

Centro Paula Souza  
Etec Professor Alfredo De Barros Santos  
Técnico Em Mecânica

## PROTÓTIPO DE MOBILIÁRIO ESCOLAR ERGONÔMICO

Alex Flávio Scarparo dos Santos\*

João Gabriel Romain Gonçalves\*\*

Kawan Neves de Campos Araujo\*\*\*

Manuela Buttros da Costa Oliveira\*\*\*\*

**Orientador:** Prof. Dr. Igor Alexandre Fioravante

**Resumo:** O protótipo de mobiliário escolar ergonômico foi desenvolvido com o propósito de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizado. O projeto buscou atender às necessidades dos estudantes, considerando fatores como altura da mesa e espaço para acomodar materiais didáticos. Durante o desenvolvimento, foram realizados levantamentos bibliográficos, utilizando formulários e testes com alunos, que serviu como exemplo tangível de como o design de mobiliário pode contribuir para um ambiente escolar mais favorável, que foram essenciais para a execução do projeto. O resultado foi um mobiliário que promoveu posturas mais adequadas e conforto durante as aulas, reduzindo potenciais problemas de saúde relacionados à má postura. Além disso, o protótipo mostrou melhorias no desempenho dos alunos, já que eles puderam se concentrar melhor nas atividades e interagir de maneira mais eficaz com os materiais de ensino. Este projeto demonstrou que o investimento em mobiliário escolar ergonomicamente projetado é uma estratégia promissora para aprimorar o sistema educacional e proporcionar um ambiente mais adequado para o desenvolvimento acadêmico e físico dos estudantes.

**Palavras-chave:** Protótipo. Mobiliário Escolar. Ergonomia.

**Abstract:** *The ergonomic school furniture prototype was developed with the purpose of improving the quality of the learning environment. The project sought to meet the needs of students, considering factors such as table height and space to accommodate teaching materials. During development, bibliographical surveys were carried out, using forms and tests with students, which served as a tangible example of how*

---

\*Aluno do curso Técnico em Mecânica, na Etec Alfredo de Barros Santos – [alex.santos438@etec.sp.gov.br](mailto:alex.santos438@etec.sp.gov.br)

\*\*Aluno do curso Técnico em Mecânica, na Etec Alfredo de Barros Santos – [joao.goncalves186@etec.sp.gov.br](mailto:joao.goncalves186@etec.sp.gov.br)

\*\*\*Aluno do curso Técnico em Mecânica, na Etec Alfredo de Barros Santos – [kawan.araujo@etec.sp.gov.br](mailto:kawan.araujo@etec.sp.gov.br)

\*\*\*\*Aluno do curso Técnico em Mecânica, na Etec Alfredo de Barros Santos – [manuela.oliveira21@etec.sp.gov.br](mailto:manuela.oliveira21@etec.sp.gov.br)

*furniture design can contribute to a more favorable school environment, which were essential for the execution of the project. The result was furniture that promoted more appropriate postures and comfort during classes, reducing potential health problems related to poor posture. Furthermore, the prototype showed improvements in student performance, as they were able to focus better on activities and interact more effectively with teaching materials. This project demonstrated that investing in ergonomically designed school furniture is a promising strategy for improving the educational system and providing a more suitable environment for students' academic and physical development.*

**Keywords:** *Prototype. School Furniture. Ergonomics.*

## **1 Introdução**

No contexto da educação, a qualidade do ambiente de aprendizado desempenha um papel fundamental no desempenho dos estudantes. Um problema recorrente que identificamos é a má postura dos estudantes, que frequentemente resulta em dores locais e desconforto, prejudicando assim o processo de aprendizado. Isso vai além de um simples incômodo; está intrinsecamente ligado ao bem-estar dos estudantes e, conseqüentemente, ao seu sucesso acadêmico.

A justificativa para esta pesquisa é sólida. A má postura é um problema generalizado, afetando estudantes de todas as idades. Efeitos adversos, como dores nas costas, pescoço e ombros, podem prejudicar a concentração, tornando o aprendizado menos eficaz. Dados e estatísticas comprovam que esse problema não pode ser ignorado, uma vez que afeta significativamente a qualidade do ensino.

Nesse contexto, o objetivo deste projeto é claro: desenvolver uma mesa ergonômica com regulagem de altura. Essa mesa permitirá que os estudantes ajustem de acordo com suas necessidades individuais, promovendo, assim, uma postura adequada durante as aulas. Esta solução não apenas aborda o problema da má postura, mas também destaca o compromisso de criar um ambiente de aprendizado mais saudável e produtivo.

Os benefícios potenciais dessa pesquisa são significativos. Espera-se que a mesa ergonômica melhore a saúde dos estudantes, reduza desconfortos físicos e promova uma postura correta, resultando em uma maior concentração e foco. Com um ambiente de estudo mais confortável e ergonomicamente correto, a expectativa é que o desempenho acadêmico dos estudantes também melhore, criando um impacto duradouro em suas vidas educacionais.

A ergonomia desempenha um papel crítico na educação, e esta pesquisa preenche uma lacuna importante ao enfatizar como um ambiente de aprendizado aprimorado pode ter efeitos positivos não apenas para os estudantes, mas também para a sociedade como um todo. Uma educação de maior qualidade e a redução de problemas de saúde relacionados à postura inadequada representam benefícios significativos para a sociedade.

A metodologia para alcançar esse objetivo envolve a pesquisa, design e testes da mesa ergonômica, bem como a coleta de dados para avaliar seu impacto no bem-estar e no desempenho dos estudantes. Esta pesquisa visa, portanto, criar um elo sólido entre a saúde dos estudantes e seu desempenho na sala de aula, sublinhando a importância da ergonomia no contexto educacional e demonstrando como melhorar a qualidade do ambiente de estudo pode ter um impacto positivo duradouro no processo de aprendizado.

