagem na disciplina de Matemática Aplicada e as relações destas com o ambiente físico, no que se refere a interferência deste em seu estado físico e mental, é o tema central.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

1.2.1 Formulação do Problema

O ambiente ergonômico, especificadamente nos aspectos físico-ambientais, neste caso, o grau adequado de ruído, favorece a aprendizagem da matemática aplicada, para o aluno de curso superior em tecnologia?

1.2.2 Justificativa

As teorias de aprendizagem têm se preocupado, com a interação entre o conteúdo a ser aprendido e os processos psicológicos fundamentais para aprender, enfatizando o estudo sobre o modo pelo qual o aprendiz obtém, seleciona, interpreta e transforma a informação (Pozo, 1996). No contexto acadêmico ocorre uma crescente preocupação entre os educadores em pesquisar os reais motivos das dificuldades de aprendizagem e conseqüentemente encontrar a melhor estratégia para que o aluno assimile as informações com sucesso.

A ergonomia cognitiva aplicada no ambiente acadêmico pode trazer novas estratégias com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, pois a partir do momento que um ambiente ergonômico é utilizado, neste contexto, poderá tornar-se uma estratégia para melhorar o desempenho do aluno.

Para Lida (2005, p. 355), "enquanto os fatores fisiológicos estão relacionados com a intensidade e a duração do trabalho físico e mental, os fatores psicológicos relacionam-se a monotonia e a falta de motivação". Já os fatores sociais e ambientais estão relacionados à iluminação, ruído, temperaturas e o relacionamento

social com os demais.

Uma das preocupações dos educadores é oferecer ao aluno que apresenta alguma dificuldade de aprendizagem, orientação e assistência para que o mesmo tenha possibilidade de superar ou amenizar de alguma forma os obstáculos que impossibilitam seu sucesso. Vale a pena salientar que atualmente, as instituições de ensino e os Centros Acadêmicos de ensino superior, parecem estar se preocupando cada vez mais, com o quadro vigente.

Desta forma, analisar todos os fatores que possam de alguma forma interferir no desempenho do aluno, considerando que o ambiente da sala de aula em que o mesmo está inserido pode ser um destes fatores, já que há a possibilidade, deste ambiente afetar o estado físico e mental deste aluno, pode ser uma forte justificativa para o desenvolvimento desta pesquisa.

Em fim a preocupação de adequar o ambiente físico acadêmico às necessidades do aluno pode se tornar uma atitude favorável ao sucesso acadêmico.

1.2.3 Objetivo Geral

Verificar a influência do ambiente físico, especificadamente o ruído no desempenho acadêmico, de discentes de um curso superior em tecnologia.

1.2.4 Objetivos Específicos

- a) Identificar os alunos que apresentam dificuldade de aprendizagem na disciplina de matemática aplicada.
- b) Realizar entrevista psicopedagógica com alunos do curso superior em

tecnologia, que possuem dificuldades de aprendizagem na disciplina de matemática aplicada, para obter dados quanto a as possíveis causas do mau desempenho dos alunos.

- c) Utilizar um ambiente ergonômico, onde o grau de ruídos é considerado adequado, para desenvolver atividades de apoio ao aluno com dificuldade de aprendizagem na disciplina de matemática aplicada;
- d) Analisar qual foi a interferência da utilização do ambiente ergonômico no desempenho acadêmico do aluno.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa aplicada caracteriza-se por um estudo de caso a ser realizado na Fatec Internacional, com alunos do curso superior em Tecnologia, que apresentam dificuldade de aprendizagem na disciplina de matemática aplicada.

Nessa abordagem, o presente estudo trata de identificar dificuldades de aprendizagem e propor, enquanto estratégia a utilização de um ambiente ergonômico como facilitador da aprendizagem da disciplina de Matemática Aplicada.

Os planos de execução dessas estratégias obedeceram a etapas específicas, que são fundamentais para a aplicação adequada do projeto:

- a) desenvolvimento de um ambiente ergonômico físico e mental que será utilizado, durante as sessões de apoio pedagógico;
- b) desenvolvimento de um roteiro de anamnese, onde as questões propostas buscam identificar as causas das dificuldades de aprendizagem, e a relação das mesmas com o excesso de ruídos oriundos de um ambiente não ergonômico;
- c) elaboração de uma estratégia de ação, com relação à forma, como os

alunos serão atendidos no ambiente ergonômico, considerando as reais necessidades de cada aluno, como, conteúdo acadêmico e duração dos atendimentos. Esses atendimentos, em sua totalidade, são individuais, sendo semanais e com duração de aproximadamente 1 hora, sendo esta hora marcada pelo aluno e professor, de acordo com sua disponibilidade, sem nenhum ônus para o mesmo;

d) acompanhamento sistemático do aluno deverá ser feito à cerca do seu desempenho acadêmico, sendo que não passará o período do semestre em estudo. Cabendo ressaltar que o vínculo se finaliza com o término do semestre;

e) análise dos resultados obtidos após a aplicação do apoio pedagógico realizado no ambiente ergonômico.

1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em quatro capítulos. O primeiro capítulo refere-se à introdução.

O segundo capítulo trata do referencial teórico sobre ergonomia, enfocando um histórico dessa área do conhecimento, e conceitos sobre ergonomia física, cognitiva e organizacional, bem como sobre a aprendizagem, dificuldade de aprendizagem e ensino da matemática aplicada e ensino tecnológico.

No terceiro capítulo enfocou-se a metodologia utilizada na pesquisa, bem como os resultados e análise dos dados da pesquisa.

No quarto capítulo tratou-se das considerações finais, enfocando os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo versa sobre a ergonomia, enfocando um histórico e conceitos dessa ciência, suas principais ramificações, e importância do estudo ergonômico para o bem estar dos indivíduos.

2.1 UM HISTÓRICO SOBRE A ERGONOMIA

Para Gomes Filho (2003) a ergonomia nasceu informalmente a partir do momento em que o homem primitivo construiu os primeiros objetos para garantir a sua sobrevivência, como as armas, os utensílios, as ferramentas, as vestimentas, as moradias e os veículos, usando a intuição criativa e o bom senso.

lida (2005) também evidenciou a origem remota da ergonomia, atribuindo-a ao momento em que o homem percebeu que poderia utilizar ferramentas que facilitava a realização das tarefas de caçar, cortar e esmagar. Dessa forma, buscou adaptar objetos artificiais para atender a essas necessidades e facilitar a realização de suas tarefas durante o período de produção artesanal.

Porém, Gomes Filho (2003) situou a idade média como o período em que ocorreu a maior evolução técnica, com o desenvolvimento da engenharia e de novas tecnologias e materiais, as grandes invenções, e a pré-industrialização, surgindo o conceito de produção seriada e de reprodutibilidade dos objetos fabricados industrialmente. Nesse período verificaram-se também os primeiros estudos sobre as condições humanas no trabalho, como os de Da Vinci, Lavoisier, Coulomb, Chaveau, Marey, Jules Amar, Patissier, Villermé, Taylor e outros.

Seleme & Seleme (2008) consideram que a partir do século XVIII, impulsionada pela descoberta da máquina a vapor, a Revolução Industrial provocou

uma profunda mudança no sistema produtivo de manufatura, dando início à indústria mecânica. Como resultado aumentou o rendimento do trabalho e da produção, em um salto qualitativo e tecnológico.

A indústria recém-nascida priorizava a máquina em detrimento do homem, conforme Wachowicz (2007, p. 17): "(...) na linha de produção enfatizavam-se a precisão, a rapidez, a regularidade e a eficiência através da mecanização das ações do pensamento humano". Havia a necessidade de se padronizar a seqüência do trabalho, com a especialização das funções e modernização dos equipamentos, e por meio do treinamento sistemático dos trabalhadores para que estes se adaptassem à máquina.

Como resultado, intensificou-se a disciplina, garantindo a racionalização do trabalho. Surgiram estudos empíricos das condições de trabalho, e estabeleceram-se métodos de executar tarefas, usando as ferramentas corretas. Em consequência, os trabalhadores passaram a ser mais controlados por supervisores, avaliando-se sua produtividade, e pagando-se incentivos salariais aos que se mostravam mais produtivos. O Taylorismo contribuiu para que surgissem ferramentas adequadas a cada tipo de tarefa, e se desenvolvessem métodos de realizar o trabalho, implantando-se padrões a serem seguidos pelos trabalhadores, (WACHOWICZ, 2007).

A autora supra citada faz uma crítica desses estudos, que visavam racionalizar a produção e aumentar a produtividade do trabalho, em função da divisão do trabalho, economizando tempo, com a supressão de gestos e ações considerados desnecessários e dos comportamentos supérfluos no processo produtivo, acarretando sofrimento para o trabalhador. Em consequência verificou-se a alienação do trabalhador, em relação ao contexto organizacional devido à

fragmentação das tarefas e atividades, com perdas significativas em comunicação, criatividade e vínculos pessoais profissionais.

Wachowicz (2007) observou que esse sistema de trabalho bloqueou o funcionamento da atividade mental, pela perda do controle dos indivíduos sobre o processo de trabalho, não havendo identificação com o conteúdo das tarefas, que por serem monótonas e repetitivas, geravam a fadiga e o estresse.

lida (2005) considera que a resistência dos trabalhadores das indústrias ao taylorismo provocou uma mudança significativa nas reais condições de trabalho, visto que os tempos padrões estabelecidos eram muito irrealistas, e determinados de cima para baixo, sem qualquer participação dos trabalhadores. E começaram a surgir estudos científicos sobre a natureza do trabalho que influenciaram a gestão de pessoas, na indústria.

Os estudos sobre a fisiologia do trabalho desenvolvidos na Europa, no início do século XX, especialmente na França, Alemanha e países escandinavos propiciaram o conhecimento, em laboratórios, das condições humanas durante o trabalho. Os pesquisadores, afirma lida (2005), estavam preocupados com os gastos energéticos decorrentes do trabalho em condições árduas em minas de carvão, fundições e outros tipos de trabalho insalubres.

Os estudos de Hawthorne, na década de 1920, levaram à investigação da influência dos níveis de iluminação sobre a produtividade, e constatou-se que a produtividade do trabalhador não era influenciada somente por fatores físicos, mas também por fatores sociais, como a auto-realização, justiça, e o reconhecimento do seu trabalho, dando origem à sociologia industrial, conforme lida (2005).

Seleme & Seleme (2008) ressaltam que os sistemas automatizados surgiram nas primeiras décadas do século XX, embora já existissem alguns sistemas semi-

automáticos nas indústrias. Os sistemas automáticos inventados em função da necessidade ambiental de aumentar a produção possibilitaram o surgimento de muitas descobertas e inovações tecnológicas que foram aplicadas ao sistema produtivo das empresas, propiciando o aumento significativo da capacidade produtiva, da precisão e velocidade de produção em relação ao trabalho manual.

Segundo Wachowicz (2007, p. 93), "A ergonomia surge de modo mais sistematizado por volta de 1940, com o objetivo de buscar compreender a complexidade da interação entre ser humano e trabalho, bem como de oferecer subsídios teóricos e práticos para aprimorar essa relação".

Gomes Filho (2003) enfatizou que, durante a Segunda Guerra, um grupo de pessoas altamente especializadas buscou soluções para os problemas homem-máquina, em relação à operação e manutenção dos equipamentos militares. Equipes de médicos, psicólogos e engenheiros se preocuparam com o design desses equipamentos, de modo a que eles se adaptassem melhor ao ser humano. Essas equipes se organizam de modo a adaptar as operações dos equipamentos a fatores neuropsicológicos de percepção sensorial, limites de memória, atenção, processamento de informações, capacidade fisiológica de esforço, adaptação ao frio e ao calor, resistência às mudanças de pressão, de temperatura e ao biorritmo.

Somente após o término da II Guerra é que os especialistas adaptaram os estudos de ergonomia à área industrial, aproveitando os conhecimentos já adquiridos com as experiências militares. Em 1949 esses especialistas discutiram, em Oxford – Inglaterra, os aspectos dessa nova ciência que denominaram de ergonomia, fundando a *Ergonomics Research Society*, na década de 1950 para aprofundar suas pesquisas. Como resultado surgiram, em diferentes países, laboratórios, centros de pesquisa, instituições e associações disseminando em todo

o mundo a ergonomia. Essa ciência se desenvolveu rapidamente, principalmente nos Estados Unidos, (GOMES FILHO, 2003).

Para lida (2005) a ergonomia como ciência, surgiu logo após a II Guerra Mundial, em consequência do trabalho multidisciplinar realizado por vários profissionais, tais como engenheiros, fisiologistas e psicólogos, durante aquele período da história.

Porém Wachowicz (2007) concorda com Gomes Filho (2003) e lida (2005) quanto à origem científica da ergonomia estar associada às necessidades da guerra, ligada, principalmente, à construção de aviões mais adaptados às características individuais e, portanto, mais facilmente manejáveis por um número maior de pilotos.

De acordo com lida (2005) torna-se necessário ressaltar que, através das necessidades que foram impostas à humanidade e dos conhecimentos que veio adquirindo ao longo da história, a ergonomia se desenvolveu e vem se aperfeiçoando à medida que vai aprimorando novos conhecimentos. A ergonomia expandiu-se horizontalmente, a partir do momento que outros serviços começaram a se beneficiar dos seus fundamentos, tais como: o setor de serviços (saúde, educação, transporte, lazer e outros) e até mesmo no estudo de trabalhos domésticos. Tal desenvolvimento favoreceu as pessoas, representando um salto qualitativo em suas vidas, pois ao desempenhar suas atividades houve uma diminuição do esforço físico repetitivo, se anteriormente, isto se fazia necessário, com a utilização dos fundamentos da ergonomia a realização das tarefas passou a requer o desenvolvimento de aspectos cognitivos, ou seja, a aquisição e processamento de informações.

A divulgação científica da ergonomia se deu a partir de 1959, nos Estados Unidos, com a criação da *Human Factors Society* e, no ano seguinte, surgiu a

publicação *Human Factors*. Em 1961 fundou-se a Associação Internacional de Ergonomia que agregou as associações de diferentes países (IIDA, 2005).

Conforme Merino (2005) a ergonomia evoluiu em consequência de transformações socioeconômicas e tecnológicas que ocorreram no mundo do trabalho. A relação do homem com o trabalho sofreu modificação estrutural profunda com o surgimento da automação e da robótica.

O surgimento da ergonomia está relacionado à noção de que os sistemas e produtos deveriam ser projetados considerando os fatores humanos e ambientais no trabalho, adequando tais sistemas às pessoas, conforme Soares (2004).

No Brasil, de acordo com Gomes Filho (2003), a ergonomia só foi introduzida no início dos anos 60, no curso de Engenharia da Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelo professor Sérgio Augusto Kehl e rapidamente se estendeu às outras instituições de ensino e órgãos de estudos e de pesquisas, como a COOPE, na UFRJ; Esdi, no Rio de Janeiro; USP de Ribeirão Preto, Fundação Getúlio Vargas, que realizou o primeiro seminário de ergonomia no país; o INT-RJ; o Fundacentro; FSC, UFSCar, e outros.

Moraes e Soares (1989) constataram seis vertentes responsáveis pela difusão da ergonomia no Brasil. A 1ª vertente foi a da área de engenharia de produção na USP, com a abordagem "O produto e o homem", do professor Sérgio Penna Kehl. A 2ª, na área de engenharia da produção, no Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob a influência do prof. Itiro Iida. A 3ª no curso de desenho industrial, da Escola Superior de Desenho Industrial da UERJ, com os ensinamentos do Professor Karl Heinz Bergmiller. A 4ª teve por base o curso de Psicologia da USP de Ribeirão Preto, com ênfase na percepção visual e aplicação em estudos do trânsito para o treinamento

de motoristas e estudos de acidentes viários. A 5ª também na área de psicologia, no Instituto Superior de Estudos e Pesquisas Psicossociais (ISOP) da FGV, no Rio de Janeiro, coordenado pelo Prof. Franco Lo Presti Seminário. A 6ª foi marcada pela vinda ao Brasil do Prof. Alain Wisner, do *Conservatoire National des Arts et Métiers* (CNAM), em Paris, que foi o incentivador da ergonomia no Brasil e orientador de trabalhos de ergonomia na FGV-RJ.

Em 1974, o Prof. Franco Lo Presti Seminário promoveu o 1º Seminário Brasileiro de Ergonomia. E em 1975 foi implantado, no ISOP/FGV, o primeiro Curso de Especialização em Ergonomia no Brasil, conforme Moraes e Soares (1989).

Iida (2005) afirma que a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO, foi fundada em 1983, após a realização, no Rio de Janeiro, do I Seminário Brasileiro de Ergonomia, em 1974, com a participação de diversos pesquisadores brasileiros nesse campo. A primeira Diretoria da ABERGO contava com Itiro Iida e Reiner Rozestraten.

Essa entidade vem realizando congressos que contam com a participação de estudiosos brasileiros e convidados internacionais que apresentam estudos e artigos em diferentes áreas, como design, metodologias avançadas, ergonomia hospitalar, macroergonomia, análise ergonômica do trabalho, biodinâmica e outras, conforme Soares (2004).

A ergonomia passou a ser disciplina em diversas universidades, em programas de pós-graduação em engenharia de produção, desenho industrial, psicologia, e mestrados em design, conforme Abergo (2003).

Conforme Seleme, Seleme (2008), os avanços na indústria foram alavancados pela automação da produção. A robótica e a engenharia genética foram acrescentadas ao processo produtivo, que passou a depender menos de mão-de-

obra e mais da alta tecnologia. A evolução da automação industrial deu origem aos robôs, e ao desenvolvimento da tecnologia da informação, iniciada com projetos auxiliados por computador, utilizados para a realização da engenharia simultânea, com objetivo de redução dos tempos e resolução de problemas, de projetos de produtos. A manufatura auxiliada por computador possibilitou uma nova modelagem na manufatura. A mudança no paradigma produtivo se completou com o avanço dos meios de comunicação e de transporte.

Os sistemas automáticos mais elaborados e funcionais, no século XXI, possibilitam um incremento maior na produção industrial, elevando a produtividade e reduzindo o emprego do trabalho humano. O emprego da tecnologia da informação trouxe mais rapidez e precisão, com a melhor utilização dos canais globais de comunicação, enfatizam Seleme & Seleme (2008).

Portanto, percebe-se que a ergonomia prioriza a qualidade de vida dos indivíduos, no desenvolvimento das mais diversas atividades, o que justifica a importância da sua aplicação em diferentes contextos.

2.2 DEFINIÇÃO DE ERGONOMIA

Após traçar um paralelo, desde o nascimento da ergonomia e o seu desenvolvimento, através da história, torna-se necessário compreender seu significado sob a ótica de diferentes autores.

lida (2005) constatou que as definições de ergonomia realçam o caráter interdisciplinar e o objeto do seu estudo, ou seja, a interação entre o homem e o trabalho, no sistema homem-máquina-ambiente.

lida (2005, p. 2) cita a definição da *Ergonomics Society*, Inglaterra:

Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento, ambiente e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento.

De acordo com Falzon (2007, p. 3), a *Société d'ergonomie de langue française* (SELF), em 1970, propôs o seguinte conceito:

A ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao homem ou, mais precisamente, como a aplicação de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia.

Essa definição evidencia que é o “trabalho” que deve ser adaptado ao homem e não o contrário. Esta definição do termo justifica o desenvolvimento de instrumentos e ambientes, a fim de facilitar a execução de tarefas inerentes à rotina do trabalho humano, em diferentes contextos.

No Brasil, afirma Lida (2005, p. 2) a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), definiu-a como:

Entende-se por Ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas.

Como se depreende dessas definições, o objeto da ergonomia é o estudo do modo como o homem utiliza os utensílios, máquinas e equipamentos no seu ambiente de trabalho, visando o seu bem-estar físico e mental.

Para Wachowicz (2007, p. 96), é importante conhecer a origem da palavra ergonomia, pois a mesma é derivada de duas palavras gregas: *ergon* (trabalho) e

nomos (lei ou regra). Conhecendo a origem da palavra, percebe-se que a ergonomia tem como objetivo principal, desenvolver e estabelecer normas e regras a fim de facilitar a relação do homem com o trabalho.

Guérin *et al.* (2005) considerou que a etimologia da palavra ergonomia designa-a como uma ciência do trabalho, sua função básica é a de definir as regras do trabalho. A transformação do ambiente de trabalho deve ser realizada de forma a contribuir para a concepção de situações de trabalho que não alterem a saúde dos operadores e, de modo que estes possam exercer suas competências no plano individual e coletivo, tendo valorizadas as suas capacidades, e ainda, de modo a alcançar os objetivos econômicos da empresa.

