



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



INFLUÊNCIA DA ERGONOMIA NO DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO DENTRO DAS SALAS DE AULA

PAOLA PADILHA ABBAS - paolaabbas@gmail.com
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

CARLOS ALBERTO SILVA DE MIRANDA - carlos.asmiranda@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

PAULO HENRIQUE CAMPOS PRADO TAVARES - paulo.tavares@professores.ibmec.edu.br
INSTITUTO BRASILEIRO DE MERCADOS E CAPITAIS - IBMEC/MG

ÁREA: 8. ENGENHARIA DO TRABALHO
SUBÁREA: 8.2 - ERGONOMIA

RESUMO: A IMPORTÂNCIA DE SE CRIAR UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ERGONOMICAMENTE CORRETO PARA O DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO DOS ALUNOS É DE CONHECIMENTO TÁCITO E CONSENSO EM TODOS OS ÂMBITOS. PORÉM, CONSTATAMOS A FALTA DE ESTUDOS QUE COMPROVEM A RELAÇÃO ENTRE A ERGONOMIA E O DESEMPENHO ACADÊMICO. O OBJETIVO DESTES ARTIGOS, PORTANTO, É INVESTIGAR A INFLUÊNCIA DE FATORES ERGONÔMICOS NAS SALAS DE AULA E COMO ESTES PODEM INTERFERIR NO DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO. O TRABALHO, ENQUANTO UMA PESQUISA BÁSICA, QUALITATIVA E COM OBJETIVOS EXPLORATÓRIOS, TEVE COMO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, A PARTIR DE LIVROS E ARTIGOS DE PERIÓDICOS. CONSTATAMOS QUE É IMPERATIVA A CONSIDERAÇÃO DOS FATORES ERGONÔMICOS NO PLANEJAMENTO E NA MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES ESCOLARES. EM SALA DE AULA, FATORES ERGONÔMICOS ADEQUADOS PODEM CONTRIBUIR PARA UMA MELHOR QUALIDADE DE ENSINO E BEM-ESTAR DE ALUNOS E PROFESSORES. A ERGONOMIA DEMONSTRA QUE A QUALIDADE DO AMBIENTE FÍSICO TEM IMPACTO DIRETO NA PARTE COGNITIVA, AFETANDO A PRODUTIVIDADE E O DESEMPENHO EM TAREFAS MENTAIS COMPLEXAS. ASSIM, AO CONSIDERAR OS ASPECTOS ERGONÔMICOS, INCLUINDO ILUMINAÇÃO ADEQUADA, CONTROLE DE RUÍDO, TEMPERATURA CONFORTÁVEL E MOBILIÁRIO BEM PROJETADO, PODEMOS CRIAR UM AMBIENTE ESCOLAR MAIS PROPÍCIO AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM, BENEFICIANDO ALUNOS E PROFESSORES.

PALAVRAS-CHAVES: ERGONOMIA; ENSINO; APRENDIZAGEM; SALA DE AULA; FATORES ERGONÔMICOS BÁSICOS.

INFLUENCE OF ERGONOMICS ON ACADEMIC DEVELOPMENT WITHIN CLASSROOMS

ABSTRACT: *THE IMPORTANCE OF CREATING AN ERGONOMICALLY CORRECT LEARNING ENVIRONMENT FOR THE ACADEMIC DEVELOPMENT OF STUDENTS IS WIDELY ACKNOWLEDGED AND AGREED UPON IN ALL FIELDS. HOWEVER, WE OBSERVE A LACK OF STUDIES THAT CONFIRM THE RELATIONSHIP BETWEEN ERGONOMICS AND ACADEMIC PERFORMANCE. THEREFORE, THE OBJECTIVE OF THIS ARTICLE IS TO INVESTIGATE THE INFLUENCE OF ERGONOMIC FACTORS IN CLASSROOMS AND HOW THESE FACTORS CAN INTERFERE WITH ACADEMIC DEVELOPMENT. THIS WORK, AS A BASIC, QUALITATIVE RESEARCH WITH EXPLORATORY OBJECTIVES, EMPLOYED BIBLIOGRAPHIC RESEARCH AS ITS METHODOLOGICAL PROCEDURE, UTILIZING BOOKS AND JOURNAL ARTICLES. WE FOUND THAT IT IS IMPERATIVE TO CONSIDER ERGONOMIC FACTORS IN THE PLANNING AND MAINTENANCE OF SCHOOL BUILDINGS. IN CLASSROOMS, APPROPRIATE ERGONOMIC FACTORS CAN CONTRIBUTE TO BETTER TEACHING QUALITY AND THE WELL-BEING OF STUDENTS AND TEACHERS. ERGONOMICS DEMONSTRATES THAT THE QUALITY OF THE PHYSICAL ENVIRONMENT HAS A DIRECT IMPACT ON COGNITIVE FUNCTIONS, AFFECTING PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE IN COMPLEX MENTAL TASKS. THUS, BY CONSIDERING ERGONOMIC ASPECTS, INCLUDING ADEQUATE LIGHTING, NOISE CONTROL, COMFORTABLE TEMPERATURE, AND WELL-DESIGNED FURNITURE, WE CAN CREATE A SCHOOL ENVIRONMENT MORE CONDUCIVE TO THE TEACHING-LEARNING PROCESS, BENEFITING BOTH STUDENTS AND TEACHERS.*