O objetivo deste projeto foi desenvolver uma mesa ergonômica com regulagem de altura. Essa mesa permitirá que os estudantes a ajustem de acordo com suas necessidades individuais, promovendo, assim, uma postura adequada durante as aulas. Esta solução não apenas aborda o problema da má postura, mas também destaca o compromisso de criar um ambiente de aprendizado mais saudável e produtivo.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1 Fundamentação Teórica**

#### **2.1.1 Introdução à Fundamentação Teórica**

A má ergonomia nas salas de aula é uma preocupação que afeta o bem-estar e o desempenho dos alunos. A ergonomia refere-se ao design e disposição de objetos e móveis para aumentar o conforto e a eficiência em um ambiente de trabalho. Infelizmente, muitas salas de aula carecem de uma abordagem ergonômica, resultando em má postura, mal-estar físico e falta de concentração. Nesta cartilha, exploraremos o impacto negativo da má ergonomia na sala de aula e a importância de criar um ambiente de aprendizado saudável e apropriado para os alunos.

Uma investigação realizada por Nunes e Dela Coleta (1985 - 1991), indica que quando o aluno não se sente confortável onde se senta para estudar, ele não será produtivo, pois se reorganizará à mesa, adotará posturas incorretas onde irá não conseguir ficar muito tempo e voltar para trocar, também vai faltar concentração e desempenho

durante o estudo. De acordo com os dados da enquete de Nunes, Almeida, Hendrickson e colegas, também existe uma correlação entre a má postura em estudantes e suas visitas diárias ao hospital quando eles se queixam de dor lombar, geralmente sentados debruçados sobre uma mesa.

### **1.1.2 Ergonomia**

Em palavras de Lida (2021) A ergonomia, também conhecida como fatores humanos, é a disciplina que estuda a adaptação do trabalho às pessoas. Trabalho aqui tem um significado muito amplo, incluindo não apenas o trabalho realizado com máquinas e equipamentos utilizados para transformar materiais, mas também todas as situações em que existe uma relação entre pessoas e atividades produtoras de bens ou serviços. Isto não diz respeito apenas ao ambiente físico, mas também envolve aspectos organizacionais. A ergonomia inicia-se estudando as características do trabalhador e seu papel no trabalho realizado, com o objetivo de proteger a saúde e o bem-estar do trabalhador. Portanto, a ergonomia parte do conhecimento humano para projetar o trabalho, adaptando-o às suas capacidades e limitações. Observa-se que essa adaptação ocorre na consciência humana ativa na maioria dos casos. Isso significa que o trabalho deve ser projetado de forma que a maioria das pessoas possa realizá-lo. Esse tipo de orientação leva à produção de máquinas e equipamentos de fácil utilização, em condições adequadas de trabalho, sem causar danos aos trabalhadores.

### **2.1.3 Histórico da Ergonomia**

Historicamente, há evidências de que na pré-história o homem já se preocupava em produzir ferramentas e objetos pensando no seu conforto e necessidade, como por exemplo, afiar uma pedra para melhorar sua caça e a preparar alimentos. Pode-se dizer que a ergonomia tem características de aplicação, por isso não sabemos como definir a ergonomia, se é uma ciência ou uma disciplina.

Os relatos sobre ergonomia moderna surgem na Segunda Guerra Mundial onde a Força aérea Britânica buscava entender e aprimorar os equipamentos dos pilotos (Wisner, 1994). Para responder esse pensamento, foi criada uma equipe composta por: um engenheiro, um psicólogo e um fisiologista. Para compreender melhor a história da ergonomia devemos pensar no contexto pós-guerra, onde as indústrias

buscavam melhorar a produção de seus produtos com a escassez de trabalhadores qualificados e da matéria-prima limitada na época.

Já a partir da década 1980, o foco dos ergonomistas voltou para sistemas automatizados e informatizados, esse processo de automatização definiu uma nova relação do ser humano com o trabalho: ele deixou de ser executor direto e passou a exercer o papel de controlador do processo como é evidente nos dias de hoje nas indústrias 4.0. (LAVILLE; VOLKOFF, 1993).

#### **2.1.4 Ergonomia Cognitiva**

Para Abrantes (2011) a ergonomia cognitiva, também chamada de engenharia psicológica, diz respeito aos processos mentais, como percepção, atenção, controle motor e memória, e como esses processos influenciam as interações entre indivíduos e outros elementos de um sistema. Os temas correlatos abrangem a carga mental, supervisão, tomada de decisões, desempenho adequado, habilidades, erros humanos, interações entre seres humanos, máquinas e computadores, bem como o estresse e a fadiga. Isso também engloba o treinamento relacionado a projetos voltados para pessoas e sistemas no espaço da educação empresarial.

#### **2.1.5 Ergonomia Física**

A ergonomia física concentra-se em aspectos relacionados à anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica e sua relação com as atividades físicas humanas. Abrange uma ampla gama de tópicos, incluindo pesquisa postural, análise de manipulação de objetos, movimentos repetitivos e distúrbios musculoesqueléticos associados a essas atividades. Além disso, a ergonomia física está diretamente envolvida na concepção do ambiente de trabalho, abordando questões de saúde e segurança ocupacional. (ABERGO,2004)

Em suma, a ergonomia física desempenha um papel importante na melhoria das condições de trabalho e na melhoria da saúde e do bem-estar dos trabalhadores, ao garantir que o ambiente de trabalho é concebido e ajustado de forma a reduzir os riscos para a saúde e otimizar o desempenho humano. Isto é essencial para aumentar a eficiência e a produtividade, ao mesmo tempo que reduz o risco de lesões e desconforto associados às tarefas de trabalho.

