

CUSTOS HUMANOS DA POSTURA SENTADA: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA PARA O MOBILIÁRIO ESCOLAR

Prof. Antônio Renato Pereira Moro, Dr.¹

Prof. Pedro Ferreira Reis, Drdo²

Universidade Federal de Santa Catarina

Laboratório de Biomecânica Ocupacional

E-mail: moro@cds.ufsc.br e ergoreis@hotmail.com

A Ideologia de Procrusto

Procrusto, também conhecido como "*Procrustes*", era um ladrão ateniense, habitante da Região da Ática, que tinha o costume de molestar os viajantes que passavam à beira da estrada extorquindo-lhes dinheiro. Em sua casa, ele tinha uma cama de ferro (Fig. 1), que tinha o exato tamanho de seu corpo, para a qual convidava todos os viajantes para se deitarem depois de lhes servir comida e muito vinho. Se o hóspede fosse demasiado alto, ele amputava o excesso de comprimento para ajustá-los à cama, os que tinham com pequena estatura, eram esticados até atingirem o comprimento suficiente. Uma vítima nunca se ajustava exatamente ao tamanho da cama porque Procrusto, secretamente, tinha na verdade duas camas de tamanhos diferentes.

As camas foram construídas para igualar os homens. O ritual macabro consistia de "acomodar" os pequenos homens na cama grande e os grandes na cama pequena. Como os grandes sobravam nas camas pequenas, ele amputava com um machado a parte das pernas que sobrava na cama feita para os pequenos. Quando os pequenos deitavam na cama maior, Procrusto, então, esticava com roldanas o corpo dos pequenos. Para o "esticador", não haveria mais motivos para uns subjugarem outros. Depois de deitar nas camas de Procrusto, todos tinham perfeitamente o mesmo tamanho. E todos estavam igualmente mutilados. Com frequência, as medidas dos corpos das vítimas não se ajustavam às dimensões das camas, assim, já muito cansados, os incautos quase sempre optavam por pagar as despesas do jantar.

E assim, continuou seu reinado de terror até que fosse capturado por Teseu (herói ateniense) em sua última aventura. Por vingança, Teseu trucidou Procrusto, em sua própria cama, cortou-lhe a cabeça e os pés, aplicando-lhe o mesmo suplício que aplicava aos seus incautos hóspedes.

Este trecho mítico relata aspectos contraditórios acerca da vida, dos nomes e motivações de Procrusto. Apesar disso, a descrição dos seus atos é unânime: ele era um "normalizador" bem intencionado, porém muito cruel. Sua idéia era acabar com a desigualdade entre os homens, mesmo que para isto tivesse que mutilar a todos.

¹ Currículo Lattes: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4792947D0>

² Currículo Lattes: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4779539D1>

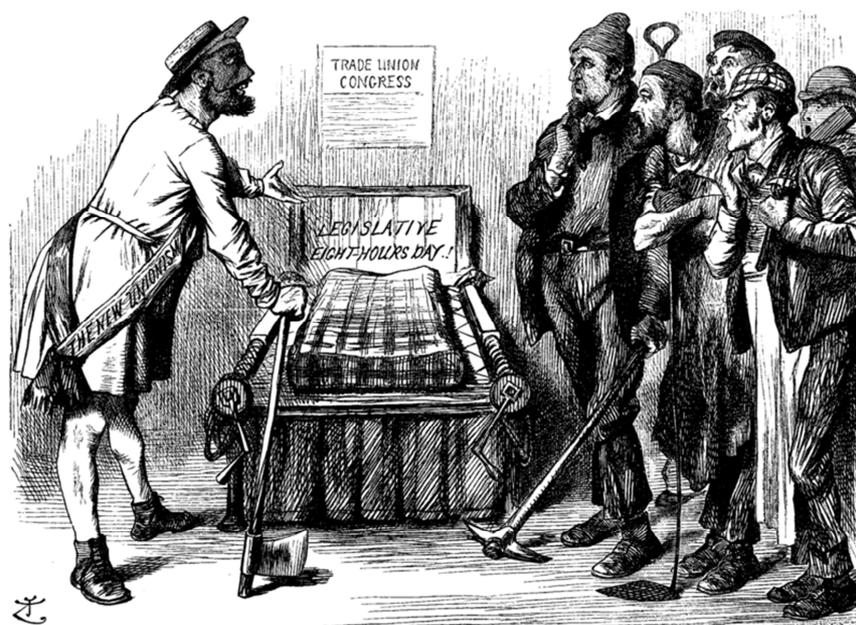


Figura 01: A cama de Procusto em uma charge publicada na revista britânica *Punch* em 1891. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:The_Modern_Bed_of_Procustes

A reedição do mito

O Mito de Procrusto vem sendo reeditado e se atualiza nas mais simples interações diárias entre o homem e o seu ambiente construído, notadamente o local de trabalho. Conforme afirmou Osborne (1983), o fantasma de Procrusto ceifou vidas, reduziu a produtividade e resultou em incontáveis erros por conta da desarmonia entre o operador humano e o seu ambiente de trabalho. Nesse contexto, alertou Dejours (1994) que o conteúdo e a organização do trabalho moderno exigem comportamentos estereotipados, pressupondo sujeição do corpo, conseguida através da submissão da personalidade. Esses modos de organização do trabalho agem, também, sobre o pensamento e sentimentos, culminando em fobias, angústia, infelicidade e até mesmo em loucura. Segundo aquele autor, na tentativa de reencontrar o prazer no trabalho, o indivíduo afugenta-se em alternativas que modificam a sua relação com o ambiente ocupacional. Trata-se de inobediências para burlar as regras do trabalho prescrito e retomar os prazeres do trabalho real. Conseqüentemente, o trabalhador se utiliza de variados mecanismos para modificar suas relações com o ambiente.

A interação mobiliário-usuário poderá reproduzir a fábula grega na medida em que o corpo é forçado, de uma maneira geral, a se conformar às exigências impostas pelo design do conjunto cadeira-mesa. Observa-se, por exemplo, a presença de componentes aversivos em assentos alocados em cinemas, aeroportos e outros lugares públicos. Bares e restaurantes, por exemplo, para garantirem maior rotatividade, podem intencionalmente acomodar seus frequentadores em mesas e cadeiras que mantenham o comportamento de permanecer sentado apenas por breve espaço de tempo. Sommer (2001) em seu livro *Personal Space: The behavioral basis of design* sustentou a possibilidade do mobiliário controlar comportamentos em locais variados, como foi o caso de um assento projetado pelo dinamarquês Henning Larsen que intencionalmente produzia uma desagradável pressão na coluna vertebral, induzindo os frequentadores de uma casa de chá a permanecerem sentados por tempo reduzido.

Outros componentes aversivos foram relatados na literatura sobre assentos e mobiliário cadeira-mesa. A duração das respostas emitidas na posição sentada poderão ser afetadas por consequências aversivas presentes no assento. Sommer (2001) utilizou-se do termo sociocífugo para designar arranjos de mobiliário que praticamente expulsam o usuário na direção ao entorno da sala. Contrariamente, os arranjos de móvel do tipo sociocípeto induziriam o deslocamento das pessoas todas para o centro do ambiente da sala. De modo intencional, os designs dos assentos encontrados em terminais rodoviários e aeroportos dificultam sobremaneira a interação social entre os usuários. Ou as cadeiras ficam alocadas paralelamente umas com as outras ou enfileiradas como as de sala de cinema. Mesmo que os assentos estejam posicionados uns de frente para os outros, a distância que os separa impossibilitaria qualquer tipo de conversa entre as pessoas. Assentos do tipo sociocífugo induzem respostas de levantar-se e dirigir-se aos locais periféricos onde provavelmente encontram-se as vitrines repletas de produtos a serem adquiridos pelos usuários.