KEYWORDS: *ERGONOMICS; TEACHING; LEARNING; CLASSROOM; BASIC ERGONOMIC FACTORS.*

1. INTRODUÇÃO

A criação de um ambiente de aprendizagem ergonomicamente correto para o desenvolvimento acadêmico dos alunos é de grande importância. Um ambiente inadequado pode levar a dores musculares, cansaço e falta de concentração. Entre as lacunas desse tema, apontamos a falta de estudos que comprovem a relação entre a ergonomia e o desempenho acadêmico.

A ergonomia de ensino abrange a interação física e psíquica dos alunos em relação à estrutura escolar no todo. Um ambiente ergonomicamente adequado pode levar a uma melhora no desempenho acadêmico, enquanto o contrário pode levar a problemas de saúde e baixo rendimento. É necessário investir em projetos que considerem as necessidades ergonômicas dos alunos e conscientizem a comunidade escolar sobre a importância da ergonomia. Este estudo irá se concentrar na influência da ergonomia no desenvolvimento acadêmico dentro das salas de aula, considerando o ambiente e os fatores que exercem influência neste contexto.

O objetivo deste artigo é investigar a influência de fatores ergonômicos nas salas de aula e como estes podem interferir no desenvolvimento acadêmico. Para tal, executamos um levantamento bibliográfico, a partir de artigos, livros, teses e dissertações que abordam o tema da ergonomia e seu impacto no desempenho acadêmico, a fim de identificar possíveis relações entre a ergonomia, em seus diversos aspectos tecnológicos, e o desempenho acadêmico, levando em consideração as diferenças individuais entre os alunos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A influência da ergonomia no desenvolvimento acadêmico dos alunos nas salas de aula é um tema de interesse crescente na área educacional. A ergonomia de ensino refere-se à interação física e psíquica dos alunos em relação à estrutura escolar, equipamentos, materiais, ambiente, metodologia e avaliação. Os estudos a serem citados neste tópico indicam que a qualidade do ambiente físico e a organização dos espaços de aprendizagem exercem um papel crucial no desempenho acadêmico dos alunos. A literatura científica tem se dedicado a investigar os efeitos da ergonomia nas salas de aula, buscando compreender como fatores como a disposição do móvel, a iluminação adequada, a ventilação, o design das cadeiras e mesas, entre outros, podem impactar diretamente o desempenho dos alunos. Por exemplo, estudos têm apontado que uma má postura durante o estudo pode levar a desconforto físico, fadiga e dificuldades de concentração, afetando de forma drástica a atenção e o rendimento acadêmico.

Dul e Weerdmeester (2012) mencionam os aspectos estudados pela Ergonomia que são: a

postura e os movimentos corporais, os fatores ambientais como ruído, as informações, os controles, os cargos e as tarefas. Além destes podemos também mencionar aspectos organizacionais, sociais, psicológicos e ambientais. Na sequência apontaremos aspectos estudados pela ergonomia que afetam o desenvolvimento acadêmico.

Lida e Buarque (2021) afirmam que a ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-o às capacidades e limitações humanas. Para Hahn et al. (2016), a análise ergonômica do trabalho permite não somente categorizar as atividades dos trabalhadores, como também estabelecer a narração dessas atividades, permitindo, consequentemente, modificar o trabalho ao modificar a tarefa.

