

### 3

## O CORPO APRENDE

### 3.1

#### **Ações para percepção, reorganização da estrutura do corpo e reeducação dos movimentos**

Neste capítulo descrevo e articulo uma série de experiências — algumas realizadas na docência em cursos de graduação em design e outras em palestras ministradas em aulas de professores convidados, quando utilizei abordagens corporais para promover o encontro entre os alunos e seus corpos. É importante ressaltar que o universo das experiências realizadas é muito vasto e que, aqui, são apresentadas e descritas apenas algumas dentre elas.

Em alguns momentos deste capítulo volto a referir-me à teoria que foi passada aos alunos no decorrer dos exercícios, para que eles tivessem a dimensão do que seria trabalhado. Eu os munia dos conhecimentos que constam nos capítulos 1 e 2; porém, aqui, insiro outros, novos, que não constam lá, por serem mais bem compreendidos pelo leitor ao vê-los próximos aos exercícios a que deram ensejo.

O objetivo das experiências é levar os alunos a perceber, buscar entender e trabalhar: a organização motora; a percepção da estruturação do indivíduo, das dimensões, direções e planos que nosso corpo ocupa no espaço; e a importância da organização e do arranjo estrutural na funcionalidade de seus próprios sistemas corporais. Com esse conhecimento — que, segundo Bertazzo (2004), possibilita o desenvolvimento integral do indivíduo —, os alunos estariam aptos a preservar e recuperar o bom funcionamento da mecânica original humana.

O caminho para interferir na conduta do dia-a-dia dos alunos e estimulá-los a aplicar tais conhecimentos em suas atividades profissionais é levá-los *a conhecer no próprio corpo* as relações que se estabelecem entre a estrutura corporal e o meio ambiente e a compreender o equilíbrio em relação à força gravitacional. Ocorrendo tal comunicação consigo mesmos, eles estariam aptos, então, a ampliar o olhar para o corpo do outro. E, no caso do designer, para o corpo do usuário.

Gradativamente, a cada aula os alunos entraram em contato com o próprio corpo e foram apresentados ao universo dos conhecimentos que compõem os estudos teóricos relatados nos capítulos anteriores, base para as

propostas sugeridas. Os conceitos apresentados foram discutidos a partir da experiência realizada e transitaram por aspectos objetivos e subjetivos, individuais e coletivos.

Para ilustrar a vivência em sala de aula, selecionei alguns exercícios que exemplificam o tipo de abordagem realizada<sup>64</sup>. Os exercícios levam os alunos a experimentar a possibilidade de usar os sentidos corporais como receptores dos conhecimentos referentes à estruturação corporal e sua coordenação motora.

Durante a realização de movimentos de reconhecimento das relações entre corpo e meio ambiente, criam-se algumas vezes acontecimentos em modulações de intensidade variada. Tais acontecimentos são capazes de mobilizar afetos, imagens e memórias que podem ser expressos e organizados no repertório de gestuais de cada aluno, possibilitando-lhe reconhecer também a existência de outros modos de agir, mais singulares, livres de modelos sociais e capazes de enaltecer seu potencial criativo de agir na vida.

Neste capítulo, em diversos momentos utilizo o tempo presente para falar sobre a metodologia aplicada. Trata-se de algo intencional, pois utilizo tal metodologia nas aulas que ministro.

O primeiro contato de cada turma com a proposta para o reconhecimento do próprio corpo é sempre muito especial. Os alunos reagem demonstrando estranhamento, revelando medos, desconfortos, dores, descrevendo imagens, lembranças, se abrindo em risos, risos e mais risos, à beira da euforia.

Na etapa seguinte, os risos se transformaram em curiosidade, suscitando a questão: “O que isso tem a ver com design?” A pergunta sempre abre espaço para o discurso já desenvolvido nos capítulos anteriores, que lhes é apresentado enquanto experimentamos os gestos sugeridos. No momento seguinte, os alunos passam à concentração, e então há alegria e confrontos nos contatos entre eles, como também restrições de alguns para com outros e aproximações.

Com essa metodologia, proponho no próprio corpo a vivência de noções de organização, equilíbrio, tensão, direção e unidade como princípios construtivos e formadores da estrutura humana. Sempre levo comigo um leque de possibilidades de técnicas de abordagem corporal, que, ao longo da prática, permitem experimentar posturas corporais, configurações em grupo, em duos, trios ou num coletivo em que os participantes se engajem. A cada instante pode ser necessário remodelar as propostas de trabalho, de acordo com a receptividade do grupo às propostas apresentadas e, individualmente, para o contato consigo mesmo e com os outros.

A percepção corporal e sensório-motora (ou seja: cinético-tátil) permite ao corpo tornar-se um meio de aquisição e apreensão do conhecimento. Este fato gera no indivíduo a capacidade de alcançar outra percepção da realidade e do próprio corpo dentro dela, diversa da que se adquire por meio do intelecto, da mente. Durante o reconhecimento corporal, os momentos de surpresa dos alunos adquirem diversas conotações e produzem múltiplas sensações, e por esse motivo é importante que a aproximação com os corpos dos participantes seja gradativa.

Solicito a eles, que estão em pé, que retirem os sapatos e dirijam sua atenção para o som mais distante que seus ouvidos conseguem captar. A cada respiração, eles devem trazer a atenção para mais perto de si, ouvindo os sons da sala, depois ao redor do próprio corpo, até chegar ao ponto de ouvir a própria respiração e os sons internos. Peço que coloquem os pés paralelos, levem a atenção para a articulação dos tornozelos, movimentem-se experimentando as diversas formas possíveis dessa articulação — pisando dentro, pisando fora, rotacionando o corpo a partir do tornozelo, reconhecendo a localização de cada articulação e de cada parte do próprio corpo no espaço gravitacional. Depois peço que movimentem os joelhos, os quadris, a região coxo-femural, tocando-a ao se mover, sentindo onde se encaixa o osso da coxa, o ílio-lombar, a cintura, o externo, a cintura escapular, o pescoço e o alto da cabeça.

Esses são movimentos de reconhecimento das articulações do corpo, exercícios de percepção da origem do movimento e do contrabalanço do peso que permitem perceber os pontos de equilíbrio, que mudam ao se passar de um lado do corpo para o outro. Depois pensamos em reconhecer essas articulações no espaço físico, suas possibilidades e restrições, bem como seu lugar geométrico.

Por meio do movimento e da experimentação no próprio corpo, imprimimos noções de peso, suavidade, unidade, equilíbrio, maleabilidade, possibilidade de repadronização quanto à geometria da estrutura corporal para uma forma mais equilibrada, e, portanto, *mais organizada* (aqui no sentido de arranjo).

Os alunos são estimulados a lembrar de suas imagens quando bebês e a tentar lembrar as diversas formas que os seus corpos já tiveram em cada etapa da vida. Simultaneamente, eles devem perceber que cada parte dos seus corpos contém registros dessa história, observação que os leva à percepção de que o organismo é um processo em transformação e autoconstrução contínua<sup>65</sup>.

Conduzo a imaginação deles a percorrer alguns momentos de suas vidas e a perceber que nossa estrutura corporal adquire vários contornos, de acordo com as emoções que organizam nossos corpos. Juntos, lembramos

que já congelamos de medo, que enrijecemos de raiva, derretemos de amor, de chorar, que nos expandimos na alegria. É importante que nossos corpos tenham a flexibilidade de ir e voltar desses estados emocionais, sem que se cristalizem em qualquer um deles.

O corpo funciona na gravidade de modo similar ao de qualquer estrutura física material, como, por exemplo, o de uma ponte. Quem já ficou preso numa ponte de longa distância durante um engarrafamento percebeu que há momentos de flexibilidade naquela estrutura, quando se sente que ela balança. Sem esse balanço, ou se ele se desse na frequência errada, a ponte se quebraria. Com o corpo humano não é diferente.

Considerando as emoções que se desenvolvem nas relações com o meio que nos cerca e com as outras pessoas, a necessidade de flexibilidade também se apresenta corporalmente, nos oferecendo a possibilidade de “passear” pelas emoções. Digo *passear* porque é necessário ao nosso corpo encolher quando entristecemos e derreter quando choramos, por exemplo, mas voltar ao estado de tensão na vertical. Ou se armar para “o ataque”, quando sentimos raiva, mas retornar ao padrão erétil, calmo, simples momentos depois.

Como vimos no primeiro capítulo, as atitudes de defesa e outras são parte de nossa corporalidade, mas fixar o corpo numa dessas formas de agir, fazendo dela um padrão constante, leva ao enrijecimento do caráter — e, ao mesmo tempo, ao enrijecimento das articulações e dos músculos; conseqüentemente, leva ao adensamento do tecido como um todo. A postura se cristaliza, fixando os tecidos desde os mais profundos até a superfície da pele. Ou seja: todas as fâscias se adensam e o corpo perde a naturalidade do movimento. Enfim, não existe padrão de postura ideal: o ideal é ter a flexibilidade de se deixar reorganizar a cada momento da vida.

Entender a geometria do próprio corpo auxilia na percepção de que existe uma dinâmica de coordenação da estruturação da forma geométrica do corpo. O *movimento fundamental*<sup>66</sup> que está na base do *movimento vivenciado* nos põe em contato com o mundo, com as pessoas e coisas que nele habitam.

Num segundo momento, convido os alunos à percepção da localização dos ossos e dos músculos da estrutura corporal por meio de imagens. Convido-os a percorrer, por meio do toque no próprio corpo, a localização do esqueleto ósseo. Os nomes dos ossos são mencionados, mas a ênfase está na localização deles, no seu desenho — ou seja, na forma dos ossos e músculos e suas funções. Por exemplo, na caixa torácica, ao pousar a mão no externo, reconhecemos um lugar, uma respiração, uma pulsão que

convida à respiração mais profunda. Deslizando os dedos pelo próprio corpo se pode reconhecê-lo pelo tato. E, por meio do tato, os alunos percorrem todo o desenho do externo, comparando seus corpos ao modelo-guia que lhes é mostrado.

Estas são algumas das orientações durante o exercício: colocar as duas mãos lateralmente nas costelas e, ao inspirar e expirar, sentir a ação dinâmica do ar entrando e saindo; perceber o espaço necessário para o bom funcionamento dos órgãos contidos na caixa torácica. Com isso, os alunos são estimulados a pensar o organismo como o descreve Keleman (op. cit.): um conjunto de tubos pulsando em diferentes intensidades e amplitudes. Os centros nervosos do cérebro, a medula, os ossos, os músculos, o estômago, o coração mexem-se em diferentes frequências de pulsação, dando origem a uma geometria de sensações e sentimentos. E, ainda, lembro aos alunos que cada estrutura corporal precisa de uma abordagem específica.

Como já foi mencionado, preocupei-me em situar os alunos quanto às leis físicas que regem o aspecto mecânico da coordenação psicomotora humana, como, por exemplo, o equilíbrio e o reequilíbrio constantes do corpo frente à gravidade. Tratam-se de informações simples quanto à estrutura do corpo e sua relação com o espaço físico. Uma delas, segundo Giordan, é sobre a necessidade de lembrar que “somos seres que habitamos um corpo material, constituído de dois terços de água. Todos os órgãos contêm água e a matéria cinzenta de nosso cérebro, que é o que nos permite pensar, é constituída de 80% de água” (Giordan in Morin, 2002).