A utilização de um mobiliário, com um design que atende os requisitos específicos das atividades desenvolvidas no trabalho, é fator fundamental para a adoção de uma postura adequada e, conseqüentemente, para a melhor produtividade do indivíduo. Por outro lado, um mobiliário que impõe ao indivíduo um padrão postural que emprega contínuos esforços e constrangimentos músculos-esquelético, apresentará um caráter de penosidade ao indivíduo no desenrolar de suas atividades. O design "pobre" das cadeiras e carteiras escolares, por exemplo, impõe constantes arranjos físicos, improvisações e acomodações por parte dos alunos, para compensar deficiências de projeto ou de concepção industrial.

Em se tratando de mecanismos alternativos dos usuários para modificar suas relações com o ambiente ocupacional, observa-se, por exemplo, que o motorista de ônibus, assim como o cobrador, quase sempre se utiliza de calços adaptados na parte posterior do assento de trabalho para minimizar os efeitos danosos da má postura. Curiosamente, esse padrão postural escolhido não se diferencia daquele sugerido pelos resultados de pesquisa. Assim, componentes do sistema cadeira-mesa poderão também assumir características reforçadoras, aumentando assim a probabilidade do indivíduo permanecer na posição sentada por longo espaço de tempo. A consequência de ter sentado em cadeira cujo *design* atende às demandas do usuário é contingente à sensação de conforto verbalizada.

Em circunstâncias específicas, as incompatibilidades na interação móvel-usuário ficam tão intensas a ponto de induzir posturas corporais inusitadas, provocar movimentação excessiva ou culminar com o abandono do assento, prejudicando a produtividade (Jianghong e Long 1994; Osborne, 1983; Nunes, 1985; Moro, Mello, Avila e Nunes, 1993; Reis et al. 2002 e 2003; Moro, 1994, 2000 e 2005).

A Ergonomia como reação à ideologia de Procrusto

Ergo do grego significa trabalho e *nomos* refere-se às normas, regras ou leis naturais. Daí, o vocábulo Ergonomia para designar o conjunto de leis que regem o trabalho humano em sentido amplo. Trata-se de tecnologia multi e interdisciplinar que investiga as interações observáveis entre o homem e o ambiente físico e social da ocupação. Mais especificamente, cabe ao ergonomista verificar relações funcionais entre as respostas humanas e o ambiente construído. A Ergonomia é uma tecnologia de interface que tem como suporte científico conhecimentos produzidos pela engenharia, medicina, psicologia e diversas outras áreas do saber humano. Para Bellettini (1993), a Ergonomia é uma tecnologia desenvolvida interdisciplinarmente a partir de investigações científicas

utilizáveis na otimização integral dos sistemas homens-máquinas. A condição básica para a prática ergonômica é que tanto o homem, elemento nobre do sistema, quanto máquinas, ferramentas e utensílios sejam considerados fatores mutuamente inclusivos para efeitos de intervenção.

Por ocasião do Congresso Internacional de Ergonomia de 1969, surgiu à primeira definição oficial de ergonomia, cuja redação ficou a seguinte: "a ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e espaço de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de uma perspectiva de aplicação, deve resultar numa melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida". Mais adiante, no ano de 2000, o Conselho Executivo da International Ergonomics Association (IEA), trouxe uma nova (re)definição para a Ergonomia, com o seguinte conteúdo - "Ergonomia (ou fatores Humanos) é a disciplina científica que trata de entender as interações em humanos e outros elementos de um sistema; é a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar de modo a otimizar o bem-estar humano e a performance total do sistema".

Destarte, compete ao ergonomista verificar os efeitos das operações de trabalho, das máquinas, das ferramentas, da tarefa em si e do clima social nas respostas humanas, sejam elas comportamentais, cognitivas, emocionais, biomecânicas ou fisiológicas. Os ergonomistas dedicam-se à pesquisa ocupacional descritiva seguida de procedimentos de intervenção e avaliação sistemática. O eixo temático dessas investigações ergonômicas concentra-se na melhoria de condições de vida do trabalhador, conseguida através do manejo de contingências presentes no ambiente físico e social das estações de trabalho. Os conteúdos abordados durante os últimos eventos promovidos pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) refletem a preocupação dos pesquisadores. Dentre os títulos dos trabalhos apresentados destacaram-se os seguintes: metodologia ergonômica; análise do trabalho; formação do ergonomista; novas tecnologias; ergonomia do produto; ergonomia cognitiva; antropometria; interação homem-computador; ambiente físico; gestão, participação e organização do trabalho; higiene e segurança no trabalho; saúde e trabalho e outros de significativa importância.

Dentre os paradigmas disseminados pelos ergonomistas, o modelo de interação homem-máquina é o mais disseminado. Trata-se de modelo sistêmico no qual a máquina pode ser representada por uma simples escova de dente, um instrumento musical, automóvel, martelo, lápis, equipamento de proteção, mobiliário cadeira-mesa e outros utensílios que se articulam em trocas recíprocas com o homem no sentido da adaptação dessa máquina às exigências humanas. No caso de Procrusto, o procedimento foi inverso na medida em que as vítimas deveriam ajustar-se necessariamente às condições ambientais impostas. Na atividade ergonômica, ao invés de "adaptarmos" o homem ao ambiente, promove-se o rearranjo ambiental e conseqüentemente esse homem é acolhido, considerando-se suas potencialidades e limitações.

Entendendo a biomecânica do sentar

Para a melhor compreensão da postura sentada, a função mecânica da coluna vertebral e da pelve faz-se necessário tornassem conhecidas. Funcionalmente, segundo Rasch e Burke (1977), a coluna vertebral é constituída de quatro partes, a coluna cervical, a coluna lombar, a coluna torácica e o sacro. Vista do plano sagital, a coluna vertebral apresenta curvaturas características: a lordose cervical, de convexidade voltada para diante; a cifose dorsal, de convexidade dirigida para trás; a lordose lombar e a cifose sacra.

A mobilidade da coluna depende das pequenas articulações intervertebrais, as quais apresentam forma diferente nos diversos segmentos já descritos. Ao nível da coluna cervical, as superfícies articulares são praticamente planas, com cápsulas articulares bastante frouxas e os processos espinhosos apresentam uma ligeira inclinação para baixo, de modo a não impedirem sua mobilidade. Por conseguinte, a coluna cervical é o segmento da coluna que possui o maior grau de mobilidade. Na coluna torácica, as superfícies articulares intervertebrais apresentam posição quase vertical, formando um ângulo agudo entre si. Esta disposição em conjunto com as costelas limita a sua movimentação em um pequeno grau de amplitude em todas as direções, principalmente no movimento de extensão. Na coluna lombar, as superfícies articulares tomam posição praticamente vertical e estão voltadas umas para as outras, de modo que os processos articulares inferiores se engrenam com os processos superiores da vértebra seguinte. Esta disposição impossibilita o movimento de rotação deste segmento da coluna e, no que se refere à inclinação lateral, a mobilidade é muito reduzida. No entanto esta limitação dos movimentos favorece a manutenção da postura ereta. Por outro lado, a coluna lombar possui excelente mobilidade no sentido de flexão e extensão (Rasch e Burke, 1977).

Em síntese, podemos afirmar que a mobilidade da coluna vertebral diminui no sentido de cima para baixo, em proporção inversa à solicitação estática e às exigências crescentes no que se refere à estabilidade. Todo o peso da parte superior do corpo é transmitido pela coluna vertebral à pelve que funciona como sustentáculo para os órgãos abdominais e um ancoradouro para os principais músculos responsáveis pela postura ereta.

Cailliet (2001) considera o sacro a plataforma de apoio sobre o qual se equilibra a coluna vertebral. Segundo ele, o sacro está preso entre os dois ossos ilíacos, constituídos dessa junção o segmento ósseo da pelve. A pelve é equilibrada centralmente sobre um eixo transversal formado pelas cabeças dos dois fêmures, que por sua vez encaixam-se nos acetábulos, o que permite a sua basculação (movimento de rotação) anterior e posterior. Dependendo da estática e da dinâmica pelviana, é que podemos verificar sua atuação eficiente para a manutenção de uma boa postura, ou seja, é em função de sua posição que se pode minimizar o chamado custo humano.