### **2.1.6 Ergonomia Organizacional**

A ergonomia organizacional se concentra na melhoria dos sistemas sócio técnicos, abrangendo aspectos como estruturas organizacionais, políticas, regulamentos e processos. Dentro dessa especialização da ergonomia, destacam-se diversos tópicos pertinentes, tais como: comunicação, design de tarefas, gestão de equipes, horários de trabalho, programação de atividades em grupo, ergonomia comunitária, novos modelos de trabalho, participação no projeto, colaboração no trabalho, cultura empresarial, redes organizacionais, tele trabalho e gestão da qualidade (IIDA, 2005; HENDRICK; KLEINER, 2006; FAL-ZON, 2007; MÁSCULO; VIDAL, 2011).

Segundo Hendrick e Kleiner (2006) como resultado de tudo isso, há uma maior segurança de que o sistema funcione de forma excelente e eficaz, incluindo “os aspectos de produtividade, qualidade, saúde e segurança do empregado, fatores psicossociais de conforto, motivação intrínseca, compromisso e percepção da qualidade de vida no trabalho”.

### **2.1.7 Ergonomia Micro e Macro**

O principal objetivo da Macro Ergonomia é otimizar a condição física do ser humano no trabalho, melhorando a saúde, segurança, conforto e com isso fazendo que ele produza mais e com maior qualidade.

A filosofia Macro Ergonômica é centrada no homem, sendo assim uma filosofia focada nas máquinas, mas tendo o homem como peça principal, é definida estrategicamente pela empresa pensando nas características profissionais e no perfil psicossociológico do operador. (KLEINER, 1999; ROBERTSON, 2001).

Um dos principais métodos consiste na multifuncionalidade e participação. A multifuncionalidade conta muito para o trabalhador pois ele traz conhecimentos e experiências de outras áreas, facilitando a análise de casos e problemas encontrados durante o serviço. A participação permite um melhor entendimento dos riscos, estimula a motivação e o comprometimento. (ROBERTSON, 2001).

A abordagem micro da ergonomia procura adequar o sistema homem-máquina nas questões cognitivas e físicas do ser humano e os elementos do ambiente físico, como ruído e vibração, vistas à melhoria dos níveis de conforto e de segurança do trabalhador. O processo de análise/correção na micro ergonomia procura adequar essa linha de montagem manual quanto à adequação dos aspectos físicos e/ou cognitivos dos postos de trabalho e máquinas-ferramentas ao homem.

Sob o ponto de vista físico, apenas são relevantes problemas de manipulação associados com as posturas e movimentos adotados. Sob o ponto de vista cognitivo, elementos de interface na transferência/processamento de informação dos meios de trabalho ao homem, para a executar de atividades.

O processo de composição da tarefa e o ambiente psicossocial não estão em questão. Ou seja, implantadas as medidas de adequação micro ergonômica, as atividades devem ser realizadas respeitando os sequenciamentos e tempos de operação (FISCHER, DANIELA; 2000).

### **2.1.8 A Importância da Ergonomia nas Escolas**

A presença da ergonomia no contexto escolar desempenha um papel crucial em assegurar que a experiência educacional não comprometa negativamente a saúde e o conforto dos estudantes. O mobiliário, que é um componente essencial do ambiente escolar, desempenha um papel determinante na postura dos alunos, além de influenciar, de maneira indireta, o processo de aprendizado e a assimilação do conhecimento. (MOTTA ET.AL, 2012)

### **2.1.9 Mobiliários Escolares**

Segundo Oliveira (2006), o mobiliário escolar é uma variável importante em termos de educação, pois as pessoas começam a ter acesso ao mobiliário desde cedo e continuam por muito tempo, algumas até na idade adulta, tornando o mobiliário escolar a norma. Principalmente tabelas, aplicadas conforme a norma brasileira, NBR 14006/2008 que não é ergonomicamente correta.

Segundo pesquisa de Nunes Almeida, Hendrickson e Quaresma (1985) a má prática de ergonomia dos móveis leva a uma série de comportamentos negativos dos alunos, como falta de atenção, desempenho e adoção de posturas inadequadas, além da estreita ligação entre carteiras e problemas médicos.

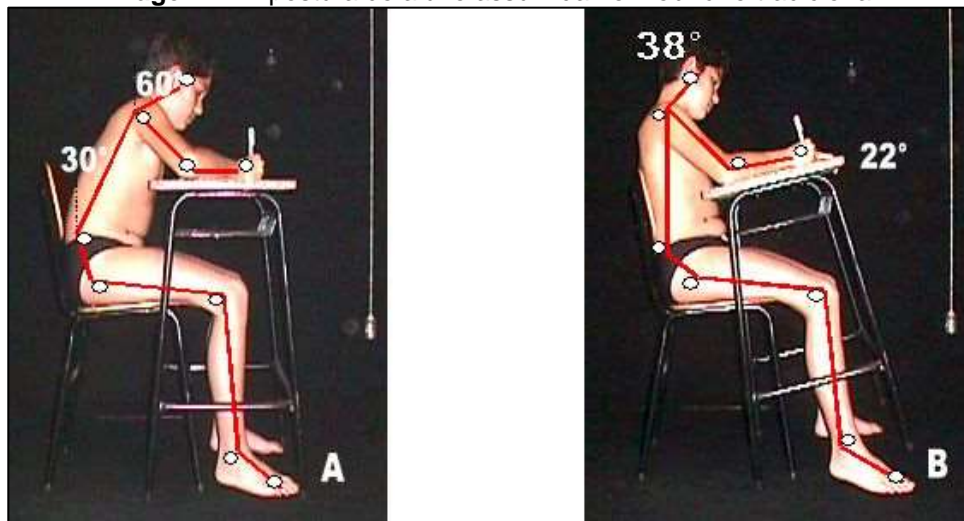
### **2.1.10 Riscos Ergonômicos nos Mobiliários Escolares**

Mobiliário escolar, juntamente com outros fatores físicos, é notadamente um elemento da sala de aula que influi circunstancialmente no desempenho, segurança, conforto e em diversos comportamentos dos alunos (Moro et al., 1997).