O que mantém íntegros os nossos corpos, formados de vários elementos *empilháveis*, é a força gravitacional. O mesmo acontece com qualquer corpo material. Cito Maria Pia Scognamiglio:

Nós não vivemos realidades psicológicas, depois outra realidade física, depois outra realidade espiritual. Fisicamente, para viver todas essas realidades nós temos um só corpo, que é originado de uma só coisa, um líquido básico que tem a mesma composição que os oceanos, que é o nosso meio interno, esse corpo, então está seguindo as mesmas leis que o mar segue, tem a mesma composição química, tem as marés, tem a gravidade agindo, está no planeta, que gira em torno do sol, que tem magnetismo, tudo isso. Temos marés hormonais, que reproduzam estilos, idéias, marés viscerais, marés linfáticas, marés do sangue, máquinas para bombear isso tudo, o coração, os músculos ajudando o coração, as veias e as artérias levando e recebendo, e isso tudo não transmite apenas elementos físicos. Transfere também a nível energético tudo aquilo que somos, expressa informações

psicológicas, sensações a nível espiritual (Scognamiglio, 1997).

### 3.1.1

#### Desconstruindo a imobilidade

Desconstruí com os alunos a idéia comum quanto ao corpo humano ser estático, explorando o fato de que o movimento e os gestos do nosso cotidiano é que formam o corpo e o que o fazem existir. Esse movimento abrange desde cada uma das seqüências de microajustes executados por nosso sistema psicomotor para nos manter eretos, verticalizados e em posição bípede, até os gestos de andar, sentar, dormir, namorar e dançar, além daqueles que utilizamos em nossas tarefas diárias.

Apresento os ossos da espinha vertebral a partir de um modelo da coluna vertebral rígido existente no mercado, modelo que, embora nele seja impossível demonstrar o movimento, é bastante eficaz para o reconhecimento de nossos ossos vertebrais.



**Figura 49.**

Reconhecimento dos ossos.

Uma coluna vertebral construída como a representada na foto, rígida, leva à compreensão de uma rigidez e uma estaticidade que não correspondem à forma construtiva e sua dinâmica nas relações com a força externa da gravidade.

Uma vez que a metáfora<sup>67</sup> é conformadora do pensamento e que o nosso cérebro se utiliza de imagens nos processos cognitivos, explico aos alunos a necessidade de trocar a palavra *coluna* pela palavra *espinha*, pois *coluna* remete a algo rígido, forte, que sustenta, que apóia; um pilar.

Tendo as pessoas se sensibilizado para a percepção do próprio corpo e para as relações que se estabelecem entre os sistemas estruturais que organizam a corporeidade, eu as convido a pensar como seria aplicar esse conhecimento ao propor posturas dinâmicas no design de objetos.

## 3.2

### Ainda alguns conceitos

A percepção espacial é fundamental para o reconhecimento dos planos que o nosso corpo utiliza na sua tridimensionalidade e a localização do sistema músculo-esquelético no próprio corpo é essencial para a sua reestruturação, pois o auxilia a organizar o pensamento que desenha uma atividade neural e motora. Ou seja, a percepção espacial organiza o movimento.



**Figura 50.**

Técnica de desenhar os músculos no corpo, para reconhecer, localizar, visualizar geometria, origens, inserções e funções.



**Figura 51.**

Demonstração da mobilidade da espinha vertebral em rotação escoliótica por meio de modelo.

As mudanças nas formas de ver e pensar o corpo que originam formas e técnicas de transformá-lo em busca de melhor funcionalidade global e os estudos e trabalhos mais recentes nesse sentido utilizam as bases da coordenação motora da psicodinâmica do ser humano para a reeducação do movimento.

*Reeducação:* não simplesmente *educação*, porque os movimentos básicos de nossa vida — andar, sentar, dormir e fazer a maioria das atividades que compõem o nosso

cotidiano — já foram apreendidos em nossa infância (quando a base de nossos conhecimentos se dava a partir de uma hierarquia no corpo que informava ao cérebro).

Nas ações que exigem o aprendizado de uma técnica nova utilizamos o córtex, parte pensante do cérebro, pois precisamos racionalizar cada passo que constitui uma ação<sup>68</sup>.

Depois de apreendido, o movimento torna-se “automático”, sendo então processado pelo cerebelo, parte do cérebro que comanda os movimentos involuntários. Isto nos permite conversar e pensar em qualquer outra coisa enquanto dirigimos<sup>69</sup>, por exemplo. Logo, para reaprender um movimento já automatizado é preciso trazê-lo à percepção cortical e reeducá-lo.

À medida que os movimentos que constituem uma ação passam a ser coordenados pelo cerebelo, elas incorporam-se ao nosso gestual diário. O mesmo acontece com atividades como sentar, andar, ficar em pé, que, apreendidas por nossa inteligência corpórea há anos, já não nos pré-ocupam.

Na posição sentada, as pessoas costumam “largar” de qualquer modo o corpo sobre a cadeira: para mudar movimentos e hábitos como esse, é preciso trazê-los novamente ao córtex, para que sejam revistos e reaprendidos: é aí que entra o trabalho de reeducação dos movimentos.

Para repadronizar a dinâmica corporal é necessário repetir o gesto diversas vezes, criando, aos poucos, automatismos mais coerentes e em sua percepção construindo imagens mais corretas do próprio corpo.

A repetição de uma postura que acessa consciência para a coordenação do movimento denomina-se RPG – Reestruturação Postural Global de Engramatização<sup>70</sup>.

### 3.3

#### Em sala: experimentos

Para apresentar aos alunos algumas dessas formas de pensar e tratar o corpo, paralelamente ao curso ministrado por mim, foi organizado um ciclo de oficinas com palestras e aulas práticas ministradas por professores convidados<sup>71</sup>. Nessas oficinas, foram apresentados os seguintes temas (pelos seguintes professores): *Osteopatia: posicionamento dos ossos no espaço gravitacional*, por Luciana Pimentel; *Organização do tecido profundo*, por Maria Pia Scognamiglio; *Técnicas de Alexander*, por Laura Mariani; *Movimento, saúde feminina e danças árabes*, por Maira Mattar; *Movimento em duo e equilíbrio*, por Omri Breda numa das etapas, e pela dupla Claudio Parente e Dani Castro em outra; *Contato e improvisação*, por Marina Dain;

*Movimento e técnicas de teatro*, por Stela Freitas; *Técnicas do teatro antropológico* Jerzy Grotowsky, por Ana Paula Jones; *Trabalho com registros emocionais no corpo*, por Sonia Magalhães, e *Cinesioterapia*, por Isaura Magina<sup>72</sup>.

O conjunto de todo o trabalho desenvolvido é guiar o corpo à consciência quanto às próprias possibilidades naturais do movimento e quanto à influência que a gravidade exerce sobre ele. Essas práticas expõem ao aluno possibilidades de soltar o arranjo compensatório do tecido conjuntivo e de visualizar a transformação e repadronização (geométrica) de sua corporalidade para uma estrutura mais organizada. Além disso, possibilita que essas informações sejam acessadas durante o processo projetual, interferindo de maneira apropriada nas relações estabelecidas entre as pessoas e os objetos.

Ao longo do processo, a cada exercício proposto nos grupos observei que os corpos dos alunos eram afetados: alguns já não criavam resistências, outros adquiriram uma confiança construída pelos desdobramentos que se produzem a cada nova experimentação. Tratam-se de exercícios para sentir peso, contrapeso, confiança, organização, equilíbrio, no próprio corpo ou manipulando bolas, bambus, tecidos e outros objetos relacionais, a fim de diminuir as forças antagônicas ao alinhamento vertical do corpo.

Quando falamos de movimento, não estamos nos referindo a uma atividade física como correr na esteira, dar voltas no quarteirão ou fazer musculação. Estamos falando de coordenação dos gestos de nossa vida. (...) O aparelho locomotor precisa, sobretudo, de uma vasta experimentação, para que venha a constituir-se numa autêntica “fábrica de gestos”, que por sua vez influenciará o desenvolvimento do aparelho neurológico. A prática da coordenação motora nunca deveria cessar, assim não deve cessar a evolução intelectual. É essencial no crescimento de crianças e do jovem, e na manutenção da saúde do adulto (Bertazzo, op. cit.).

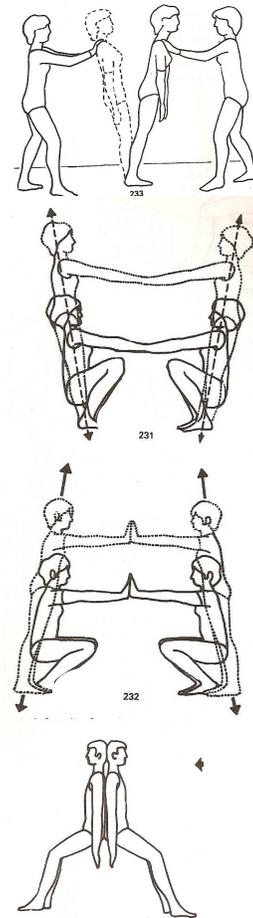
### 3.3.1

#### Percebendo apoio e equilíbrio

Em determinado momento do curso, e para experimentarmos o que é um sistema vivo, damos as mãos em roda e executamos movimentos continuados e interdependentes de tensão e contração. Cada pessoa tem sua importância, para que o círculo possa se mover em conjunto e harmonia. A seguir, experimentamos o mesmo movimento dois a dois, e depois em trios, buscando diferentes tipos de apoio equilibrado.

Nesses movimentos, é importante observar a intensidade do toque na aproximação corporal, pois um simples *encostar* pode se transformar num empurrão e machucar o outro. Durante o experimento lembrei aos alunos que cada corpo é uma história e que em sua forma estão registrados os sentimentos vivenciados até o momento, e que é imprescindível respeitar a história de cada um — o que, no exercício, se traduz em cuidado no toque realizado no corpo alheio. É importante ressaltar que as experimentações são moduladas de acordo com a abertura do grupo e pelas infinitudes de afetos e sutilezas que os encontros possam suscitar.

“Eu não gosto de tocar nas pessoas”; “Eu adoro esses exercícios em grupo”; “Eu me lembro da minha infância”; “Este lugar do meu corpo (a garganta) não deixa ninguém tocar!” As frases são alguns dos comentários reveladores de que os processos são únicos e muito variáveis. Os processos revelam também que, embora a minha intenção fosse levar o olhar dos alunos à geometria que o corpo estabelece, o contato com o próprio corpo sempre remete a excitações, alegrias, tristezas, ansiedades e angústias, entre outras manifestações corporais provenientes de posturas culturais.