Importante estudioso da postura, Keegan (apud Moro, 2000) demonstrou as alterações da coluna lombar, quando assumimos diferentes posturas. Conforme pode ser visualizada na Figura 2, a posição “D” da figura refere-se à posição normal de descanso, onde, a curvatura da coluna encontra-se numa configuração neutra. As posições “M”, “N”, “O” e “P” mostradas à direita da figura, representam posturas mais nocivas à coluna, pois, estão associadas a maiores pressões nos discos intervertebrais e, por vezes, acompanhadas de sua degeneração.

Quando a pessoa está ereta, a coluna vertebral é normalmente estirada no sentido anteroposterior e curvada no sentido posterior, produzindo uma combinação representada como lordose cervical, cifose torácica e lordose lombar, conforme se pode observar na Figura 2. A curva lombar é parte lordótica porque as vértebras e os discos são mais densos anteriormente que posteriormente, e parte, porque a superfície superior do sacro forma um ângulo plano com a horizontal. Como o sacro é fixado na pélvis, o seguido movimento rotacional da pélvis influencia consideravelmente a coluna lombar (Chaffin et al., 2001). Quando a pelve encontra-se basculada anteriormente, todas as curvaturas fisiológicas da coluna acham-se aumentadas. Com a basculação no sentido posterior, todas essas curvaturas acham-se diminuídas.

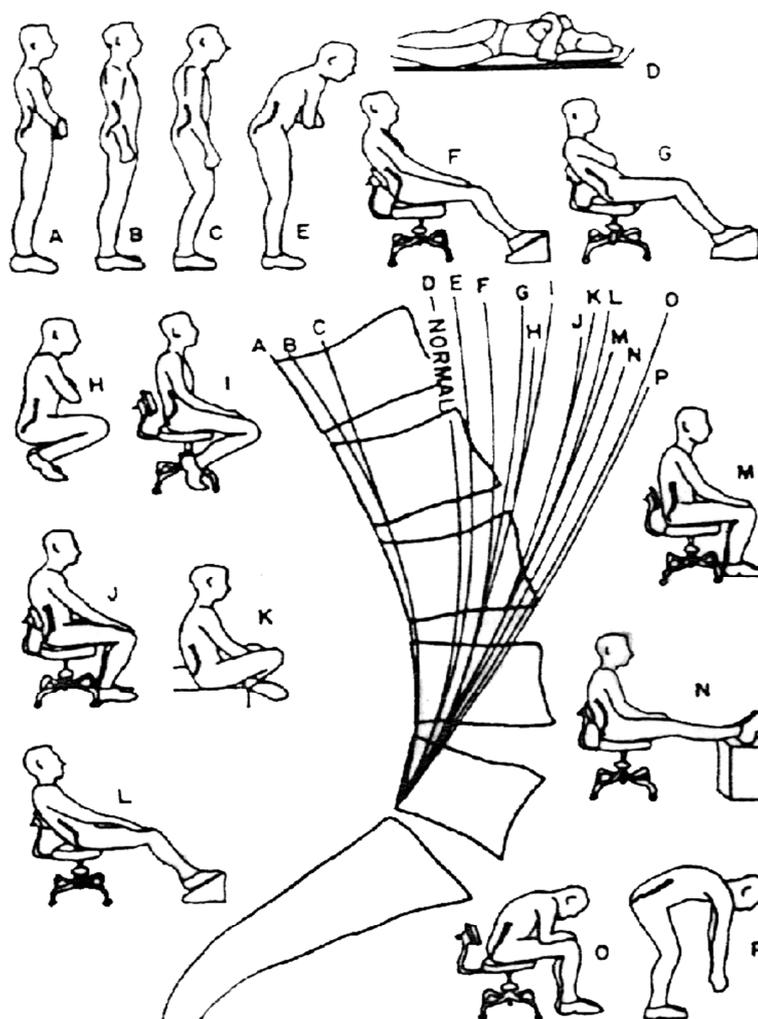


Figura 02: A conformação coluna lombar a partir de diferentes posições assumidas pelo corpo de acordo com Keegan (apud Moro, 2000).

Quando assumimos uma posição sentada ereta, ou seja, com as articulações dos quadris, joelhos e tornozelos formando um ângulo reto, considerado por muitos como a postura correta em assentos, Keegan (1953) contrapõe que essa posição seja de fato anatomicamente e fisiologicamente correta. Segundo esse autor, a articulação dos quadris na posição de repouso ou posição funcional, curva-se em apenas 45 graus (ou 135° se a posição ereta for de 180°) e não em 90 graus. Um exemplo típico é observado quando uma pessoa deita-se de lado e de forma relaxada (Figura 2-D). Nesta posição de repouso das articulações dos quadris, os músculos anteriores e posteriores da coxa permanecem relaxados e em equilíbrio entre si.

Ao estudar as posturas sentadas normais Keegan (apud Moro, 1994) afirmou que na anatomia humana o limite extremo de flexão é de 60° e não de 90° na articulação dos quadris, conforme foi preconizado. Quando uma pessoa muda de uma posição em pé ereta para uma sentada ereta, dos 90° observados na articulação dos quadris, apenas 60° destes é descrito pela rotação dos ossos da pelve, sendo que os outros 30° ocorrem devido a um achatamento na curva lombar (Figura 3).

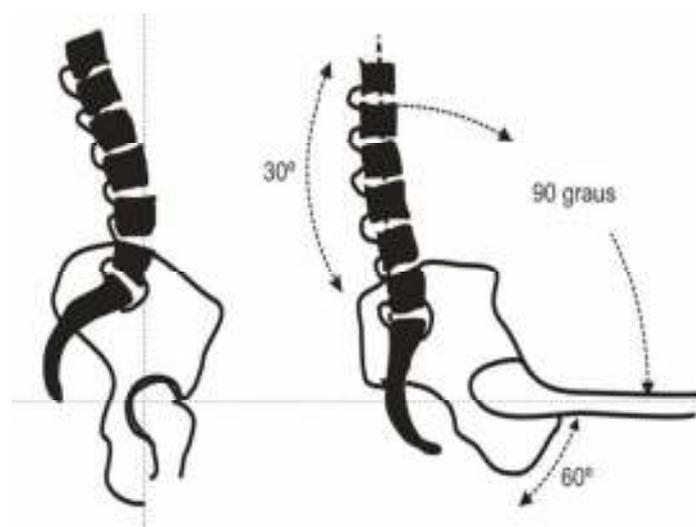


Figura 03: Configuração da articulação dos quadris e coluna lombar na posição em pé e sentada respectivamente. Ao mudar para a posição sentada, dos 90° que observamos na articulação dos quadris, apenas 60° graus destes é descrito pela rotação dos ossos da pelve e, ou outros 30° ocorrem devido a um achatamento na curvatura lombar. Fonte: Keegan apud Moro, 1994.

Noutro estudo, Thornton (1978) identificou que os astronautas, na condição de ausência de gravidade, permaneciam com o corpo relaxado, assumindo automaticamente uma postura característica, conforme se pode observar na Figura 4. De acordo com o autor, para assumir outra posição no ônibus espacial o indivíduo necessitaria forçar, ou receber uma força externa, o que levaria ao cansaço físico, ao desconforto e à ineficiência na execução da tarefa. As características dessa postura assumida na ausência de peso reveladas pelo autor incluem: flexão plantar dos pés, flexão dos quadris, e flexão dos joelhos, com leve abdução das pernas. Na coluna vertebral, a região toracolombar é alongada ou levemente flexionada anteriormente. O pescoço também é flexionado anteriormente, baixando o ângulo normal de visão. Os ombros e braços são elevados, sendo que esses últimos permanecem levemente abduzidos, ocorrendo juntamente com uma flexão moderada dos cotovelos.