2.1 Sistema homem máquina ambiente

De acordo com Ureta (1975), a prática do desenho no passado focalizava sua atenção no funcionamento da máquina com pouca ou nenhuma atenção ao homem e seu meio ambiente, isto é, em lugar de desenhar-se o usuário para ser ajustado ao produto. Desenhava-se o produto para ser ajustado ao consumidor. Cresce o intuito da ergonomia em proporcionar um ambiente de trabalho que gere bem-estar, conforto, segurança e eficiência ao trabalhador, por meio da busca incessante de se conhecer os espaços, as pessoas, os materiais e suas interfaces. A ergonomia procura focar num ambiente saudável, onde se há uma boa interação entre homem e ambiente, trazendo assim benefícios e eficiência para o sistema homem-máquina-ambiente.

2.2 Conforto térmico

Diversas variáveis influenciam o conforto térmico. Destacamos as variáveis físicas, como temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade e velocidade relativa do ar, além das pessoais, como o tipo de atividade, que indica a quantidade de calor produzido pelo organismo e a vestimenta utilizada pela pessoa. Lula e Silva desenvolveram uma pesquisa utilizando câmaras de testes com temperatura e umidade controladas, com o objetivo de analisar a relação entre produtividade, fadiga e estado psicológico. Os resultados mostraram que a produtividade foi maior e a fadiga desenvolveu-se mais lentamente, em ambiente frio do que em ambientes quentes. Também já foi mostrado em algumas pesquisas como, por exemplo, a de Grandjean (1998), que o calor excessivo em ambientes proporciona cansaço e sonolência, reduzindo a prontidão de respostas e aumentando as falhas.

Um ambiente bem climatizado possibilita conforto e qualidade do ar, podendo aumentar a produtividade e melhor fluidez das tarefas realizadas em ambientes de trabalho. Uma análise detalhada da influência do ambiente na carga térmica a que está sujeito o indivíduo requer o

conhecimento de quatro parâmetros ambientais básicos (COUTINHO FILHO et al, 2007): temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade absoluta.

Além das variáveis citadas, deve-se considerar ainda a resistência térmica das vestes e o tipo de atividade desenvolvida. Através das medições de variáveis, que se definem os parâmetros mencionados, é possível obter uma estimativa geral da influência deles no ambiente. A NR 17 indica a temperatura ideal do ambiente de trabalho entre 20°C e 23°C (graus Celsius), a umidade relativa do ar não inferior a 40% e a velocidade do ar não superior a 0,75m/s.

2.3 Iluminação

A iluminação tem papel fundamental para o desempenho das atividades, pois é através dela que se tem a percepção visual dos espaços e do objeto foco da atenção. No caso de ambientes de aprendizagem, é necessária a perfeita visualização do que está escrito no quadro, além de um nível de iluminância adequado sobre o plano de trabalho de cada aluno (DALVITE et al, 2007). Segundo Bórmio et al (2008), graus acentuados de ofuscamentos, contrastes e sombreamentos nas salas de aula intervêm diretamente no desempenho estudantil. Tais situações de desconforto lumínico são geradas pela má utilização da iluminância, devido o posicionamento inadequado das luminárias, os ângulos de visão diretamente para a fonte de luz e as superfícies refletoras. De acordo com Dalvite (2007), podemos destacar a importância da iluminação em ambientes de aprendizagem nos seguintes aspectos:

- Percepção Visual: a iluminação desempenha um papel crucial na percepção visual dos espaços e dos objetos que requerem atenção, como o conteúdo escrito em um quadro.
- Iluminância Adequada: é enfatizada a necessidade de uma iluminância adequada sobre a área de trabalho de cada aluno. Isso implica que cada aluno deve ter uma certa quantidade de luz para realizar suas tarefas de forma eficaz.
- Desconforto Lumínico: são fatores considerados que podem causar desconforto luminoso, como ofuscamentos, contrastes e sombreamentos nas salas de aula. Esses desconfortos podem ser resultado de erros na configuração da iluminação, como o posicionamento inadequado das luminárias, ângulos de visão que direcionam diretamente para a fonte de luz e superfícies refletoras.

Portanto, o autor enfatiza a importância da iluminação adequada em salas de aula para promover um ambiente propício ao aprendizado e ao desempenho acadêmico dos estudantes. Isso inclui a necessidade de considerar não apenas a quantidade de luz, mas também a qualidade da iluminação e como ela afeta o conforto visual dos alunos.