De acordo com Corlett, Wilson e Manenika (1986), a má postura da coluna ao sentar causa dores nas costas, especialmente nas regiões cervical, quadril e lombar. Todos

os dias, crianças em idade escolar ficam horas sentadas à mesa em posições que são muito perigosas para a saúde (Imagem1).

**Imagem 1:** A postura do aluno assumida no mobiliário tradicional



Fonte: Efedportes

### 2.1.11 Insatisfação com o uso das Carteiras Escolares

Em uma pesquisa elaborada Antônio R.P. Mouro para sua pesquisa (2005) “Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar” obtiveram um resultado dentre os 93 alunos onde 78% referem-se aos problemas com mobiliário escolares. Em outra etapa da pesquisa foi pedido para que o aluno marcasse onde sentia incomodo ou dor ao usar as carteiras escolares, obtendo esses seguintes resultados, 53% tratava de dor na região da nuca, 27% na região do tronco, 5% nos braços, 16% na região do quadril e o restante 3% na região da perna.

## 2.2 Metodologia

Essa pesquisa adotou uma abordagem metodológica dupla, que incluiu a pesquisa bibliográfica e a pesquisa experimental. A pesquisa bibliográfica foi essencial para a construção sólida do alicerce teórico. Realizou-se uma revisão sistemática e crítica da literatura existente, explorando as contribuições significativas de outros pesquisadores em nosso campo de estudo. Isso nos permitiu compreender e analisar profundamente o tema e suas complexidades.

Segundo Telma e Regina (2007, p. 38), “A pesquisa bibliográfica é um método que envolve a coleta, seleção e análise crítica de informações presentes em fontes secundárias, como livros, artigos e documentos, a fim de embasar e contextualizar um estudo acadêmico ou científico”.



Diante desse entendimento, é possível confirmar que, a partir do momento que um pesquisador se propõe a fazer uma pesquisa, ele está querendo trazer ao conhecimento de uma determinada sociedade ou área de conhecimento, um resultado ou uma elucidação de um problema pré definido.

Para Ruiz (1982, p. 48), escreve que a pesquisa científica " é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela ciência".

A pesquisa bibliográfica representa um desafio significativo para os pesquisadores devido à vasta disponibilidade de bancos de dados bibliográficos e à quantidade de artigos científicos. A escolha criteriosa de artigos que contribuirão para a construção da fundamentação teórica em pesquisas e trabalhos acadêmicos torna-se uma tarefa complexa.

Nesse contexto, é dever do pesquisador desenvolver uma estratégia de pesquisa bibliográfica que possibilite o reconhecimento dos principais trabalhos em meio à abundância de opções encontradas na produção científica global. Além disso, essa estratégia deve permitir a restrição das fronteiras do conhecimento baseado nas descobertas científicas. Uma abordagem eficaz para superar esses desafios é a aplicação de uma metodologia de avaliação por meio de um estudo bibliográfico.

A metodologia experimental se escolheu com o propósito de investigar de maneira praticada as variáveis envolvidas em nosso tópico de pesquisa, possibilitando uma compreensão mais profunda e fundamentada dos fenômenos em questão. Através da experimentação, o grupo pôde manipular variáveis independentes e observar os resultados, o que permitiu estabelecer relações de causa e efeito de maneira confiável. Essa abordagem controlada da pesquisa desempenhou um papel fundamental na coleta de dados que sustentou a conclusão do grupo e auxiliou significativamente para o aprofundamento do conhecimento na área de pesquisa.

Antônio (2012, p. 2) explica, o método experimental "é uma abordagem controlada que nos permite manipular variáveis independentes em um ambiente controlado, observando os efeitos nas variáveis dependentes.

O método experimental é uma abordagem metodológica muito utilizada na pesquisa científica que se concentra na manipulação controlada de variáveis independentes para investigar relações de causa e efeito. Este método é caracterizado por um rigoroso protocolo de teste, permitindo a coleta rigorosa de dados práticos. Através disso, os pesquisadores podem testar hipóteses, avaliar intervenções e validar teorias.

O método experimental é fundamental para a criação de evidências confiáveis e aprofundamento do conhecimento em diversas disciplinas, fornecendo uma base sólida para a pesquisa científica.

Assim conclui-se que no decorrer deste trabalho, emprega uma abordagem metodológica, utilizando pesquisa bibliográfica e experimental. Essa escolha foi motivada pela necessidade de resolver questões ergonômicas relacionadas a uma carteira escolar com ajustagem de altura. A pesquisa bibliográfica permitiu construir uma base sólida de conhecimento teórico, explorando as melhores práticas e contribuições relevantes de outros pesquisadores na área de ergonomia. Essa revisão crítica da literatura foi essencial para compreender as dificuldades envolvidas no projeto da carteira.

Por sua vez, a pesquisa experimental desempenhou um papel importante na aplicação prática dos princípios ergonômicos ao ajuste da altura do móvel. Esta abordagem permitiu com que o grupo conseguisse testar e validar nossas hipóteses em um ambiente controlado, proporcionando evidências práticas para fundamentar uma conclusão. Assim, combinando essas duas metodologias, conseguimos abordar com precisão a questão ergonômica da carteira escolar, proporcionando uma solução fundamentada nas melhores práticas ergonômicas, firmada por evidências teóricas e práticas.

Essas abordagens metodológicas utilizadas contribuíram não apenas resolver o problema ergonômico proposto, mas também para o aprofundamento do conhecimento nesse assunto, demonstrando a capacidade do grupo com a metodologia na criação de soluções ergonômicas que favorecem o bem-estar dos usuários que utilizam a carteira escolar.