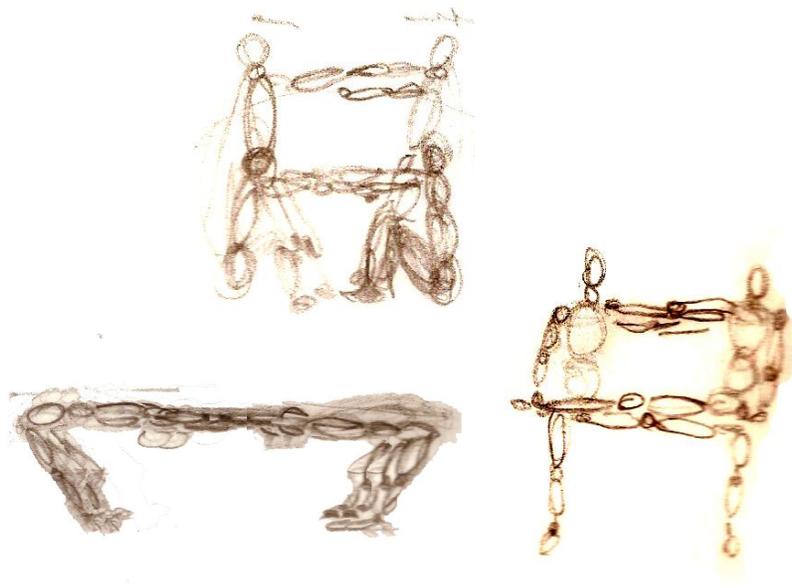
**Figura 52.**

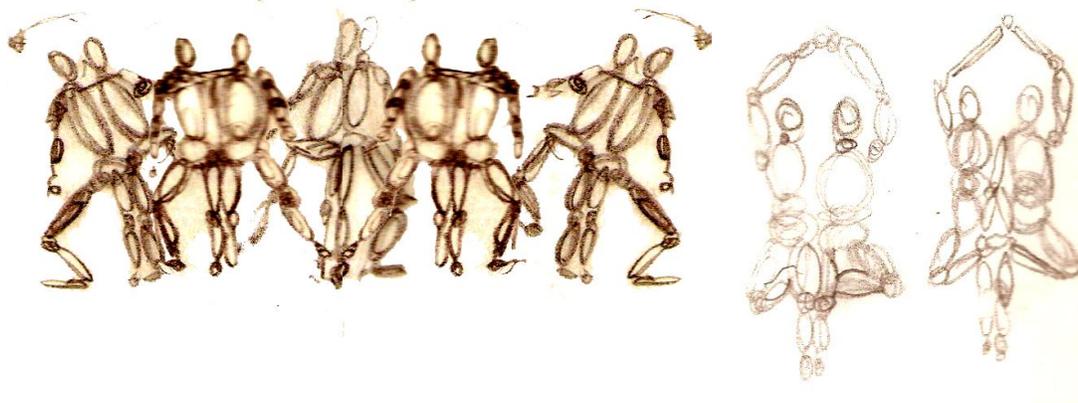
Experimentando tensão em duo.



**Figura 53.**

Experimentando tensão em duo.





**Figura 54.**

Experimentando tensão em duo.

### 3.3.2

#### Modelando a si mesmo

O exercício descrito a seguir foi adaptado do livro *Eutonia, um caminho para a percepção corporal*, de Guerda Alexander (1983) e seu objetivo é levar os alunos a, modelando no barro a própria imagem, conduzir a atenção para si mesmos, percebendo o espaço próprio interno, e, o limite entre o interno e o externo. Assim, sentados em posição confortável, de olhos fechados, modelando argila, eles moldavam a própria estrutura a partir das sensações, do contato consigo mesmos, a atenção levada ao espaço interno do corpo.

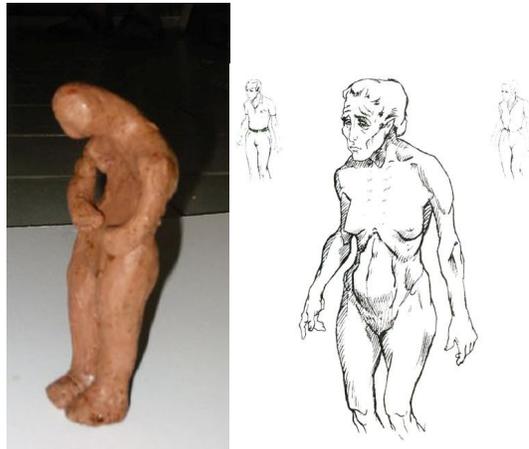
Levar a atenção para o pé direito, para o pé esquerdo, ambos, a sola dos pés, o contato com o chão, sentir os dedos, os 10 artelhos, o calcanhar, o dorso, a parte anterior do pé, os tornozelos, a tibia e o perônio, a barriga da perna, os joelhos e as coxas até a articulação do quadril. Partindo do quadril, tomamos consciência do contato com a superfície do assento e em conexão com a pelve e o espaço abdominal, até chegar ao tórax, tomando consciência das duas metades da caixa torácica com o esterno e das inserções das costelas nas vértebras, do espaço entre as duas articulações entre os braços e as escápulas, das axilas em conexão com os braços, cotovelos, antebraços, mãos, pulsos e dedos, igualmente do espaço dos ombros em conexão com o espaço do pescoço e a cabeça, boca e garganta, os maxilares superiores e inferiores, incluindo língua, palato duro e mole, o céu da boca e parte

posterior da cabeça em conexão com o nariz e as órbitas oculares, a calota craniana e o couro cabeludo (Alexander, 1983).

Os resultados mais representativos dessa vivência estão nas figuras abaixo, em que as formas modeladas em argila coincidem com alguns dos modelos apresentados por Keleman (op. cit.) para representar a *estrutura inchada*, a *estrutura em colapso* e a *estrutura congelada no medo*.



**Figura 55.**  
A estrutura inchada.



**Figura 56.**  
A estrutura em colapso.



**Figura 57.**  
A estrutura congelada no medo.

### 3.3.3

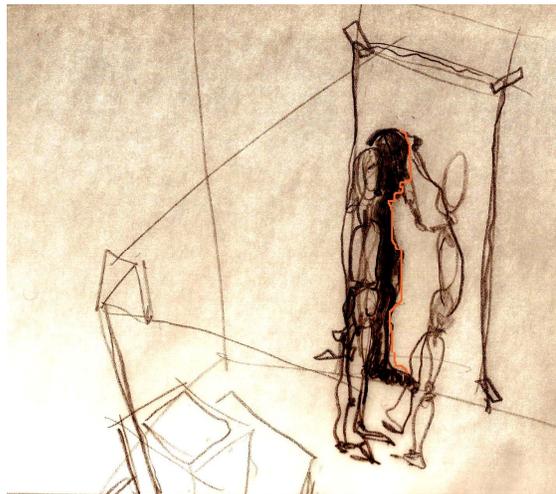
#### Projetando o equilíbrio na postura ereta

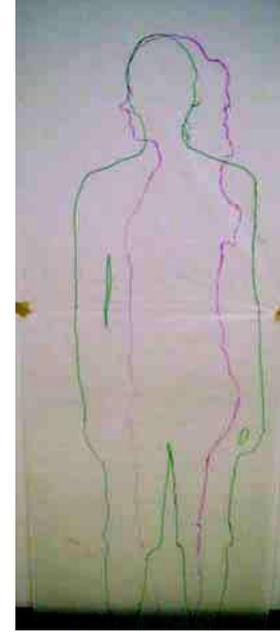
O experimento descrito a seguir teve o objetivo de levar os participantes a perceber que o corpo forma um volume dinâmico cujo equilíbrio está em sua própria organização.

O caráter do equilíbrio é ser instável, próximo ao desequilíbrio. Como o fiel de uma balança, o corpo se relaciona com a gravidade da Terra, estando os músculos em contínuo estado de tensão, prontos para o reequilíbrio que mantém a atividade, o movimento.

Mecanicamente não existe *postura estática*: estamos sempre num jogo de tensões com a força da gravidade. Mesmo parados, envolvidos numa atividade de raciocínio, ocorrem modificações constantes em nosso tônus muscular. Como explica Bertazzo (op. cit.), aqui os movimentos são entendidos “não apenas como deslocamentos no espaço, mas também como modificações de tônus muscular, ou seja, de contrações musculares leves e contínuas deslocando-se de um grupo muscular para outro, de um segmento do corpo para outro”.

Para a realização do experimento em sala, um retroprojetor foi colocado voltado para uma parede, na qual fixamos uma folha de papel-manteiga. Entre o papel e a luz emitida pelo projetor, o aluno ali posicionado tem sua sombra projetada no papel-manteiga: um colega, então, contorna com hidrocor sua silhueta. Nessa ação, o colega (que desenha) percebe que o corpo do aluno aparentemente parado está, na verdade, executando um movimento pendular e pede: “Fica parado!”, sendo que o modelo responde: “Eu estou parado”.



**Figura 58.**

Com isso, ambos percebem que não ficamos estacionados em postura estática em momento algum. Estamos sempre pendulando, e isto ocorre porque qualquer postura que tivermos que manter por muito tempo faz o nosso corpo doer.

Nesse ponto do curso são apresentados ao participante os padrões posturais encontrados em Keleman (op. cit.). Em textos e imagens, o autor indica comportamentos sociais (também em família) que levam as pessoas a assumir determinados padrões emocionais que estruturam as posturas corporais.

Então, logo após todas as silhuetas dos alunos terem sido desenhadas, cada um irá procurar reconhecer seu próprio padrão nas imagens de Keleman, e verificar nos textos quais são ou foram as atitudes que, ao longo do seu processo de vida, os levaram a estar (no momento) com o padrão postural da silhueta desenhada.

É importante lembrar que não há a intenção de rotular padrões posturais, mas possibilitar às pessoas uma leitura e uma identificação das cadeias musculares que utilizam para manter a postura ereta.

A possibilidade de os padrões psicomotores serem modificados está diretamente ligada ao reconhecimento das atitudes que os desencadeiam. Segundo Schumacher, a liberdade de uma pessoa reside na possibilidade de ela mudar sua própria natureza e na consciência de si mesma. Para o autor, quanto maior a consciência, menor será sua fixidez e maior será a plasticidade de sua natureza. A sábia ação engloba a compreensão e utilização desta integração entre

corpo e intelecto na conduta diária da vida e permanece como uma das tarefas principais do ser humano (Schumacher, 1977).

Por meio desse experimento, pude perceber que a silhueta enfatiza o espaço ocupado pelo corpo em sua dinâmica, eliminando detalhes que distraem o olhar<sup>73</sup>. Isto nos facilita a levar o olhar para a geometria que cada corpo ocupa no espaço físico, a fim de visualizar sua organização, orientação, tensão e unidade, e a constatar que não há postura ideal para os seres humanos: todos ficamos em posição vertical, mas a individualidade se fundamenta na variedade de formas e posturas que assumimos.

De modo geral, as pessoas não se reconheceram nas silhuetas desenhadas e se surpreenderam ao saber que *aquela* era a silhueta que lhe correspondia. Essa constatação durante o experimento me fez perceber que a auto-imagem é muito mais subjetiva do que eu imaginava, e a suscitar a hipótese de que a imagem que vemos no espelho não corresponde à forma volumétrica que nosso corpo desenha quando projetado em unidade.

A partir desse exercício surgiu a necessidade de registrar a imagem projetada, para que as pessoas pudessem se ver, e a importância de registrar a diversidade e a plasticidade das formas em que nossos corpos podem se organizar originou o próximo experimento.

### 3.3.4

#### **Corpo que se vê: organizações corporais**

Através das sombras projetadas, podemos possibilitar às pessoas se verem. Segundo Piret e Béziers (op. cit.), é preciso (com a participação da pessoa) modificar a imagem que ela tem de seu corpo e fazer com que adquira uma nova maneira de utilizá-lo.

A importância de organizar uma forma das pessoas verem suas próprias organizações corporais está no fato de que, do ponto de vista do corpo psicomecânico, o alcance mecânico da leitura e da análise psicocorporal conduz à noção de assunção psicológica e (sobretudo) física de um terreno que não se deve deixar inculto. O corpo psicomecânico deve ser limpo, cultivado, corrigido e gerido com a ajuda da conscientização sobre si mesmo e de um trabalho corporal.

Esse terreno tem seus pontos fortes e fracos em cada um de nós, mas não estamos reduzidos necessariamente a nos submeter àquilo que incorporamos do sistema cultural. Podemos compreender e “nascer” a cada dia. Cabe a nós

escolher se nos submetemos a um destino ou se realizamos um projeto de nós mesmos (Godelieve, 1995).

Segundo Merlino (2005), o esquema corporal pode estar integrado funcionalmente ao seu ambiente e até mesmo incorporar objetos em sua operação. A autora exemplifica mencionando o martelo na mão do carpinteiro, os patins nos pés do patinador, a raquete na mão do tenista. Nessas circunstâncias, a percepção do limite do corpo vai acabar na ponta dos dedos, mesmo quando um esquema particular possa se projetar e incluir o martelo que está na mão.