Realizar mudanças no trabalho, para que todos que o exerçam nele encontrem, em sua diversidade, interesse, é a preocupação do ergonomista, conforme Guérin *et al.* (2005). As mudanças e adequações no trabalho, que visam desenvolver uma sensação de conforto ao homem, são importantes para que o mesmo possa desenvolvê-lo com interesse e um certo grau de motivação, tais fatores acabam interferindo positivamente em seu desempenho.

lida (2005) enfatiza a preocupação com a melhoria das condições de trabalho, através de programas que visam a segurança, a higiene e a prevenção de doenças, bem como as influências de condições do ambiente físico (temperatura, pressão, ventilação, vibração), ambiente químico (vapores, fumaça), ambiente biológico (bactérias, vírus), condições psicológicas do trabalho e da vida em comunidade.

O significado do trabalho ocupa uma acepção bastante abrangente, pois refere-se não apenas àquelas atividades executadas com máquinas e equipamentos, utilizadas para transformar os materiais, mas também de toda

situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. Este relacionamento pode se estabelecer no âmbito profissional e o "acadêmico, onde o indivíduo também deve desempenhar suas atividades com eficácia" (IIDA, 2005, p. 2).

As condições de trabalho evoluíram com a utilização das novas tecnologias, conhecimentos e intercâmbio cultural, transformando o ambiente organizacional, segundo Santos (1997). A organização do trabalho e da produção ergonomicamente correta baseia-se em uma visão antropocêntrica da organização, enfocando o trabalho como fonte de satisfação, prazer e realização pessoal e que possibilite ao indivíduo desenvolver sua potencialidade criativa. O emprego da ergonomia para a mudança no ambiente de trabalho visa atender aos problemas físico-mecânicos do trabalho, e aos aspectos sócio-culturais e econômicos que influenciam toda a sociedade.

Segundo Gomes Filho, (2003, p.17) "A ergonomia objetiva sempre a melhor adequação ou adaptação possível do objeto". O autor utilizou o termo "objeto" em um sentido mais amplo, significando produtos de uso em geral: máquinas, equipamentos, ferramentas, postos de trabalho, postos de atividades, ambientes, sistemas de comunicação e de informação e assim por diante.

Como o objetivo dessa ciência é o estudo dos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo, os ergonomistas procuram reduzir as conseqüências nocivas sobre o trabalhador, através de técnicas desenvolvidas para reduzir a fadiga, o estresse, os erros e acidentes, com objetivo de proporcionar segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, no seu relacionamento com o sistema produtivo, (IIDA, 2005).

Para Vidal (2004) a análise ergonômica não se limita ao estudo da atividade,

mas de toda situação técnica, econômica e social.

2.3 ERGONOMIA FÍSICA, COGNITIVA E ORGANIZACIONAL

Para Lida (2005, p. 3), os ergonomistas "realizam o planejamento, o projeto e avaliação das tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, tornando-os compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas". E atuam em diferentes domínios especializados, como a ergonomia física, ergonomia cognitiva, ergonomia organizacional e outras.

As atividades de trabalho sejam quais forem, envolvem três aspectos: físico, cognitivo e psíquico, conforme Wisner (1994). Esses três aspectos estão inter-relacionados. O aspecto cognitivo tem sido mais evidenciado devido ao aumento do uso da tecnologia de informação que exige do trabalhador capacidade de tomar decisões, identificar problemas e buscar soluções para eles.

Silva (2000) enfatiza também o aspecto social do trabalho, que visa compreender o homem e o processo de trabalho sob uma visão holística.

A ergonomia tem uma abordagem essencialmente interdisciplinar, fazendo uso de conhecimentos produzidos em diferentes áreas do saber. Essa interdisciplinaridade possibilita uma análise da situação real, e norteia a ação ergonômica, delimitando os instrumentos e procedimentos mais adequados, (Abrahão, 2005).

A ergonomia integra outras ciências – como a biologia, a psicologia, a antropologia, fisiologia, medicina, nutricionistas –, com os diversos ramos da engenharia e procura adaptar as condições de trabalho ao ser humano, conforme Panero e Zelnik (1991).

2.3.1 Ergonomia Física

A ergonomia física ocupa-se da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionados com a atividade física. Os aspectos enfocados e considerados como os mais importantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde do trabalhador (IIDA, 2005, FALZON, 2007 e PACCHECO, 2005). Entende-se com esta definição que a ergonomia física ocupa-se da manutenção da saúde física do indivíduo e com a prevenção de distúrbios nesta área.

A ergonomia física diz respeito às características humanas anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas que se relacionam com a atividade física, incluindo tópicos relativos às posturas de trabalho, à manipulação de materiais, aos movimentos repetitivos, às lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, ao layout do posto de trabalho, e segurança e saúde. (PACHECO et al, 2005, p. 120, FALZON, 2007 e IIDA, 2005).

Os estudos sistemáticos de antropometria desenvolvidos no período compreendido entre o final de 1800 e o início de 1900 contribuíram para o conhecimento de dimensões corporais estáticas e estudos de movimentos corporais, e tinham propósitos comerciais, médicos e militares, como o desenvolvimento de equipamentos militares, dando origem à antropologia física aplicada (ROEBUCK, 1975).

Os estudos antropométricos realizados possibilitaram a classificação de biótipos que são utilizados para o dimensionamento de máquinas, equipamentos e ferramentas de trabalho visando o melhor desempenho humano na realização das tarefas. A antropometria está associada a valores culturais envolvidas em questões

de transferência de tecnologias, conforme Panero e Zelnik (1991).

Falzon (2007), IIDA (2005) e PACHECO (2005), consideram que os temas mais relevantes em ergonomia física se referem às posturas de trabalho, à manipulação de objetos, aos movimentos repetitivos, aos problemas ósteomusculares, ao arranjo físico do posto de trabalho, à segurança e à saúde do trabalhador. A ergonomia sofreu influência de diversas disciplinas, como a antropologia física, anatomia, fisiologia. Nos primeiros trabalhos predominava a influência significativa das ciências biológicas, principalmente dos componentes musculares, no dimensionamento dos postos de trabalho e dos produtos, como a adequação de assentos, e a organização dos planos de trabalho, com objetivo de modificar o arranjo físico dos postos de trabalho e tornar as atividades mais adaptadas às características do funcionamento corporal, prevenindo-se distúrbios ósteomusculares.

A utilização da antropometria na ergonomia se deve à preocupação em conhecer o ser humano em sua totalidade, possibilitando levantar dados de diferentes dimensões de segmentos corporais, conforme Santos (1997).

Esses estudos possibilitaram a integração de ciências biológicas com as aplicações da engenharia, dando origem ao desenvolvimento de roupas especiais para tropas, equipamentos de segurança para trabalhadores. Mas também ao dimensionamento de máquinas, equipamentos e ferramentas em relação às capacidades do homem em operá-los, decorrentes de estudos das ações do homem em condições de estresse, dos fatores fisiológicos e psicológicos envolvidos, conforme Roebuck (1975).

A pesquisa ergonômica leva em consideração fatores particulares, que envolvem a situação social, o quadro organizacional, os procedimentos e ordenação

de etapas, e que variam conforme a tarefa ou atividade analisada, segundo Lida (2005).

Santos e Fialho (1997) propuseram uma metodologia para estabelecer a correspondência entre os procedimentos da pesquisa ergonômica e as respectivas etapas em situação de trabalho, envolvendo tanto os aspectos operacionais quanto os aspectos técnicos do trabalho.

Os estudos em antropometria estão evoluindo e atualmente centram-se nas diferenças entre grupos humanos e influências de variáveis como raça, região geográfica e cultura, visto que a população é constituída por indivíduos diferentes. A globalização da economia levou à produção de produtos para a venda em todo o mundo, e dessa forma, ao se projetar produtos deve-se pensar que os consumidores têm características físicas diferentes e se encontram em diferentes países, sob diferentes influências geográficas e culturais. (ROEBUK, 1975; IIDA, 2005, PANERO e ZELNIK, 1991).

Diante dessa constatação, torna-se necessário realizar medidas antropométricas da população para a qual se projeta um produto ou equipamento. As medidas antropométricas são representadas normalmente por uma média e desvio padrão, dependendo do tipo de projeto no qual serão utilizadas. Normalmente, no projeto de um produto ou serviço se considera o biotipo médio, visando produzir menores incômodos para os indivíduos muito grandes ou para os muito pequenos, conforme Lida (2005).

2.3.2 Ergonomia Cognitiva

A ergonomia cognitiva, segundo, Falzon (2007, p. 5), "trata dos processos

mentais, tais como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, com relação às interações entre as pessoas e outros componentes de um sistema". Os aspectos principais a serem estudados concentram-se na carga mental, nos processos de decisão, no desempenho especializado, na interação homem-máquina, na confiabilidade humana, no estresse profissional e na formação, na sua concepção pessoa-sistema.

PACHECO (2005), FALZON (2007) e Elida (2005) concordam que a ergonomia cognitiva preocupa-se com a interação homem-computador, com o estresse e com o treinamento. Porém ressaltam que o estresse pode prejudicar e, de certa forma, diminuir consideravelmente o desempenho do homem nas diferentes áreas de atuação. Em determinadas situações o estresse pode ser decorrente de um ambiente de trabalho não ergonômico, que por esta razão pode causar desconforto durante a realização de tarefas, ou até mesmo interferir no grau de concentração e atenção, necessários para a realização da mesma.

A ergonomia cognitiva diz respeito aos processos mentais, como a percepção, a memória, o raciocínio e a resposta motora, que afetam as interações entre humanos e outros elementos de um sistema, sendo tópicos relevantes a carga de trabalho mental, a tomada de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-computador, a fiabilidade humana, o estresse do trabalho e a formação relacionada como concepção homem-sistema. (PACHECO et al, 2005, p. 120, e FALZON, 2007).

Para Sperandio (1988) na análise da atividade avaliam-se a atividade mental do usuário no tratamento da informação, quanto a percepção, a representação mental e raciocínios, ou seja, envolve os domínios do comportamento humano, seus processos mentais de tratamento da informação, que são os domínios da ergonomia cognitiva.

Segundo Falzon (2007) a evolução dos estudos ergonômicos levou em

consideração concepções do funcionamento nervoso, o que provocou uma modificação nas concepções da ação, tornando-se mais antecipadora. Os desenvolvimentos tecnológicos introduziram transformações na natureza do trabalho, expressas no surgimento de novas funções humanas que requerem maior componente cognitivo, como as atividades ligadas ao planejamento, diagnóstico, gestão, controle, prevenção e outras, cuja complexidade aumentada requerem maior emprego do conhecimento, como a informática, a automação e a robótica.

Montmollin (1990) observa diferenças entre a ergonomia cognitiva de componentes humanos e a ergonomia cognitiva da atividade humana. O ergonomista observa a atividade laboral em oficinas, escritórios, salas de controle, e busca compreender o que causam os erros, acidentes e disfunções.

O papel da ergonomia cognitiva (EC) é a de compatibilizar soluções tecnológicas com características e necessidades dos usuários, permitindo analisar como o trabalho afeta a cognição humana, ao mesmo tempo que também é afetado por ela (MARMARAS, KONTOGIANNIS, 2001).

Abrahão (2005) assevera que a Ergonomia Cognitiva é o campo de aplicação que visa explicitar e articular os processos cognitivos face às situações de resolução de problemas em diferentes níveis de complexidade. E nesse sentido, ela contribui para a construção do referencial teórico e metodológico que permite analisar como o trabalho afeta a cognição humana, e como é, ao mesmo tempo, afetado por ela.

Rocha, Casarotto, Sznelwar (2003) constataram que, além dos aspectos pedagógicos, é importante a discussão da utilização da ergonomia no planejamento do ambiente escolar e na definição de orientações preventivas aos professores e alunos, principalmente no uso do computador na escola. A ergonomia é aplicada no

dimensionamento correto do mobiliário do laboratório de informática nas escolas, desde a distribuição correta do mobiliário até características de mesas, cadeiras e computadores, levando-se em conta o grau de importância da introdução dessa ferramenta para a utilização e orientação fornecida aos professores e alunos.

Na situação real de trabalho, é importante compreender as modalidades de atividades cognitivas que estão presentes, para as transformar. A abordagem da ergonomia cognitiva pode ser empregada, para compreender como os operadores constituem os problemas, antes de os resolver, conforme Abrahão (2000).

Para Falzon (2007) a ergonomia passou a explorar os conhecimentos trazidos pelas ciências cognitivas, e, ao mesmo tempo, é solicitada por elas para cooperar na realização de práticas que promovem. A ergonomia cognitiva está fortemente aliada à psicologia cognitiva, da qual empresta modelos e métodos, e ainda, enfatiza que a atividade não tem apenas uma dimensão cognitiva, mas também está imersa no contexto do qual o homem é parte. A psicologia cognitiva tem sido empregada em ações sob a ergonomia do programa de computador e da programação, na avaliação das relações homens-máquinas, e no controle de processos e estudos de confiabilidade.

No domínio cognitivo tratam-se das questões relativas aos processos mentais, buscando-se avaliar o efeito da sobrecarga mental no trabalho, que possam gerar disfunções, como o estresse e as doenças ocupacionais. A tecnologia da informação e da comunicação tem papel relevante nesse domínio, uma vez que envolve fatores tecnológicos (*softwares, hardwares, orgware e peopleware*) na forma como a organização lida com os meios de produção, sendo o elemento mais importante, a interface homem-máquina, conforme Pacheco et al. (2005).

Abrahão. (2005) considera que as análises da situação de trabalho permitem

perceber a probabilidade de ocorrência de erros e acidentes. O foco da ergonomia cognitiva é a análise da situação real para compreender como se dá a interação do homem com os sistemas de modo a obter mais eficiência e eficácia de suas ações.

Na ergonomia utiliza-se também a psicologia cognitiva para determinar modos de acoplagem do sistema cognitivo humano com os automatismos empregados para os ajudar, ou os substituir, e para garantir que a substituição de um pelo outro, em situações de urgência possa ocorrer sem incidentes, conforme Falzon (2007).

A crescente informatização do trabalho aumentou a importância da ergonomia cognitiva, na investigação de aspectos cognitivos relacionados com a tarefa. A mesma, utiliza o conceito de arquitetura cognitiva, que representa a descrição de diferentes elementos que constituem o sistema cognitivo e suas relações. A arquitetura cognitiva está associada ao conceito de carga mental, conforme Rasmussen (1986).

Wisner (1994) sugeriu que a dimensão mental da carga de trabalho se subdivide em carga cognitiva de trabalho e carga psíquica de trabalho. A segunda "(...) pode ser definida em termos de níveis de conflito no interior da representação consciente ou inconsciente das relações entre a pessoa (ego) e a situação (no caso, organização do trabalho)". (idem, p. 13).

3.3.3 Ergonomia Organizacional

De acordo com Falzon (2007) a ergonomia organizacional tem, como foco, a otimização dos sistemas sócio-técnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos. Como aspectos relevantes, o autor cita as comunicações,

projeto de trabalho, trabalho cooperativo, programação do trabalho em grupo, projeto participativo, cultura organizacional, organização em rede, teletrabalho e gestão. Com relação a esta área da ergonomia, percebe-se que a preocupação com a gestão das organizações se justifica, pois muitas decisões quanto aos procedimentos, as regras, as normas e os ambientes físicos, entre outros, são de responsabilidade da mesma.

A ergonomia organizacional relaciona-se à otimização de sistemas organizacionais, em especial dos elementos sociotécnicos, e inclui as estruturas organizacionais, políticas e processos, além de tópicos que considerem a comunicação, a gestão de recursos de equipes, a concepção e a organização do trabalho, a distribuição temporal do trabalho, as equipes, o trabalho participativo/cooperativo, os novos paradigmas do trabalho, a cultura organizacional, as organizações virtuais, o teletrabalho e a gestão da qualidade. (PACHECO et al, 2005, p. 120-121).

A ergonomia utiliza a psicologia das organizações como instrumento de estudo das atitudes dos trabalhadores no ambiente de trabalho, principalmente em relação aos aspectos de motivação e de satisfação, bem como no sentido atribuído pelo trabalhador à atividade que desenvolve, permitindo-lhe enfrentar as resistências às mudanças, como os estudos de trabalho em grupo ou equipes, segundo Falzon (2007).

Muitas das situações de saúde psíquica e mental derivam da forma de organização do trabalho, que podem acarretar constrangimentos perigosos, além de condições físicas do trabalho. Dejours (1998) constatou a influência dessas situações de trabalho que causam sofrimento ao trabalhador. A divisão do trabalho pode gerar a alienação do trabalhador, levando ao estranhamento nas situações de trabalho. A organização exerce pressões sobre o trabalho, e pressão salarial que leva o trabalhador a alongar sua jornada de trabalho diminuindo o período de descanso, ou trabalhar em turnos alternados. O sofrimento no trabalho pode causar

fadiga psíquica, perda de memória, do raciocínio e da atenção.

Falzon (2007, p. 40) enfatiza que: "o ergonomista não pode negligenciar os resultados dos estudos da psicologia das organizações". Esses estudos possibilitam o desenvolvimento de ações ergonômicas para situar posições respectivas dos indivíduos no meio estudado, como as motivações negativas, que indicam procedimentos ou competências não adaptadas, provocando erros ou acidentes.

A ergonomia, segundo Falzon (2007), também se relaciona com a organização do trabalho, para resolver problemas de ordem prática, ligados à definição dos postos de trabalhos, como o *layout* (máquinas, ferramentas ou dispositivos utilizados), e no dimensionamento das tarefas atribuídas a cada um, bem como no desenvolvimento dos procedimentos correspondentes, passando por regras administrativas, controle de processos contínuos, ou modalidades de comunicação entre os trabalhadores de determinado setor.

Portanto, cada área específica da ergonomia, requer atenção diferenciada de acordo com seus objetivos e os resultados que devem ser atingidos, pois cada área demanda conhecimentos prévios e conseqüentemente requer um plano de ação condizente com cada realidade.

2.4 FATORES ERGONÔMICOS

Para Lida (2005, p. 355) "(...) enquanto os fatores fisiológicos estão relacionados com a intensidade e a duração do trabalho físico e mental, os fatores psicológicos relacionam-se à monotonia e à falta de motivação". Já os fatores sociais e ambientais estão relacionados com a iluminação e o ruído, e remetem-se à análise das condições físicas e psicológicas do corpo discente, bem como à

análise das condições ambientais nas quais o aluno se acha inserido.

De acordo com Kroemer e Grandjean (2005, p. 283) "Uma pessoa nota o clima do interior de uma sala enquanto ele é 'normal', mas quanto mais ele se desvia de um padrão de conforto, tanto mais ele atrai a atenção". A sensação de desconforto de um indivíduo pode ir de um simples desconforto até a dor, de acordo com a extensão em que o equilíbrio do corpo é perturbado.

Sendo assim é importante analisar os fatores ergonômicos, bem como sua interferência na vida dos indivíduos no ambiente de estudo. Os fatores ambientais têm interesse para a ergonomia, na medida em que, interferem na execução de uma tarefa, quer seja no nível de percepção de um sinal, quer seja no nível de elaboração das respostas, de acordo com Santos e Fialho (1997). O ambiente de trabalho é influenciado por condições físicas, químicas, biológicas e ambientais, que podem, de alguma forma, exercer influência sobre o trabalhador e sobre atividades de trabalho.

Verdussen (1978) afirma que o trabalhador precisa encontrar, no ambiente de trabalho, as condições necessárias para lhe proporcionar o máximo de proteção e, ao mesmo tempo, satisfação no trabalho.

Para Falzon (2007, p. 288), "Há um desafio essencial em toda intervenção ergonômica: para a eficácia de sua ação, o ergonomista deve, ao mesmo tempo, analisar a disponibilidade para a descoberta de dimensões que esses conhecimentos e métodos preliminares não tinham permitido prever".

Analisando-se esta colocação entende-se que são fundamentais as especificidades e os principais objetivos que se pretende atingir neste estudo. Falzon (2007) ainda coloca que o ergonomista dispõe de conhecimentos sobre as propriedades do ser humano e sobre seu funcionamento, que foram produzidos

pelas ciências do humano, individual e coletivo. A ciência da ergonomia busca outras tantas áreas do conhecimento, com o intuito de conhecer todas as variáveis que podem interferir na situação específica a ser estudada.

Os fatores físico-ambientais e didático-pedagógicos interferem no processo de ensino-aprendizagem. O ambiente físico deve ser dimensionado de forma a favorecer as ligações professor-alunos. Quanto maior o conforto no ambiente físico escolar tanto melhor a qualidade de vida de educadores e educandos, de acordo com Fundepar (1998).