Para Thornton (1978) as maiorias dessas posturas para descanso são assumidas fazendo com que partes do corpo adotem posições que possam ser equilibradas contra a gravidade, despendendo-se assim um mínimo de energia física. Essas posições são dinâmicas e dependem das conexões sensorio-motoras, que realizam pequenas e constantes correções, dependendo da atuação das forças que agem sobre o corpo. A resposta natural à ausência de gravidade pode ser observada em indivíduos quando submersos na água, na posição relaxada, e também quando montados a cavalo (Mandal, 1981; Moro, 1990).

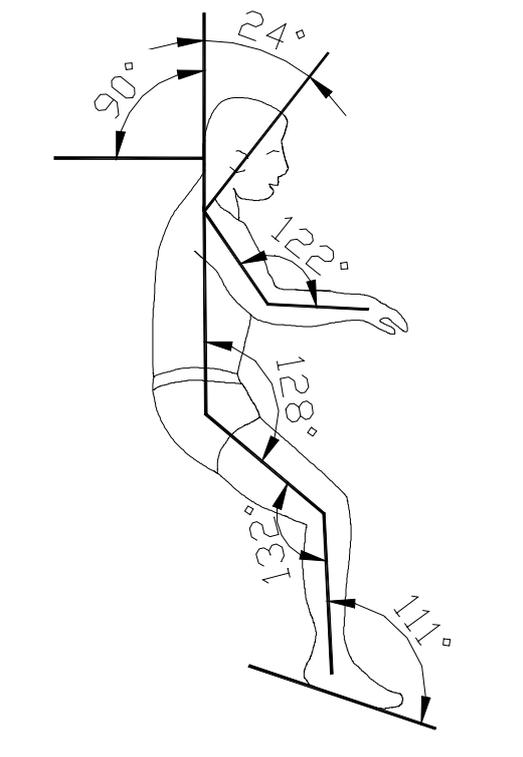


Figura 04: O sujeito na “postura típica relaxada” com os respectivos ângulos articulares assumidos em situação de gravidade zero. Fonte: Thornton, 1978.

Em um ambiente como o nosso, sob a influência da força da gravidade, partes do sistema nervoso central e do sistema muscular, são encarregados de manter a estabilidade e a sustentação da posição adotada pelo corpo. Em tais condições, o ser humano foi impelido a desenvolver uma série de posições naturais, como: de pé, agachado, sentado e deitado; que dependerão do total de apoio existente; ao contrário das solicitações na ausência de peso, onde deixa de existir a solicitação desse equilíbrio mecânico.

Basicamente, a “postura típica relaxada”, publicada por Thornton (1978), refere-se à posição na qual o sujeito permanece com as articulações, entre os segmentos corporais, numa posição neutra e com a musculatura em posição de repouso, não existindo desta forma nenhum esforço para a sua manutenção. No entanto, Moro (1994) afirmou que o conceito de postura sentada ideal em condições de trabalho, de um modo geral, está condicionado ao design do mobiliário do tipo cadeira-mesa. Esse conjunto deverá ser projetado de tal forma que induza o indivíduo a permanecer com o tronco alinhado à vertical e com o ângulo dos quadris em posição maior que 120 graus.

Dados referentes a estudos biomecânicos sobre assentos parecem pouco utilizados tanto no mundo do trabalho quanto no ambiente escolar. Para Mandal (1982), as incompatibilidades mobiliário escolar-usuário sugerem que os projetistas aplicaram pouco do que já é conhecido a respeito da biomecânica da criança na posição sentada. Acrescentou o autor que as autoridades educacionais parecem mais interessadas em carteiras escolares vendidas a baixo custo e fáceis de serem empilhadas do que móveis adequadamente projetadas. As consequências desses

desencontros entre as características dos usuários e o projeto da mobília escolar começam a ser observadas, descritas, registradas e analisadas experimentalmente.

O mobiliário escolar e seus usuários: resultados de pesquisas

Revisando a literatura sobre problemas disciplinares na escola, notadamente aqueles que envolviam a utilização do mobiliário cadeira-mesa, foi constatado que os estudiosos do assunto limitaram-se à análise funcional do comportamento das crianças e posterior emprego de procedimentos de modificação do comportamento para mantê-las na posição sentada. Nessa análise funcional jamais foi relatada a presença do mobiliário educacional como evento físico capaz de influenciar as respostas dos usuários. Mesmo em se tratando de respostas do tipo *out-of-chair* e *rocking in the seat* (Kerr e Nelson, 1989), os autores não se propuseram a uma análise ergonômica usuário-mobília. Muito pelo contrário, conforme sugere o artigo de Bitgood, Peters, Jones e Hathorn (1982) intitulado *Reducing out-of-seat behavior in developmentally disabled children through brief immobilization*, evidencia-se novamente a reedição do mito de Procasto. A proposta, no caso, traz implícito o conformismo e a sujeição do corpo às condições ambientais claramente impostas pelos agentes responsáveis pela mudança comportamental.

Com base nos dados referentes à possibilidade do *design* da mobília escolar afetar as respostas dos alunos, continuaram sendo observados e analisados os efeitos de componentes físicos de mesas e cadeiras nas respostas motoras, biomecânicas, acadêmicas e sociais dos alunos (Nunes, Ávila e Mello, 1989, Soares, 1990 e Reis *et al.* 2002 e 2003). Para esses estudos, os pesquisadores se utilizaram de procedimentos da Análise Experimental do Comportamento associados à instrumentação da pesquisa usada em Biomecânica Ocupacional.

Dados suportam que a ausência de inclinação no tampo da carteira escolar constitui-se em fator de distorção em pelo menos 5% do tamanho dos caracteres (Dul apud Moro, 2005), o que pode contribuir para problemas de desempenho do aluno na atividade de leitura. Essa falta de inclinação da superfície do tampo da mesa está comprometida, também, com a sobrecarga no sistema musculoesquelético, notadamente na região cervical. Mesas de superfície plana, desprovidas de qualquer angulação, estão associadas a queixas de dores lombares e cefaléias ao final da jornada de trabalho.

Através de *survey* envolvendo cerca de 200 professores da Educação Especial, nos Estados Unidos da América, (Nunes, Almeida, Hendrickson e Lent, 1985) foi constatado que: (a) alguns tipos de mobília escolar estavam associados a comportamentos disruptivos; (b) aspectos do *design* da mobília escolar foram considerados inapropriados para o desenvolvimento de tarefas específicas; (c) 47% dos professores reportaram acidentes envolvendo cadeiras e mesas; (d) 53% dos respondentes informaram que o mobiliário produzia ruído excessivo quando deslocado; (e) 58% desses professores disseram que seus alunos permaneciam na posição sentada por um período que variava de três a quatro horas diárias; (f) somente 9% desses professores foram solicitados a opinar sobre o tipo de mobiliário a ser adquirido pela escola.

Com base em estudos preliminares de Biomecânica (Nunes, Nunes, Praetzel e Duarte, 1988) foram verificado experimentalmente os efeitos do mobiliário escolar no comportamento de crianças, que frequentavam classe de reforço do primeiro grau da rede pública. Duas categorias de respostas dos alunos estiveram sob intervenção: respostas acadêmicas, envolvendo atividades em Língua Portuguesa e Aritmética e outras respostas do tipo virar-se para trás, levantar-se do assento,

virar-se de lado e balançar-se na cadeira convencional. Um delineamento de pesquisa quase-experimental A-B foi o escolhido para desenvolver esse projeto em 45 sessões consecutivas. Durante a fase A, correspondente a 32 sessões consecutivas, os sujeitos (crianças) continuaram se utilizando da mobília convencional para a realização de tarefas escolares. Na fase B do estudo, os móveis convencionais foram substituídos por cadeiras e mesas projetadas segundo critérios biomecânicos.

Os resultados desse estudo indicaram que os sujeitos permaneciam na posição sentada, por mais de três horas diárias, em cadeiras reforçadoras de vícios posturais e produtoras de sensação de desconforto. As respostas indesejáveis tais como levantar-se do assento, balançar-se e virar-se para o lado ocorreram com maior frequência quando os sujeitos faziam uso do mobiliário escolar convencional. As incompatibilidades observadas entre o sistema musculoesquelético da criança e o mobiliário escolar podem atingir limites críticos como é o caso de quedas do assento, ferimentos provocados por quinas, farpas e superfícies irregulares (Nunes et al., 1985).