Agregados como próteses aos seus corpos, os objetos podem ser incorporados à imagem corporal. As roupas que vestimos ou o automóvel que dirigimos, por exemplo, podem afetar a maneira como nos vemos e a nossa imagem corporal. Outro exemplo citado pela autora são as distorções quanto à própria imagem corporal<sup>74</sup>. Aspectos sociais e culturais também podem levar a pessoa a se sentir insatisfeita com o próprio corpo pelo fato de ele não se encaixar no padrão cultural de beleza ou de força da sociedade a que pertence.

Para pesquisar sobre esse ponto, decidi projetar a sombra das pessoas e registrá-las em fotos, flagrando a diversidade de caminhos que os corpos humanos escolhem para se manter bípedes. Nesse experimento, foi possível constatar que o corpo adquire as formas mais variadas, produzidas a partir de gestuais de interações e relações com o meio (entre as interações, a que é realizada com a força física da gravidade), com os objetos, com as outras pessoas e consigo mesmo. Na primeira etapa do experimento foram fotografadas 87 pessoas, e, na segunda etapa, 186 pessoas<sup>75</sup>.



**Figura 59.**

Registro dos fenôtipos.

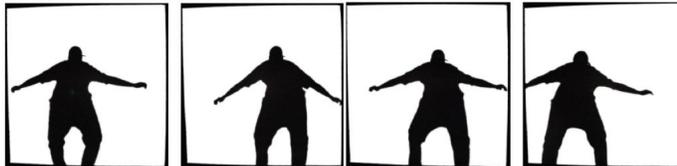
Ao observar as silhuetas registradas, numa análise qualitativa podemos notar alguns padrões de eretibilidade e comportamentos corporificados e percebemos que a maioria de nós age assimetricamente.

Quando vistas por meio de suas sombras, as pessoas são iguais no que se refere à raça e idade. Vimos corpos de 50 anos com estruturas iguais às de uma criança e corpos de 20 anos com estruturas parecidas com as dos idosos. Embora sem rostos, as sombras nos permitem enxergar detalhes estruturais impossíveis de ser vistos na imagem real, a olho nu.

Os gestos registrados surpreendem. Alguns são únicos, originais, outros se deixam atravessar pelos ritmos e gestos de outras pessoas, pelos gestos propagados pela mídia. Na foto abaixo, vemos meninas que demonstraram bastante timidez na hora da foto. Estavam sem saber em que pose ficariam, riam, riam muito, até que optaram por escolher signos da mídia para se expressarem.



**Figura 60.**  
Modelos.



**Figura 61.**  
Modelo fazendo dança do siri, divulgada pela mídia durante os Jogos Panamericanos no Rio de Janeiro.

Eles nos permitem perceber que não existe um comportamento biológico puro, nem um comportamento puramente cultural<sup>76</sup>.

Na gestualidade própria de cada pessoa que participou do experimento, os objetos são prolongamentos de seus corpos, uma vez que se fazem perceber mesmo quando ausentes. Significa que, mesmo sem os objetos que utilizam no cotidiano, alguns destes estão impressos nos gestos, na forma de seus corpos, nas posturas que escolhem para se significar em cada foto.

Podemos concluir que o corpo é conteúdo e contingente, é significado e significante, e que permite se *designificar* e/ou se *resignificar* a cada instante, num processo co-evolutivo nas relações com o meio ambiente, com os objetos e com as pessoas. Nessas relações o corpo se forma, se conforma.

Os padrões estruturais percebidos nas formas corpóreas nos indicam caminhos para leituras corporais, mas não nos dizem sobre as subjetividades que aqueles corpos podem alcançar — ou até alçar vôo.

A subjetividade perceptível nos gestos fotografados foi uma feliz surpresa, e me fez entender que os conhecimentos utilizados na leitura corporal podem apenas indicar caminhos a serem estudados, nunca rótulos aplicáveis a todas as pessoas e casos. A inteligência astuciosa está sempre presente para subverter as regras, as normas e para nos dar asas — para mostrar podemos voar, se o tentarmos.

Alguns autores nos ajudam a perceber o corpo como ator central da comunicação estabelecida no ambiente onde ele se insere. Gil aponta que o corpo é onde se operam metamorfoses, pois ele permite transformações de energias e permuta de códigos. Ele permite se significar, designificar e se recodificar. O corpo é o meio de transformações internas em si mesmo, e externas, em troca constante com o ambiente, do qual é conteúdo e contingente, é significado e é significante, nos levando sair da dicotomia do que é natural, do que é cultural, do que é psíquico, do que é corporal, do que é individual e do que é coletivo.

Para o autor, por um lado, os gestos são individuais e únicos, de cada pessoa, no que se refere às funções mais imediatas e mais vitais do homem — como a nutrição, a reprodução, as excreções, as percepções —; e, por outro, comunitários, no momento em que se deixam atravessar pelos ritmos de todos os outros. O corpo comunitário implica uma vivência do corpo singular não separado das coisas e dos outros corpos. A estrutura do indivíduo não é a de um *eu*, com um corpo distinto — com seus órgãos, pele, a sua afetividade, os seus pensamentos separados do resto da comunidade — mas sim a de um corpo em comunicação com toda a natureza e toda a cultura, tanto mais singular quanto mais se deixa atravessar por forças sociais e naturais.

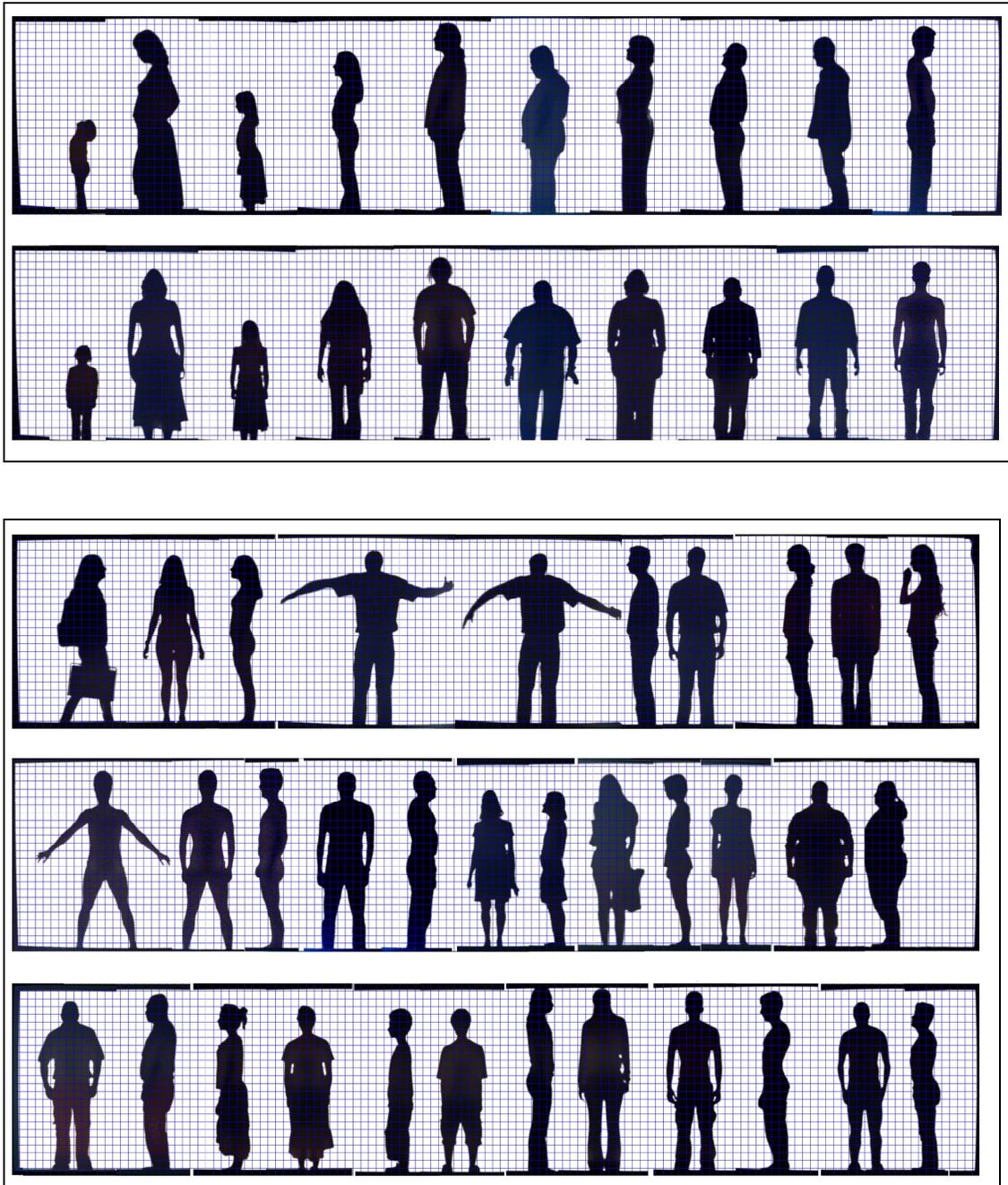
A dimensão extensiva do afeto, que está na base da gesticularidade do corpo, não é passível de ser capturada pelo sistema de signos. Não existe como representar a multiplicidade e singularidade da forma humana (Gil, 1997).

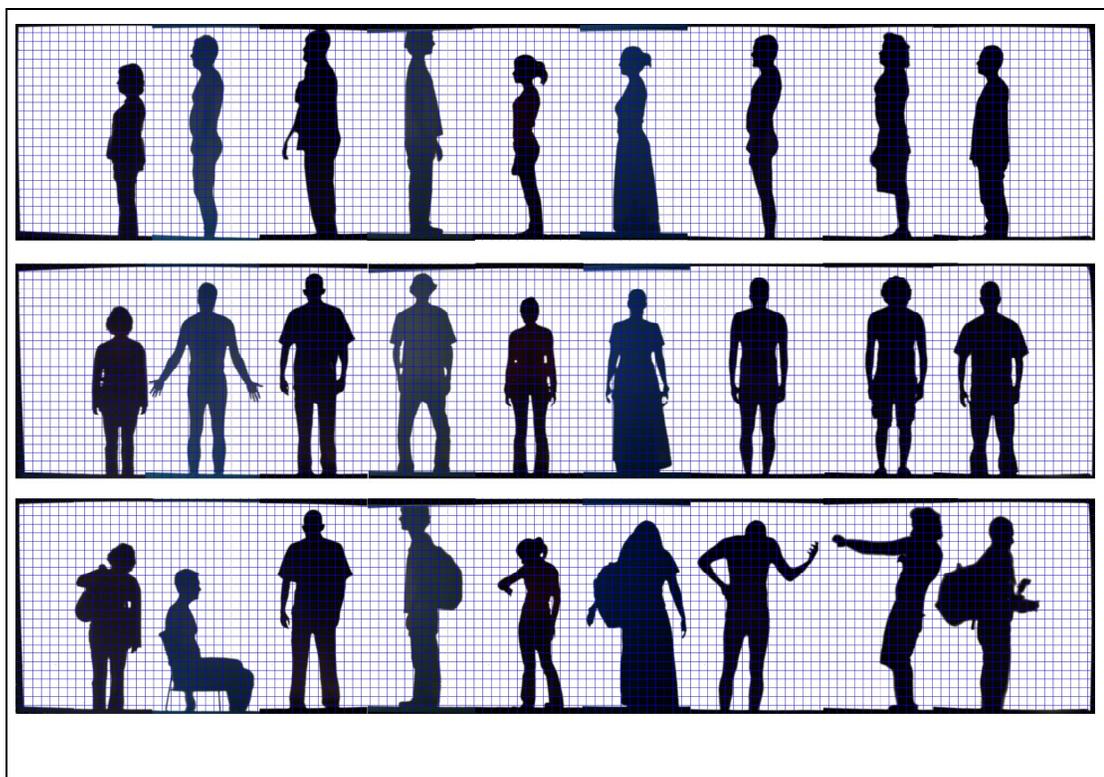
Nós nos perguntamos: como criar um modelo mais harmônico com a gística humana para a atividade de projeto, que necessita de modelos?