2.4.1 Ruído

Segundo Kroemer e Grandjean (2006, p. 256) "A definição de ruído mais simples é qualquer som indesejado".

O ruído pode afetar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação entre os seres humanos e inclusive prejudicar a audição ou causar ou provocar reações psicológicas e fisiológicas segundo Fiorine (1991).

Para Lida, (2005, p. 504), "O ruído pode ser definido, como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução".

Para Colleoni (1981) em faixas de frequências baixas, incluindo as frequências infra-sônicas (abaixo de 16HZ), os ruído apresentam efeitos físicos não auditivos, como enjoos, vômitos e tonturas. À medida que a frequência aumenta os efeitos são diferentes e podem se apresentar como alterações na atenção e concentração mental, no ritmo respiratório, ritmo cardíaco, aumento da irritabilidade, perda de apetite e estados pré-neuróticos.

Falzon (2007) considera que a quantidade de ruído pode ser medida em

unidades físicas, avaliando-se todos os fatores acústicos por um dado período de tempo. O nível de ruído não é o único fator envolvido, mas também a frequência na qual ele ocorre, e outras variáveis que contribuem para a carga total de ruído. Pode-se determinar o nível de ruído, em um determinado local, utilizando-se medidas quanto ao nível equivalente de ruído contínuo e o nível de frequência acumulada. O primeiro expressa o nível médio de energia sonora, durante certo período de tempo; o segundo avalia a frequência acumulada durante esse mesmo período.

O tempo de exposição, para lida (2005), também depende da frequência. Para um mesmo nível de ruído, se a frequência aumentar, o tempo de exposição deve ser reduzido; os riscos maiores situam-se na faixa entre 2000 a 6000 Hz, especialmente na frequência de 4000 Hz. A exposição a um ruído de 100 dB, com frequência de 4000 Hz, deve ser limitada a apenas 7 minutos.

Conforme lida (2005) as pessoas apresentam diferenças individuais quanto à tolerância ao ruído. Ruídos de até 90 dB¹ não provocam sérios danos aos órgãos auditivos, mas em alguns ambientes, ruídos entre 70 e 90 dB podem dificultar a concentração e a conversação, e contribuir para o aumento dos erros ou redução no desempenho. Os ruídos se tornam mais perigosos quanto maior for a sua intensidade, mais altas as frequências e maior a sua pureza. Ruídos intensos, acima de 90 dB fazem que as pessoas tenham de falar mais alto; o interlocutor deva prestar mais atenção; e exige maior concentração mental para a execução das tarefas que requerem atenção, precisão e velocidade. O ideal é que em locais de trabalho o ruído ambiental se conserve abaixo de 70 dB.

Ruídos em níveis superiores a 93 dB interferem em sensores óptico e ótico, e faz que o operador não distinga adequadamente as cores, enquanto nos níveis de

¹ dB - unidade em decibéis, medida em escala logarítmica do ruído. A escala varia numa faixa de intensidade sonora, desde muito próximas de zero até 130 dB, o máximo suportado pelo ouvido humano. Acima disso situa-se o limiar de percepção dolorosa.

ruído entre os 80 a 85 dB, a sensibilidade é igual para todas as cores, conforme Colleoni e cols. (1981).

lida (2005) classifica os ruídos em dois tipos: os contínuos e os de impacto. O primeiro tipo refere-se aqueles de fundo, que ocorrem com certa uniformidade durante toda a jornada de trabalho. Os segundos são os picos de energia acústica de curta duração (1s), e que podem chegar a níveis entre 110 a 135 dBs, que podem ser inesperados e se destacam no ambiente, como as buzinas, batidas de portas, ou gargalhadas repentinas.

lida (2005) observa que um ruído de cerca de 100 dB, com duração aproximada de 5 ms, pode provocar sustos e produzir reação imediata de defesa, interfere no trabalho e retarda o tempo de reação para outras tarefas. Quando as pessoas estão expostas a um ruído contínuo, por um certo período de tempo, tornam-se menos sensíveis a ele. Mas quando ocorre um ruído de impacto, as pessoas se perturbam imediatamente.

lida (2005) relata que o ruído, acima de 90 dB, pode provocar reações fisiológicas prejudiciais ao organismo, aumentando o estresse e a fadiga. Os ruídos intensos podem prejudicar o desempenho nas tarefas que exigem mais atenção, concentração mental, velocidade e precisão de movimentos. Os prejuízos podem piorar a partir de 2 horas de exposição ao ruído, causando aborrecimentos, interrupção forçada da tarefa ou daquilo que as pessoas gostariam de estar fazendo, como conversar ou dormir, e ainda provoca tensões e dores de cabeça. Os ruídos também afetam a memória de curta-duração, principalmente nas tarefas que exigem trocas de informações verbais, que são prejudicadas quando as pessoas têm de falar mais alto, e nem sempre são compreendidas, pelo efeito do mascaramento.

As Normas Técnicas ABNT (NR-15) consideram tolerável a exposição, durante 8 horas de jornada diária de trabalho, ao ruído contínuo de até 85 dB. Mas alguns estudos indicam que ruídos de 80 dB já causam danos, havendo normas estrangeiras que fixam o limite máximo em até 80 dB. Acima de tal nível deve-se reduzir o tempo de exposição, por haver riscos para o indivíduo exposto a ele. Se a exposição ultrapassar os limites recomendados devem-se providenciar algum tipo de equipamento de proteção individual.

Ruídos acima de 80 dB dificultam a comunicação, levando as pessoas a falar mais alto, prestar mais atenção, e também prejudicam a realização das tarefas que exigem precisão de movimentos, tornando necessário o uso de protetores auriculares para a exposição por tempo prolongado. O ruído inesperado e intermitente perturba mais que um ruído contínuo. E fontes de ruído de alta frequência perturbam mais que os de baixa frequência, conforme Wachowicz (2007).

Uma das conseqüências da exposição ao ruído é a surdez, que pode ser de duas naturezas: a surdez de condução e a surdez nervosa. A primeira, conforme lida (2005) resulta da redução na capacidade para transmitir as vibrações, a partir do ouvido externo para o interno. E pode ter como causas o acúmulo de cera, infecção ou perfuração do tímpano. Os ruídos de impacto, com alta intensidade, podem também provocar a ruptura da membrana do tímpano, ou danificar a transmissão pelos ossículos do ouvido médio. As vibrações sonoras chegam amortecidas à cóclea, reduzindo a eficiência auditiva.

A surdez nervosa, conforme lida (2005), ocorre no ouvido interno devido à redução da sensibilidade das células nervosas da cóclea, em decorrência de exposição prolongada a ruídos intensos. As perdas podem ocorrer nas faixas de

alta frequência, acima de 1000 Hz, principalmente na faixa em torno dos 4000 Hz, e são irreversíveis. Ruídos de até 80 dB, podem provocar pequenas perdas, que tendem a crescer a partir desse nível, chegando a 27% na faixa dos 95 dB.

lida (2005) ilustra essa assertiva, citando estudos realizados em escolas situadas em locais próximos a aeroportos, onde se observaram alterações nos comportamentos de professores e alunos, que se mostravam mais excitados, barulhentos e menos inclinados ao trabalho escolar. Observaram-se, nesses indivíduos, sintomas de irritação e cansaço, dores de cabeça e a perda do controle sobre a disciplina em sala de aula.

Quanto ao aspecto da saúde ambiental, o ruído pode ser considerado um dos principais itens, pois, quando inadequado, pode resultar em lesões do aparelho auditivo, fadiga auditiva, ou também, desencadear efeitos psicológicos negativos associados ao estresse psíquico (perturbação da atenção e do sono; sintomas neurovegetativos, tais como: taquicardia e aumento da tensão muscular). (WACHOWICZ, 2007).

Roeser e Downs (1981) consideram que o nível razoável de ruído em sala de aula tradicional deve ficar em torno de 35 dB (A). Em sala para deficientes auditivos, o nível de ruído deve situar-se em torno dos 30 dB (A).

A Norma ABNT 10.151, dispõe sobre a medição de ruído por meio de medidor de nível sonoro do tipo sonômetro, com três tipos de filtros, o dB (A), o dB (B) e o dB (C). O filtro do tipo A é mais utilizado, por fornecer melhor resposta de frequência do ouvido.

As definições usadas por esses autores podem adaptar-se perfeitamente ao ambiente de sala de aula, pois neste ambiente específico, em muitas situações, devido ao grande número de alunos, e como conseqüências de conversas

paralelas, o ruído pode estar presente no ambiente e até dificultar a assimilação dos conteúdos de maneira satisfatória. Analisar o nível dos ruídos existentes no ambiente acadêmico e proporcionar ao aluno um ambiente diferenciado pode ser uma estratégia pedagógica importante, com objetivo de facilitar todo o processo da aprendizagem.

2.4.2 Iluminação

Outro fator que exerce grande interferência no processo da aprendizagem é a iluminação do ambiente. Este aspecto pode interferir positiva ou negativamente, em determinados aspectos, como: aumentar ou diminuir o nível de atenção e de concentração do aluno.

lida (2005) afirma que o nível de iluminação interfere no mecanismo fisiológico da visão e na musculatura que comanda os movimentos dos olhos. Os fatores que influem na capacidade de discriminação visual são: faixa etária, diferenças individuais, e os fatores controláveis no local de trabalho, como a quantidade de luz, o tempo de exposição e o contraste entre figura e fundo.

Couto (1995) observa que a iluminação adequada não depende unicamente da intensidade luminosa medida em *lux*, mas também de outros fatores, como a brilho das fontes de luz, o contraste adequado e a inexistência de reflexos no campo visual do indivíduo. Os trabalhos que requerem alto desempenho visual devem ser posicionados próximos da fonte de luz natural, embora se deva estudar a posição do sol, e sua variação ao longo do dia, de forma que a luz direta não atinja o local de trabalho.

De acordo com Dul e Weerdmeesterr (2006, p. 80), "A intensidade da luz

que incide sobre a superfície de trabalho deve ser suficiente para garantir uma boa visibilidade". No ambiente acadêmico, devido à natureza das atividades a serem realizadas e a necessidade de uma clara visibilidade do conteúdo que está sendo exposto pelo professor, a iluminação adequada passa a ser um fator relevante para que a aprendizagem transcorra com sucesso.

Os sistemas de iluminação, nos ambientes de trabalho, devem ser dimensionados de forma a poupar energia elétrica, sendo recomendável o uso de lâmpadas eficientes e o planejamento adequado de luzes localizadas, que podem ser até dez vezes mais intensas. Uma iluminação deficiente pode causar fadiga visual e é a responsável por até 20% dos acidentes, de acordo com Lida (2005).

Millanvoye (2007) ressalta que a iluminação em lux, representa a quantidade de luz que chega ao local de trabalho, enquanto a luminância² (em cd/m²) representa a quantidade de luz que incide no olho e estimula a retina. A luminância não correspondente diretamente à iluminação, para um mesmo nível de iluminação, a quantidade de luz refletida por um objeto varia conforme a sua natureza. Uma superfície clara e lisa, na cor branca, pode ser muito refletora, enquanto uma superfície escura e fosca refletirá pouca luz para o olho.

O rendimento visual tende a crescer a partir de 10 lux, com logaritmo do iluminamento em cerca de 1000 lux, enquanto a fadiga visual se reduz nessa mesma faixa. A partir desse parâmetro, os aumentos de iluminamento³ não provocam melhoras sensíveis no rendimento, mas a fadiga visual tende a aumentar. O máximo recomendável é de 2000 lux. Se houver necessidade de iluminamento maior deve-se utilizar a iluminação localizada de até 2000 lux, complementando a iluminação geral do ambiente que oferece a vantagem de direcionar o foco da luz

² Cd/ m² - representa Candela por m², ou seja, quantidade de luz emitida por uma superfície e percebida pelo olho humano (IIDA, 2005, p. 460).

³ Iluminamento – Lux (lm) é a quantidade de luz que incide sobre uma superfície.

sobre os detalhes desejados, eliminar sombras, reflexos e ofuscamentos, como recomenda Iida (2005).

Segundo Iida (2005, p. 460) "O correto planejamento da iluminação e das cores contribuem para aumentar a satisfação no trabalho e melhorar a produtividade, além de reduzir a fadiga e os acidentes." Quando este ponto é analisado, compreende-se que a iluminação adequada pode ser um fator preponderante de incentivo, para que, no ambiente acadêmico, se motive a realização das suas tarefas com maior qualidade.

O quadro 1 refere-se os níveis de iluminamento recomendados para algumas tarefas típicas.

QUADRO 1. TIPOS DE ILUMINAÇÃO

Tipo	Iluminamento Recomendado (lux)	Exemplos de aplicação
Iluminação geral de ambientes externos	5-50	Iluminação mínima de corredores, banheiros, zonas de circulação, depósitos e almoxarifados.
Iluminação geral para locais de pouco uso	20-50	Iluminação mínima de corredores e almoxarifados, zonas de estacionamento.
	100-150	Escadas, corredores, banheiros, zonas de circulação, depósitos e almoxarifados.
Iluminação geral em locais de trabalho	200-300	Iluminação de serviço. Fábricas com maquinaria pesada. Iluminação geral de escritórios, hospitais, restaurantes.
	400-600	Trabalhos manuais pouco exigentes. Oficinas em geral. Montagem de automóveis, industrial de confecções. Leitura ocasional e arquivo. Sala de primeiros socorros.
	1000* - 1500*	Trabalhos manuais precisos. Montagem de pequenas peças, instrumentos de precisão e componentes eletrônicos. Trabalhos com revisão e desenhos detalhados.
Iluminação localizada	1500 - 2000	Trabalhos minuciosos e muito detalhados. Manipulação de peças pequenas e complicadas. Trabalhos de relojoaria.
Tarefas especiais	3000 - 1000	Tarefas especiais de curta duração e de baixos contrastes, como operações cirúrgicas.

Fonte: IIDA (2005, p.464)

Iida (2005) observa que o foco de luz dirigido ajuda a aumentar a concentração do indivíduo sobre a tarefa, pelo efeito fototrópico, atraindo o

movimento dos olhos para pontos mais brilhantes do campo visual. Assim, recomenda que a proporção entre o nível, no centro da tarefa, e o iluminamento geral do ambiente seja de 3:1, ou seja, a intensidade do foco é o triplo daquela do ambiente geral.

O tempo de exposição, conforme lida (2005), para que um objeto possa ser bem discriminado depende de fatores como: tamanho, contraste e nível de iluminamento. O tempo suficiente para a boa discriminação de objetos geralmente é de 1 segundo. Para objetos pequenos e com contraste baixo, o tempo necessário pode aumentar sensivelmente. O contraste é a diferença de luminescência entre a figura e o fundo. Se não há contraste, a figura ficará camuflada e não será visível.

Couto (1995) recomenda que no planejamento da iluminação se dê atenção às variações de luminosidade e à movimentação dos objetos para longe e para perto dos olhos, visto que sob iluminação adequada e com o contraste adequado, o olho humano possui boa capacidade para ver objetos situados ao longe.

Um dos problemas provocados pelo mau projeto da iluminação é a fadiga visual, caracterizada por irritação dos olhos e lacrimejamento, aumento na frequência do piscar. A visão se torna borrada e duplicada, diminuindo a eficiência visual. À medida que a fadiga visual aumenta, o indivíduo pode apresentar dores de cabeça, náuseas, depressão, irritabilidade emocional, e em consequência ocorre a perda do rendimento e da qualidade do trabalho, ensina lida (2005).

Outro problema é o ofuscamento que, conforme lida (2005), consiste em uma redução da eficiência visual, provocada por objetos ou superfícies com grande luminescência, presentes no campo visual ao qual os olhos não estão adaptados, podendo ser produzido pelo sol; pela presença de lâmpadas no campo visual ou por reflexos em superfícies polidas; ou pelos faróis de um carro vindo na direção

contrária, durante a noite.

Wachowicz (2007) considera o ofuscamento como um fator para o condicionamento de iluminação natural ou artificial. A distribuição da luz no espaço deve ser dimensionada de modo que se evite diferenças excessivas de luz e sombra, que podem impedir a percepção visual adequada.

Para reduzir os efeitos do ofuscamento, Lida (2005), recomenda que se use uma combinação adequada de iluminação direta e indireta, sendo que a primeira incide sobre a tarefa e serve para melhorar o contraste, porém pode provocar sombras. A luz indireta, refletida no teto, nas paredes, ou em outras superfícies ajuda a fazer uma transição suave e a reduzir as sombras.

Wachowicz (2007) aconselha que a abertura de janelas ou as fontes de luz artificiais devem ser colocadas de modo a minimizar o ofuscamento direto ou indireto. O ofuscamento direto é produzido por uma fonte de luz natural ou artificial, com alta luminância, que entra direto no campo visual do indivíduo. O ofuscamento indireto ocorre quando o nível de luminância das paredes é muito alto. O ofuscamento refletido é causado pela reflexão da luz sobre uma superfície polida.

No ambiente em que se utiliza o computador o sistema de iluminação deve ser definido de modo a se evitar o ofuscamento, uma vez que a superfície envidraçada do monitor pode provocar o ofuscamento por reflexão. É recomendável uma adaptação no sistema de iluminação do ambiente, ou modificar o posicionamento do monitor de modo que se evite tanto o ofuscamento direto quanto o indireto, conforme Lida (2005).

Para se obter bons resultados com a iluminação, Lida (2005) recomenda a colocação de luminárias, que devem ser posicionadas de modo que a luz não incida diretamente sobre os olhos. As lâmpadas fluorescentes devem ser colocadas

paralelamente à linha de visão, com aletas perpendiculares, reduzindo-se a exposição da superfície luminosa. É recomendável colocar um número maior de lâmpadas de potências menores, ao invés de um pequeno número de lâmpadas potentes.

No Paraná, a Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR, 1998) recomenda que, em sala de aula, a área de iluminação mínima seja equivalente a 1/5 da área do piso; a iluminação natural deve se dar à esquerda da lousa, vista de frente, ou iluminação zenital. Deve haver iluminação artificial, com lâmpadas incandescente ou fluorescente de 300 lux.

2.4.3 Ambiente Físico

De acordo com Lida (2005), o homem é um animal homeotérmico. Sua temperatura corporal interna é mantida constante, a aproximadamente 37°C, por meio de mecanismos termoregulatórios. Este fato possibilita que o organismo humano, se mantenha aquecido e pronto para o trabalho sem depender da temperatura externa, para seu aquecimento.

O exercício físico é capaz de produzir calor suplementar do qual uma parte, em geral, deve ser eliminada no exterior do corpo de modo a manter estável a temperatura central, portanto, é mais fácil fazer esta eliminação numa ambiência fria do que numa quente, já que se o corpo esquenta demais o trabalho físico e a sobrevivência, se tornam impossíveis, (FALZON, 2007).

Toda a tarefa é desenvolvida em certo ambiente, onde o indivíduo é exposto a determinados níveis de ruídos e vibrações. Esse espaço é qualificado pelo termo "ambiência física". O papel do ergonomista é o de avaliar as ambiências físicas,

pois, "quando há inadequações, os processos de comunicação e de informação, podem ser alterados, bem como, a saúde do indivíduo e a qualidade de suas ações". (FALZON, 2007, p. 73).

É importante que o indivíduo se sinta confortável no ambiente no qual desenvolve suas tarefas. Aspectos como o espaço físico, ou seja, a questão estrutural deste espaço, acabam por ser desvalorizados e, somente são objetos de estudos quando existem pontos negativos relacionados a eles. Na escola a ergonomia visa tornar as atividades de ensino mais eficientes. Conforme Lida (2005, p. 570):

O ensino, ainda se realiza, na maioria dos casos, em situações monótonas e pouco estimulantes para o aluno, onde ele é pouco solicitado ou "desafiado" a mostrar as suas habilidades. Embora já sejam disponíveis diversas tecnologias educacionais, ainda predominam as aulas do tipo **verbal-expositivo**, que é um método, comprovadamente, de baixa eficiência. Os alunos passam horas praticamente "imobilizados" em carteiras. Isso provoca solicitações estáticas de sua musculatura, que dificulta a circulação e produzem monotonia e fadiga.

Este aspecto se acentua quando o objeto de estudo é a matemática, pois esta disciplina requer um alto nível de atenção e concentração, conforme Ponte (1992).

Considerando-se que a sala de aula é um ambiente de trabalho como outro qualquer, onde as pessoas realizam tarefas específicas, é conveniente a aplicação desses resultados da pesquisa na solução de problemas práticos dentro da escola. (NUNES, 1985).