### **2.3 Desenvolvimento do Projeto**

Primeiramente, para o desenvolvimento, foram realizados formulários essenciais para a execução do projeto, que foram respondidos pelos alunos que utilizam o mobiliário da Etec. O formulário considerou fatores como altura e idade do aluno, altura e inclinação da mesa, espaço para acomodar materiais, dores que o mobiliário causa nos alunos e uma opinião sobre o mobiliário ajustável no ambiente escolar.

A partir da coleta de dados, os dois mobiliários presentes na Etec foram medidos e analisados para que os ajustes sejam pensados. O primeiro mobiliário (imagem 2) apresenta maiores insatisfações pelos alunos, por constituir medidas consideradas

pequenas, causando dores e incômodos, principalmente em alunos mais altos. Já o segundo mobiliário (imagem 3) mostra menos desagradado, pois apresenta medidas maiores, acomodando mais números de alunos. Desse modo, foi preciso realizar uma pesquisa sobre as medidas exatas para um mobiliário escolar segundo a NBR, para que os ajustes sejam corretos.

**Imagem 2: Mobiliário 1**



**Fonte:** Dos próprio autores (2023)

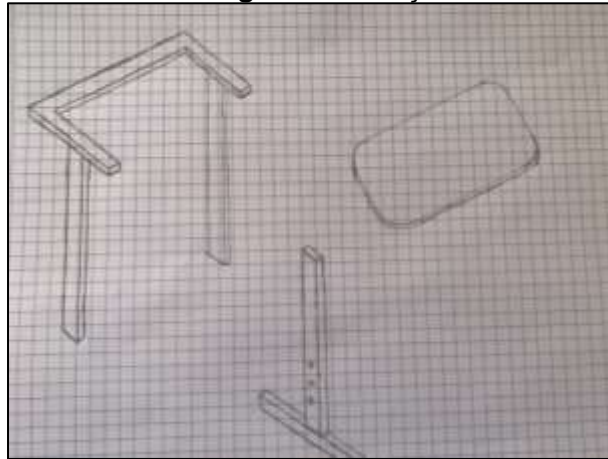
**Imagem 3: Mobiliário 2**



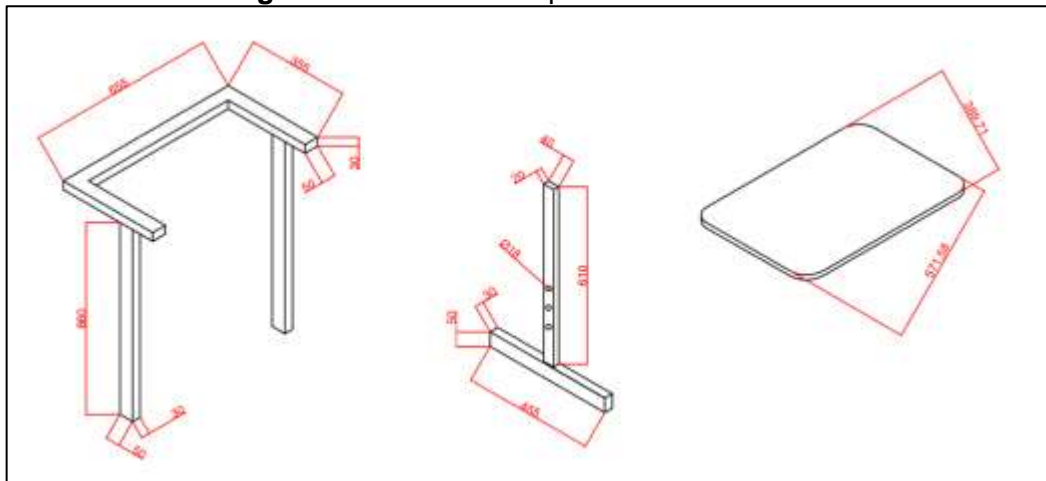
**Fonte:** Dos próprio autores (2023).

Para a aplicação, foi pensado em fazer um ajuste de regulagem manual na altura do mobiliário, com a intenção dos alunos terem a praticidade na hora de ajustar sua carteira no tamanho desejado. Além de aumentar o tamanho do tampo da carteira, proporcionando um espaço maior e mais confortável para o aluno acomodar seus materiais.

Devido a isso, iniciou-se a elaboração do protótipo do mobiliário ergonômico, principiando com o esboço do projeto (imagem 4) para em seguida ser executado no Software AutoCad (imagem 5) e Autodesk Inventor, possibilitando uma visão abrangente da estrutura e permitindo uma análise detalhada antes da execução física.

**Imagem 4:** Esboço

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 5:** Desenho feito pelo Software AutoCad

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Logo após, foi necessário realizar uma pesquisa sobre os materiais necessários (quadro 1), com base nos critérios de resistência, durabilidade e custo para execução do projeto.

**Quadro 1:** Lista de materiais

LISTA DE MATERIAIS			
DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
Metalon 50x30mm	R\$76,96	1	R\$76,96
Metalon 40x20mm	Cedido pela instituição	1	Cedido pela instituição
Compensado com formica	Cedido pela instituição	1	Cedido pela instituição
Puxador manipulo	R\$25,90	2	R\$51,80
Tampa plástica para Metalon 50x30mm	R\$2,00	10	R\$20,00

Tinta spray	R\$24,00	2	R\$48,00
"L" 30x15mm	R\$2,60	4	R\$10,40
Parafuso	R\$0,60	8	R\$4,80
<b>SUBTOTAL</b>			R\$189,96
Impressão em folha A4 - 90 g/m <sup>2</sup>	R\$		R\$
Encadernação	R\$	1	R\$
Produção de banner	R\$	1	R\$
<b>SUBTOTAL</b>			R\$
<b>TOTAL</b>			R\$

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Com as pesquisas concluídas, iniciou-se a execução prática do projeto. Em primeiro lugar, o material escolhido para estrutura da carteira foi o Metalon, por conta de sua resistência, possuindo a medida de 50x30mm com a espessura de 1,20mm. Sendo assim, foram feitas as marcações no Metalon (imagem 6 e 7), onde foi cortado em cinco partes (imagem 8), sendo dois pés de 445mm, duas pernas de 590mm e a base para o tampo de 1365mm, onde foi cortado em quatro partes em ângulos de 45°, fazendo com que o metalon dobre formando dois ângulos de 90° (imagem 9).