De posse desses dados pode-se inferir que crianças são atualmente acomodadas em carteiras escolares que deixam de cumprir exigências ortopédicas, biomecânicas, de segurança, de funcionalidade e de conforto (Nunes et al., 1985). Consequentemente, parte do repertório comportamental exibido por esses usuários, na posição sentada, sugere mecanismos pessoais compensatórios de ajustamento ao ambiente, semelhante aqueles observados em motoristas e trocadores no posto de trabalho. O "sentar-se incorretamente", por exemplo, constitui-se em resposta compensatória associada à ausência de conforto e conseqüente tentativa de melhorar a distribuição de pressão pelas áreas corporais sobrecarregadas.

Desta abordagem, são muitos os autores revisados confirmaram incompatibilidades entre o *design* do mobiliário escolar e as características dos usuários (Mariño, 1993; Karnoven, Koskela e Noro, 1962; Hira, 1980; Nunes, Nunes, Praetzel e Duarte, 1988; Nunes, Ávila e Mello, 1989; Nunes, 1985; Nunes, Almeida, Hendrickson e Lent, 1985; Oxford, 1989; Sasaki, 1988; Soares, 1990). A questão central, nessas pesquisas, foi verificar quais tipos de conjuntos cadeira-mesa seriam os mais indicados para grupos específicos de crianças, desde as classes iniciais, até níveis avançados do ensino.

Em 1993, Moro, Mello, Vargas e Nunes, utilizando-se de um protótipo equipado com células de carga interligadas por uma *interface* a um microcomputador, observaram, a partir dos dados registrados, mudanças significativas na distribuição do peso corporal sobre o assento da cadeira em 37 sujeitos investigados. Assinale-se a ocorrência de variabilidade de distribuição de peso corporal em função do tipo de *design* cadeira-mesa presente na situação experimental simulada pelo protótipo, conforme ilustrado na Figura 5. Para esse estudo foram selecionadas variáveis indicativas da distribuição do peso corporal dirigido a cada suporte do mobiliário cadeira-mesa, a saber: percentagem de peso distribuído sobre a superfície do assento, percentagem de carga distribuída sobre a superfície do apoio para as costas e finalmente a percentagem de carga distribuída sobre o apoio para os pés e joelhos dos sujeitos do experimento. Apenas a cadeira convencional (posição "C"), conforme mostrada no diagrama da Figura 5, não possuía apoio para os joelhos.

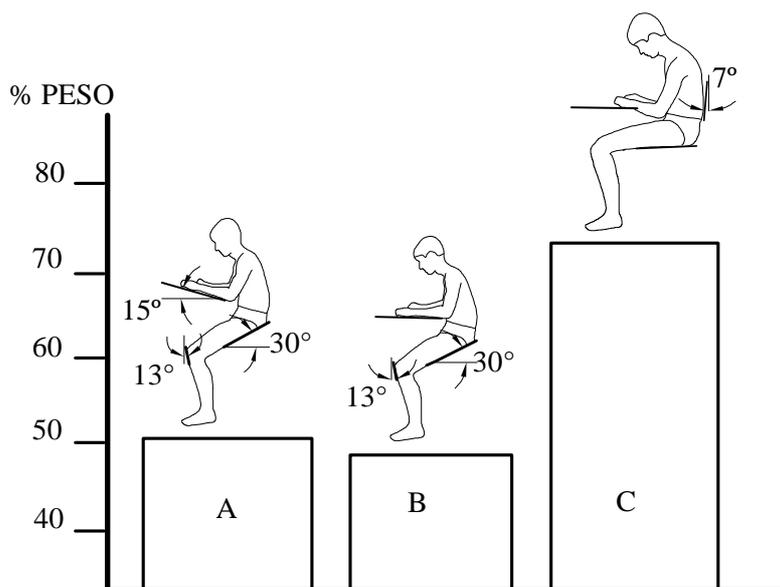


Figura 05 - Percentagem de peso corporal verificada na superfície do assento, nas três situações experimentais, através da utilização da Dinamometria. Fonte: Moro, 1994

Conforme mostrado na Figura 5, a carga maior no assento, ou seja, o valor percentual de peso corporal ocorreu no conjunto cadeira-mesa convencional (posição C). A diferença de carga distribuída sobre o assento da cadeira C, quando comparada com a distribuição de peso sobre os assentos A e B foi significativamente maior. Entretanto, o peso distribuído sobre a superfície do assento do mobiliário B parece levemente diminuída em função do ângulo do tampo da mesa de trabalho. Apenas o mobiliário C (convencional) induziu um ângulo aproximado de noventa graus entre a coxa e o abdome. Tanto o mobiliário A quanto o B permitem uma abertura do ângulo coxo-femural superior aos noventa graus convencionais, conforme recomendação apoiada em estudos biomecânicos para reduzir a pressão intradiscal da coluna vertebral. A distribuição de peso nesse caso ficou reduzida no suporte do assento, ou seja, houve conseqüentemente uma diminuição de pressão na região das nádegas dos participantes.

Considerando que o melhor mobiliário seja aquele que induz ao sujeito assumir um ângulo na articulação dos quadris superior a 120° , e que, ao mesmo tempo, permita uma melhor distribuição do peso corporal, diminuindo o desconforto, chegou-se a conclusão de que: o mobiliário simulado na situação experimental “gravidade zero” (A), possibilitou, a partir dos dados obtidos, a confirmação de que um melhor arranjo do mobiliário pode diminuir as sobrecargas musculoesqueléticas durante as atividades sentadas. Resultou que a posição “A” induziu aos sujeitos do estudo uma maior verticalidade do tronco e maior abertura nos ângulos articulares, caracterizado uma postura mecanicamente mais adequada.

Noutro estudo, Nunes, Ávila e Nunes (1993) avaliaram os efeitos do design cadeira-mesa no nível de conforto de um operador de terminal informatizado. Os resultados dessa investigação apontaram aumento dos níveis de conforto quando o operador desenvolveu suas tarefas típicas no assento experimental. Para o estudo, foram utilizadas a mobília ocupacional comum, em nível de linha de base, e um mobiliário experimental projetado de acordo com resultados de estudos biomecânicos. A simulação do conjunto cadeira-mesa, ilustrado na Figura 5-A e 5-B, induziu aos

participantes a assumirem ângulos articulares cujos valores se aproximam daqueles obtidos em indivíduos expostos a condições de Gravidade Zero.

Portanto, acreditam os autores que a postura corporal da gravidade zero, simulada na situação experimental “A”, se mantida em situação real de trabalho, venha ser uma aliada na prevenção das chamadas doenças ocupacionais, principalmente da incidência das dores nas costas. Da mesma forma, sugeriram tendências a serem consideradas para um (novo) projeto do mobiliário escolar.

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 de pesquisa na solução de problemas práticos dentro da escola. Infelizmente, conforme sustentado por Moro (2000 e 2005), a utilização de conhecimentos de Ergonomia às questões educacionais são muito raras. Por exemplo, em função da estatura corporal, as crianças são forçadas a se posicionarem nas bordas do assento, evitando assim que os pés e as pernas fiquem soltos no ar (Figura 6-A). As alturas de mesas e cadeiras são geralmente impróprias para o uso, podendo originar problemas posturais de relativa gravidade. Dependendo do tipo de mesa, o manuseio de mapas, jornais e livros maiores fica dificultado. Por vezes, o professor é impedido de desenvolver tarefas de grupo pela própria configuração e arranjo da mobília em sala de aula.