Entretanto, sustenta Kao (1976, apud FALZON, 2007), a utilização de conhecimentos de Ergonomia às questões educacionais ainda é rara. A manutenção de um clima confortável é essencial para o bem-estar e desempenho em eficiência máxima.

Segundo Couto (1995, p. 326), "A fadiga mental ocorre quando os mecanismos mentais, de uso do intelecto, estão sobrecarregados". Sendo assim, o ambiente inapropriado da sala de aula, por não apresentar condições ambientais adequadas, pode acabar interferindo e prejudicar o processo intelectual e, por esta razão, impede muitas vezes que os conteúdos sejam apreendidos pelo aluno.

Millanvoye (2007) considera que os aspectos negativos da ambiência física podem ser incômodos e até nocivos. A análise ergonômica da ambiência física deve respeitar duas exigências: a espacial, relativa ao local de trabalho, e a temporal, relativa às mudanças efetuadas durante os vários ciclos do trabalho, em que se verificam as variabilidades horárias, e/ou sazonais.

Kroemer e Grandjean (2005), afirmam que o desconforto gera alterações funcionais que podem afetar todo o corpo. Citam ainda que, o superaquecimento gera cansaço e sonolência, redução do desempenho físico e aumento da probabilidade de ocorrência de erros. Os autores observam, ainda, que ao contrário o super-resfriamento gera superatividade, reduz o estado de alerta e de concentração, particularmente nas atividades mentais.

A ambiência térmica trata do micro-clima do local de trabalho, e pode variar numa mesma edificação de um local para outro, sofrendo inclusive influências do clima externo e suas variações sazonais. Os componentes da ambiência térmica são: temperatura, velocidade de deslocamento do ar, umidade, radiação infravermelha. No ambiente de trabalho essas variáveis interagem sobre o corpo do trabalhador, conforme Millanvoye (2007).

O ambiente físico pode interferir na qualidade da aprendizagem, bem como na sua aquisição. Um ambiente bem ventilado, com iluminação adequada e com o nível aceitável de ruídos pode favorecer o nível de atenção e de concentração do

aluno, sendo assim, estes fatores físicos do ambiente acabam se tornando ferramentas importantes no meio acadêmico. Para Johnson e Myklebus (1983) a aprendizagem se dá por meio dos sentidos, pelos sistemas receptores, ou seja, por meio da audição, visão e tato. O ambiente de uma sala de aula deve ser planejado de forma a servir de estímulo no desenvolvimento do educando.

Millanvoye (2007) observa que o homem é homeotérmico, ou seja, tem a capacidade de regular a temperatura interna, para o funcionamento ideal do seu organismo, em torno dos 37° C. Mas é sensível à ambiência térmica global, podendo experimentar diferentes sensações similares ou idênticas em relação a diferentes combinações de características da ambiência. No trabalho sedentário, a sensação de conforto pode se dar em condições em que as variáveis características da situação estiverem em valores considerados neutros – temperatura do ar entre 20 a 21°C; umidade relativa entre 50% a 60%, velocidade da circulação do ar entre 0,1 a 0,25 m/s.

Em situação de calor os efeitos patológicos imediatos ocorrem pela ativação excessiva da termorregulação, produzindo a síncope no calor, desidratação, afecções cutâneas, e no longo prazo, pode afetar o sistema cardiovascular, diminuindo a vigilância, e aumento no tempo de decisão, degradação das coordenações sensório-motoras. No frio, o trabalho físico é favorecido, se as perdas térmicas se mantiverem limitadas. Entretanto, em condições mais extremas de perdas térmicas, pode ocorrer um baixo rendimento, embora a atividade mental seja pouco influenciada pelo frio. Os efeitos patológicos ocorrem por ativação excessiva da termorregulação e pelo aparecimento do enregelamento e congelamento com queimaduras, conforme Millanvoye (2007).

Wachowicz (2007) enfatiza que as condições climáticas internas devem ser

planejadas pela ergonomia, de modo que haja o conforto térmico no ambiente de trabalho, como disposto na NR-15. Os ambientes interiores sob clima temperado, tendem a ser moderadamente quentes, em torno dos 18°C, a velocidade do ar é inferior a 25 m/s, umidade do ar moderada entre 40% e 60%. O tempo de exposição ao calor ou frio deve ser limitado, uma vez que condições extremas são desconfortáveis e prejudiciais à saúde humana.

A Resolução SESA n. 0318/2002 da Secretaria de Estado da Saúde – Paraná, determina, em Norma Técnica, as exigências sanitárias para as instituições de ensino fundamental, médio, superior, e cursos livres, em todo o Estado, seguindo as orientações fornecidas pela Fundepar.

A Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR) elaborou recomendações básicas para a construção de escolas, enfatizando que o ambiente físico da sala de aula deve permitir a circulação livre, sem limites internos circunscritos, possibilitando a interação professor-alunos. A tabela 02 evidencia as especificações mínimas requeridas para esse ambiente.

QUADRO 2. ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS – SALA DE AULA.

ITENS	ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS – OBSERVAÇÕES
Área (m ²)	• 1,20 m ² por aluno – incluindo circulação e área do professor.
Dimensão (m)	• distância da 1ª fila ao quadro – 2,00 m.
Pé-direito (m)	• 2,40 m (viga – piso); • 2,80 m (piso – teto).
Área de Iluminação Natural (m ²)	• 1 / 5 da área do piso; • à esquerda do quadro principal, visto de frente.
Iluminação Artificial	• Quantidade de lux conforme ABNT (NBR 5413/1992); • Protegida contra impactos e quedas.
Área de Ventilação Natural (m ²)	• 1 / 10 da área do piso; • Ventilação cruzada permanente e obrigatória localizada na parte superior de paredes opostas ou sistema mecânico de troca de ar. (NBR6041 e Portaria 3523-MS).
Peitoris	• Mínimo 1,20 m de altura em relação ao nível do piso acabado.
Acesso	• Pela frente, junto ao quadro principal.
Portas de Acesso	• 0,80 x 2,10 m – dimensão mínima; • Apresentar visor;
Janelas	• Quando necessário, deverá ser previsto meio de proteção contra excesso de luz solar; • Caso seja basculante ou máxim-ar, devem apresentar ferragem de acionamento na altura do peitoril para facilitar manobras de abertura e fechamento; • Janelas máxim-ar, no térreo, devem apresentar sistemas de proteção contra acidentes; • A partir do 1º pavimento, devem ter meios de proteção contra quedas; • Vidros íntegros; • É proibido parede de vidro.
Ferragens de Portas e Janelas	• A maçaneta deve permitir acionamento seguro; • É proibido o uso de maçaneta de bola.
Pisos – revestimento	• Íntegro, contínuo, isolante térmico, antiderrapante, resistente à limpeza; • É proibido o uso de carpete e forração à base de fibra.
Paredes – revestimento	• Lisas, laváveis
Tetos – estrutura e revestimento	• Laje ou forro contínuo. É proibido o uso de forro treliçado; • Cor branca, material lavável;
Instalações Elétricas	• Íntegras, devidamente aterradas;
Mobiliário	• Íntegro, sem arestas ou cantos vivos, de fácil limpeza e manutenção • Compatível com a faixa etária a que se destina, conforme NBR 14006 e 14007;

FONTE: SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO ESTADO DO PARANÁ, 2002/ FUNDEPAR.

2.4.3.1 Mobiliário

O mobiliário de uma sala de aula apresenta algumas características em

relação à postura e ao uso de equipamentos. O Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares – CEBRACE (1978) descreve o mobiliário escolar como conjuntos de elementos para trabalhar e sentar (carteiras escolares, assentos e mesas, bancadas) e conjuntos para guardar (estocagem e armazenamento dos materiais – armários e estantes); conjuntos para expor (quadro de giz, mural, quadro de projeção, cavaletes).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2003) elaborou as normas técnicas: NBR 14006 padronizando as classes e dimensões para assentos e mesas escolares; e NBR 14007, fixando condições mínimas exigíveis para encomenda, fabricação e fornecimento de assentos e mesas escolares, pelas instituições de todo o Brasil, com exceção de escolas especiais.

O mobiliário escolar deve ser dimensionado considerando o uso coletivo, planejado para o padrão médio. A cadeira deve ter assento e encosto estofado e revestido de material perspirante, com densidade e consistência para suportar até 2 cm de depressão. O assento e o encosto devem ser ajustáveis para a altura do estudante, de modo que este apóie totalmente os pés no chão e garanta o suporte lombar. O assento deverá ter bordas arredondadas. Os pés da cadeira deverão ser estáveis, e possibilitar a movimentação (WACHOWICZ, 2007).

Gomes Filho (2003) observou que o projeto ideal de uma cadeira é condicionado pelo estudo ergonômico complexo, relacionado aos dados antropométricos e fisiológicos de diversos biótipos de usuários, com vistas ao conforto e ao tempo em que a pessoa permanecerá sentada, executando uma determinada tarefa. Nesse estudo devem ser considerados dois fatores: o assento e o encosto, principalmente quanto às especificações dos materiais a serem utilizados.

A postura, conforme Gomes Filho (2003) deve ser ereta, de modo que a

coluna vertebral assuma sua posição mais adequada contra os constrangimentos físicos. Quando o usuário, sentado, inclina a bacia para trás, sua coluna curva-se, os discos intravertebrais são comprimidos pelas vértebras lombares, provocando tensões desagradáveis. Mas manter a posição ereta, por muito tempo, não é tarefa fácil, dado a natureza do trabalho dos músculos. De vez em quando o usuário tende a relaxar os músculos, e o tronco se curva naturalmente, a postura sai da posição ereta. O objeto deve garantir a possibilidade de o usuário variar as posições de postura, quando julgar conveniente.

Gomes Filho (2003) considera que os planos do assento e do encosto da cadeira devem ser ortogonais, com ângulo maior que 90° , mantendo-se uma pequena inclinação para trás, para se impedir que o corpo escorregue para a frente.

Kroemer, Grandjean (2005) consideram que no projeto da cadeira devem ser seguidas orientações médica e ortopédica, tanto quanto ergonômica. O plano de assento deve ser levemente inclinado para trás, para que as nádegas não deslizem para frente. As cadeiras de trabalho devem ter apoio alto para permitir que o usuário recline-se para trás e tenha um suporte para o peso do tronco. A cadeira deve ser adaptada tanto para o trabalho tradicional quanto para o trabalho com equipamentos modernos da tecnologia de informação.

Conforme Kroemer, Grandjean (2005) a cadeira deve ser projetada permitindo a postura inclinada para a frente e reclinada para trás, o apoio das costas deve ter inclinação ajustável, possibilitando fixar o apoio em qualquer ângulo desejado, a altura do encosto deve ser de pelo menos 500 mm verticalmente acima do plano do assento e ter uma almofada lombar para fornecer suporte para a coluna lombar entre a terceira vértebra e o sacro, entre 100 a 200 mm acima do ponto mais baixo da superfície do assento. A superfície do assento deve ter entre 400 a 450 mm

de largura e 380 a 420 mm de profundidade, com uma leve cavidade no plano do assento para prevenir deslizamento para a frente, para oferecer maior conforto ao usuário.

Kroemer, Grandjean (2005) consideram que uma cadeira para oferecer conforto ao usuário deve ter ângulo do encosto que muda automaticamente com o plano de inclinação do assento.

Outro fator a ser considerado é quanto a segurança. A estrutura formal do objeto deve ser dimensionada de acordo com coeficientes de segurança, para se garantir sua resistência ao peso do usuário, e a estabilidade no piso, considerando-se os seus deslocamentos, assevera Gomes Filho (2003).

O *design* da cadeira também deverá garantir segurança suficiente contra quebras, desequilíbrios ou deslizamentos que possam por em risco a integridade física ou psicológica do usuário. O *design* está condicionado ao atendimento dos atributos antropométricos dos ocupantes, levando-se em conta o tamanho e o biótipo dos usuários, de forma que o seu dimensionamento seja o mais adequado possível, ou seja, precisa atender a uma faixa entre 5° e 95° percentil da população brasileira, abrangendo estaturas entre 155 cm (feminino) e 181 cm (masculino) dos respectivos percentis mencionados, conforme Gomes Filho (2003).

As cadeiras para o uso no trabalho, conforme Gomes Filho (2003), devem permitir uma ampla possibilidade de ajustes, quanto a altura e angulações, e ainda, levar em conta o dimensionamento das superfícies de trabalho, que possibilite conforto do usuário, como a previsão de espaços para a inserção e movimentação das pernas, sob o referido plano, e condições operacionais, de visibilidade e as condições do entorno.

A mesa para o trabalho deverá permitir que o usuário fique posicionado com

os ombros relaxados, com ângulo entre o braço e o antebraço de 90 graus, em material anti-reflexivo. Dois fatores devem ser observados no projeto: a natureza da tarefa e a duração da jornada de trabalho. A mesa deve ser projetada de forma a garantir ao usuário melhores condições de operacionalidade e conforto, quanto às relações de altura do tampo e do plano de assento da cadeira ao piso. O tampo da mesa pode ser adaptado por meio de ajustes antropométricos para os diferentes biotipos de usuários, conforme Gomes Filho (2003).

Kroemer, Grandjean (2005) constataram que, no trabalho sentado, deve-se considerar as distâncias e ângulos visuais ótimos, e dessa forma, a superfície de trabalho deve ser elevada para que o trabalhador possa ver claramente o objeto de trabalho, sem forçar demasiadamente a curvatura das costas. A altura da mesa deve ser ajustada possibilitando o espaço livre para os joelhos.

Kroemer, Grandjean (2005) sugerem que se utilizem medidas arredondadas para a altura do tampo da mesa, considerando-se o espaço livre para joelhos, tais como: 650 mm para homens e 610 mm para mulheres; considerando-se 40 mm de espessura do tampo, a medida mínima ideal de altura da mesa será em torno de 690 mm para homens e 650 mm para mulheres. A distância mínima entre o assento e a parte inferior do tampo da mesa deve ser, no mínimo, 190 mm, correspondente à altura da coxa de pessoas do percentil 95°. Alturas de mesa entre 740 mm a 780 mm oferecem melhor oportunidade para a adaptação individual, desde que as cadeiras possam ser reguláveis quanto à altura e que haja apoio para os pés, para as pessoas menores.

Conforme Kroemer, Grandjean (2005) uma inclinação leve do tronco para a frente, com os braços apoiados na mesa é a postura minimamente cansativa para ler ou escrever, possibilitando uma posição relaxada para as costas, a distância

entre o assento da cadeira e a superfície da mesa deverá ficar entre 270 a 300 mm para a maioria dos usuários. Os autores afirmam que: "não importando a altura da pessoa, a grande maioria dos empregados graduou sua cadeira para que ficasse um vão livre de 270 a 300 mm abaixo da superfície de trabalho. Essa colocação do assento parece permitir uma postura natural do tronco." (ibidem, p. 50).

Kroemer, Grandjean (2005) observam que a altura de mesa não-ajustável deve ser projetada com base em medidas médias, que não consideram as variações individuais, que, entretanto, pode se tornar muito alta para pessoas menores, que necessitarão de apoios para os pés.

As pessoas muito altas terão de curvar o pescoço sobre a mesa, o que pode gerar problemas musculoesqueléticos no pescoço e nas costas, sendo preferível que a altura da mesa seja definida de modo a acomodar melhor às pessoas altas, já que as pessoas menores podem utilizar o apoio para os pés e obter maior conforto. O apoio para os pés, conforme Kroemer, Grandjean (2005) é importante para as pessoas com pernas curtas, evitando que fiquem com os pés balançando.

O apoio para os pés, deve apresentar inclinação de 20 graus para melhorar a postura e o retorno venoso do usuário. A aquisição do mobiliário deverá respeitar dados antropométricos para garantir o conforto dos usuários, conforme Gomes Filho (2003).

De acordo com a NR 17 (normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho – Ergonomia – 117.000-7.), "esta norma visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente." (Ministério do Trabalho- 30/03/2007).

Enfim estes parâmetros parecem ser necessários, não somente no ambiente

de trabalho, mas também no ambiente de aprendizagem, buscando o conforto e o melhor desempenho do aluno.

2.5 APRENDIZAGEM

Entende-se por aprendizagem o processo de aquisição de novos conhecimentos que levam à modificação do comportamento. De acordo com Cória-Sabini (1986, p. 1):

Em Psicologia Educacional a aprendizagem constitui um aspecto central, pois a escola está interessada tanto em compreender como os estudantes aprendem quanto na qualidade desta a cada novo conhecimento é assimilado, obrigando a modificação da conduta ou comportamento: "se aprendi algo novo, não posso continuar me comportando como antes", pois novos dados foram apropriados.

Para Blin (2005, p. 60), "A classe em sua definição mais genérica, visa dar a determinada população em um mesmo lugar, um mesmo ensino." Partindo da realidade plenamente constatada de que todos os alunos são diferentes, tanto em suas capacidades quanto em suas motivações, interesses, ritmos evolutivos, estilos de aprendizagem, situações ambientais etc. e entendendo que todas as dificuldades de aprendizagem são, em si mesmas, contextuais e relativas, é necessário colocar o acento no próprio processo de interação ensino/aprendizagem.

As teorias de aprendizagem têm se preocupado com a interação entre o material a ser aprendido e os processos psicológicos necessários para aprender, enfatizando o estudo sobre o modo pelo qual o aprendiz obtém, seleciona, interpreta e transforma a informação (PFROMM NETO, 1987; POZO, 1996). No contexto acadêmico ocorre uma crescente preocupação entre os educadores em compreender os reais motivos das dificuldades de aprendizagem e,

conseqüentemente, em encontrar a melhor estratégia para que o aluno assimile as informações de maneira adequada e com sucesso.

Linhares (1985) adverte que a dificuldade de aprendizagem centrada no aluno deve ser investigada pela psicopedagogia, buscando-se conhecer as suas causas. A ação e reflexão pedagógica devem ser orientadas para se conhecer os aspectos psicomotores, afetivos, sociais, psicológicos e neurológicos envolvidos no processo ensino/aprendizagem.

As dificuldades de aprendizagem, conforme Linhares (1985), devem ser enfrentadas de modo preventivo no desenvolvimento da criança, na escola, na família e na comunidade, por meio de análise e elaboração de metodologias pedagógicas, considerando-se a visão de mundo do homem, da educação e da aprendizagem.

Torna-se necessário repensar a escola, e suas relações com a família, com a sociedade quando à produção dos problemas de aprendizagem e quanto ao processo de solução para aquelas dificuldades detectadas, conforme Patto (1981).

O papel da escola na produção da apropriação da aprendizagem escolar deve ser verificado, considerando-se determinantes da cultura escolar, e dos padrões culturais do educando. Essa posição tira do aluno a responsabilidade total pela dificuldade em aprender, e responsabiliza, também, parcialmente à escola por não se adaptar às diferenças culturais de sua clientela, assevera Patto (1990).

Perrenoud (1999) critica a pedagogia centrada no conhecimento por considerar que o aluno faz um contrato de apenas escutar, tentar entender e fazer os exercícios de fixação, para depois restituir as aquisições por meio de testes de conhecimentos. O autor introduziu uma abordagem de aprendizagem com base no desenvolvimento de competências. Essa abordagem pressupõe um contrato didático

na qual o aluno poderá negociar o sentido do trabalho e dos conhecimentos escolares, obtendo o respeito à sua pessoa e à sua palavra.

Nessa abordagem o aluno torna-se um parceiro ativo e criativo, e coopera com a criação de situações problemas instigantes, em sala de aula, e na elaboração de novos projetos. Esse processo de aprendizagem exige do aluno a implicação na tarefa, imaginação, engenhosidade e perseverança, uma vez que suas competências devem ser utilizadas para vencer obstáculos do processo de projeto e de resolução de problemas, conforme Perrenoud (1999).

Não é possível imaginar que o professor defina de modo unilateral as situações-problema. É verdade que sua tarefa consiste em propô-las, porém negociando-as o bastante para que se tornem significativas e mobilizadoras para muitos alunos. (...) a relação pedagógica é, fundamentalmente, assimétrica. O professor não está ali para atender a qualquer preço as demandas dos alunos. A negociação é uma forma não só de respeito para com eles, mas também um desvio necessário para implicar o maior número possível de alunos em processos de projeto ou solução de problemas. Isto, é óbvio, só funciona se o poder for realmente partilhado e se o professor escutar as sugestões e as críticas dos alunos, lidando corretamente com as situações. (PERRENOUD, 1999, p. 62).

Senge (2000) considera que as pessoas expandem continuamente sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam, por meio de novos e elevados padrões de raciocínio, que lhes permitem aprender continuamente.