O material registrado nos mostra a riqueza e a plasticidade das formas corporais, plenas de informações que dizem respeito a uma infinidade de relações humanas, e, portanto, sociais e culturais, que em nada se parecem com os modelos de corpo humano utilizados para projetos de objetos, os quais são simétricos, possuem um abdômen forte e as partes que compõem o sistema locomotor não se movem

*em consequência* uma das outras, pontos que estão na base da contextualização que envolve esta pesquisa.

Seguem alguns registros da diversidade de formas que os corpos humanos podem escolher para se postar equilibrados na força gravitacional.





Ao apresentar as imagens das sombras aos modelos, são anexadas a elas algumas formas de leituras e sugestões para a leitura corporal, como no texto a seguir:

Levar o olhar para a geometria que o seu corpo ocupa no espaço físico, a fim de visualizar organização, orientação, tensão e unidade.

Como você está em pé agora, lendo esse texto? Seu queixo está para cima e o alto de sua cabeça para trás? O seu peso está dividido entre as duas pernas? Ou está mais de um lado que de outro? Os seus joelhos estão direcionados para frente ou para os lados? O seu quadril está projetado para frente, para trás ou para o lado? E suas costas? Está tensa? E os ombros? Solte-os! Respire! Você sente dores e ou cansaço nas articulações? Problemas digestivos? Como está sua tensão na região abdominal? Sua respiração está fluida? Suas narinas estão para baixo ou para cima?

Levar o olhar a procurar compreender em sua forma corporal o percurso do seu movimento, desde a previsão genética até sua efetivação na relação com os objetos, com os espaços vivenciados no nosso cotidiano e com os outros seres, cuja forma final é a forma de seus corpos.

Os sentimentos acessados acima estão relacionados aos gestos de uso de algum objeto de uso cotidiano? Estão relacionados com emoções vivenciadas? Quais atitudes são heranças genéticas?

3. Levar o olhar para uma abrangência de visão que o conduza a perceber e a entender a forma do corpo, seu gestual e ações como o resultante da sua vivência, física, emocional, mental, psicológica e espiritual. O reconhecimento abrangente da estrutura humana inclui não só a pessoa física, mas também a personalidade psicológica — comportamentos, atitudes. Nosso sistema de movimento é psicomotor.

Quem é responsável pela sua auto-imagem? Você? Sua família? Seus amigos? Que hábitos posturais e características de um movimento são pessoais? Quais os aspectos são comuns aos seus parentes? Há uma forma de movimento advinda de um comportamento emocional.

Observar o aspecto global do corpo mediante o fator equilíbrio na gravidade, procurando entender a organização, orientação, tensão e unidade.

**Figura 62.**

Sugestões anexadas às imagens corporais para a leitura e observação da geometria de si mesmo.

### 3.4

#### Uma visão estrutural e ilustrativa da dinâmica tensegrity humana

##### 3.4.1

#### A malha da vida

Ter uma *visão estrutural* é antes de tudo possuir um olhar para a geometria das formas e suas leis naturais de formação que estruturam as organizações materiais. Neste capítulo, a intenção é focar ainda mais o aspecto construtivo das estruturas vivas, como uma forma de olhar a estrutura humana.

Segundo Bueno (2008), *interação* é um termo-chave, proveniente da física, que se refere a ações recíprocas entre elementos que se influenciam e, por isso, se transformam, modificando seu comportamento e/ou sua natureza.

O conjunto de inter-relações constitui uma unidade complexa da natureza organizadora ou sistema, como vimos no primeiro capítulo. Bueno cita Platão que, em seus *Diálogos* (no *Timeu*), discutindo a constituição da matéria, afirmou que a organização desta se inicia nas

particularidades mais diminutas, com a forma de triângulos retângulos que formam uma malha, depois se combinam aos pares, formam triângulos isósceles ou quadrados. Depois, conforme sua complexidade organizacional, a matéria se junta em corpos regulares da geometria dos sólidos — os cubos, tetraedros, octaedros e icosaedros, até formar uma esfera.

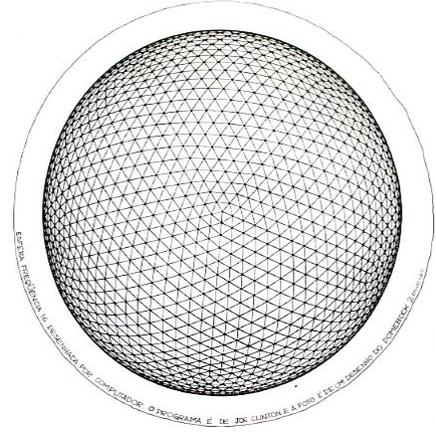
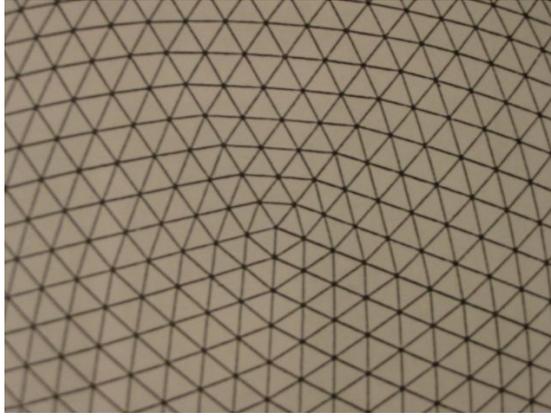
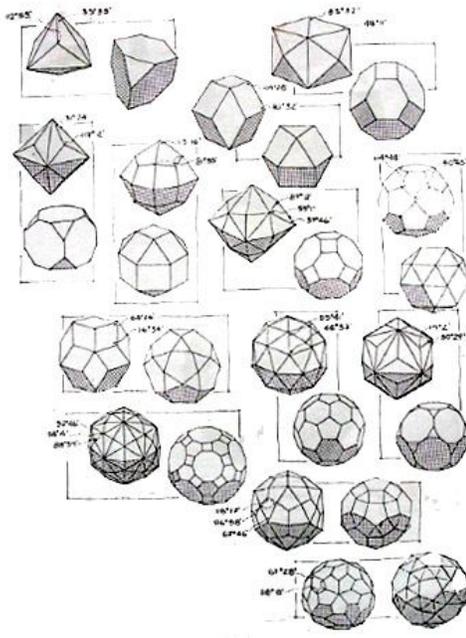
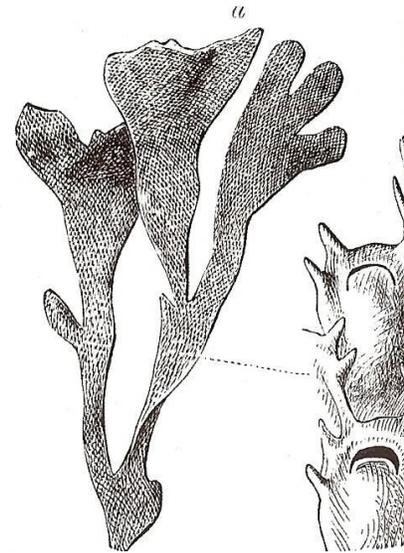


Figura 63.

Malha de triângulos Lotufo & Lopes, s. d.



Lotufo & Lopes, s. d.



Darwin, 2008.

Figura 64

Sólidos e estruturas naturais compostos a partir dos triângulos.

Bueno explica que essas formas geométricas expressam leis naturais, isto é, a ordem central inerente aos processos materiais. De acordo com o autor, em biologia se sabe que o DNA constitui um reservatório adequado para a transmissão de informações referentes à morfologia e às funções dos seres vivos. Sua forma espiralada em dupla hélice representa uma estrutura fundamental para toda a biologia e desvela a *importância da forma* desde o nível de complexidade mais elementar dos seres vivos. “Não existe vida sem a espiral. Ela é a transição, a transformação. Se não houvesse o movimento espiralado, as flores não se abririam, as galáxias não existiriam” (Pompéia apud Rosnay, 1997).

Segundo Rosnay, com a repetição de formas geométricas em proporções harmoniosas, cria-se uma série de espirais, que são a essência da vida. O embrião humano é também uma espiral, que vai se virando dentro do útero, num movimento espiralado, até nascer, assim como um broto de samambaia.

Joel Rosnay apresenta exemplos de organizações complexas que se formam a partir de leis simples; usa como exemplo as estruturas fractais. Segundo o autor, uma estrutura fractal é uma estrutura cuja resolução permanece coerente em diferentes graus ou níveis de observação. Em outras palavras, ela é construída com desenhos repetitivos que se reorganizam em diferentes níveis para produzir uma forma que conserva uma estrutura de base análoga.

Assim acontece com um feto, um cristal, uma encosta rochosa vista de avião ou observada em escala humana. As formações dos cristais de rocha e de gelo, a estrela do mar, a rosa, a petúnia, o jasmim-estrela, a teia de aranha, os rabos dos cavalos marinhos, os furacões, as asas de borboleta, a foz de rios, as cadeias de montanhas ou os relâmpagos, como também a constituição do corpo humano são exemplos que Rosnay apresenta para representar a natureza fractal das formas naturais (Rosnay, 1997).

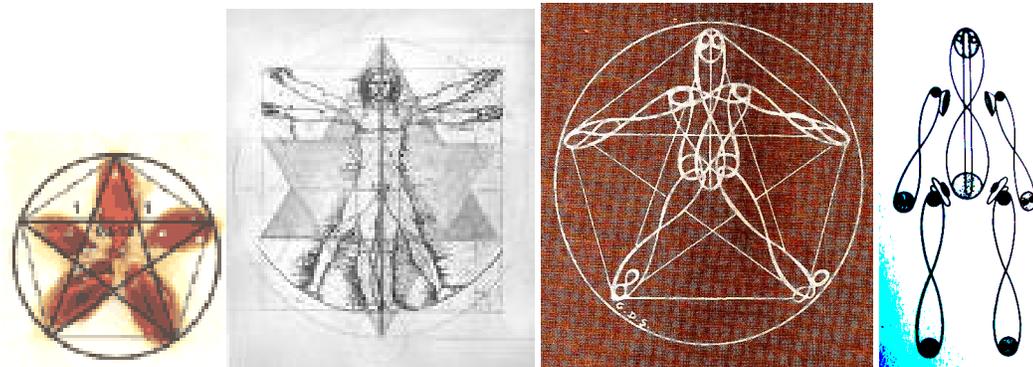


Figura 66.

Estudos de uma maçã; do corpo humano por Da Vinci; de Godelieve Struff, (op. cit.) e do movimento espiralado por Piret e Béziers. (op. cit.).