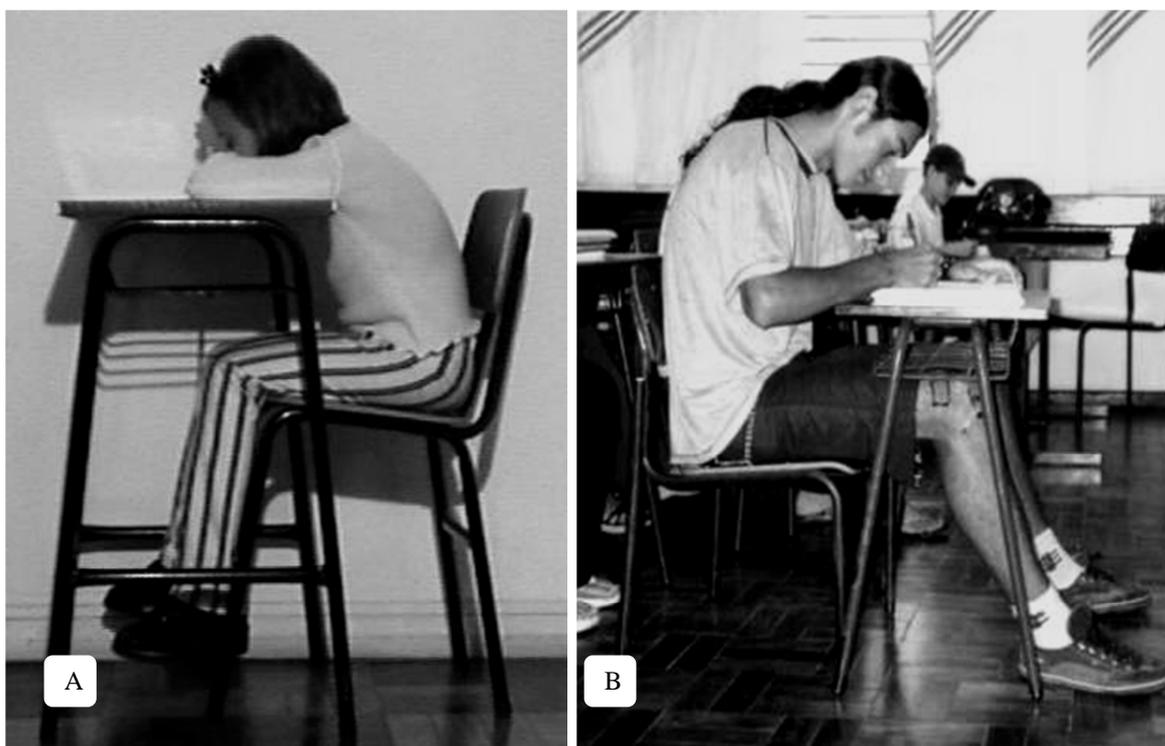


Figura 06: Instante fotográfico de uma criança de 7 anos (A) e outra de 14 anos (B) em sala de aula, durante a realização de atividades escolares, onde se pode claramente identificar as incompatibilidades dimensionais do conjunto escolar. Fonte: (REIS e Moro, 2010).

O estudo realizado por Reis e Moro (2010) demonstrou o quão prejudicial à saúde postural das crianças estudarem em um mobiliário com as mesmas dimensões, pois os padrões antropométricos destes escolares não são compatíveis com as dimensões do mobiliário utilizado, proporcionando regulações constantes e adoção de posturas incorretas e geração de desconfortos

corporais importantes os quais poderão, além de interferir no processo educativo, contribuir também para o surgimento de futuras desordens musculoesqueléticas.

Dentre as abordagens metodológicas mais difundidas para o estudo das relações entre *design* de mobília cadeira-mesa e características dos usuários destacam-se as seguintes: a perspectiva antropométrica, a biomecânica, a fisiológica, a médica e mais recentemente, a comportamental. Assinale-se que essas metodologias poderão ser apoiadas por delineamentos de pesquisa experimentais (Nunes, 1991), conforme pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano, da Universidade Federal de Santa Maria e, posteriormente, no Laboratório de Biomecânica da Universidade do Estado de Santa Catarina, cujo resultado da pesquisa foi divulgado pela TV Globo na edição do Jornal Nacional (Moro, 2000). A utilização conjunta desses procedimentos e perspectivas metodológicas é de relativa eficácia na verificação de relações funcionais entre o *design* da mobília e respostas musculoesqueléticas e comportamentais dos usuários na posição sentada.

A perspectiva antropométrica, a mais tradicional no estudo das interações sujeito-mobiliário, tem como objeto medir as dimensões físicas do corpo humano e, posteriormente, utilizar essas medidas no projeto do sistema cadeira-mesa. O critério antropométrico preconiza que um padrão aceitável de mobília poderá ser identificado como aquele que acomoda o maior número possível de indivíduos de uma população.

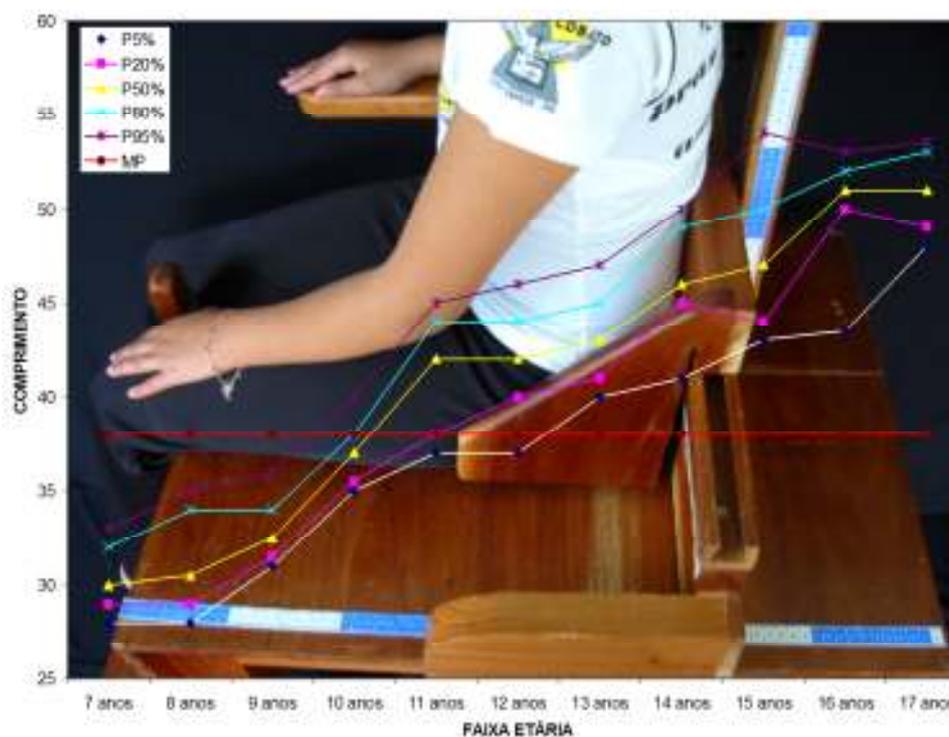


Figura 07: Comparação do comprimento sacro-poplíteo de crianças com diferentes idades e com a respectiva profundidade (representada pela linha horizontal em vermelho) do assento do mobiliário escolar padrão adotado pela escola. Fonte: Reis 2003

A Figura 7 ilustra um dos procedimentos antropométricos utilizados no estudo das relações entre tipos de mobiliários e dimensões de segmentos corporais conduzidos por Reis (2003). Para o estudo o autor avaliou 887 crianças dos 7 aos 17 anos, pertencentes a escolas públicas no estado do Paraná. Dentre as diversas medidas coletadas, chamou sua atenção as diferenças nos valores

dimensionais da variável sacro-poplítea que oscilaram de 47,38cm a 51,03cm, com uma variação média de 3,65cm. No entanto, quando tomados os extremos (percentis 5 e 95), a variação média foi de 43cm e 53,5cm, com uma diferença de 10,5cm.