Além disso, a norma NR 17 indica que todos os locais de trabalho devem possuir iluminação

adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade, mas deixa os níveis mínimos de iluminamento a cargo da norma NBR 8995-1 (WILHELM; MERINO, 2006). Esta estabelece que 300 Lux é o nível de fluxo luminoso satisfatoriamente apropriado para a realização de tarefas habituais do ambiente de sala de aula, conforme pode ser observado na Tabela 1.

TABELA 1 - Níveis de iluminância para interiores.

Ambiente ou trabalho	Lux
Sala de espera	100
Garagem, residência, restaurante	150
Depósito, indústria (comum)	200
Sala de aula	300
Lojas, laboratórios, escritórios	500
Sala de desenho (alta precisão)	1.000
Serviços de alta precisão	2.000

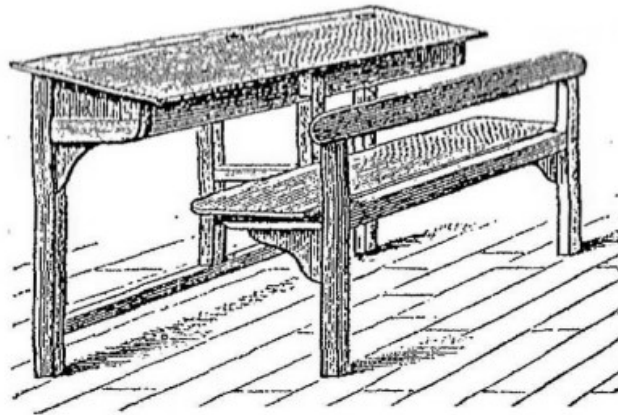
Fonte: adaptado de Wilhelm e Merino (2006).

2.4 Mobiliário

Os primeiros móveis caracterizados como escolares apareceram pela primeira vez na Grécia por volta do século IV a.C., onde os professores se sentavam em cadeiras de espaldar (tronos), enquanto os alunos se acomodavam em espécies de tamboretos e apoiavam as folhas de papiro sobre os joelhos (ALCÂNTARA, 2014).

Na década de 1930 foi quando a carteira escolar começou a ser avaliada. O médico Dr. Almiro do Vale analisou que “tipo único de carteira é nocivo a qualquer aluno”. Os modelos existentes eram pesados (madeira maciça e estrutura metálica) e normalmente para dois alunos, com design originado nos primeiros modelos da carteira escolar de Cardot (Figura 1). A disposição dos móveis na sala de aula era fixa, ordenada a reproduzir um espaço de palco e plateia, com os móveis dispostos ao redor de um eixo que reforçava a autoridade do professor (ALCÂNTARA, 2014).

FIGURA 1 - Primeira carteira escolar de Cardot.

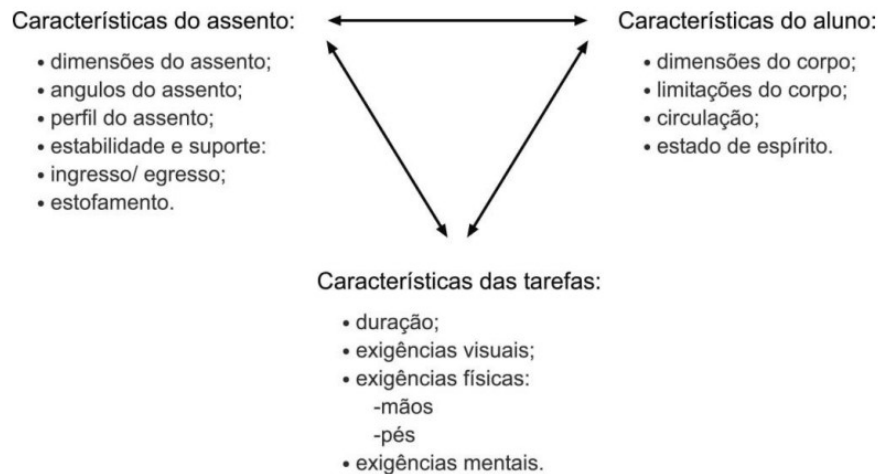


Fonte: Alcântara (2014).