Perrenoud (2000) considera que a participação do aluno no seu processo de aprendizagem tem um duplo efeito. De um lado exercita o direito de participar das decisões que lhe dizem respeito; de outro, exercita a educação para a cidadania, pela prática. A participação democrática em sua educação e formação para a cidadania envolve uma transição para se estabelecer a participação nas decisões dentro da escola e no âmbito de cada classe.

Coll, Marchesi e Palacios (2004) utilizam a concepção construtivista do

ensino e da aprendizagem que tem como foco o conteúdo trabalhado em relação à própria vivência do aluno, como forma de garantir a aprendizagem. Essa concepção de educação se volta para uma reforma educacional, inovação curricular, pedagógica e didática. A escola deve tornar os aspectos da cultura acessíveis aos educandos, de modo que a aprendizagem é resultado da construção coletiva dos próprios educandos e dos diversos agentes culturais, na sociedade. Os autores propõem a participação, no processo educativo, das comunidades de aprendizagens, incluindo a comunidade e a família. Os membros de um grupo social têm conhecimentos, experiências, motivações e capacidades e interesses diferentes, importantes na criação do conhecimento coletivo.

Para Coll (2007) os pais, os agentes da comunidade e os profissionais devem sistematicamente ir à sala de aula e atuarem como instrumentos para a alocação da informação pelos alunos. Essa abordagem educacional parte do princípio que a aprendizagem é dialógica, e se dá através da negociação do significado e do diálogo entre os membros de um coletivo. Alunos e professores têm a percepção de pertencerem a uma mesma instituição, que é vista como sua. A comunidade escolar de aprendizagem compartilha as decisões em relação às novas formas de organização do currículo e das metodologias de ensino e se dá ênfase à reflexão sobre a prática, a articulação teoria-prática e à ação de processos de melhorias das práticas pela utilização dos recursos teóricos.

2.5.1 Estratégias de Aprendizagem

Alguns teóricos distinguem as estratégias cognitivas das meta-cognitivas (GARNER e ALEXANDER, 1989).

Para Demo (1994), enquanto as estratégias cognitivas se referem aos comportamentos e pensamentos que influenciam o processo de aprendizagem de maneira que a informação possa ser armazenada mais eficientemente, as estratégias meta-cognitivas são procedimentos que o indivíduo usa para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento.

Pesquisas têm sugerido que é possível ajudar os alunos a exercer mais controle e refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem, através do ensino de estratégias de aprendizagem (BROWN, 1997; CLARK, 1990; PRESSLEY & LEVIN, 1983).

Desta forma, o papel que as estratégias de aprendizagem desempenham, tanto para uma aprendizagem efetiva quanto para a auto-regulação, tem sido cada vez mais reconhecido pelos educadores. Os pensadores da educação têm se concentrado na identificação das estratégias de aprendizagem utilizadas pelos alunos espontaneamente, ou como consequência de treinamentos sistemáticos, na busca dos processos cognitivos utilizados por aprendizes bem sucedidos, bem como na análise dos fatores que impedem os alunos de se engajarem no uso de estratégias de aprendizagem (BROWN, 1997; PURDIE & HATTIE, 1996).

Dansereau. (1979) julga necessário diferenciar estratégias primárias das estratégias de apoio. Para esses pesquisadores, as estratégias primárias são as destinadas a ajudar o aluno a organizar, elaborar e integrar a informação. As estratégias de apoio, por sua vez, são responsáveis pela manutenção de um estado interno satisfatório que favoreça a aprendizagem. Apesar das distinções mencionadas, o termo estratégias de aprendizagem vem sendo amplamente utilizado num sentido que inclui todos os tipos de estratégias (cognitiva, meta-cognitiva, primária e de apoio).

Coll (2007) afirma que, a aquisição de habilidades e de estratégias meta-cognitivas são preocupações de toda criança, em sala de aula, que a cada momento deve pensar sobre o que está fazendo, o para que está fazendo e, quais são os seus objetivos. A finalidade, ao término das atividades, é que o grupo seja autônomo ou que cada indivíduo seja autônomo no domínio da aprendizagem da realidade.

Para o autor supra citado, boa parte dos problemas de aprendizagem apresentados pelos educandos não têm a ver apenas com questões cognitivas, mas com o incentivo, ou a capacidade, ou incapacidade que têm professores e alunos em dar sentido às tarefas e aos conteúdos.

Coll (2007) constata que a construção da aprendizagem, em sala de aula, se dá a partir de uma organização sistemática e estratégica dos conteúdos de modo que eles possam ser compartilhados, e que cada aluno possa apontar suas próprias experiências e vivências. Essa abordagem inclui um enfoque interdisciplinar, com responsabilidade de aprendizagem compartilhada entre professores e alunos.

Um aspecto que se mostra fundamental, é a realização de um diagnóstico diferencial que possibilite a utilização de estratégias específicas a serem utilizadas no acompanhamento do aluno em questão. A definição das causas das dificuldades de aprendizagem parece ser uma ferramenta fundamental para direcionar qual seria a metodologia mais indicada a ser utilizada pelos educadores (ALMEIDA, 1999).

2.5.2 Dificuldade de Aprendizagem

Entre as causas mais comuns de dificuldade de aprendizagem, encontram-se os seguintes fatores: problemas emocionais, quadros neurológicos ou

defasagens de conteúdos, devido a uma educação anterior deficitária. Não há dúvida de que o sistema educacional brasileiro sofre problemas muito sérios. Como aponta Pilati (1994). Quase dois terços dos alunos estão acima da faixa etária correspondente a sua série e somente 13% completam o curso com idade adequada, sendo que a maioria dos alunos repetentes é proveniente de camadas sociais desfavorecidas (PILATI, 1994).

Segundo Costa Ribeiro (1991), o problema mais sério no ensino do país, não é a evasão escolar, mas o alto índice de repetência caracterizado, ora por excessivas reprovações, ora por critérios inapropriados de registro de alunos repetentes de uma unidade de ensino, matriculados como alunos novos em outra unidade.

Costa Ribeiro (1991) demonstra ainda que o tempo que muitos alunos permanecem na escola seria suficiente para que eles se formassem no ensino fundamental, mas que devido à repetência, eles acabam saindo da escola tendo conseguido completar apenas duas ou três séries escolares. Ao repetirem séries escolares, inúmeros alunos brasileiros experimentam um sentimento de desesperança e acabam também por abandonar a escola.

Na realidade, tanto as taxas de repetência quanto as de evasão têm sido altíssimas nos últimos cinquenta anos, afirma Patto (1993).

As investigações de Mello (1983) e Leite (1988) indicam que, quando indagados sobre as possíveis causas do fracasso escolar, educadores apontam como fatores principais certas características do aluno, tais como: o QI baixo, a subnutrição, a imaturidade, os problemas emocionais, o abandono dos pais, a falta de condições econômicas, a desorganização familiar, entre outros.

No meio acadêmico, onde a população é adulta, percebem-se questões

mais específicas, apresentadas pelo corpo discente, tais como: sentimento de inadaptação, pelo fato de estar muito tempo ausente do ambiente escolar, baixa auto-estima, dificuldade em utilizar métodos e estudo eficazes, entre outros. Dentro da sala de aula há situações psíquicas significativas, nas quais os professores podem atuar tanto beneficentemente quanto, consciente ou inconscientemente, agravando condições emocionais problemáticas dos alunos (ALMEIDA, 1999).

Os alunos podem trazer consigo um conjunto de situações emocionais intrínsecas ou extrínsecas, ou seja, podem trazer para o ambiente acadêmico, alguns problemas de sua própria constituição emocional (ou personalidade) e, extrinsecamente, podem apresentar as conseqüências emocionais de suas vivência, segundo Almeida (1999).

Para o autor citado acima, o aluno adulto geralmente perde a motivação para as atividades, em sala de aula, por não ter muito tempo disponível para aquela atividade, bem como não ter tempo para solicitar informações ao professor sobre dúvidas quanto ao conteúdo estudado, ou ter outras atividades para fazer nos momentos que reservou para seus estudos.

Determinados quadros neurológicos, apresentados por alguns alunos, como a Discalculia, pode se tornar um empecilho importante, no que concerne a aquisição das disciplinas que têm como base a matemática. Ela é definida como uma dificuldade provocada por má formação neurológica e que se manifesta como uma limitação da criança ao realizar operações matemáticas, classificar números e colocá-los na seqüência correta. (D'ANDREA, 1988).

Em crianças maiores, ela também impede a compreensão dos conceitos matemáticos e a sua incorporação na vida cotidiana. Tal dificuldade quando não é diagnosticada precocemente, pode afetar a vida acadêmica do indivíduo que é

portador da mesma. Portanto são necessárias medidas estratégicas para que o aluno que é portador de tal dificuldade possa receber orientação e assistência para que tenha possibilidade de superar ou amenizar de alguma forma os obstáculos que impossibilitam sua aprendizagem, de acordo com D'Andrea (1988).

Atualmente, os Centros Acadêmicos vem se preocupando, cada vez mais com a interferência dos processos psicológicos, bem como quadros neurológicos na apropriação da aprendizagem do corpo discente, portanto, o estabelecimento de determinadas estratégias, como: desenvolver um ambiente físico propício para facilitar o processo de aprendizado do aluno parece ser uma forma de minimizar ou até mesmo eliminar determinadas dificuldades de aprendizagem que podem ser resultantes de um quadro de estresse emocional devido a questões ambientais, tais como: ruídos internos e externos, iluminação inadequada ou temperatura inadequada, conforme Almeida (2007).

No contexto da aprendizagem a fadiga pode ser uma interferência significativa no que se refere à capacidade de manter o nível de atenção e concentração do aluno, visto que sem tais capacidades o processo de aprendizagem pode estar fadado ao insucesso. De acordo com Lida, (2005, p. 355), "Fadiga é o efeito de um trabalho continuado, que provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e uma degradação qualitativa desse trabalho".

2.5.3 Matemática Aplicada no Ensino Superior

A disciplina da matemática aplicada, parece ser um dos principais desafios dos estudantes do ensino superior, em cursos específicos, pois, em algumas situações, pode representar a causa de desistência dos estudos nos cursos

superiores. Juntamente com a dificuldade que o corpo discente encontra na aquisição da aprendizagem, há, por sua vez, uma certa constância nas estratégias de ensino utilizadas pelo corpo docente, que muitas vezes apresenta dificuldade em inovar e desenvolver métodos criativos, a fim de amenizar possíveis defasagens.

O uso de tecnologia pode favorecer a aprendizagem, como a pesquisa por informações na internet procurando por meio de interatividade construir conceitos fundamentais da matemática, ou obter formas de raciocínio lógico, ou incentivar outras formas de aprendizagem independente, ou ainda o uso de materiais de suporte que facilite a atividade experimental, coordenados com movimentos do tato e da visão, que está vinculados a existência de intuição e racionalidade.

A transição do ensino secundário para o ensino superior é marcada por diversas exigências, nomeadamente em nível pessoal, social e acadêmico. Debruçando-nos mais particularmente sobre esta última variável, a confrontação com a existência de novos métodos de ensino e de avaliação, a aquisição de novas rotinas e hábitos de estudo ou a maior autonomia na gestão do tempo, constituem novos contextos de vida e de desafios com que o jovem se confronta ao entrar na universidade (ALMEIDA, 2002a; ALMEIDA & SOARES, 2004; FERREIRA & HOOD, 1990). Além disto, os problemas vocacionais relacionados com o curso e com a carreira também se podem fazer sentir.

Tudo isto se pode transformar em níveis consideráveis de ansiedade, de desmotivação e de baixo investimento no curso, o que conseqüentemente se repercute na sua adaptação acadêmica e no aproveitamento escolar (Almeida, 2002a; Almeida & Soares, 2004; Santos, 2001; Santos & Almeida, 1999).

O ensino da matemática deve levar o educando a agir, e se engajar em ações que desafiem as suas capacidades cognitivas, ao contrário do modelo

tradicional de ensino, que exige um máximo de memorização e repetição. No ensino-aprendizagem da matemática é imperativo o experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e o demonstrar, em uma abordagem construtivista, na qual o conhecimento é construído, a partir de percepções e de ações do sujeito, mediadas por suas estruturas mentais já construídas, ou que se constroem ao longo do processo, asseveram Gravina e SANTAROSA (1998).

Conforme os autores supra citados, no ensino da matemática, o conhecimento deve ser construído a partir da investigação, da exploração e da formalização. O uso da informática no ensino da matemática representa um recurso fundamental, dentro da abordagem construtivista, por permitir que o educando possa modelar, analisar simulações, fazer experimentos, refletir, e expressar suas idéias, confrontando-as e as refinando, no uso de processos de representação mais próximos.

Os professores de matemática são os responsáveis pela organização das experiências de aprendizagem dos seus alunos. As suas concepções do ensino de matemática influenciam essas experiências, sendo fundamental que se discutam questões sobre a produção teórica de crenças, saberes profissionais e práticas dos professores, bem como o estudo de aspectos culturais da docência, especificamente em relação à educação matemática. Uma das concepções mais freqüentes é de que a disciplina Matemática é extremamente difícil, e lida com objetos e teorias abstratas, mais ou menos incompreensíveis, que tem um aspecto mecânico associado ao cálculo e que requer talentos especiais do aluno, conforme PONTE (1992).

Gravina e Santarosa (1998) enfatizam que, no ensino da matemática, se

apresentam duas características distintas. A primeira é quanto ao aspecto de aplicabilidade da matemática, como uma ferramenta para o entendimento de problemas de diferentes áreas do conhecimento, através de fórmulas, teoremas e teorias matemáticas utilizadas na resolução de problemas práticos e na explicação de fenômenos verificados nessas áreas do conhecimento.

O segundo aspecto, apontado pelas autoras supracitadas, diz respeito ao desenvolvimento de conceitos e teoremas que constituem a estrutura da matemática, cujo objetivo é a descoberta de regularidades e de invariantes, que devem ser demonstrados com base em raciocínio lógico, mediado por axiomas de fundamentação da estrutura e de teoremas já deduzidos. Ou seja, a investigação no plano puramente matemático. O ensino da matemática deve contemplar esses dois aspectos, enfatizando-os igualmente, o que se torna um desafio para os educadores: encontrar o meio para que os educandos se apropriem desse conhecimento.

Ponte (1992) considera que há duas metáforas ligadas à aprendizagem da matemática. A primeira refere-se ao matemático criativo, na qual se enfatiza o elemento criativo e ativo do processo de construção do saber matemático. O aluno mais do que assimilar o saber constituído, precisa investigar situações, resolver problemas formulados por ele mesmo, inventar conceitos e notações. Porém, o aluno, muitas vezes, não tem qualquer interesse particular pela matemática, estudada, apenas por imposição da escola. E, por trabalhar em outras atividades por muitas horas durante o dia, não tem qualquer interesse especial por essa disciplina.

Ferruzzi (2003) investigou a aplicação da modelagem matemática no ensino tecnológico, como uma estratégia do ensino e aprendizagem da matemática em cursos superiores de tecnologia. Inicialmente aplicou um pré-teste para obter

informações sobre o conhecimento matemático da população-alvo da pesquisa, constatando que 58% dos alunos não conseguiram resolver problemas que envolviam sistema de equações do primeiro grau. 95% erraram ou não resolveram questões envolvendo equação do primeiro grau, e 89% não conseguiram resolver a equação de segundo grau. 100% dos alunos não conseguiram resolver expressões com expoente fracionário.

D'Ambrósio (2002) constatou que o ensino da matemática que domina os programas dos cursos se torna desinteressante, obsoleto e inútil para as gerações atuais.

O ensino da matemática, conforme Lopes (1998) contribui para a realização dos trabalhos futuros nos diferentes ramos da atividade humana e para a cultura geral do educando. Sendo propostas situações nas quais o estudante realize atividades e construa eventos possíveis, por meio de experimentação concreta. Para tal é preciso que ocorra uma ruptura linear da prática educativa.

Essa prática linear que, segundo D'Ambrósio (2002), é desinteressada e desinteressante, desnecessária, acrítica, e muitas vezes, equivocada.

A segunda metáfora, para Ponte (1992), diz respeito ao engenheiro, ou seja, a pessoa que é colocada em uma situação concreta e deve lançar mão de diferentes métodos e abordagens ao seu alcance, muitas vezes modificando-os ou combinando-os para construir uma solução satisfatória. A comparação entre a matemática pura e a matemática dos engenheiros resulta em um insulto aos primeiros, visto que os últimos tendem a recorrer à matemática apenas para encontrar soluções para problemas práticos, enquanto os primeiros vêm, no domínio absoluto da Matemática Pura, a valorização do rigor e da consistência, no ensino dessa disciplina.

Ferruzzi (2003) observou que os alunos enfrentam dificuldades no aprendizado da matemática no ensino fundamental e médio e, ao chegar ao curso superior, elas se agravam fazendo que haja um alto grau de desistência ou de reprovação nas disciplinas onde a matemática ou os conteúdos matemáticos são requeridos.

Ponte (1992) constata que é cada vez maior a tendência de se ver a matemática como um todo, sem se fazer distinção entre a matemática pura e a aplicada, uma vez que ambas se utilizam das mesmas teorias. Torna-se cada vez mais reconhecida a importância de se lidar com as estruturas e regularidades matemáticas e, também da capacidade de as aplicarem às situações exteriores à disciplina. E dessa forma, se valoriza a capacidade dos alunos em formularem situações em termos matemáticos, aplicando seus conceitos à resolução de problemas concretos, incluindo a construção de modelos matemáticos.

Gravina e Santarosa (1998) observam que a abordagem construtivista contempla esse processo, por considerar o processo evolutivo das estruturas cognitivas em três estágios básicos: no estágio pré-operatório se dá a construção de esquemas de natureza lógico-matemáticas, no qual a criança apóia suas ações sensório-motoras sobre objetos materiais, por meio de exercícios de repetição espontânea e chegam ao domínio e generalização da ação.

Palácios (1995) afirma que à medida que o indivíduo envelhece ocorrem modificações no processo cognitivo, apresentado decréscimos de atenção, memória, ou na resolução de problemas. Porém, não se pode determinar, com exatidão, a magnitude dos decréscimos e a idade em que começam a ocorrer ou ainda quais são os fatores associados. Verificam-se diferenças na maneira de se utilizar as capacidades, em situações concretas, e essas diferenças podem estar relacionadas

a diferentes tipos de experiências educativas.

Palácios (1995) enfatiza que a pessoa sofre influência de padrões culturais dominantes e das interações que realiza com o meio humano significativo. O desenvolvimento cultural é o processo pelo qual o indivíduo torna sua a cultura social do grupo ao qual pertence, de modo que o desenvolvimento de competências concretas está vinculado ao tipo de aprendizagens específicas, ou ao tipo das práticas sociais dominantes.

Gravina e Santarosa (1998) relatam que no segundo estágio, operatório concreto, caracteriza-se o aparecimento das operações, das ações em pensamento, no qual a criança ainda depende de objetos concretos para suas ações se constituírem em conceitos. No terceiro estágio se dão as operações sobre objetos abstratos, que não dependem mais de ações concretas ou de objetos concretos, constituindo-se o pensamento puramente abstrato.

Para Demo (1998) o ensino tradicional não desenvolve as capacidades cognitivas no aluno, e o torna objeto do ensino e da instrução. É um simples treinamento. A aula copiada não constrói algo de distintivo, não educa e distancia o aluno do próprio objetivo da disciplina de desenvolver e construir habilidades para a solução de problemas no seu cotidiano.

Para Almeida (2000) em contraponto à abordagem instrucionista surgiu a abordagem construtivista, caracterizada por favorecer o pensamento, a criação, o desafio e a descoberta na realização de atividades educacionais. No ensino dos algoritmos possibilita-se o desenvolvimento dos conceitos matemáticos, do desenvolvimento da estrutura cognitiva do educando, no desenvolvimento do raciocínio lógico e da construção de idéias, em contraponto ao condicionamento que torna o aluno passivo e desinteressado. O aluno deve perceber como é relevante o

novo conhecimento construído e produzido utilizando criticamente seus recursos mentais.

Observa-se que muitos alunos se sentem amedrontados ao participar de aulas por não conseguir estreitar as conexões entre a participação e o aprendizado concreto, e não conseguir construir significados sobre o conteúdo de ensino. A motivação na sala de aula se dá quando o aluno percebe que pode estabelecer relações entre os conceitos, e estabelecer o sentido e significado do que aprende, conforme AVIZ JUNIOR (2007).