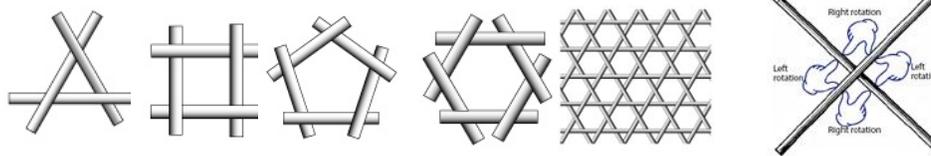
Os nossos movimentos de braços e pernas são espiralados; o nosso erguer é espiralado (como vimos no primeiro capítulo) nas unidades de coordenação apresentadas por Piret e Béziars (1992), nos padrões de comportamento apresentados por Godelieve (1995), onde as formas de agir se expressam entre o espiralado para fora e o espiralado para dentro, ou em volta do próprio eixo, ou ainda uma parte do corpo para fora e a outra para dentro.

Entende-se por modelo holográfico um modelo geométrico em que se reúnem partes (holons) organizadas para a formação do todo.

As ligações comunicacionais existentes entre os hólons funcionam como um autêntico cimento organizacional assegurados da coesão das partes. Dessa forma um organismo pode ser entendido como uma rede conectiva energética e informacional (Bueno, 2008).

Os estudos de Kenneth Snelson<sup>77</sup> sobre a estrutura trançada — que o levaram a afirmar que a cestaria é a mãe das estruturas tensegritys — iniciam-se pelas ligações entre as partes que, segundo Snelson, revelam de modo bastante direto as propriedades universais da geometria das estruturas naturais.

Snelson explica que dois filamentos que se cruzam formam um X, onde dois ângulos são criados em suas diagonais; na dinâmica do sistema, um dos ângulos cria um giro para a direita e o outro, simetricamente, para a esquerda. Segundo o autor, esses giros são o equivalente ao magnetismo, com suas polaridades norte e sul formando uma dualidade que ocorre em cada cruzamento, um fenômeno helicoidal que determina como conectá-las a um outro cruzamento.



Ângulos formados pelos X indicam o sentido do movimento articular.

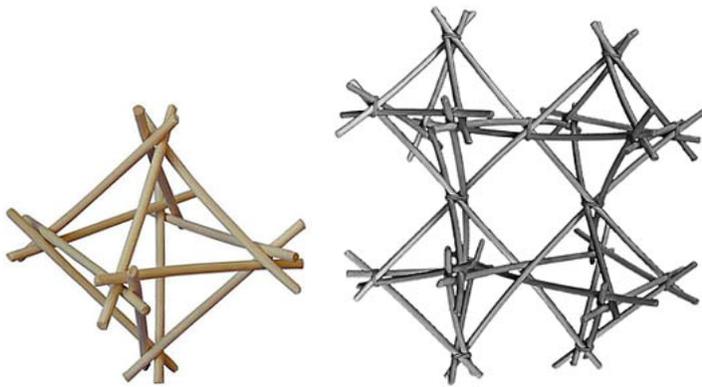
**Figura 65.**

Exemplos de cruzamentos encontrados na trança de cestarias.

(Kenneth Snelson, op. cit.)

A tridimensionalidade da malha é representada pelas tramas feitas a partir da repetição dos triângulos que as formam, como já vimos; mas, nos estudos de Snelson, elas

perpassam os vértices, se prolongando, para se conectarem à outra, e assim por diante.

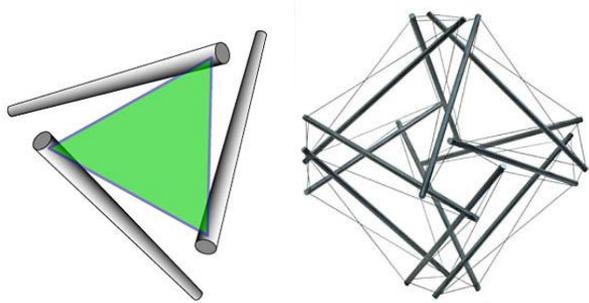


Octaedros interconectados numa organização estrutural nascida da trama da cestaria.

Exemplos de cruzamentos encontrados na trança de cestarias. (Kenneth Snelson, op. cit.)

**Figura 68.**

A partir desses cruzamentos que se prolongam, Snelson descobriu uma cestaria tridimensional cujos prolongamentos foram mais tarde unidos por cabos flexíveis e tensionados, cabos estes que mantêm a estrutura coesa sem que as hastes que os formam necessitem se tocar para organizar a forma.



Unindo os prolongamentos das hastes com cabos flexíveis, formando uma estrutura tensegrity.

**Figura 69**

Estrutura tensegrity

As estruturas em *tensegrity* são definidas por Ripper<sup>78</sup> como estruturas cujos elementos são organizados no espaço de tal maneira que, independentemente dos esforços a que estejam submetidas, uns elementos são rígidos e descontínuos e estão sempre comprimidos, enquanto outros compõem uma rede contínua de cabos sempre tracionados. Essa organização — que forma um campo contínuo de

trações em compressões em constante equilíbrio — vem servindo para explicar as estruturas mecânicas (estrutura Osteomuscular) dos animais vertebrados, inclusive dos humanos, que são tensegrity bem mais complexos, nas quais o esqueleto constitui o elemento em flexo-compressão e os conjuntos de músculos, tendões e fâscias, a rede tracionada.

Segundo Ingber (1998), tal organização espacial forma um campo contínuo de trações em compressões em constante equilíbrio, num jogo de tensões com a força da gravidade. Uma enorme variedade de sistemas naturais — incluindo átomos de carbono, moléculas de água, proteínas, vírus, células, tecidos e até mesmo o ser humano — é construída e organizada em tensegridade, e, por isso, esses sistemas são chamados de *biotensegrity*.

Dessa maneira, a estrutura corporal é compreendida como auto-tensionada (que não precisa de apoios para se erguer) em um campo contínuo de tensão, realizado pelos tecidos moles, ou seja, pelo sistema mio-fascial — músculos, tendões, ligamentos e fâscias — e por um campo descontínuo em compressão, representado pelos ossos (também conhecido como tecido ósseo ou sistema esquelético, como já vimos antes).

### 3.5

#### **Objetos didáticos do tensegrity humano: aspectos, estudos e construção de modelos**

Inicialmente falaremos sobre a construção de objetos didáticos e sobre os caminhos percorridos através deles — caminhos de tentativas, acertos e erros... que levaram a acertos.

No período de pesquisa, vários caminhos — em âmbitos distintos, mas complementares — foram experimentados. O aprendizado se deu em vários níveis: no nível em que o corpo apreende durante o *fazer um objeto* com relação a materiais e processos de produção; no nível que se refere a um tipo de visualização e compreensão geométrica e estrutural somente adquirido com a prática; e ainda, com o conhecimento que se troca nas relações com as pessoas.

A necessidade de entender a geometria construtiva do aspecto mecânico da organização neuropsicomotora humana — ou seja, sua estrutura dinâmica — somada à necessidade de representar esse conhecimento de forma visual e global levou ao desenvolvimento de objetos didáticos. Nesse sentido, a metodologia de prática construtiva desenvolvida no LILD – Laboratório de Investigação em Living Design, foi fundamental para a realização dos objetos didáticos.

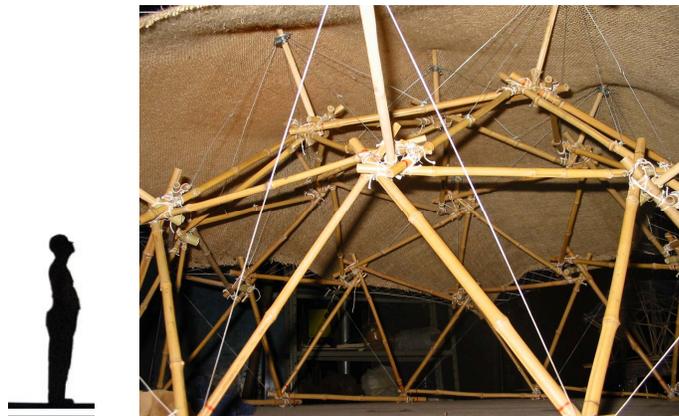
Para o professor Ripper, que coordena o Laboratório e me orienta nesta tese, o que mais importa nos estudos e trabalhos do LILD são os processos e as relações que se estabelecem e surgem a partir do relacionamento das pessoas e de suas interações com os objetos. Isto é válido tanto para os materiais utilizados como para as pessoas que lá trabalham.

Os conhecimentos que se entrelaçam nas pesquisas realizadas naquele espaço geram novas propriedades antes inexistentes. O *fazer junto* produz a troca de informações advindas das experiências das pessoas que interagem naquele espaço.

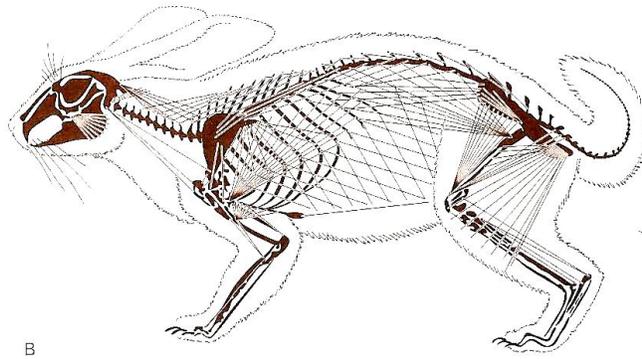
Diante disso, algumas vezes farei aqui referências aos colegas de LILD com os quais troquei informações, e em outras vezes sobre o fato de eu ter me apropriado de seus experimentos, dando-lhes um uso diferenciado daqueles para os quais foram projetados inicialmente<sup>79</sup>.

A observação dos objetos desenvolvidos no LILD ajudou a organizar minha percepção espacial da geometria construtiva do *tensegrity* do corpo humano e a perceber o jogo de equilíbrio e transmissão de força, tensão e direcionamento existente nas unidades construtivas desses objetos, que são análogas à estruturação do corpo.

A figura a seguir exemplifica uma estrutura geodésica construída no LILD, estrutura essa que, em seus princípios construtivos e em sua geometria, é, segundo Myers (op. cit.) e Ingber (1998), análoga à estrutura do sistema músculo-esquelético humano.

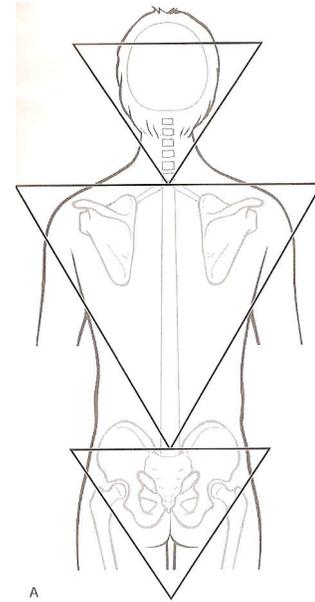


**Figura 66.**  
Estrutura geodésica tensegrity para aplicação na arquitetura desenvolvida e construída no LILD.



B

Representação de tensegridade de um coelho, com linhas traçadas da origem à inserção dos músculos (Yang, 1981, in Myers, op. cit.).