Na década de 1960 o mobiliário passou a ser separado, sendo composto de mesa e cadeira, privilegiando assim, que o professor ou o próprio aluno poderiam fazer o ajustamento. Isto fez com que o ambiente ficasse mais flexível, com mais espaço para ordenar jogos, com mais facilidade para trabalhos em grupos e, ainda, contribuía para a limpeza (ALCÂNTARA, 2014). A ausência de mobiliários e iluminações adequados ergonomicamente leva os alunos a riscos no ambiente escolar. O mobiliário é um dos fatores decisivos para um ambiente ergonômico satisfatório, uma vez que interfere no desempenho, segurança, conforto e alterações posturais, mostrando relação direta com a produtividade e aprendizagem do aluno. O mobiliário escolar engloba todos os móveis utilizados na escola para a realização de suas atividades de ensino e aprendizagem, contendo mesas, cadeiras, armários, estantes, entre outros (MEDEIROS, 2011; SCOPEL, 2017).

Surrador et al. (2010) estabelecem que há fatores determinantes do conforto e desconforto da posição sentada, relacionando-os a três aspectos específicos: as características do assento (tais como suas dimensões e formatos); as características dos alunos (relacionando sua antropometria e características psicossociais) e as características das tarefas (duração, natureza, exigências etc.), conforme mostrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Determinantes do conforto e desconforto da posição sentada.



Fonte: Surrador et al., 2010.

Além disso, para Couto (2002), é necessário haver movimentação constante, mesmo no tempo em que se permanece sentado, pois a movimentação corporal produz inúmeros benefícios: como os movimentos circulares que estimulam na circulação sanguínea; as mudanças de estimulações nervosas que conseguem manter o indivíduo mais atento; a coluna que recebe nutrientes devido à variação de pressão entre as vértebras através do movimento.

Medeiros (2011) destaca a relação direta entre os aspectos ergonômicos do mobiliário escolar e o ambiente de aprendizagem dos alunos. Dentre eles podemos destacar os seguintes aspectos:

- **Segurança e Conforto:** uma vez que a ausência de mobiliário ergonomicamente adequado pode expor os alunos a riscos no ambiente escolar, podendo comprometer a segurança e o conforto dos alunos.
- **Desempenho, Produtividade e Aprendizagem:** o mobiliário escolar desempenha um papel crucial no desempenho e na aprendizagem dos alunos. Quando o mobiliário é ergonomicamente projetado, pode contribuir para um ambiente mais propício ao aprendizado, facilitando a concentração e o engajamento dos alunos.
- **Alterações Posturais:** é importante garantir que as cadeiras e mesas escolares sejam ajustadas de forma adequada para promover uma postura saudável entre os alunos e não levar a alterações posturais.

2.5 Ruídos

Segundo Grandjean (1998), os ruídos afetam o desempenho do trabalho e prejudicam, frequentemente, os trabalhos mentais complexos, além de determinadas produções que exigem

grande destreza e a análise de informações. Neste sentido, observa-se a necessidade de o ambiente de sala de aula estar livre deste problema.

O ruído é o risco mais presente nos ambientes de trabalho da maioria dos países, sendo causador de doenças e acidentes, além de exigir mais esforço dos trabalhadores nos ambientes onde está presente esse tipo de poluente (COUTINHO FILHO et al, 2007).

Além disso, as vibrações irregulares, que caracterizam o ruído, prejudicam as atividades mentais realizadas nos ambientes de trabalho, particularmente quando estas últimas exigem níveis de atenção constantes. Assim sendo, o barulho no ambiente de sala de aula compromete a otimização do trabalho docente e o desempenho eficiente da resolução de tarefas dos discentes (CORREIA et al, 2008).

Correia et al. (2008) abordam de forma clara a relação entre o ruído e os aspectos ergonômicos em ambientes de trabalho e, especificamente, em salas de aula.

- **Impacto no Desempenho do Trabalho e Atividades Mentais Complexas:** o ruído afeta qualidades no desempenho do trabalho, especialmente em atividades que envolvem processos mentais complexos. Isso sugere que o ruído pode sobrecarregar a capacidade cognitiva das pessoas, dificultando a concentração e a análise de informações.
- **Impacto na Saúde e na Segurança:** o ruído é um risco comum em ambientes de trabalho e pode causar doenças e acidentes. Essa preocupação com a saúde e a segurança dos trabalhadores é um aspecto fundamental da ergonomia, que visa reduzir os riscos ocupacionais.
- **Vibrações Irregulares e Atenção Constante:** as vibrações irregulares caracterizam o ruído como prejudicial às atividades mentais, especialmente quando desabilita níveis de atenção constantes. Isso ressalta a importância da ergonomia em considerar não apenas o ruído, mas também outros fatores ambientais que afetam o desempenho e a saúde dos trabalhadores.