Uma das críticas de Gravina e Santarosa (1998) é quanto ao baixo nível de pensamento abstrato do aluno que chega ao curso superior. Para as autoras, os alunos chegam à universidade sem terem desenvolvido os níveis mentais de dedução e do rigor. Para as autoras há pouco domínio do raciocínio dedutivo, dos métodos e generalizações, dos processos característicos e fundamentais da geometria. E muitas vezes, os educandos confundem propriedades do desenho com as propriedades do objeto, no estudo da geometria, ou frente à demonstração de teoremas, os alunos têm dificuldade para construir imagens mentais adequadas, e apresentam pouco entendimento dos conceitos e pouco domínio da linguagem e da notação matemática.

Vergnaud (1990) sugere que os professores de matemática não devem apresentar os conceitos matemáticos como objetos prontos, mas como algo a ser construído pelos alunos, de modo que eles devem vivenciar as mesmas dificuldades conceituais e superar os mesmos obstáculos epistemológicos encontrados pelos matemáticos. A solução do problema deve partir de discussões, conjecturas e métodos, de modo que os alunos sofram mudanças em suas idéias.

Um desafio no ensino da matemática consiste em como projetar atividades

que façam que os alunos se apropriem de idéias matemáticas profundas e significativas, e ainda de como fazer que estas atividades coloquem os alunos em sintonia com os processos naturais ao desenvolvimento cognitivo do sujeito, asseveram GRAVINA E SANTAROSA (1998).

Conforme pensamento destas duas autoras, a aprendizagem é um processo construtivo, que depende do modo fundamental das ações do sujeito e das suas reflexões sobre essas ações. No processo de ensino e aprendizagem deve ocorrer a transição na natureza dos objetos sobre os quais o aluno aplica as ações. No mundo físico há inúmeros objetos concretos para o início da aprendizagem de caráter espontâneo da matemática. Porém na construção de conceitos complexos e abstratos o aluno ainda não encontra suporte materializado, e no primeiro momento, essa aprendizagem tem um caráter espontâneo e pouco intuitivo, dependendo de muita ação mental por parte do aluno.

No curso universitário muitos dos alunos precisam trabalhar, e têm pouco tempo para se dedicar ao estudo das várias disciplinas, de acordo com PARO (2001). De modo que a escola precisa tornar-se ativa, buscando realizar a mediação real com os objetivos internalizados pelos sujeitos da educação para que estes se concretizem e ganhem forma real. O problema de aprendizagem parece nunca incluir a escola, sendo atribuída a cada aluno em particular, e quando se verifica que ele não consegue avançar, busca-se soluções pontuais. Tende-se a atribuir exclusivamente ao aluno a culpa por sua reprovação e pelas deficiências de aprendizagem, sem que se realize a crítica da escola e do professor nessa situação, ou se preocupar em adotar medidas efetivas para a melhora da qualidade do ensino.

Segundo Severino (1992) a educação deve representar uma prática efetiva, em que se faz a mediação entre o saber sistematizado e a práxis cotidiana do

educando. Dessa forma, a escola precisa compreender a importância de seu papel na construção da cidadania do aluno trabalhador. A prática educativa deve tornar-se uma práxis fundamentada em um projeto articulado em que suas partes funcionem integradamente em função de objetivos intencionalizados. A escola enquanto instância social é a mediadora entre os projetos político da sociedade e o projeto pessoal dos sujeitos envolvidos na educação.

Gravina e Santarosa (1998, p. 8) afirmam que: "por um lado temos o conhecimento matemático, no sentido do conhecimento socialmente aceito, e por outro lado a construção deste conhecimento através dos processos cognitivos individuais".

D'Ambrósio (1989) observou que o ensino da matemática, em todos os níveis de educação, ainda é do tipo aula-expositiva. Modelo no qual o professor escreve no quadro o que julga importante e os alunos copiam para o caderno, e em seguida, fazem exercícios de aplicação, ou seja, uma constante repetição da aplicação de um modelo de solução apresentado pelo professor, num processo de transmissão do conhecimento. Nesse processo de ensino-aprendizagem, os alunos internalizam a idéia de que a aprendizagem da matemática se dá através do acúmulo de fórmulas e algoritmos, e seguir e aplicar regras, que foram transmitidas pelo professor. Cria-se a representação de que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, dos quais não se dúvida ou se questiona. Muitas vezes os educandos não se preocupam em compreender porque esses conceitos funcionam e mantêm a crença de que os conceitos matemáticos foram descobertos ou criados por gênios.

Esse modelo de ensino supervaloriza o poder da matemática formal, de modo que é comum que o aluno desista de solucionar o problema matemático para

o qual não consegue reconhecer o processo de solução apropriado, alegando não ter aprendido como o resolver. D' Ambrósio (1989, p. 1) afirma que: "falta aos alunos uma flexibilidade de solução e a coragem de tentar soluções alternativas, diferentes das propostas pelos professores". Alguns professores também têm crenças a respeito do ensino da matemática, como a de ensinar algo que possa ser útil para eles no futuro, ou ainda que quanto maior o número de exercícios resolvidos melhor o aprendizado.

Shigunov (1993) constatou que os fatores básicos na escolha do método decorre da natureza do aluno e do conteúdo a ser aprendido. O método mais efetivo de aprendizagem depende, do grau de significação, da dificuldade e extensão do conteúdo e de fatores inerentes ao aluno, como a idade, a experiência, as características próprias do método de ensino. A função pedagógica decorre da percepção do conjunto de mecanismos de codificação e coordenação das diferentes sensações elementares, visando o significado, e considerando-se as diferenças individuais e culturais que influenciam no processo de aprendizagem.

Para o autor acima citado, torna-se relevante também observar o tipo de comunicação que se dá entre o professor e os alunos, que geralmente é do estilo comando, em que o professor se impõe e é diretivo, não oportunizando o desenvolvimento de outros canais de comunicação com os alunos. Geralmente se dá ênfase ao trabalho individual, na forma de trabalhar os conteúdos, não se propiciando o desenvolvimento de aspectos social e afetivo. O professor se torna instrutor, comandando o ensino, visto que o modelo de formação do professor está voltado para instruir, mandar, cobrar.

D' Ambrósio (1989, p. 2) afirma que os professores ensinam a matemática como um "corpo de conhecimentos acabado e polido. Ao aluno não é dado em

nenhum momento a oportunidade, ou gerada a necessidade de criar nada, nem mesmo uma solução mais interessante".

Outra preocupação do professor, segundo D'Ambrósio (1989) se dá em relação à quantidade de conteúdo trabalhado, que passa a ser a prioridade de sua ação pedagógica, ao invés de focar-se na aprendizagem dos alunos. Poucos são os professores que têm como objetivo principal o melhor aprendizado possível. Não se motiva o aluno a solucionar um problema pela curiosidade criada por uma situação em si ou pelo desafio do problema. Poucos indivíduos assumem a matemática como um projeto de pesquisa, que lhe permita desenvolver a criatividade ao trabalhar com situações problemas. A autora sugere que no ensino da matemática, se coloque o aluno como o centro do processo educacional, incentivando-o na construção do próprio conhecimento.

Nesse modelo de ensino o professor exerce o papel de orientador e monitor de atividades propostas ao aluno, tendo como fundamento o princípio de que: "o aluno está constantemente interpretando seu mundo e suas experiências e essas interpretações ocorrem inclusive quando se trata de um fenômeno matemático". (D'AMBRÓSIO, 1989, p. 2). A partir dos erros cometidos pelo aluno o professor pode compreender quais foram as interpretações que ele desenvolveu a respeito do assunto estudado. Portanto desenvolver novas estratégias de ensino como um ambiente ergonômico a fim de otimizar o processo da matemática aplicada e diminuir o número de desistências, devido ao fracasso escolar, parece ser uma alternativa viável no contexto educacional atual.

2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO TECNOLÓGICO

Schaff (1990) considera que o ensino tecnológico se faz necessário para a sociedade se integrar ao mundo informatizado.

A educação se torna um mecanismo de mudança para a introdução de novos conhecimentos, na formação de uma nova consciência sobre o verdadeiro papel da tecnologia, em atender as necessidades de todos, para Santos (1997).

A educação tecnológica tem como objetivo a preparação de profissionais para o mercado de trabalho, principalmente no ensino técnico-profissional, estando vinculada aos avanços e inovações no processo produtivo, e às novas formas de organização do trabalho, segundo Silva e Gontijo (1998).

O ensino tecnológico propicia uma nova forma de pensar e agir e requer novas habilidades, tanto do educador, quanto dos educandos. O educador, conforme Mercado (2000) deve comprometer-se com as transformações sociais e políticas, e com o projeto político pedagógico da escola, devendo também ter o domínio das novas tecnologias educacionais e tornar-se o mediador do processo ensino-aprendizagem.

No ensino da matemática também é importante que haja uma reestruturação nos métodos de ensino, principalmente em relação aos métodos utilizados nos processos de ensino e aprendizagem, conforme FERRUZZI (2003).

A sociedade moderna depende, cada vez mais, da utilização de novos equipamentos tecnológicos, como computadores, telefonia celular e outros, que os auxilia nas tarefas cotidianas. A escola deve propiciar ao educando a informação sobre as essas novas tecnologias de comunicação e informação, tornando o ensino mais interessante e voltado para a realidade, conforme NETO (2000).

Abrahão e Pinho (2002) constatam que as transformações ocorridas no trabalho evidenciam um novo paradigma de organização das relações econômicas,

sociais e políticas. Essas transformações se apóiam na globalização, na terceira revolução industrial e tecnológica, na aceleração da tecnologia microeletrônica e na conjugação de abertura dos mercados. A evolução tecnológica, que resulta em melhoria dos produtos e diminuição de custos se faz presente em todas as esferas da produção e produzem alterações em configurações industriais, nos padrões tecnológicos e no perfil das organizações. Em conseqüência o mundo do trabalho passa por uma reestruturação produtiva e organizacional, identificada tanto pela transformação das estruturas e estratégias empresariais que alteraram formas de organização, gestão e controle do trabalho, resultando em novas formas de competitividade.

Para Abrahão e Pinho (2002) as transformações no mundo do trabalho sinalizam para mudanças no perfil do trabalhador, valorizando-se a polivalência, o comprometimento organizacional, com a qualificação técnica, participação criadora, capacidade de diagnosticar e de decidir. Esse novo trabalhador precisa desenvolver novas competências e fazer novas aquisições, principalmente na capacidade de transitar para um novo modo de ser, fazer e pensar.

Abrahão (2000, p. 1) afirma:

As novas tecnologias e seus impactos no trabalho humano têm sido abordados sob vários ângulos, variando conforme as áreas do conhecimento e a natureza da problemática analisada. A ergonomia tem sido solicitada, cada vez mais, a atuar na análise de processos de reestruturação produtiva, sobretudo, no que se refere às questões relacionadas à caracterização da atividade e à inadequação dos postos de trabalho, em especial em situações de mudanças ou de introdução de novas tecnologias.

A introdução de novas tecnologias impõe maiores exigências de natureza cognitiva ao trabalhador, principalmente em relação aos processos decisórios envolvidos no controle do processo de trabalho e na resolução de problemas dele

decorrente. Novas aprendizagens e o desenvolvimento continuado de competências são requeridas para atender às necessidades de reestruturação do trabalho. As transformações na execução das tarefas exigem do trabalhador novos conhecimentos para lidar com as inovações tecnológicas, conforme Abrahão (2000).

Abrahão e Pinho (2002) constata que o computador como instrumento de trabalho impôs um novo tratamento da informação que ele viabiliza, sendo responsável pela intelectualização do trabalho, resultante da complexidade ou do papel de certas funções mentais, como a percepção, a memória, a representação mental, o raciocínio, a compreensão e a produção de texto. Diante dessa realidade, o grande desafio das organizações, a fim de garantir a sua sobrevivência no terceiro milênio, tem sido criar e cultivar um ambiente organizacional voltado para o constante aprendizado.

Ferruzzi (2003) considera que o avanço tecnológico, ocorrido nas últimas décadas, provocou transformações em várias áreas do conhecimento. "Essas mudanças conduzem a novos contornos educacionais e a Educação Tecnológica se insere neste contexto de inovações." (idem, p. 9).

O uso da tecnologia da informação na escola se torna uma realidade, visto que os alunos aprendem a buscar informações e se comunicar por computadores pessoais, a utilizar programas de processamento de texto e cálculo. Também os professores precisam aprender a utilizar essa tecnologia, recebendo treinamento para adaptá-la aos aspectos pedagógicos, de acordo com ROCHA, CASAROTTO, SZNELWAR (2003).

"(...) O uso de novas tecnologias não contemplou as competências dos seus usuários exigindo que se adaptem a elas independentemente do custo e/ou do sucesso." assevera ABRAHÃO (2005, p. 163).

Para os autores acima citados, a introdução das novas tecnologias, na sociedade, traz benefícios. Entretanto, é preciso indagar se os progressos tecnológicos resultam em facilidades de uso, favorecendo a interação e evitando que os usuários tenham de se ajustar a elas, lembrando-se que a interação homem-artefato é limitada por recursos percepto-cognitivos que são diferenciados entre os indivíduos, em virtude de sua formação, experiência, idade e familiaridade com a tecnologia.

Santos (1996) constata que os conhecimentos tecnológicos, científicos e informacionais trouxeram uma artificialidade às atividades humanas, em termos de comunicação, transporte, produção de alimentos, atendimento à saúde, educação, e outras, que aumentam as necessidades humanas, à medida que surgem novas invenções tecnológicas.

A aprendizagem tecnológica possibilita que se possa compreender como os indivíduos, em situação de trabalho, são afetados pela introdução de novos artefatos, na forma como estes alteram a natureza da tarefa a ser realizada e exigem dos usuários competências diferenciadas para a ação, conforme ABRAHÃO (2005).

Abrahão (2000, p. 10) afirma:

A análise ergonômica, quando abordada sob a ótica do processo de aprendizagem e articulada com os diferentes níveis de competência, nos fornece subsídios para a compreensão das exigências de qualificação dos indivíduos, pois permite descrever e explicar as condutas de regulação dos indivíduos, considerando o contexto sociotécnico no qual está inserido.

Para a autora acima citada, as abstrações, o tratamento de uma grande quantidade de dados, bem como as interferências e as coordenações, constituem

algumas das dimensões da complexidade das tarefas para o operador. As tarefas requerem uma atividade de natureza cognitiva que incluem esquematizações, diagnósticos e testes de hipóteses.

Abrahão (2000) constata que há duas formas possíveis de aprendizagem na formatação de conceitos, uma delas se dá pela via da instituição escolar e a outra por aprendizagem espontânea, decorrente das vivências do sujeito. Na introdução de novas tecnologias, tornar-se importante que se considerem os processos de conceitos espontâneos dos operadores, visto que, o processo de aprendizagem que se inicia com base em conceitos científicos exige maior capacidade de abstração.

Porém, é preciso considerar que os indivíduos levam um tempo para se adaptar às novas tecnologias e modificar condições sociais e estilos de vida. Torna-se necessário primeiro a democratização do conhecimento, quer do uso da internet, quer na produção de novas tecnologias. As novas tecnologias podem ser utilizadas para a melhoria na qualidade de vida, e como meio para obtenção de vantagens competitivas na economia mundial, conforme ALMEIDA (2007).

Portanto, parece fundamental, a utilização de todos os conhecimentos que possam beneficiar o processo de aprendizagem do aluno, enfatizando a importância da ambiental, especificadamente um grau de ruído confortável, para aumentar a eficácia e a eficiência do desempenho do corpo discente. O próximo passo será desenvolver estratégias para facilitar estas ações e buscar resultados positivos.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se por ser descritiva e qualitativa, pois ela enfatiza o processo dos acontecimentos ao longo do tempo, SILVA (2005).

A primeira parte da pesquisa é uma revisão da literatura buscando-se as contribuições dos autores consultados sobre o tema, para referencial teórico. A segunda parte da pesquisa é um estudo de caso buscando compreender como a ergonomia, destacando as condições ambientais, especificadamente o “ruído” apontado nas entrevistas realizadas no escritório de Psicopedagogia, como um dos fatores de interferência no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Matemática.

Gonçalves (2005) afirma que o estudo de caso é o tipo de pesquisa que privilegia o estudo de caso particular, realizando um exame minucioso de uma experiência, visando colaborar na decisão sobre o problema estudado, indicando possibilidades para a sua transformação.

Gil (1994) observa que o estudo de caso se fundamenta na idéia de que a análise de uma unidade, de um determinado universo possibilita a compreensão da generalidade do mesmo, ou permite o estabelecimento de bases para uma investigação posterior, mais sistemática e precisa. O Estudo de caso é mais utilizado na pesquisa exploratória, por sua flexibilidade na investigação do fenômeno estudado.

A pesquisa foi realizada na Faculdade de Tecnologia do Ensino Superior Fatec Internacional, em Curitiba, Paraná, no escritório de Psicopedagogia, de alunos com dificuldade na aprendizagem da Matemática Aplicada. Observou-se, nas entrevistas realizadas no escritório de Psicopedagogia, que a maioria dos queixosos

apontavam algumas causas para essa dificuldade, como a deficiência no ensino-aprendizagem da disciplina matemática nos cursos de ensino fundamental e médio, influências das condições em suas atividades profissionais cotidianas, e do ruído com origem no ambiente externo à sala de aula, mas também de conversas entre os alunos em sala de aula.

A população alvo desta pesquisa, são alunos do Curso de Tecnologia do ensino superior da Fatec Internacional, dos cursos de Marketing, Logística, Secretariado e Gestão Pública que apresentavam baixo desempenho na disciplina de Matemática Aplicada, onde foi utilizada uma amostragem de dez alunos, que foram convidados pela psicoterapeuta e que aceitaram voluntariamente participar do estudo, onde cinco dos casos estão sendo relatados nesta pesquisa. Os alunos concordaram em responder ao roteiro de entrevista de apoio psicopedagógico (anexo) elaborado em conjunto com o professor de matemática aplicada, para a obtenção de dados quanto o histórico de dificuldades apresentado pelo aluno no ensino fundamental, médio e superior. Estes alunos tiveram aulas ministradas pelo professor-tutor na sala ambientada.

3.1 PROCEDIMENTOS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS PRÁTICOS

Os procedimentos adotados para o levantamento de dados práticos, foram os seguintes:

1. identificação dos alunos que apresentavam dificuldade de aprendizagem na disciplina da Matemática, onde foi considerado a nota (desempenho acadêmico) abaixo da média (7,0.)
2. elaboração de instrumento de entrevista (apêndice 1) para detectar quais

as dificuldades dos alunos e suas possíveis causas. O roteiro de entrevistas foi dividido em:

- a. dados pessoais: foram abordados neste tópico a história família;
 - b. trajetória acadêmica e por fim uma auto-avaliação em cada fase escolar do mesmo;
 - c. ambiente acadêmico: neste item foram abordados alguns aspectos referentes ao ambiente da sala de aula, como: temperatura e espaço físico, ruídos, e o grau de desconforto que este pode causar no processo de aquisição da aprendizagem; e suas relações com o desempenho acadêmico;
3. realização de um plano individual de atendimento psicopedagógico, baseado nas dificuldades específicas dos alunos;
 4. realização de um plano individual de atendimento psicopedagógicos baseado nas dificuldades específicas apresentadas pelos alunos.
 5. administração de aulas de matemática aplicada, por um professor-tutor especializado, na sala ambientada;
 6. avaliação dos resultados obtidos pelo acadêmico ao final do módulo de três meses, por meio de avaliação de desempenho do aluno pela nota final da etapa acadêmica, após a utilização do ambiente ergonômico
 7. Comparação do desempenho acadêmico, (notas) dos alunos, após a utilização do ambiente ergonômico

3.2 SALA DE AULA NORMAL E SALA DE AULA AMBIENTADA

É importante ressaltar as principais diferenças físicas da sala de aula normal

e da sala de aula ambientada, as diferenças encontradas, analisando este aspecto, podem interferir no desempenho dos alunos.

3.2.1 Sala de Aula Normal

O edifício onde funciona a Fatec Internacional situa-se no centro histórico da cidade de Curitiba. As salas de aula normais medem cerca de 100 m² cada, e abrigam uma média de 50 a 60 alunos em cada período. As janelas situam-se de frente para a rua, e expostas a capturar ruídos externos, devido ao intenso tráfego de veículos e pedestres, e da proximidade de bares e lanchonetes, e outros colégios.