**Imagem 6:** Marcações no Metalon



**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 7:** Marcações no Metalon



**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 8:** Corte no metalon

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 9:** Acabamento do corte

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Realizados os cortes, foi preciso soldar com eletrodo revestido a abertura de 45° da base do tampo (imagem 10 e 11), e por seguinte, as pernas na base. Para realizar a função de deslizamento para o ajuste de altura da carteira, foi necessário outro metalon que entrasse no que foi utilizado para estrutura. Então foi aproveitado um metalon cedido pela instituição, com a medida de 40x20mm e espessura de 1,20mm, que foi cortado em duas partes de 445mm, porém necessitou-se de uma restauração antes da aplicação no projeto (imagem 12 e 13).

**Imagem 10:** Solda com eletrodo

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 11:** Solda com eletrodo

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 12:** Restauração do metalon

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 13:** Restauração do metalon

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Em seguida, as duas partes do metalon restaurado foram soldadas com eletrodo revestido juntamente aos pés já cortados, com a finalidade de serem anexados a outra parte da estrutura.

Após todas as partes do metalon serem soldadas, deu-se início ao processo dos furos nas pernas da estrutura, utilizando a furadeira de bancada com a broca de centro (imagem 14) e em seguida a broca de 15mm (imagem 15).

**Imagem 14:** Furo com broca de centro

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 15:** Furo com broca de 15mm

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Consequentemente foi pensado como seria cumprido a esquematização da regulagem manual da carteira, pois os dois tipos de metalon apresentavam medidas diferentes de 10mm, fazendo com que o menor não entrasse de forma justa no maior, causando falta de estabilidade na hora da regulagem.

Considerando os fatos, sucedeu a ideia de utilizar a tampa plástica para metalon de medida 50x30mm (imagem 16), que tem a finalidade de dar acabamento nos projetos feitos de metalon, para servir de ajuste. Com esse objetivo, foi preciso fazer uma alteração na tampa plástica (imagem 17) para que o metalon menor passe por ela e entre no metalon maior (imagem 18).

**Imagem 16:** Tampa plástica



**Fonte:** Tabuaforte

**Imagem 17:** Tampa plástica alterada



**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 18:** Tampa plástica no metalon



**Fonte:** Dos próprios autores (2023).



Após a realização do ajuste no encaixe do metalon, iniciou-se a aplicação do puxador manipulo de diâmetro 7/8 e pino de 11mm (imagem 19). Para essa aplicação foi pensado em soldar com eletrodo revestido o puxador no furo da perna da carteira que apresenta a menor regulagem (imagem 20).

**Imagem 19:** Puxador Manípulo



**Fonte:** Mercado Livre

**Imagem 20:** Puxador manipulo soldado



**Fonte:** Dos próprio autores (2023).

Visto que a parte da estrutura com o ajuste de regulagem de altura foi concluída, decorreu-se a montagem do tampo na estrutura. A escolha do tampo se deu por ser um compensado de madeira com formica branca, que é comum nos mobiliários escolares por ser um material mais leve e resistente, diante disso, foi ganho um tampo com a medida de 350x655mm (imagem 21).

Para sua aplicação, foi utilizado 6 suportes em “L” com medida de 30x15mm (imagem 22), que foram soldados com eletrodo revestido na estrutura (imagem 23) e em seguida, parafusados no tampo.

**Imagem 21:** Tampo

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

**Imagem 22:** Suportes em “L”

**Fonte:** Marlinwire

**Imagem 23:** Soldagem do suporte em “L”

**Fonte:** Dos próprios autores (2023).

Por fim, a carteira pré finalizada passou pelo processo de acabamento e pintura, onde foi lixada as partes soldadas (imagem 24) e logo depois pintada com tinta spray na cor preta fosca (imagem 25).

**Imagem 24:** Acabamento da carteira

Fonte: Dos próprios autores (2023).

**Imagem 25:** Pintura da carteira

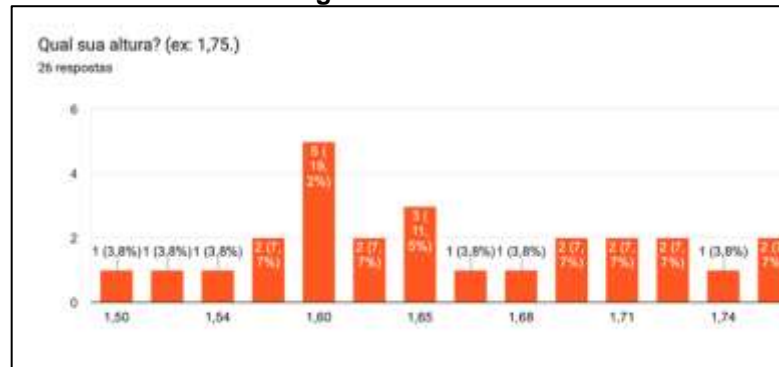
Fonte: Dos próprios autores (2023).

### 3 Resultados Alcançados e Discussão

Os resultados apontam uma maior eficiência nos mobiliários escolares, promovendo posturas mais adequadas e conforto durante as aulas, reduzindo potenciais problemas de saúde relacionados à má postura. Além disso, o protótipo mostrou melhorias no desempenho dos alunos, já que eles puderam se concentrar melhor nas atividades e interagir de maneira mais eficaz com os materiais de ensino. Nesse sentido, é compreensível o maior desempenho acadêmico dos alunos que utilizam o mobiliário ergonômico em comparação com aqueles que utilizam mobiliário convencional.