A seguir é apresentado uma tabela com alguns valores de níveis de ruídos (em decibéis) aceitáveis em alguns ambientes. (Tabela 2)

TABELA 2 - Níveis de ruídos aceitáveis em decibéis.

Norma ABNT-NBR 10152/1987	dB (A)
Bibliotecas, Salas de Música, Salas de Desenho	35-45
Laboratórios, salas de aula	40-50
Circulação	45-55

Fonte: Adaptado de Correia et al. (2008).

O valor inferior da faixa de decibéis representa o nível sonoro para conforto, enquanto o valor

superior significa a nível sonoro máximo aceitável para a respectiva finalidade. Essa análise é fundamental para a aplicação de princípios ergonômicos na concepção de ambientes mais saudáveis e produtivos.

2.6 Cores

Conforme Wilhelm e Merino (2006) a cor é uma resposta subjetiva a um estímulo luminoso que penetra nos olhos, mas que não percebe um estímulo isolado e sim estímulos simultâneos e complexos formando uma imagem e dela identificando características diferentes. Ainda de acordo com Iida e Buarque (2021) um planejamento adequado do uso de cores no ambiente de trabalho, aplicando-se cores claras em grandes superfícies, com contrastes adequados para identificar os diversos objetos, associado a um planejamento adequado de iluminação, tem resultado em economia de até 30% no consumo de energia e aumentos de produtividade que chegam a 80 ou 90%. Segundo Roveri (1996), os indivíduos se manifestam em relação as cores de forma subjetiva e relacionados e vários fatores que podem influenciar nas reações do homem podendo deixá-lo triste ou alegre, calmo ou irritado (Tabela 3).

TABELA 3 - Cores e seu significado para o ambiente.

Cor	Significado
Branco	Serve para criar uma atmosfera tranquila, porém, torna-se monótono e hostil, levando à dispersão. É aconselhável a composição com outras cores.
Preto	Significa escuridão e depressão. Expressa um sentimento universal de agressividade, sinalizando sensações de distância e isolamento.
Vermelho	Serve para ambientes que requeiram um clima de excitação. Em exageros, pode estimular reações agressivas e irritantes.
Laranja	Deve ser usada em áreas de lazer, corredores e hall de entrada.
Amarelo	É uma cor alegre. Portanto, é indicado para todos os ambientes em que o objetivo é comunicação e reflexão.
Verde	É a cor que menos fadiga a vista, pois é o equilíbrio entre o calor e o movimento do amarelo e a estática e frieza do azul. Estimula o silêncio e pode ajudar a amenizar o estresse.
Azul	Pode ser usado em grandes superfícies sem se tornar cansativo. Porém, deve-se equilibrar harmoniosamente com outras cores para evitar um clima de tristeza e monotonia.

Fonte: adaptado de Roveri (1996).

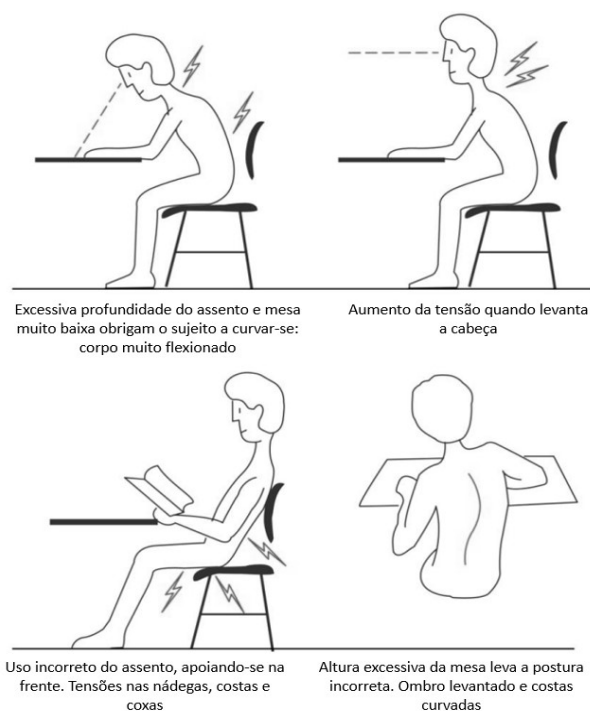
Além disso, Grandjean (1998) ressalta que o grau de reflexão recomendado esteja em torno de 80% a 90% (para o teto) 40% a 60% (paredes), 25% a 45% (móveis), 30% a 50% (máquinas e aparelhos) e 20% a 40% (piso).

3. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Uma boa parte dos estabelecimentos de ensino realizam suas atividades em situações monótonas e pouco estimulantes para o aluno, onde ele é pouco incentivado ou “desafiado” a mostrar suas habilidades. Os alunos passam longas horas sentados em carteiras, provocando solicitações estáticas de sua musculatura, que dificultam a circulação e provocam fadiga. Se uma pessoa adota maus hábitos posturais prolongados pode vir a ter lesões dolorosas e irreversíveis.

Por permanecerem muito tempo na mesma postura os músculos tendem a enfraquecer e perder elasticidade, ficando encurtados. Os problemas musculoesqueléticos são decorrentes de disfunção do movimento e responsáveis por queixas de dor e danos funcionais. É necessária uma conscientização a fim de que os alunos adotem bons hábitos posturais e evitem sobrecargas anormais em ossos em crescimento e alterações adaptativas em músculos e tecidos moles, conforme ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Maus exemplos de posturas adotadas pelos alunos na sala de aula.



Fonte: adaptado de Surrador et al., 2010.

As posturas inadequadas causam dores e degenerações que podem persistir por toda a vida do estudante. Cerca de 30% dos alunos têm dores na coluna e 36% dos adultos apresentam deformações ósseas e dores na coluna, que podem ter sido originadas em sua postura inadequada durante o período de estudo e frequência às salas de aula (IIDA; BUARQUE, 2021). Para evitar tais problemas deve-se adequar-se à Norma Regulamentadora 17, que estabelece diretrizes para a ergonomia no ambiente de trabalho, visando garantir a saúde e segurança dos trabalhadores, consequentemente incluindo o ambiente de estudo dos alunos. Ao aplicar corretamente a NR 17, as empresas podem evitar acidentes e doenças ocupacionais, além de aumentar a produtividade e qualidade de vida dos envolvidos.

Com relação às dimensões antropométricas aplicadas no projeto e/ou seleção de mobiliário escolar, diversos autores sugerem que, a partir da altura (medida da estatura) das crianças, podem-se determinar os principais parâmetros para o projeto de mobiliário, com um erro não superior a 5%. No Brasil, a Norma ABNT-NBR-14006/2003 determina 6 diferentes tamanhos de mesas e cadeiras escolares, de acordo com as faixas de estatura e idade (IIDA e BUARQUE, 2021).

Deve-se enfatizar como o mobiliário escolar ergonomicamente adequado desempenha um papel crítico na criação de um ambiente de aprendizagem mais seguro, confortável e propício ao desempenho acadêmico dos alunos. Isso inclui a consideração de mesas, cadeiras e outros móveis usados na escola para garantir que eles atendam aos padrões ergonômicos e promovam o bem-estar dos alunos. O uso de cadeiras ergonômicas, por exemplo, pode prevenir problemas na coluna vertebral, enquanto o uso de monitores e mesas com ajuste de altura podem evitar problemas de visão e postura.

Além disso, considera-se que a concepção do mobiliário escolar deve privilegiar a mobilidade e a versatilidade de utilização em diversos contextos, proporcionando suporte a métodos mais atrativos e participativos, onde os alunos possam ser colocados em situações de desafio contínuo, de forma a apresentares resultados de maior eficiência e desempenho, em relação ao seu aprendizado, como sugere a Figura 3.

FIGURA 3 - Mobilidade e versatilidade de mobiliário escolar, em relação ao posicionamento e didática.



Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim deve-se analisar a interface Homem-Máquina-Ambiente, onde pode-se destacar que no passado, o desenho de produtos e sistemas tinha uma ênfase predominantemente na máquina, com pouca atenção ao homem e ao ambiente em que ele operava. No entanto, essa abordagem está mudando, e agora se busca criar sistemas que considerem a capacidade psicofisiológica do homem. Isso está diretamente relacionado ao princípio da ergonomia, que busca otimizar a interação entre o homem, a máquina e o ambiente, além de proporcionar um ambiente de trabalho que promova o bem-estar, o conforto, a segurança e a eficiência para o trabalhador. Isso envolve a compreensão dos espaços, das pessoas, dos materiais e da interface entre eles. A ergonomia busca criar um ambiente saudável e produtivo, onde a interação entre o homem e o ambiente seja otimizada. Logo ao considerar as necessidades e capacidades do homem na concepção de produtos e sistemas, é possível alcançar uma melhor integração entre os elementos do sistema, resultando em maior eficiência operacional. Para isso é necessário proteger a condição de saúde do homem, isso significa evitar riscos ocupacionais e criar ambientes de trabalho que não prejudiquem a saúde dos trabalhadores. Essa preocupação com a saúde está intrinsecamente relacionada aos aspectos ergonômicos, pois a ergonomia visa minimizar os fatores de risco para a saúde relacionados ao trabalho.