A

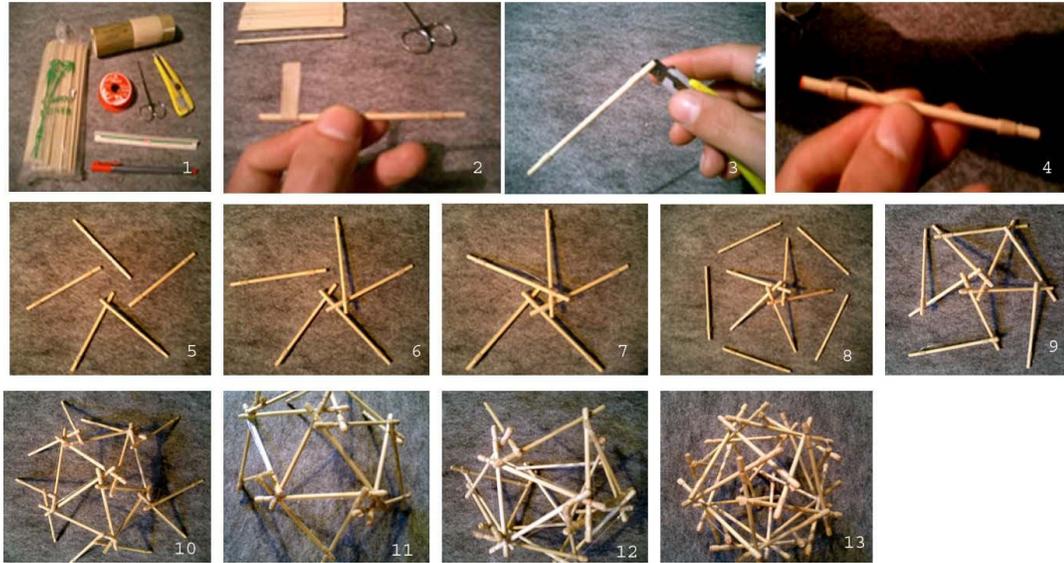
Modelo de compressão contínua do corpo humano.

**Figura 71.**  
Modelos de estruturas tensegrity biológicas (Myers, op. cit.).

### 3.5.1

#### Geodésica em Tensegrity

Este experimento consistiu na construção de uma estrutura geodésica auto-tensionada, ou seja, em *tensegrity*. A seqüência de montagem me levou ao aprendizado de como funciona um sistema em rede, onde cada parte que o compõe é conectada à outra, de modo que a dinâmica de movimento de uma das partes se reflete em toda a estrutura, obedecendo a uma regra estrutural que a define como organização geodésica. A regra consiste em equilibrar a tensão e o direcionamento dos cabos, de forma a posicionar os barretes no espaço físico, determinando seus lugares geométricos.



Na primeira fileira, estão retratados os materiais e a preparação básica para a construção da geodésica<sup>80</sup>, até os fios serem conectados a cada palito de bambu, formando o sistema palito-fio. Os materiais utilizados são palitos de bambu, fio de nylon, estilete, régua, fita adesiva e caneta. Primeiramente, foram dimensionados os palitos, para cortá-los em trinta partes iguais; a seguir, a fita adesiva é utilizada como uma bandagem, que irá limitar o corte, onde o nylon será encaixado. O corte é feito nas extremidades dos palitos em sentido transversal, até o início da bandagem. Depois são feitos 30 pedaços de fio de nylon, aumentando em 1 cm o tamanho dos palitos. Um nó é dado nas extremidades do nylon para encaixar nos cortes.

Na segunda fileira, vemos exemplos da dinâmica de construção onde a direção do giro (que conecta as hastes entre si) formam o vértice. Este sentido do giro guia a seqüência de montagem para unir cinco palitos, fazendo um pentágono em um primeiro plano, que virá a compor um icosaedro. O mesmo processo é repetido, em todas as extremidades, até fechar a estrutura.

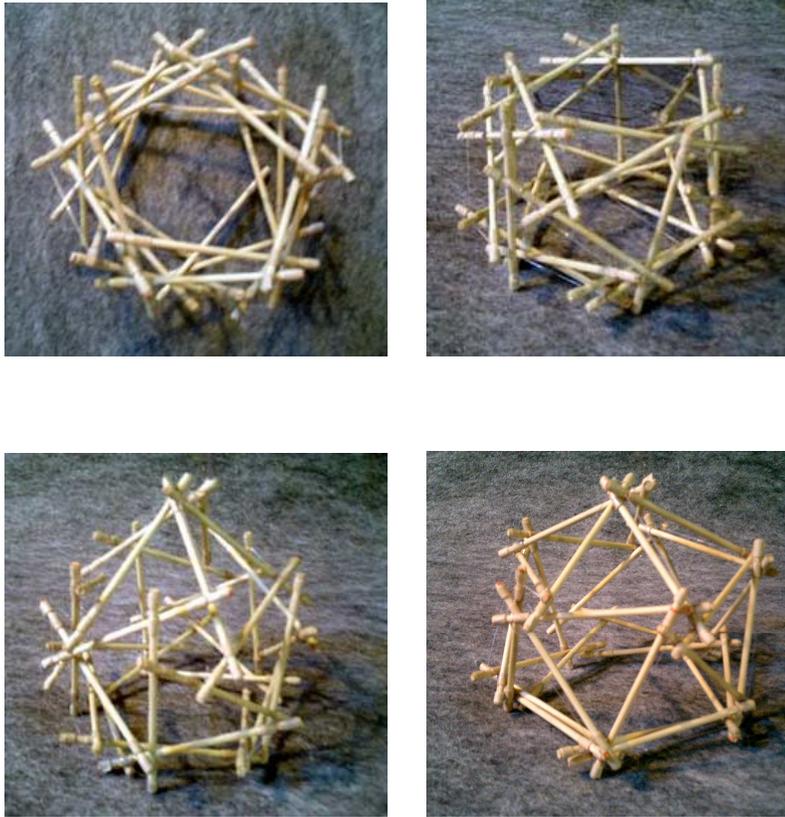
Estudo de construção de uma estrutura geodésica em tensegrity. **Figura 72.**

Ao estruturar essa forma, pude perceber a importância da geometria da estrutura para que a organização se determine como tal. A ação de construir ajudou-me a compreender e assimilar conhecimentos sobre a formação dos biosistemas. Para a montagem, temos que seguir a ordem de encaixe, onde cada bastonete recebe o fio numa das extremidades, enquanto, na outra, “cede” o seu fio para encaixar em outro bastonete que, por sua vez, o recebe.

Não se pode admitir comunicação sem que as partes do sistema estejam arrumadas, de acordo com determinados critérios. É imprescindível que essas partes se ordenem, se vinculem, se inter-relacionem e interajam, solidárias, indissolúvel e inarredavelmente com finalidade totalizante (Bueno, 1991).

No funcionamento deste sistema, o comportamento de uma das partes é refletido no comportamento de todo o conjunto. O todo apresenta propriedades novas, inexistentes em suas partes.

As fotos a seguir representam diferentes formas de estruturas encontradas na organização geodésica. Ao deslizar os palitos, se obtém diferentes formas de estrutura a uma mesma organização geodésica. O ato de fazer tais estruturas me forneceu noções de direção, tensão, equilíbrio, sistemas, unidade, estrutura e organização.



**Figura 67.**

Tensegrity com geometrias diferentes a partir dos mesmos componentes (organização).

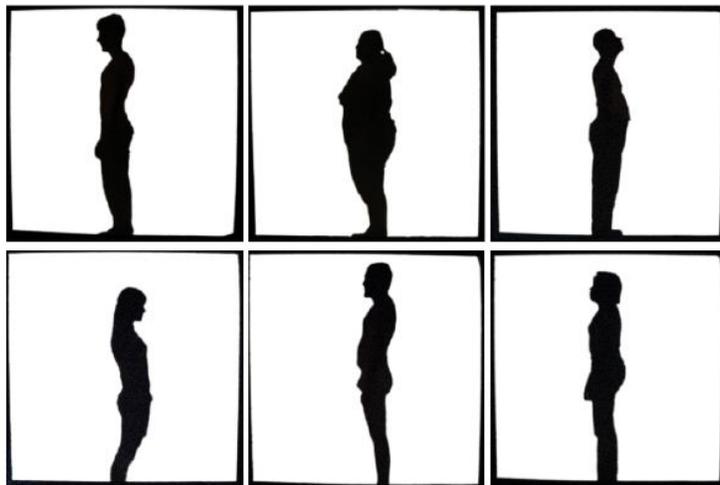
As diferentes formas de estruturar a organização geodésica são obtidas a partir do arranjo e rearranjo de seus elementos constituintes, e mostram as diferentes estruturas que uma mesma organização (geodésica, neste caso) pode adquirir por meio de diferentes possibilidades de interação entre as hastes. Ou seja, uma mesma organização pode se conformar em diferentes tipos de estruturas a partir da variação da posição e do arranjo de seus componentes.

Por analogia, nossos corpos humanos também podem adquirir diferentes formas a partir do arranjo entre as partes constituintes do sistema locomotor. As hastes rígidas que vemos na estrutura geodésica acima seriam os ossos cuja organização (aqui no sentido de “arrumação” do sistema) é

efetuada e direcionada pelos cabos flexíveis de nylon, que fazem o papel dos músculos no corpo humano.

Com a construção desse objeto, foi possível reconhecer: que uma geometria interligada a um sistema é responsável pela estruturação e “existência” esférica da forma, construindo a unidade; que a partir das relações estruturais diferenciadas o corpo humano pode adquirir diversas formas, conseqüentes do jogo de relações construídas pelos sistemas das articulações, e os tecidos conectivos definindo o lugar geométrico dos ossos no espaço físico.

Do ponto de vista mecânico, algumas diferentes formas que a nossa estrutura corporal pode adquirir através de diferentes interações dos elementos rígidos. Os ossos estabelecem entre si, por meio da ação integrante do elemento de tensão contínua, que o arranja e contém, é realizado pelas direções e tensões dos tecidos flexíveis. As sombras são retratos projetados num bastidor, em experimento já descrito.



**Figura 74**

Geometria variável do tensegrity humano.

### 3.5.2

#### Sistema em treliça

O sistema de treliça é uma unidade construtiva que vem sendo pesquisado e desenvolvido no LILD pelos estudantes e pesquisadores, sob orientação do Prof. Ripper, há trinta anos. Inúmeras adaptações vão sendo apropriadas a partir do estudo em modelos reduzidos e aplicadas em funções diversas daquelas para as quais o sistema foi inicialmente desenvolvido.

Fotos: Lucas Ripper e Nicolas Gomes.



Dinâmica do sistema de treliça em modelo reduzido.



Dinâmica do sistema de treliça a partir do modelo reduzido para aplicação em escala arquitetônica<sup>81</sup>.



Fotos: Lucas Ripper e Nicolas Gomes.

Foto: Mário Seixas.



Aplicação do sistema em treliça em arquitetura de eventos. Desenvolvida no LILD. Design CAUSBAMBU.

**Figura 75.**

Exemplos do sistema em treliça desenvolvido no LILD em escala arquitetônica.

Neste trabalho, o sistema pantográfico de treliça ajudou a compreender o aspecto mecânico e geométrico da organização do sistema fascial do corpo humano. Este é conhecido por diversas nomenclaturas, tais como *sistema* ou *tecido conectivo* ou *conjuntivo*, ou, ainda, *aponeuroses*, como já vimos no primeiro capítulo. Isto porque no sistema de treliça o elemento elástico — ou seja, a dinâmica de variação da estrutura — é decorrente da geometria “trançada”. A mesma relação entre geometria e elasticidade é relatada e observada nas palavras de Bienfait (op. cit.) ao descrever a disposição das fibras musculares e fasciais.

Nos tecidos fibrosos, no músculo, por exemplo, a disposição das fibras dos feixes conjuntivos são em um mesmo sentido. As aponeuroses (ou fâscias) apresentam fibras dispostas em planos sobrepostos que se cruzam. Quando envolvem os músculos, as fibras longitudinais são o elemento elástico do músculo e as fibras transversais absorvem as solicitações

decorrentes do aumento do volume. É o ponto importante do nosso estudo (Bienfait, 1989).