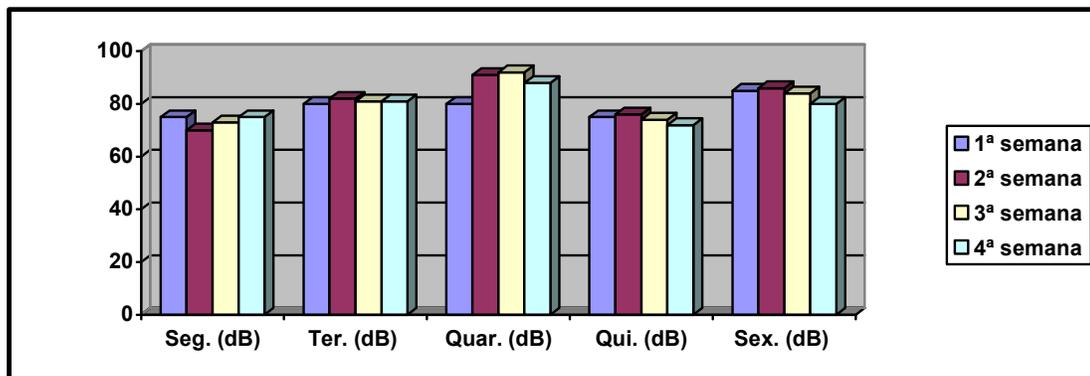
As medições de ruído realizadas durante 4 semanas, no mês de agosto, na sala de aula comum, cinco dias por semana, no horário das 19:00 horas. Para as medições utilizou-se Decibelímetro modelo Icel-DI4020, norma IEC-651-tipo 2. Medição nível 2 (validação de laudos), Lo-30-100, Frequência A – Curva A, tempo-Slow (ruído contínuo).

TABELA 1 – MEDIÇÃO DO RUÍDO COM O DECIBELÍMETRO EM SALA DE AULA NORMAL em dB.

Semana	Seg. (dB)	Ter. (dB)	Quar. (dB)	Qui. (dB)	Sex. (dB)
1ª semana	75	80	80	75	85
2ª semana	70	82	91	76	86
3ª semana	73	81	92	74	84
4ª semana	75	81	88	72	80

Fonte: Dados da Pesquisa.

GRÁFICO 1. MEDIÇÃO DE RUÍDO EM SALA DE AULA NORMAL EM dB.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A iluminação na sala de aula normal é feita por 4 lâmpadas frias. As paredes são pintadas em tom pastel. As cadeiras são do tipo bancada, de madeira. O quadro de giz é tamanho padrão.

3.2.2 Sala de Aula Ambientada

O ambiente ergonômico (sala ambientada) projetado para o apoio pedagógico de alunos com dificuldade de aprendizagem, na disciplina de matemática aplicada, é uma sala com área de 12,54 m². A sala situa-se nos fundos do prédio, tem paredes em concreto e sem fontes de ruído externo.

As paredes possuem cor pastel, e a iluminação é composta por duas lâmpadas frias.

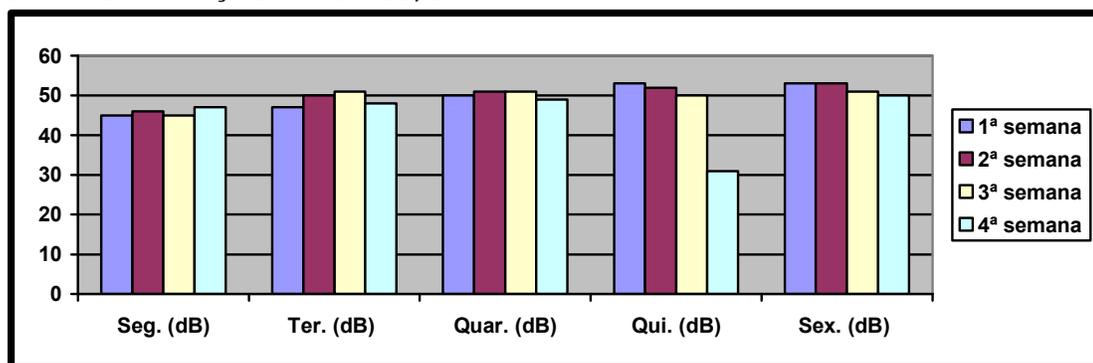
Quanto ao mobiliário, a sala contém uma mesa redonda em tom azul pastel, com quatro cadeiras almofadadas e um quadro de giz, de tamanho padrão.

A medição de ruído na sala ambientada às 15 horas, durante as quatro semanas, do mês de agosto, realizadas cinco dias por semana, às 15:00 horas apresentou o seguinte resultado:

TABELA 2: MEDIÇÃO DO RUÍDO COM O DECIBELÍMETRO NA SALA AMBIENTADA em dB.

Semana	Seg. (dB)	Ter. (dB)	Quar. (dB)	Qui. (dB)	Sex. (dB)
1ª semana	45	47	50	53	53
2ª semana	46	50	51	52	53
3ª semana	45	51	51	50	51
4ª semana	47	48	49	31	50

Fonte: Dados da Pesquisa.

GRÁFICO 2. MEDIÇÃO DE RUÍDOS, SALA AMBIENTADA EM dB.

Fonte: Dados da Pesquisa.

lida (2005) considera que o nível de ruídos de 50 dB(A) é considerado como ambiente silencioso; 55 dB (A) é o máximo aceitável para o ambiente que exija silêncio; 65 dB(A) é o máximo aceitável para ambientes ruidosos; 70 dB(A) é inadequado ao trabalho em escritório, e torna a conversação difícil; 85 dB(A) é o limite máximo tolerável para a jornada de trabalho, pelas normas NR-15.

Para lida (2005) as cores influenciam o estado emocional, a produtividade e a qualidade do trabalho. As reações emocionais às cores podem levar o indivíduo a sentir tristeza ou alegria, calma ou irritação. Os tons verde, azul sugerem frio. As cores estão associadas a diferentes símbolos e códigos nas sociedades humanas, ligadas a superstições e a cultura, a cor preta está associada ao luto, no ocidente; o vermelho representa perigo.

Wachowicz (2007) considera que cores tranqüilizantes em tons claros ou

pastéis nos tons de azul, verde ou creme são recomendáveis para ambientes nos quais se executam atividades que exigem grande concentração. Salas com pinturas em cores delicadas e tranquilizantes criam uma atmosfera de produtividade, devido ao bem-estar que causam às pessoas. As cores influenciam aspectos psicológicos e comportamentais dos indivíduos.

No ambiente de trabalho, conforme Lida (2005) aplica-se cores claras, em grandes superfícies, o que pode resultar em economias no consumo de energia, de até 30%, e aumentos de produtividade que variam entre 80 a 90%.

A iluminação natural e a ventilação, durante o dia, na sala ambientada, é proporcionada por uma janela externa. Para diminuir a incidência da luz natural foi colocada uma persiana (figura 2). O sol incide na janela na parte da manhã. A luz natural torna o ambiente mais agradável, e oferece melhores condições de trabalho que a iluminação artificial, por promover melhor percepção dos objetos pela cor e pelos contrastes naturais. As janelas proporcionam relaxamento para os olhos, e permite a visão de longas distâncias do ambiente externo, além de conservar o calor absorvido e economizar energia elétrica.

Wachowicz (2007) informa que a abertura de janelas e as fontes de luz artificial devem ser colocadas de maneira a minimizar o ofuscamento.

A iluminação artificial, conforme Wachowicz (2007) proporciona a uniformidade do fluxo luminoso sobre o plano horizontal, de forma homogênea, devendo-se colocar luminárias bem distribuídas no espaço físico de modo a garantir a uniformidade do fluxo luminoso.

FIGURA 1. ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL



FONTE: O Pesquisador.

A ventilação do ambiente visa o conforto térmico e tem por objetivo remover o calor gerado pelo corpo, removendo o ar saturado próximo da pele. Para o correto tratamento da qualidade do ar, e manter os níveis agradáveis de temperatura, pode-se utilizar sistemas de ventilação, refrigeração, calefação, exaustão e filtragem do ar.

lida (2005) considera haver diversas pesquisas que comprovam a influência do clima no desempenho de tarefas mentais. As temperaturas muito frias dificultam a concentração mental, por causa da sensação de desconforto que provoca distrações. Por outro lado, temperaturas elevadas, acima dos 32° prejudicam a percepção de sinais e influencia no processo de decisões, que se tornam mais arriscadas, e pode reduzir a qualidade do trabalho ou aumentar os riscos de acidentes. Para uma tarefa simples de aprendizagem, o desempenho pode sofrer influências entre os 18 e 29°C, a uma umidade relativa de 40%, sendo o melhor desempenho obtido em temperatura em torno dos 23°C.



FIGURA 2. ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL DA SALA ERGONÔMICA
FONTE: O pesquisador.

Gomes Filho (2003) observou que a previsão do controle de temperatura e da qualidade do ar no ambiente visa as melhores condições de arejamento e conforto. A ventilação artificial na sala ambientada é produzida por um ventilador colocado no teto (figura 3).



FIGURA 3. VENTILADOR DE TETO.

FONTE: O pesquisador.

lida (2005) constata que os alunos costumam adotar dois tipos de postura nas carteiras escolares: inclinado para frente, sem uso do encosto, com um ou os dois antebraços sobre a mesa, quando está escrevendo ou desenhando; ou encostado, com os antebraços sem contato com a mesa, quando está apenas ouvindo. Mais de 80% do tempo, em sala de aula, é utilizado na primeira postura.

Na sala ambientada procurou-se proporcionar conforto físico no planejamento do mobiliário. Optou-se por uma mesa redonda, com quatro cadeiras almofadadas. O mobiliário foi dimensionado com vistas ao atendimento individualizado do educando, produzindo um ambiente acolhedor (figuras 4,5).



FIGURA 4. MOBILIÁRIO: MESA, CADEIRAS E QUADRO DE GIZ

FONTE: O pesquisador.

lida (2005) observa que a carteira escolar é considerada um posto de trabalho, onde os indivíduos passam cerca de 25% a 30% do tempo que estão na escola, na posição sentada. Dessa forma os móveis escolares devem ser planejados para oferecer conforto e permitir a mobilidade, considerando-se as medidas antropométricas do corpo humano.

lida (2005) constata que no Brasil, a Norma 14006/2003 fixa 6 diferentes

tamanhos de mesas e cadeiras escolares, conforme as faixas de estatura dos indivíduos, embora não haja ainda uma norma que adota medidas baseadas na ISO 5970, devido a inexistência de medidas antropométricas da população infanto-juvenil.



FIGURA 5. MOBILIÁRIO: MESA E CADEIRAS
FONTE: O pesquisador.

A Norma ISO, fixou dimensões mínimas para o tampo da mesa de 45x60 cm, devendo ficar na horizontal. Quando houver necessidade poderá o tampo ser inclinado em 10°. O assento deve ter inclinação de 2 a 4°, e a aba frontal deve ter curvatura para baixo de 3,5 cm, com raio de 3 a 9 cm. O ângulo entre o assento e o encosto deve ficar entre 95 a 106°. O encosto deve ter curvatura côncava para dentro, com raio de 50 a 90 cm. (IIDA, 2005), (quadros 3 e 4).

QUADRO 3. DIMENSÕES DE MESAS, NBR 14006/2003 (em mm).

IDENTIFICAÇÃO DO TAMANHO		1	2	3	4	5	6
Faixas de estatura (mm)		Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800
b ₁	Largura mínima do tampo	1 lugar	600				
		2 lugares	1200				
b ₂	Largura mínima do espaço para as pernas	450			470		
h ₁	Altura do tampo (tolerância ± 10 mm)	460	520	580	640	700	760

h_2	Altura mínima para movimentação das coxas	350	410	470	530	590	650
h_3	Altura mínima para movimentação dos joelhos	350		400		350	
h_4	Altura mínima para posicionamento de obstáculos na área de movimentação da perna	250		300		350	
t_1	Profundidade mínima do tampo	450					
t_2	Profundidade mínima do espaço para as pernas	300		350		400	
t_3	Profundidade mínima para movimentação das pernas	400			450		

FONTE: NBR 14006 (2003).

QUADRO 4. DIMENSÕES DE CADEIRAS, NBR 14006/2003. (em mm).

Identificação do tamanho Faixas de estatura (mm)		1	2	3	4	5	6
		Até 1000	1000 a 1300	1300 a 1480	1480 a 1620	1620 a 1800	Acima de 1800
b_3	Largura mínima do assento	330			390		
b_4	Largura mínima do encosto	300			350		
h_5	Altura do assento (tolerância ± 10 mm)	260	300	340	380	420	460
h_6	Altura máxima do vão entre a superfície do assento e a base do encosto	120	130	150	160	170	190
h_1	Altura até a borda superior do encosto (mínimo e máximo)	210 250	250 280	280 310	310 330	330 360	360 400
h_8	Altura da aba frontal do assento (± 5 mm)	35					
r_1	Raio da aba frontal do assento	30 a 90					
R_2	Raio da curvatura da parte interna do encosto	500 a 900					
t_4	Profundidade efetiva do assento (tolerância ± 10 mm)	260	290	330	360	380	400
W	Ponto de referência para B .	160	170	190	200	210	220
β	Ângulo entre assento e encosto (em graus)	95° a 106°					
δ	Inclinação do assento (em graus)	2° a 4°					

FONTE: NBR 14006 (2003).

Entretanto, Mandal⁴ (1994), citado por Lida (2005, p. 574), argumenta que essas medidas foram baseadas na falsa suposição de que os usuários se mantêm em postura ereta, fazendo flexão de 90 graus entre o tronco e a coxa para preservar a lordose lombar.

Portanto, percebe-se que o ambiente, onde o aluno está inserido, merece atenção, pois parece importante que o indivíduo sinta-se confortável para realizar

⁴ MANDAL, A.C. The prevention of back pain in school children. In: LUEDER, R.; NORO, K. (Orgs). **Hard facts about soft machines: the ergonomics of seating**. London: Taylor & Francis, 1994, p. 269-277.

suas tarefas acadêmicas. As condições sonoras nesta pesquisa, merecem atenção especial, pois podem interferir significativamente em aspectos como a atenção e concentração, tanto na aquisição dos conteúdos, quanto na execução das tarefas propostas pelos professores.

3.3 ANÁLISE DOS CASOS ESTUDADOS

3.3.1 CASO 1

O aluno M.C., 35 anos, aluno do curso superior em tecnologia da Faculdade Fatec Internacional, vinha apresentando, ao longo do semestre, um desempenho abaixo da média na disciplina de Matemática aplicada, por este motivo procurou o apoio psicopedagógico da referida instituição de ensino, quando foi convidado a participar dos procedimentos práticos da pesquisa.

A primeira entrevista foi realizada em Junho de 2008, quando foi aplicado o questionário de anamnese (apêndice 1) onde foram obtidas as seguintes informações:

M.C. relata que sente dificuldade em compreender o conteúdo ministrado pelo professor, por este motivo apresenta dificuldade em realizar as atividades propostas em sala de aula, relata muitas situações em que ocorrem conversas paralelas, na sala de aula, que prejudicam o aprendizado.

3.3.1.1 Plano de Ação

Neste caso, foi estabelecido o seguinte plano de ação:

Como estratégia de ação foi proposto, dois encontros semanais, na sala ambientada, onde M.C. receberia aulas individuais de matemática aplicada

ministradas pelo professor-tutor, e apoio psicopedagógico. Estas estratégias foram mantidas durante três meses.

3.3.1.2 Resultados Obtidos

Após os três meses de acompanhamento psicoterapêutico e aulas individuais na sala ambientada, foi analisado o desempenho do aluno e percebeu-se que M.C. obteve os seguintes avanços:

- a) aumento significativo do desempenho acadêmico (de 45 á 85);
- b) maior capacidade de compreensão e aumento do nível de atenção;
- c) aumento da auto-estima, devido aos avanços acadêmicos obtidos.

3.3.2 CASO 2

J.W. é uma estudante do curso de Marketing do ensino superior tecnológico, que apresenta dificuldade significativa de concentração. Durante a entrevista , relatou que devido a este motivo não obteve média na disciplina de Matemática, na etapa anterior. Motivo que a levou a , procurar apoio psicopedagógico da instituição. Ainda durante a entrevista diagnóstica, a mesma relatou que por estar há muito tempo distante do ambiente acadêmico, sentia-se de certa forma "desvalorizada", e desestimulada "pois percebia que a maioria dos seus colegas, não apresentavam facilidade em compreender o conteúdo e realizar as atividades propostas em sala de aula.

Após ser analisado o histórico da aluna, mediante apreciação do relato da mesma, durante a anamnese, chegou-se à conclusão que seria oportuno a

utilização da sala ambientada como estratégia de apoio.

3.3.2.1 Plano de Ação

Como proposta de trabalho foram estabelecidos três encontros semanais, na sala ambientada, onde J.W., receberia duas aulas de matemática aplicada, ministradas por um professor especialista da área, sendo que o terceiro encontro semanal, seria com a psicóloga, prestando apoio psicopedagógico.

3.3.2.2 Resultados Obtidos

Durante o desenvolvimento das sessões na sala ambientada, percebeu-se as seguintes mudanças:

- a) houve uma significativa melhora na participação da aluna, durante as sessões, a mesma revelou sentir-se mais segura para realizar os questionamentos, pois neste ambiente sentia-se mais tranqüila e sem “pressões” dos colegas de turma;
- b) houve também uma melhora significativa na capacidade de concentração da aluna, visto que a mesma conseguia permanecer por mais tempo realizando as atividades propostas;
- c) com relação ao desempenho acadêmico, constatou-se um aumento de nota significativo (55 à 95).

3.3.3 CASO 3

P.R. tem quarenta anos é aluno do curso superior tecnológico de Logística. Durante os primeiros módulos, vinha apresentando um bom desempenho acadêmico, porém a partir do terceiro módulo, começou a apresentar dificuldade na disciplina de Matemática Aplicada, especificamente na realização das atividades solicitadas em sala de aula.

Durante a anamnese, P.R. relatou que associava sua dificuldade em realizar os trabalhos acadêmicos, os ruídos existente na sala de aula, pois, segundo o seu relato, conseguia compreender os conteúdos ministrados pelo professor, porém no momento da realização das atividades as conversas paralelas dificultavam sua capacidade de concentração e raciocínio. Por este motivo não conseguia realizar as atividades propostas em sala de aula que também integravam sua média final, o que acabou repercutindo no seu desempenho acadêmico.

3.3.3.1 Plano de ação

De acordo com análise do caso de P.R. foi elaborado um plano de ação, onde ficou estabelecido que o mesmo receberia apoio psicopedagógico, duas vezes por semana na sala ambientada. Após dois meses de trabalho, chegou se aos seguintes resultados.

3.3.3.2 Resultados Obtidos

- a) melhora no nível de concentração;
- b) maior facilidade na execução das atividades acadêmicas;
- c) diminuição da ansiedade no momento da realização das tarefas;

- d) melhoria do desempenho acadêmico (aumento de nota 60 à 80).

3.3.4 CASO 4

D. M. é uma aluna de 26 anos do curso de Secretariado, do ensino Superior Tecnológico. A mesma procurou a coordenação do curso, relatando que ficava bastante ansiosa, durante a execução das atividades acadêmicas de Matemática Aplicada, que eram desenvolvidas em sala de aula, pois considerava que o ambiente da sala de aula era altamente competitivo. Algumas colegas realizavam as tarefas rapidamente e com facilidade. O excesso de conversas, também a incomodava bastante.

Em razão do exposto sentia-se insegura e ansiosa ao realizar as atividades propostas pelo professor, e em determinadas situações, chegava a esquecer-se do que estava fazendo, o que invariavelmente, contribuía para que a mesma não conseguisse entregar os trabalhos nos prazos estabelecidos pelo professor, fato este que se refletia no mau desempenho acadêmico.

3.3.4.1 Plano de Ação

Após análise da anamnese, foram estabelecidas as seguintes estratégias:

- a) foi acordado com o professor responsável pela disciplina, que a aluna realizaria as atividades propostas pelo mesmo, na sala ambientada, com o auxílio de um professor especialista, uma vez por semana;
- b) Após dois meses de trabalho, seria realizada uma avaliação do seu desempenho, por meio de suas notas nas provas da disciplina.

3.3.4.2 Resultados Obtidos

- a) maior facilidade na realização das atividades práticas propostas;
- b) aumento de concentração durante a realização das atividades propostas;
- c) aumento do desempenho acadêmico (65 à 85);
- d) aumento da auto-estima, devido a melhora de seu desempenho.

3.3.5 CASO 5

F.G. tem 30 anos e é aluno do curso de Gestão Pública do ensino superior tecnológico. Procurou o Apoio Psicopedagógico da Faculdade, relatando a seguinte dificuldade. “Ao realizar a prova da disciplina de Matemática Aplicada, mesmo tendo me preparado, não consigo responder as questões adequadamente, pois qualquer barulho me faz perder a concentração, o que faz com que eu perca a linha de raciocínio e não consiga entregar a prova no tempo estipulado, por isso sempre acabo deixando algumas questões em branco.” F.G. relata ainda que este fato ocorreu durante as duas últimas avaliações realizadas em sala, o que acabou interferindo drasticamente em suas notas.