Para a variável altura-poplítea, registrou um aumento consideravelmente com o passar da idade da criança, com um coeficiente de variação superior a 30%, confirmado uma alta heterogeneidade das medidas deste parâmetro antropométrico. Para as crianças da faixa etária dos 7 aos 10 anos, verificou-se que a menor e a maior altura poplítea, oscilou entre 26cm, para os escolares de 7 anos, de 40 cm para os de 10 anos, mostrado pelos percentis 5 e 95. Sendo que a média foi de 30,47 cm para as crianças de 7 anos e de 37,43 cm para as de 10 anos. Verificou também, que até aos 9 anos de idade, o crescimento não foi significativo para a altura poplítea; já a partir dos 10 anos ocorre um crescimento relativamente maior desta variável. Diferentemente deste fato, dos 11 aos 14 anos, a altura poplítea variou de 39 cm até 50 cm, verificando que nesta fase a altura poplítea teve seu maior desempenho devido ao estirão do crescimento, onde as crianças crescem mais pelos membros inferiores. Na faixa etária dos 15 aos 17 anos não constatou tanto crescimento, pois a diferença média oscilou de 45,62 cm até 46,84 cm. Seus achados ratificaram que nesta dependendo da fase que a criança se encontra, há um crescimento diferenciado entre o tronco e os membros inferiores (Viel e Esnault, 2000 e Reis e Moro, 2003) que precisam ser considerados pelos ergonômistas.

O mobiliário utilizado nas escolas públicas brasileiras, em geral (como foi no caso estudado), não proporciona ao aluno um sentar-se favorável para a realização de suas tarefas, principalmente, por não atenderem as normas quanto aos tamanhos diferenciados que deveriam prover. Por outro lado, a norma brasileira (NBR 14006) não atende as necessidades da escola, principalmente, pela falta de adequação dos sete diferentes tamanhos previstos, aos variados padrões antropométricos dos alunos que se utilizam a mesma sala de aula nos diferentes turnos do dia (Reis e Moro, 2010).

Portanto, conforme já havia sido sustentado por Oxford (1989), o mobiliário escolar não pode ser dimensionado para o usuário médio, pois este não existe. Frequentemente, nenhum dos indivíduos que compõem a amostra exibem qualquer resultado de medida antropométrica igual às encontradas no indivíduo considerado estatisticamente como médio.

Tendências atuais para melhoria do mobiliário escolar

Uma proposta ergonômica para o mobiliário escolar implicaria primeiramente em disseminar os resultados de estudos sobre o tema e adoção de medidas práticas de substituição do *design* da mobília atual para reduzir custos humanos dos usuários. Essa tentativa de humanização do posto de trabalho do estudante exigiria, também, a revisão crítica de procedimentos associados às ideologias de Procrusto. As práticas atuais de manejo do comportamento, para manter o estudante na posição sentada, seriam paulatinamente substituídas por consequências reforçadoras presentes no próprio conjunto cadeira-mesa.

A questão metodológica que se coloca é a identificação do mobiliário ideal para tipos específicos de trabalho. Considera-se que cada atividade humana exige uma postura diferenciada e as tarefas desenvolvidas em sala de aula não são uma exceção. De acordo com Moro (1994), o conceito de postura ideal, para tipos específicos de ocupação, está associado ao *design* do mobiliário.

Procedimentos da Análise Experimental do Comportamento compartilhados com a instrumentação da Biomecânica Ocupacional são parte integrante dessa abordagem de interface no, aprimoramento de processos de medida, processamento de sinais biológicos, computação e modelagem gráfica. Sob esse olhar, a variável conforto é definida como deslocamento dos ângulos das articulações. O conforto na posição sentada tem como medida dependente a movimentação corporal do sujeito. Quanto maior o nível de conforto, menor a frequência de deslocamento dos ângulos das articulações.

Embora a posição sentada possa ser considerada como postura natural que desobriga o indivíduo a manter-se de pé durante a jornada de trabalho, foram observadas sobrecargas, principalmente quando o projeto da mobília induzia posições incompatíveis com o sistema musculoesquelético. Trata-se de sobrecarga estática aplicada sobre a coluna vertebral e à própria musculatura. A persistência dessa má distribuição de pressão sobre a coluna vertebral pode desencadear problemas médicos permanentes. Admite-se que a prevalência de problemas lombares e cervicais tenham suas origens nos bancos escolares. Certamente, os índices de absenteísmo registrados no mundo do trabalho estão associados ao tipo de mobiliário ocupacional. Possivelmente, o projeto da mobília escolar esteja comprometido com problemas de coluna em crianças. Para minimizar os custos humanos das crianças que permanecem durante horas seguidas em cadeiras incompatíveis com as suas características, é conveniente que o educador promova atividades variadas que induzam posturas diferenciadas. No caso, a própria organização do trabalho em sala de aula mereceria ser revista.

Embora o *design* do conjunto cadeira-mesa possa afetar os níveis de conforto no ambiente ocupacional, as relações dessa variável com índices de produtividade e níveis de atenção, no trabalho escolar precisam ser mais bem investigadas. Além das respostas motoras, os ergonomistas insistem em verificar relações entre a mobília e tarefas que exijam a utilização dos processos cognitivos, notadamente os níveis de atenção, desempenho e compreensão em leitura e raciocínio aritmético.

Atualmente, já é crescente o número de escolas que buscam mobiliários alternativos para equacionar os problemas advindos da questão antropométrica. Conforme se observa, essas novas mobílias possuem sistemas de regulagem do mobiliário, tanto da carteira como da cadeira, onde o próprio aluno, com o tempo, irá encontrar o ajuste ideal para si. Observa-se na Figura 8, o modelo regulável de mobiliário escolar que foi utilizado no estudo de Moro (2000). O fato positivo é que este mobiliário, através deste dispositivo simples, proporcionou ao aluno a utilização do melhor ajuste para sua respectiva antropométrica. O ângulo de inclinação do pescoço em aproximadamente 29 graus obedece ao limite natural do eixo de visão, que vai até 30 graus abaixo da linha horizontal.

As Normas Brasileiras (NBR 140006) antevêm o problema das diferenças antropométricas entre as crianças, dividindo a carteira escolar em sete classes de medidas de tamanho para mesas e assentos, para serem adotadas em todas as instituições de ensino, onde deveriam ser observadas as variáveis antropométricas de cada aluno. Porém, na prática, essa norma nunca foi correspondida. Talvez por não dispusermos de dados antropométricos de nossos alunos ou porque as nossas salas de aulas são usadas para diferentes níveis escolares com diferentes faixas etárias, ou ainda, será que seria pelo custo elevado implantação? Dentre outras, são questões ainda em aberto. A norma existe, mas parece um pouco a margem de nossa realidade educacional do nosso país.

Portanto, um mobiliário escolar do tipo regulável, como está mostrado na Figura 8, é a mais importante adequação ergonômica apresentada até o presente momento, para superar os velhos conceitos de sala de aula.

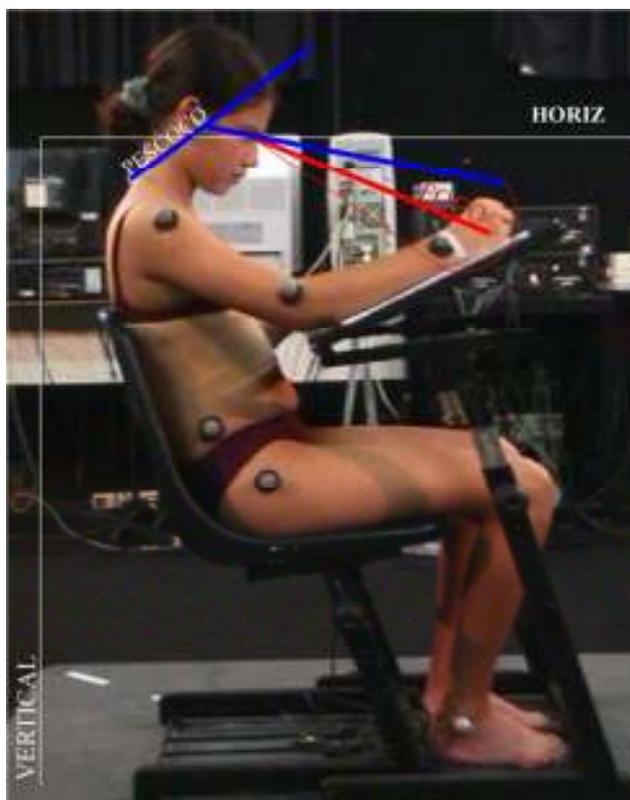


Figura 08: Conjunto escolar regulável utilizado por uma escolar durante uma simulação de tarefa em diferentes angulações no tampo da mesa em ambiente de laboratório. Fonte: Moro, 2000.