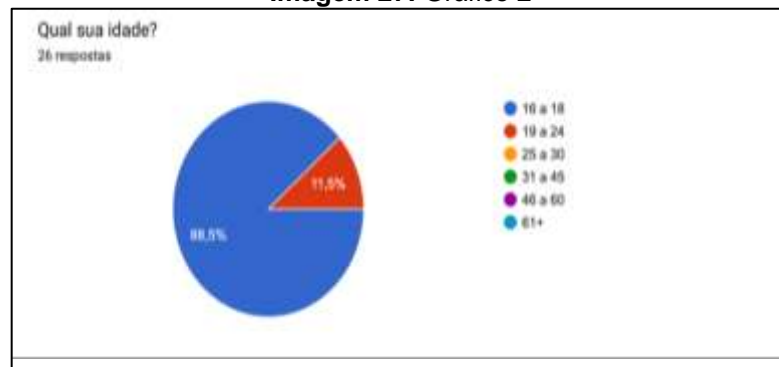
Para validar as pesquisas sobre os mobiliários, foram realizados formulários respondidos pelos alunos que utilizam o mobiliário da Etec. O formulário considerou diversos fatores que foram essenciais para a execução do projeto, incluindo a pergunta sobre a opinião de um mobiliário ajustável no ambiente escolar.

Imagem 26: Gráfico 1



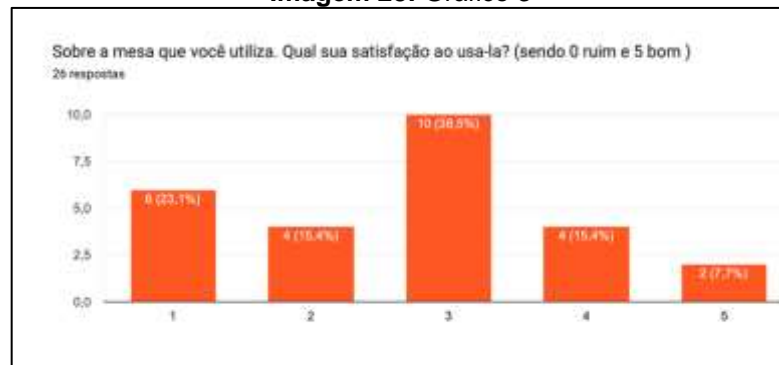
Fonte: Própria Autoria (2023)

Imagem 27: Gráfico 2



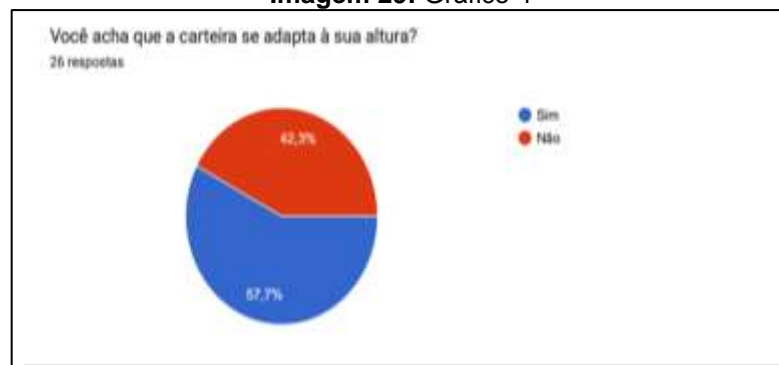
Fonte: Dos próprios autores (2023).

Imagem 28: Gráfico 3

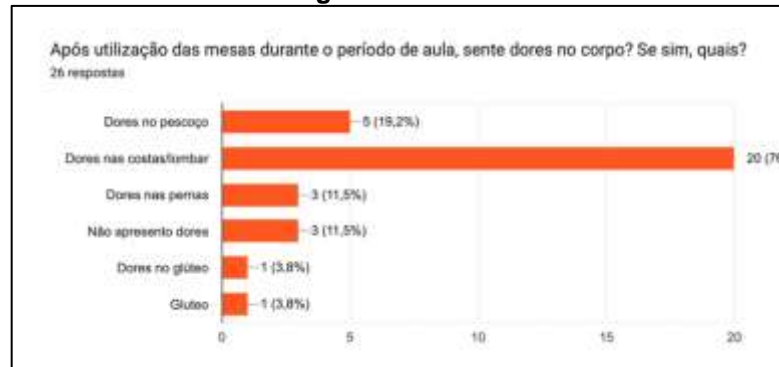


Fonte: Dos próprios autores (2023).

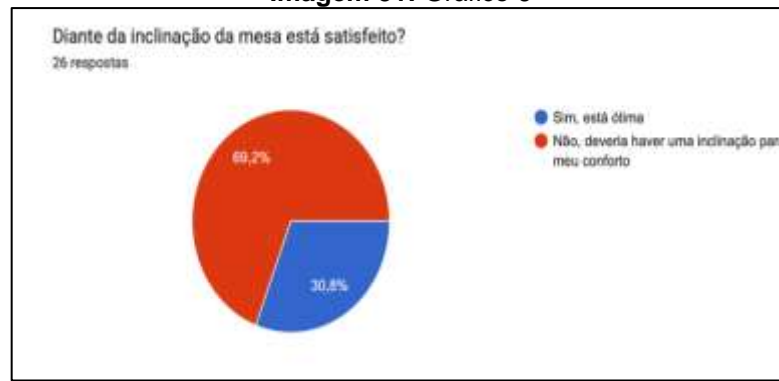
Imagem 29: Gráfico 4



Fonte: Dos próprios autores (2023).