3.3.5.1 Plano de Ação

- a) Foi acordado com o professor responsável pela disciplina que F.G. realizaria a aulas individualizadas na sala ambientada, sob a supervisão de um professor especialista na área.

3.3.5.2 Resultados Obtidos

- a. aumento do nível de concentração e atenção na realização da avaliação;
- b. aumento do desempenho acadêmico (60 à 75).

Observa-se nos cinco casos estudados, que há um histórico de mau desempenho provocado pela dificuldade do aluno em adaptar-se ao ambiente em sala de aula, especialmente em virtude do “ruído” provocado por conversas paralelas que dificultam a concentração.

Guérin *et al.* (2001) enfatiza que o diagnóstico da situação de trabalho decorre de uma análise efetuada pelo ergonomista, orientado por fatores significados durante a análise da demanda e do funcionamento do ambiente. Após o estudo dos fatores causadores da dificuldade, busca-se orientar para a transformação das situações de trabalho. Embora não se possa garantir que os resultados da análise do trabalho e das recomendações atinjam exatamente os efeitos esperados de transformação na situação de trabalho.

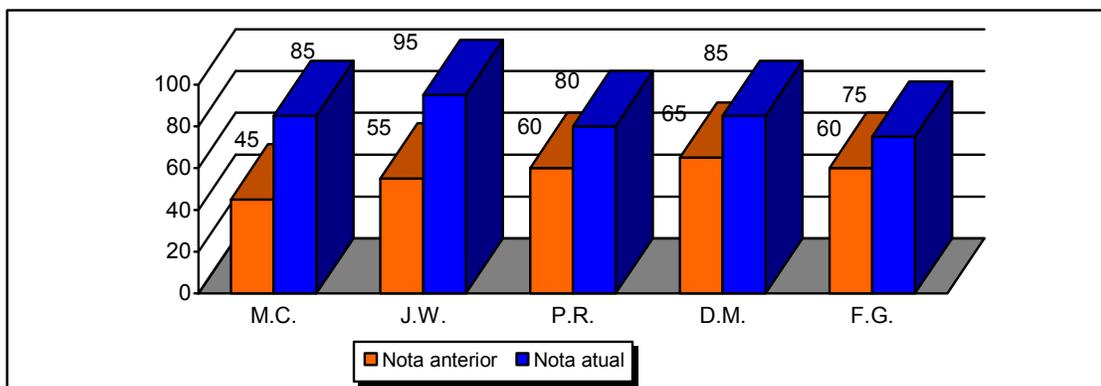
Os alunos responderam ao roteiro de entrevista de apoio psicopedagógico (apêndice 1), fornecendo dados quanto ao seu desempenho no ensino fundamental, no ensino médio, e o seu desempenho no momento atual. A partir desses dados elaborou-se o plano de atendimento psicopedagógico e definiu-se o programa de aulas individuais na sala ambientada, com acompanhamento por um professor-tutor especialista na disciplina Matemática Aplicada.

Couto (1995) constata que o ruído excessivo no meio ambiente, especialmente o de conversas prejudica o cérebro de adotar uma atenção

concentrada na tarefa. No trabalho mental com maior ou menor concentração, recomenda-se, como medida preventiva ou compensatória, que se façam pausas de 10 minutos a cada duas horas trabalhadas. E ainda a movimentação, exercitando-se a musculatura, andar e conversar. Outra medida é a de exercitar funções intelectuais diferentes, durante a jornada de trabalho, contribuindo para manter o estado de funcionamento normal do sistema reticular ascendente.

Observou-se unanimidade entre os estudantes que participaram da pesquisa em alegar como uma das causas do mau desempenho a dificuldade de concentração em virtude do ruído no ambiente de estudo, porém, ao participar de aulas individualizadas na sala ambientada apresentaram melhora sensível no desempenho de aprendizagem como se pode perceber no gráfico 1.

GRÁFICO 3. DESEMPENHO ANTERIOR E ATUAL DOS ACADÊMICOS



FONTE: Dados da pesquisa.

NOTA: Este gráfico demonstra a nota dos alunos quando freqüentavam a sala de aula normal (cor laranja) e a nota dos alunos (cor azul) após receberem atendimento na sala ambientada.

4 CONCLUSÃO

Cresce a preocupação em melhorar o desempenho acadêmico nas instituições de ensino, para tanto, cada vez mais se percebe a necessidade de utilizar uma gama ampla de conhecimentos científicos, em diferentes áreas a fim de possibilitar estratégias mais adequadas de ensino, que se tornem mais eficientes e eficazes.

A Engenharia de Produção pode proporcionar para a educação indicadores e estratégias que visam aperfeiçoar o processo como um todo, permitindo uma melhora da qualidade, no processo educacional, e também nos resultados atingidos pelo corpo discente e docente.

A pesquisa investigou a influência do excesso de ruídos no ambiente que pode prejudicar o desempenho na aprendizagem da matemática aplicada. O referencial teórico pesquisado contribuiu para o melhor conhecimento em relação ao emprego da ergonomia para adequar o ambiente físico às necessidades humanas, propiciando mais conforto no desempenho de atividades, principalmente daquelas que exigem maior concentração e atenção para sua realização.

A matemática aplicada é uma área do conhecimento que requer níveis mais elevados de atenção e concentração, por envolver o raciocínio na resolução de problemas. O emprego de cálculos e fórmulas exige um elevado grau de abstração.

Torna-se necessário compreender os fatores ambientais que interferem no processo de aprendizagem para sanar as possíveis fontes de perturbações que trariam desconforto ao educando.

Os alunos com dificuldade de aprendizagem nos cursos de tecnologia na Fatec Internacional que procuraram o apoio psicopedagógico apresentaram em

comum, a queixa de que os ruídos vindos de fontes exteriores à sala de aula, bem como o produzido pelas conversas entre os colegas eram uma das causas para o mau desempenho nas avaliações da disciplina de matemática aplicada.

Verificou-se que todos os alunos que participaram dessa experiência na sala ambientada tiveram melhor desempenho, visto que obtiveram aumento de nota, bem também apresentaram maior facilidade na resolução dos exercícios propostos.

Portanto verifica-se que esta pesquisa atingiu seus objetivos, visto que as hipóteses levantadas com relação aos benefícios que o ambiente ergonômico especificadamente o ruído podem trazer para a aprendizagem dos alunos do ensino superior em tecnologia, foram confirmadas. Cabe aqui ressaltar que a instituição em questão tem uma grande preocupação com a qualidade do ensino, pois não mede esforços para desenvolver estratégias que possibilitem o sucesso do corpo discente, como um todo.

Recomenda-se que esta pesquisa possa ser também aplicada a outras instituições de ensino, podendo ser utilizada também em diferentes níveis acadêmicos que podem englobar desde o ensino fundamental até o nível superior, considerando as especificações de cada caso.

Uma sugestão interessante poderia ser estruturar a sala de aula normal, com das mesmas condições ambientais que estão presentes na sala de aula ambientada, como iluminação mobiliário, temperatura, iluminação e nível de ruído adequado, e analisar se a partir destas modificações ambientais, houve uma melhora de desempenho acadêmico dos alunos que foram expostos a tal procedimento

Desta forma, cada vez mais a Ergonomia enquanto área do conhecimento, poderá transpor as barreiras da organização e adentrar no ambiente acadêmico,

com toda a sua e profundidade, e valor.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **Sistema Brasileiro de Certificação em Ergonomia**. 2003. Disponível em <<http://www.abergo.org.br>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

ABRAHÃO, J.I. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: uma abordagem da ergonomia. **Psic. Teor. e Pesq.** V. 16, n. 1. Brasília. Jan./abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012-3772>. Acesso 20. out. 2008.

_____; PINHO, D.L.M. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da ergonomia. **Estud. psicol.** Natal. [online]. 2002. v. 7, n. spe2008-11-07, p.45-52. Disponível em <http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413>. Acesso em : 20 out. 2008.

_____.; e cols. Ergonomia, cognição e trabalho. **Psic. Teor. e Pesq.** v. 21, n. 2. Brasília, mai-ago, 2005. p. 163-171.

ALMEIDA, M.A.B de. Inovação tecnológica e desenvolvimento humano: aspectos importantes para a análise da qualidade de vida. In: VILARTA, R. (org.) **Qualidade de vida e novas tecnologias**. Campinas: Ipês Editorial, 2007.

ALMEIDA, A.R.S. **A emoção na sala de aula**. Campinas : Papyrus, 1999.

ALMEIDA, F.J.; FONSECA, J.F. **Aprendendo com projetos**. Brasília, PROINFO/MEC. 2000.

ARAÚJO, R.M.E. de. **Mobiliário e tecnologia assistiva**. Educação Inclusiva no Brasil. Banco Mundial / Cnotinfor Portugal. 31 jul.2003. Disponível em <<http://scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 20 out, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14006. **Móveis escolares**: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais. Rio de Janeiro. Mai. 2003.

AVIZ JUNIOR, A.A. de. **A aprendizagem de algoritmos: uma experiência no curso de tecnologia em informática do CEFET-PA**. [Dissertação Mestrado]. Universidade Federal do Pará. Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Belém, 2007.

CEBRACE. **Móvel escolar**. Rio de Janeiro: MEC/CEBRACE/IDI, 1978.

COLLEONI, N. e cols. Ruídos industriais, perturbações auditivas e sua profilaxia. **Rev. Bras. saúde ocupacional**. n. 36, p. 77-80, 1991.

COLL, C. **Debate curricular**: voltar ao imprescindível. Maio. 2007. Disponível em <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/ent_a.phpt=011>. Acesso em: 20 out. 2008.

_____; MARCHESI, A; PALÁCIOS, J. **Desenvolvimento psicológico e educação**. Porto Alegre : Artmed, 2004.

CÓRIA-SABINI, M.A. **Psicologia aplicada à educação**. São Paulo : EPU, 1986.

COSTA RIBEIRO, S. A pedagogia da repetência. **Estudos Avançados**. v. 5, n. 12, p. 07-21, 1991.

COUTO, H. de A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. v. II. Belo Horizonte: ERGO, 1995.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. Campinas: Summus, 1989.

_____. A matemática nas escolas. **Educação Matemática em Revista**. a. 9, n. 11, p. 29-33, abril, 2002.

D' ANDREA, F.F. **Transtornos psiquiátricos do adulto**. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 1998.

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho**. São Paulo: Cortez, 1998.

DEMO. P. **Universidade e pesquisa**: agonia de um antimodelo. Motrivivência. Florianópolis. a.V, n. 5,6,7. dezembro, 1994, p. 17-33.

_____. P. **Educação e qualidade**. Campinas: Papyrus, 1998.

DANSEREAU, F.Jr. Cols. A vertical dyad linkage approach to leadership investigation of role making process. **Organizational Behavior and Human Performance**. 13:46-78. 1979.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo : Blucher, 2007.

FERRUZZI, E.C. **A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos superiores de tecnologia**. [Dissertação Mestrado]. UFSC. Florianópolis, mar. 2003.

FIORINI, A.C.; SILVA, S.; BEVILAQUA, M.C. Ruído, comunicação e outras alterações. **SOS: Saúde Ocupacional e Segurança**. n. 26, p. 49-60, 1991.

FUNDEPAR. **Modelo padrão de carteiras escolares**. Curitiba. Instituto de Desenvolvimento Educacional do Paraná, dez. 1998/ 2000.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GARNER, R.; ALEXANDER, P.A. Metacognition: answered and unanswered questions. **Educational Psychologist**. 24, 143-158. 1989.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo : Atlas, 1994.

- GOMES FILHO, J. **Ergonomia do objeto**: sistema técnico de leitura ergonômica. São Paulo : Escritura, 2003.
- GONÇALVES, E.P. **Iniciação à pesquisa científica**. São Paulo : Alínea, 2005.
- GRAVINA, M.A.; SANTAROSA, L.M. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados**. In: IV Congresso RIBIE, Brasília, ANAIS. 1998.
- GUÉRIN, F. et al. **Compreendendo o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo : Blucher / Fundação Vanzolini, 2001.
- HATTIE, J.; BIGGS, J., PURDIE, N. Effects of learning skills interventions on students: A meta analysis. **Review of Educational Research**, 1996, 66, 99-136.
- IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo : Edgard Blücher, 2005.
- JOHNSON, D.; MYKLEBUST, H. **Distúrbios de aprendizagem**. São Paulo : Pioneira, 1983.
- KROEMER, K.H.E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LEITE, S. A. da S. O fracasso escolar no ensino de 1º grau. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. 69(163), 510-540, 1988.
- LINHARES, M.Y. O fracasso do ensino público. Idéias e Ensaios. **Jornal do Brasil**. 07/10/1991. 130, 4-5.
- LINHARES, C.F.S. Psicopedagogia: algumas perspectivas para a delimitação de seu campo. **Boletim da Associação Estadual de Psicopedagogia de São Paulo**. São Paulo, n. 8. p. 3-35, ago. 1985.
- LOPES, C.A.E. **A probabilidade e a estatística no ensino fundamental: uma análise curricular**. Campinas. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Educação da Unicamp. 1998.
- MARMARAS, N.; KONTOGIANNIS, T. Cognitive task. In: SALVENDY, G. (org.). **Handbook of industrial engineering**. New York : Hon Wiley & Sons, 2001. p. 1013-40.
- MELLO, G.N. **Magistério de 1º Grau**: Da competência técnica ao compromisso político. São Paulo, Cortez, 1983.
- MERCADO, L.P.L. **Formação docente e novas tecnologias**. Disponível em: <<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/210M.html>>. Acesso em: 20 mai. 2008.
- MERINO, E. **Introdução à ergonomia**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- MILLANVOYE, M. As ambiências físicas no posto de trabalho. In: FALZON, P.

Ergonomia. São Paulo : Blucher, 2007. p. 73-84.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR 17.** Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislaçãonormas_regulamentadoras/nr_17.asp>. Acesso em: 20 ago. 2008.

MONTMOLLIN, M. de. **Introducción a la ergonomía.** Madrid : Aguilar, 1990.

MORAES, A. SOARES, M.M. **Ergonomia no Brasil e no mundo: um quadro, uma fotografia.** Rio de Janeiro. ABERGO-UERJ-ESDI-UNIVERTA. 1989

NETO, A.R.V. **Atitudes de consumidores frente a novas tecnologias: tecnofobia.** 2000. Disponível em: <<http://www.marvey.com.br/tecnofobia/TECNOFOBIA.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2008.

NUNES, A.C. **Gestão democrática ou compartilhada: uma (não) tão simples questão de semântica.** Caderno Pedagógico n. 2. APP-Sindicato, mar. 1985. p. 37-40.

PACHECO, W., et al. A era da tecnologia da informação e comunicação e a saúde do trabalhador. **Rev. Bras. Med. Trab.** v. 3, n. 2. ago/dez. 2005. Belo Horizonte, p. 114-122.

PALÁCIOS, J. O desenvolvimento após a adolescência. In; COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MARCHESI, A. (orgs). **Desenvolvimento psicológico e educação.** v.1. Psicologia Cognitiva. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

PANERO, J.; ZELNIK, M. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores.** Estándares Antropometricos. México: G. Gili. 1991.

PARO, V.H. **Escritos sobre educação.** São Paulo : Xamã, 2001.

PATTO, M.H. **Introdução à psicologia escolar.** São Paulo : T.A. Queiroz, 1981.

_____. **A produção do fracasso escolar.** São Paulo : T.A. Queiroz, 1990.

_____. **A produção do fracasso escolar: histórias de submissão e rebeldia.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1993.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

_____. **10 novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PFROMM NETTO, S. **Psicologia da aprendizagem e do ensino.** São Paulo : EPU/EDUSP, 1987.

PIAGET, J. Aprendizagem e conhecimento. In: PIAGET, J.; GRÉCO, P. **Aprendizagem e conhecimento.** Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974.

- PILATI, O. **Sistema nacional de avaliação da educação básica**. Ensaio. v 2.n. 2. p. 11-30, 1994.
- PONTE, J.P. da. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: PONTE, J.P. **Educação matemática: temas de investigação**. Lisboa, Instituto de Inovação Educacional, 1992, p. 185-239.
- POZO, J.J. Estratégias de Aprendizagem. In: COLL, C.; PALÁCIOS J. & MARCHESI, A. (Orgs). **Desenvolvimento psicológico e educação** : Psicologia da educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 176-197.
- RASSMUSSEN, J. **Modèls em analyse du travail**. Viége: Mandarga, 1991.
- ROCHA, L.E.; CASAROTTO, R.A.; SZNELWAR, L. Uso de computador e ergonomia: um estudo sobre as escolas de ensino fundamental e médio de São Paulo. **Educação e Pesquisa**. v. 29, n. 1, Universidade de São Paulo. Jan./jun. 2003. p. 79-97.
- ROEBUK, J.A. Jr; KROEMER, K.H.E.; THOMSON, W.G. **Engineering anthropometry methods**. New York: Wiley-Intersciência : J.Wiley, 1975.
- ROESER, R.L.; DOWNS, M. **Auditory disorders in school children**. New York: Thieme-Stratton, 1981.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**. São Paulo : Hucitec, 1996.
- SANTOS, N. dos. **Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção**. Curitiba: Gênese, 1997.
- _____; FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. Curitiba : Gênese, 1997.
- SCHAFF, A. **A sociedade informática**. São Paulo : Brasiliense, 1990.
- SELEME, R.; SELEME, R.B. **Automação da produção: abordagem gerencial**. Curitiba: Ibepex, 2008.
- SENGE, P.M. **A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo : Best Seller, 2000.
- SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo : Cortez, 1992.
- SHIGUNOV, V. Estudo das habilidades de ensino: estudo comparativo entre a teoria e a realidade. **Unimar**. 15(2), 173-188, 1993.
- SILVA, F.R. da. **Ergonomia: uma necessidade apenas industrial ou também social**. 2005. Disponível em: <<http://www.ergonet.com.br>>. Acesso em 20 out. 2008.
- SILVA, C.R. de O.; GONTIJO, L.A. Ergonomia e educação tecnológica. In: 4º Congresso Latino Americano de Ergonomia, 8º Congresso Brasileiro de Ergonomia.

Anais. Florianópolis. UFSC. 1998. p. 13-19.

SOARES, M.M. 21 anos da ABERGO: a ergonomia brasileira atinge a sua maioria. XIII Congresso Brasileiro de Ergonomia. II Fórum Brasileiro de Ergonomia e I Congresso de Iniciação Científica em Ergonomia. **Anais.** ABERGO, 2004. Fortaleza. Disponível em <www.abergo.org.br>. Acesso em 20 out. 2008.

SPERANDIO, J.C. **L'ergonomie du travail mental.** Paris : Masson, 1988.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia:** a racionalização humanizada do trabalho. Rio de Janeiro : LTC, 1978.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: RESH, R; LANDAU, M. **Acquisition of Mathematics Concepts and Processes.** New York: Academic Press Inc. 1990, p.127-174.

VIDAL, M.C. A prática ergonômica no Brasil de 2004: tentativa de sistematização da diversidade e da variedade. **Anais.** I Congresso de Ergonomia dos Países de Língua Portuguesa. Funchal, jun. 2004.

WACHOWICZ, M.C. **Segurança, saúde & ergonomia.** Curitiba : Ibepex, 2007.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho:** textos selecionados de ergonomia. São Paulo : Fundacentro, 1994.

APÊNDICES

Ensino Médio:

Escola Pública _____

Escola Particular _____

Relato de Ensino Médio (dificuldades encontradas)

Ensino Superior:

Curso (s): _____

- completo.
 incompleto.

2. Auto-avaliação sobre a aprendizagem:

3.1) De que forma você aprende com mais facilidade?

- ouvindo
 vendo
 vivenciando

3.2 Cite as atitudes dos professores que facilitam sua aprendizagem:

3.3 Cite as atitudes dos professores que dificultam sua aprendizagem:

3.4 Dificuldades acadêmicas atuais:

Disciplina (s): _____

Período(s): _____

Relato:

3. Quais as suas expectativas com relação ao resultado destes atendimentos?

4. Na sua opinião, aspectos relacionados com o ambiente da sala de aula (ruídos, temperatura ou espaço físico) interferem em sua aprendizagem?

OBS: Após a aplicação do questionário, recomenda-se a utilização de um pré-teste diagnóstico elaborado pelo professor responsável.