Portanto, destaca-se a importância da ergonomia na compreensão adequada dos aspectos ergonômicos e na promoção de uma interação harmoniosa entre o homem, a máquina e o ambiente de trabalho. Isso resulta em benefícios para a eficiência do sistema, o conforto e a saúde do trabalhador.

4. CONCLUSÕES

Não podemos responsabilizar exclusivamente a pedagogia do professor pelo processo de aprendizado, ignorando o ambiente físico em que esse processo ocorre. O ambiente escolar desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, pois afeta a cognição, o comportamento, a saúde física e mental, a segurança e a competência do professor e do aluno. Variáveis ambientais, como iluminação, temperatura, acústica e disposição do mobiliário, influenciam diretamente a qualidade do ensino e no desempenho do estudante. Um planejamento adequado de iluminação economiza até 30% de energia e aumenta a produtividade em até 90%. Portanto, é imperativo que os fatores ergonômicos sejam considerados no planejamento e na manutenção das edificações escolares. A ergonomia, que busca otimizar o desempenho e o bem-estar humano, demonstra que a qualidade do ambiente físico tem impacto direto na parte cognitiva, afetando a produtividade e o desempenho em tarefas mentais complexas.

Assim, a aplicação dos princípios da ergonomia no ambiente educacional é uma estratégia valiosa para promover uma educação de qualidade sem a necessidade de grandes investimentos financeiros, dada a multiplicidade de benefícios alcançados.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, W. R. R. **Por uma história econômica da escola: a carteira escolar como vetor de relações** (São Paulo, 1874-1914). 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BÓRMIO, M. F. et al. Avaliação ergonômica das condições lumínicas de escolas estaduais e particulares das cidades de Bauru-SP e Lençóis Paulista-SP. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, XXVII., 2008.

CORREIA, A. M. M. et al. Avaliação quali-quantitativa do desempenho vocal segundo a percepção de professores. In: **III SEPRONE**. Juazeiro, BA, 2008.

COUTO, H. A. **Como implantar ergonomia na empresa: a prática dos comitês de ergonomia**. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

DALVITE, B. et al. Análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de Santa Maria. *Disc. Scientia. Série: Artes, Letras e Comunicação*, S. Maria, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2007.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. Editora Blücher, 2012.

COUTINHO FILHO, E. F. et al. Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa. **ENCONTRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA. DESAFIOS DA INDISSOCIABILIDADE ENTRE ENSINO E EXTENSÃO**, v. 9, 2007.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia – adaptando o trabalho ao homem**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HAHN, S. S. et al. A presença da ergonomia nos ambientes laborais. **Ideias e Inovação-Lato Sensu**, v. 3, n. 1, p. 23-34, 2016.

IIDA, I.; BUARQUE, L. I. A. **Ergonomia: projeto e produção**. Editora Blücher, 2021.

LULA, C. C. M.; SILVA, L. B. O conforto ambiental e a motivação: implicações no desempenho de alunos em ambientes climatizados. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA**, 2002, Recife.

MEDEIROS, L. F. R. de. **"Somos a cara da prefeitura? Então somos a cara abandonada"**: ergonomia da atividade aplicada à qualidade de vida no trabalho no contexto do serviço público municipal. 2011.

ROVERI, J. L. Padronizando cores. **Revista proteção**, v. 5, 1996.

SCOPEL, E. L. **Ergonomia nas salas de aula de escolas estaduais do município de São Miguel do Oeste/SC**. São Miguel do Oeste/SC, 2017.

SURRADOR, S. R. B. et al. **Mobiliário Escolar Infantil: Recomendações para o seu design**. 2010.

URETA, L. H. H. Análise ergonômica de um sistema homem-máquina. **Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada**, v. 27, n. 1, p. 143-145, 1975.

WILHELM, L.; MERINO, E. A. D. A ergonomia e o trabalho docente: reflexões sobre as contribuições da ergonomia na educação. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 26, 2006.