**Imagem 30: Gráfico 5**

Fonte: Dos próprios autores (2023).

**Imagem 31: Gráfico 6**

Fonte: Dos próprios autores (2023).

#### 4 Considerações Finais

Ao término deste projeto, é possível afirmar que as execuções práticas e teóricas proporcionaram a aplicação efetiva de diversas habilidades adquiridas ao longo do curso de mecânica, ampliando a praticidade e independência em todas as áreas estudadas desde o início do curso, contribuindo para a formação de profissionais mais capacitados.

O projeto foi executado de maneira própria e inovadora, combinando métodos próprios de pensamento com referências pertinentes, mantendo a autoria em todo o processo. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento do protótipo não apenas representou um avanço nas competências técnicas, mas também apresentou resultados tangíveis na promoção do bem-estar e saúde dos alunos.

Ao abordar a problemática da má-postura, muitas vezes associada ao uso prolongado de dispositivos eletrônicos, destacamos que essa questão também se manifesta nas escolas, onde alunos passam longos períodos estudando em carteiras escolares.

Sendo assim, o protótipo desenvolvido visa melhorar a postura dos alunos, oferecendo uma solução inovadora para os problemas de saúde que têm se tornado cada vez mais prevalentes nos ambientes escolares. Diante disso, este trabalho contribui não apenas para a formação técnica, mas também para a promoção de ambientes escolares mais saudáveis e propícios ao aprendizado.

## Referências

ABERGO: a ergonomia brasileira atinge a sua maioria. Extraído de:[<http://www.abergo.org.br/arquivos/21anosdaABERGO.pdf>], acesso em [30 de novembro de 2023], 2004.

ABRANTES, José. A ergonomia cognitiva e as inteligências múltiplas. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia-SEGeT, VIII. Anais... Resende-RJ: ABREPRO, 2011.

ANDERY, Maria Amalia. Métodos de pesquisa em análise do comportamento. 2010- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brazil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pusp/a/zgpnh58bStXMQjZg3MN8CZf/?lang=pt#>. Acesso em 31 de outubro,2023.

COELHO, Suzana Maria; NUNES Antônio Dias. Análise de um texto do século XVII, "A grande experiência de equilíbrio dos líquidos", de Pascal: aspectos do método experimental e reflexes didáticas. 1991- Instituto de Física, PUCRS, Av. Ipiranga 61, Prédio 10, 90619-900 Porto Alegre, RS. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a05.pdf>. Acesso em 2 de novembro,2023.

CORLETT N., WILSON, J. & MANENICA, I. (1986) The ergonomics of working postures. Taylor & Francis, London.

FALZON, Pierre. Ergonomia. São Paulo: Blucher, 2007.

DELA COLETA, J.A. (1991). Accidentes de trabajo: factor humano; contribuciones de la psicología del trabajo; actividades de prevencion. Medellín, Colombia: Cincel Ltda.

FISCHER, Daniela. Transformação de um sistema de manufatura linear em celular segundo os aspectos micro e macro da ergonomia. 2000. 214f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

FISCHER, Daniela. Transformação de um sistema de manufatura linear em celular segundo os aspectos micro e macro da ergonomia. 2000.

HENDRICK, Hal W.; KLEINER, Brian M. Macroergonomia: uma introdução aos projetos de sistemas de trabalho. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2006.

KLEINER, B. M. (1999). Macroergonomic analysis and design for improved safety and quality performance. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 5(2), 217-245.

LAVILLE, Antoine., & VOLKOFF , Serge. (1993). Age, santé, travail : le déclin et la construction. In Ramaciotti, D., & Bousquet, A., *Ergonomie et Santé, Actes du XXVIIIème congrès de la SELF*, Genève, septembre 1993, UMTE/ ECOTRA, p. XXIX-XXXV

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

LIMA, Telma Cristiane; MIOTO, Regina Célia. *Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica*. 2007- Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brazil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/>. Acesso em: 30 de outubro,2023.

MÁSCULO, Francisco Soares; VIDAL, Mario Cesar. *Ergonomia: trabalho adequado e eficiente*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MORO, Antônio Renato Pereira. Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. *Rev Digital Buenos Aires*, v. 10, n. 85, p. 1, 2005.

MORO, A. R. P. et al. (1997). A postura do digitador em duas situações experimentais simuladas em um protótipo concebido para estudos ocupacionais na posição sentada. VII Congresso Brasileiro de Biomecânica. Campinas, SP. Anais, pp. 103-108.

NUNES, F.P., ALMEIDA, A., HENDRICKSON, J.M., & LENT, J. (1985). Special education teacher's perception of the educational desk: a survey report. *International Journal of Instructional Media*. 12, 231-246.

NUNES, Suzana Maria; NUNES Antônio Dias. *Análise de um texto do século XVII, "A grande experiência de equilíbrio dos líquidos"*, de Pascal: aspectos do método experimental e reflexes didáticas. 1991- Instituto de Física, PUCRS, Av. Ipiranga 61, Prédio 10, 90619-900 Porto Alegre, RS. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol14a05.pdf>. Acesso em 2 de novembro,2023.

OLIVEIRA, Juliana Mendes de. *AVALIAÇÃO TÉCNICA E ERGONÔMICA DE CARTEIRAS ESCOLARES CONFECCIONADAS COM AGLOMERADOS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR*. 2010. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010

ROBERTSON, M. M. (2001). Macroergonomics: A work system design perspective. In *Proceedings of the SELF-ACE 2001 Conference—Ergonomics for Changing Work* (Vol. 1, pp. 67-77).

SOUZA, Angélica et al. *A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: princípios e fundamentos*. 2021- UNIFUCAMP - Centro Universitário Mário Palmério. Disponível em:

<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em 2 de novembro,2023.

WISNER, Allain. A Inteligência no Trabalho. Textos Seleccionados em Ergonomia. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.