Enquanto os alunos, de diferença marcada de estatura, forem exigidos para que usem cadeiras e mesas de altura uniforme por longos períodos, será impossível proporcionar-lhes, em particular, uma oportunidade igual de adquirir bons hábitos posturais, de concentração e de aprendizagem, para o melhor dele ou de sua habilidade. Não é uma questão de prover tamanhos diferentes em termos de progressão de ano a ano, mas de prover alturas diferentes de cadeiras e mesas que atendam satisfatoriamente todas as estaturas de alunos em todas as classes.

Seguindo o que nos alertou Oxford (1969), não basta que cadeiras e carteiras escolares sejam intituladas como tal, para assumirem caráter educacional, a menos que sejam adequadas ao tamanho de seus usuários, encorajem uma boa postura e auxiliem no processo de aprendizagem do aluno. Qualquer cadeira mal projetada, tanto grande ou pequena para uma criança em particular, e que interfira em sua concentração, não traz nenhum auxílio à educação - não há nenhum lugar na educação moderna para mobília desajustada. Complementando, o autor colocou, "... infelizmente, para as crianças, dos mais variados lugares, a importância do *design* das cadeiras e das mesas escolares, são equivocadamente entendidas pelos professores, pedagogos, administradores e fabricantes apenas como meio auxiliares na educação". Nessa perspectiva, acreditamos que a

carteira e a cadeira escolar regulável atenderão aos quesitos mínimos de se ter a adequação antropométrica exigida para cada criança em particular e, num futuro, quem sabe, estaríamos contribuindo efetivamente para amenizar o problema das chamadas dores nas costas, que tanto acometem esses adultos de amanhã.

REFERÊNCIAS

- Bitgood, S.C., Peters, R.D., Jones, M.L., Hathorn, N. (1982). Reducing out-of-seat behavior in developmentally disabled child through brief immobilization. *Education and Treatment of Children*, 5, 249-260.
- Cailliet, Rene (2001). *Síndrome da dor lombar*. 5 ed. Rio de Janeiro: ARTMED.
- CORLETT, N., WILSON, J. & MANENICA, I. (1986). *The ergonomics of working postures*. London: Taylor & Francis.
- Chaffin, D.B. Andersson, G.B. & Martin. B. J., (2001). *Occupational Biomechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Dejours, C.D. (1994). *A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho*. São Paulo: Oboré Editorial.
- Dela Coleta, J.A. (1991). *Accidentes de trabajo: factor humano; contribuciones de la psicologia del trabajo; actividades de prevencion*. Medellín, Colombia: Cincel Ltda.
- Hira, D.S. (1980). An ergonomic appraisal of educational desks. *Ergonomics*, 22, 213-221.
- Iida, Itiro. (2005). *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Editora Edgar Blucher.
- Karvonen, M.J. Koskela, A. , & Noro, L. (1962). Preliminary report on the sitting postures of school children. *Ergonomics*, 5, 471-477.
- Kerr, M.M. & Nelson, C.M. (1989). *Strategies for managing behavior problems in the classroom*. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company.
- Kroemer, K. H. E. & Grandjean, E. (1997). *Fitting the task to the human*. 5 ed. London: Taylor & Francis.
- MANDAL, A . C. (1981). *The seated man (Homo sedens). The seated work position. Theory and practice*. Applied Ergonomics. 12, p.19-26.
- Mariño, S. (1993). Projeto de assento para desenho de observação. *II Congresso LatinoAmericano e VI Seminário Brasileiro de Ergonomia*. Florianópolis, SC. ABERGO/FUNDACENTRO. Anais pp. 335-337.
- Moro, A. R. P. (2005). Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 85.

- Moro, A.R. (1994). Distribuição do peso corporal do sujeito na posição sentada: um estudo de três situações experimentais simuladas por um protótipo. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Moro, A.R. (2000). *Análise biomecânica da postura sentada: uma abordagem ergonômica do mobiliário escolar*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Moro, A.R. , Mello, O.S. Ávila, A.V. & Nunes, F.P. (1993). Distribuição do peso corporal na posição sentada: uma comparação de três situações experimentais de cadeira-mesa simulada por um protótipo. V *Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Sociedade Brasileira de Biomecânica. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Anais, pp. 107-113.
- Nunes, F.P. (1985). An experimental analysis of the effect of desk design on body motion, oral reading accuracy, and reading comprehension of hyperactive students. *Ph.D. Dissertation*. Vanderbilt University, Nashville, TN, USA.
- Nunes, F.P. (1991). Abordagens metodológicas atuais de pesquisa. III *Encontro Nacional de Biomecânica e II Encontro Mineiro de Biomecânica*. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG.
- 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, F.P., Ávila, A. V. & Mello, O.S. (1989). Mobiliário escolar: uma proposta de redimensionamento. IV *Seminário Brasileiro de Ergonomia*. ABERGO/FGV, Rio de Janeiro, RJ. Anais pp. 149-152.
- Nunes, F.P., Nunes, A.R., Ávila, A.V., Moro, A.R. & Mello, O.S. (1993). Mobiliário ocupacional: uma perspectiva ergonômica. V *Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Sociedade Brasileira de Biomecânica. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Anais, pp. 101-106.
- Nunes, F.P., Nunes, L.R., Duarte, G. & Praetzel (1988). Mobiliário escolar: ergonomia da sala de aula. 40^a *Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*. Universidade de São Paulo. São Paulo, Capital.
- Osborne, D.J. (1983). *Ergonomics at work*. New York: John Wiley & Sons.
- Oxford, H.W. (1969). Anthropometric data for educational chairs. *Ergonomics*, 12, 38-46.
- RASCH, P. J.; BURKE, R.K. (1977). *Cinesiologia e anatomia aplicada*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Reis, P. F.; Moro, A. R. P. (2010). *Fatores Antropométricos a serem considerados no design do mobiliário escolar para crianças de 7 a 14 anos*. Anais da ABERGO, Rio de Janeiro, Brasil.
- Reis, P. F.; Moro, A. R. P.; Nunes, F. S. (2003). *A altura poplíteia e a distribuição de pressão na região glútea em crianças*. 3^o *ERGODESIGN*, Rio de Janeiro, Brasil.
- Reis, P. F.; Moro, A. R. P.; Silva, O. J.; Cruz, R. M.; Souza, E. R. (2002). O uso da média na construção do mobiliário escolar e a ilusão do conforto e saúde', *Anais da ABERGO*, Recife, Brasil.
- Sasaki, R. (1988). *Carteira escolar: A dura luta pelo direito de sentar direito*. Nova Escola, 20, 12-17.
- Soares, M.M. (1990). Custos humanos na postura sentada e parâmetros para avaliação e projeto de assentos: "carteira universitária", um estudo de caso. Tese de mestrado. COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

- Sommer, R. (2001). *Personal space: the behavioral basis of design*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Thornton, W. (1978). Anthropometric changes in weightlessness. In E.J. McCormick & M.S. Sanders (Eds.), *Human factors in engineering and design* (pp 453-482). New York: Mc Graw-Hill Book Co.
- Viel, E.; Esnault, M. (2000). *Lombalgias e Cervicalgias da posição sentada*. São Paulo: Manole.
- Zhao Jianghong & Tang Long (1994). *An evaluation of comfort of a bus seat*. Applied Ergonomics, Vol. 25, 386-392.