A partir do estudo do sistema em treliça e ao verificar que em Bienfait essas fibras envolvem o músculo, optamos por desenvolver um modelo de sistema fascial, a fim de estudar sua dinâmica e de conformar um tecido fascial<sup>82</sup>. Partindo de um guia circular, cruzamos fitas de acetato, seguindo as direções das fibras, com feixes cruzados e sobrepostos, por meio de uma trança, seguindo a descrição de Bienfait, construindo uma visão macro das fâscias.

O objeto possibilitou perceber a propriedade de elasticidade como fruto de uma organização onde a estrutura geométrica, o arranjo de seus elementos constituintes, é o que designa a dinâmica do movimento. No corpo humano, é essa geometria construtiva do tecido fascial que permite aos corpos adquirirem uma infinidade de formas, como também se alongarem e compactarem.



**Figura 68.**

Modelo representativo da dinâmica do sistema fascial.

Na interação com as pessoas, surpreendemo-nos com seu interesse em entender o funcionamento de seus corpos. Além da utilização em sala de aula e em grupo de estudo, o

objeto foi apresentado também para estudantes de Segundo Grau de escolas públicas durante evento em que a PUC abre seus laboratórios à visitação por um dia.



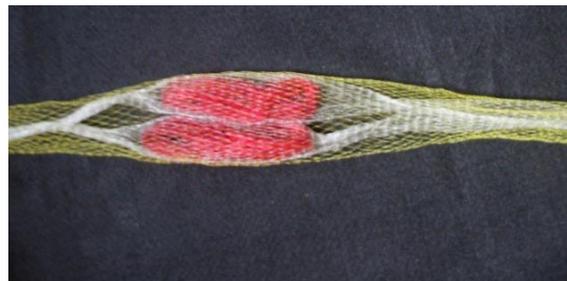
**Figura 69.**

Interação em experimento didático durante o evento “PUC por um dia”, em parceria<sup>83</sup> com o PIUES (Programa de Intercâmbio Universidade Escola).

### 3.5.3

#### Modelo do sistema miofascial

O objeto representativo do sistema miofascial<sup>84</sup> foi produzido com sacos de frutas, em razão de seu material apresentar uma trama construtiva que permite elasticidade. A finalidade do objeto é demonstrar um sistema onde o músculo (mio), (representado pelas fibras vermelhas) é parte de um sistema maior que o envolve, o sistema fascial, representado pelos tecidos branco e amarelo.



**Figura 70.**

Modelo do sistema miofascial para demonstração da constituição do tendão.

Como vimos no primeiro capítulo, no reconhecimento do *sistema miofascial* o músculo é entendido e estudado como parte da fáscia, e não ao contrário. A visualização facilita o entendimento da globalidade da biomecânica, onde a fáscia é o elemento mecânico de transmissão de força de

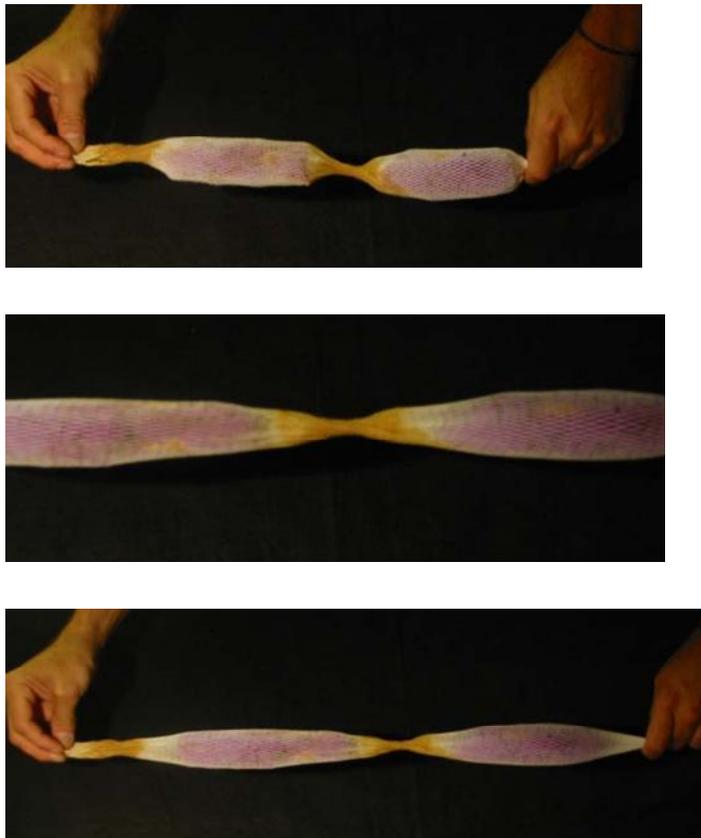
um músculo ao outro e às articulações do corpo (Bienfait, 1989).

O objeto didático facilita a explicação e o entendimento dos músculos como um conjunto de fibras (em vermelho) recobertas por membranas que as mantêm unidas, as fáscias (em branco e amarelo). Ou seja, a fáscia (em tecido branco) envolve um músculo ou um grupo de músculos (em tecido vermelho), se prolongando num cordão fibroso (onde há, na figura, apenas os tecidos branco e amarelo, e a ausência das fibras vermelhas, musculares), conformando o tendão, elemento pelo qual o músculo se fixa ao osso, organizando a dinâmica do conjunto mio-fascial.

### 3.5.4

#### Estudo de cadeia do sistema mio-fascial

Este estudo objetiva a construção da cadeia muscular, para aplicação no modelo de todo o corpo humano integrado. Ele foi construído com meias de poliamida e resina de mamona, um material mais denso, que representa os tendões.



**Figura 71.** Estudo do sistema mio fascial.

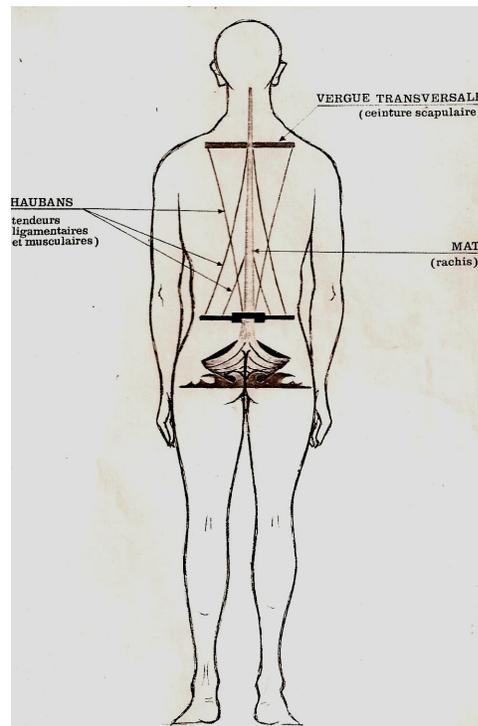
### 3.5.5

#### Estudo da espinha vertebral

O estudo da estrutura da espinha vertebral foi o primeiro sistema ósseo a ser construído, porque faz parte do núcleo do corpo — de onde se parte e distribui toda a *trança* dos sistemas *miofasciais* que envolvem o sistema ósseo, estruturados em uma geometria funcional.

A análise dos modelos de colunas vertebrais didáticas existentes no mercado — construídos com um eixo às vezes rígido, às vezes com materiais semi-flexíveis (como cabos de cobre) e diferentes de nossa espinha vertebral — resultou na conclusão de que eles não contribuem para o entendimento da mecânica desse sistema.

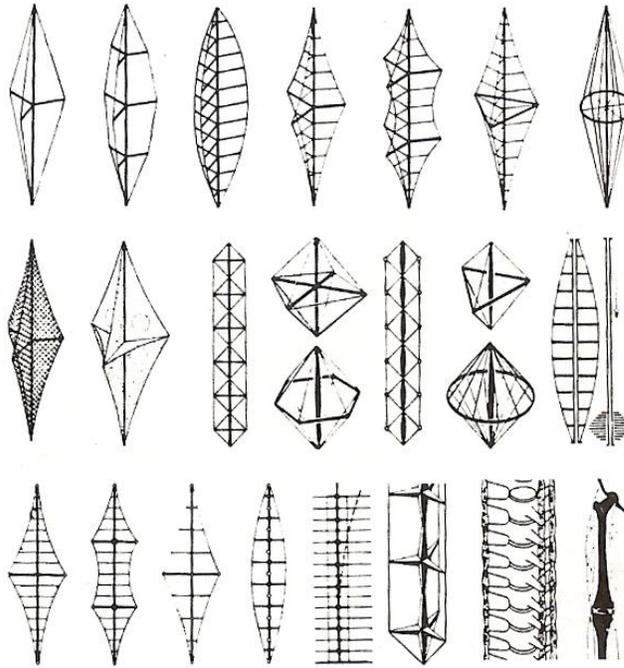
Como dissemos anteriormente, a palavra *coluna* remete a uma imagem de rigidez, solidez e suporte. Por isso, neste trabalho, utilizamos a palavra *espinha*: os sistemas de mastros são mais adequados à visualização da dinâmica da nossa espinha vertebral que os das colunas.



**Figura 80.**

Analogia entre a estrutura da espinha vertebral e os mastros de um barco.

Segundo Frei Otto (s. d.), os mastros compostos com uma combinação de barras comprimidas e cabos tensionados são estruturas análogas às dos corpos dos animais e dos homens, que são compostos de elementos resistentes à flexão e à compressão (espinha óssea), rodeados de uma grande quantidade de elementos resistentes à tração — os músculos e a pele, que funcionam como os cabos tensionados.



Mastros compostos por uma combinação de barras comprimidas e cabos tensionados (Otto, s.d.).

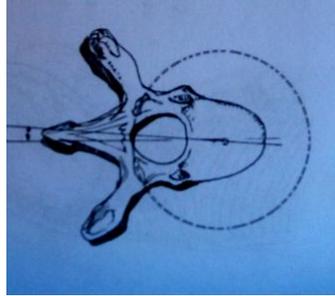


Mastro desenvolvido no  
LILD: Design  
CAUSBAMBU/LILD.

**Figura 72.**

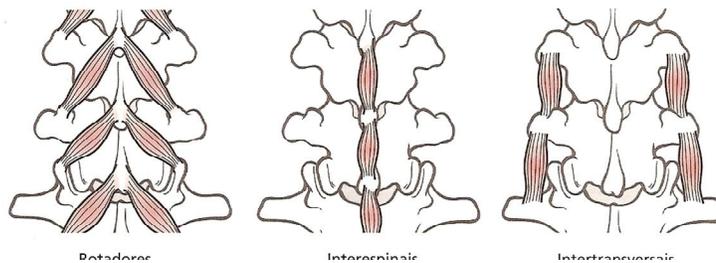
Estudos de mastros.

Ao contrário do que vemos nos modelos didáticos, em nossa espinha não existe um eixo onde se encaixam as vértebras. As vértebras são conectadas por músculos cujo funcionamento é similar ao dos cabos de estruturação, tensão, direcionamento e movimento. Estes, por sua vez, estão conectados por tecidos que funcionam como “transportadores” dessas qualidades de uma vértebra a outra, nesse caso, e, de uma parte constituinte do corpo à outra no que se refere a todos os tecidos que formam a estrutura corporal.



**Figura 73.**  
Vértebra da espinha humana.

Parti da análise da forma e do desenho das vértebras e da ligação e conectividade existente entre elas para construir a espinha vertebral. Foi necessário buscar imagens que representassem os músculos curtos e resistentes e a mecânica dos músculos profundos estruturadores da espinha vertebral. Uma imagem bastante representativa da função mecânica foi fornecida por Nicole Witek<sup>85</sup>, que compara os músculos profundos da coluna aos cabos do mastro de um veleiro: “são os cabos que têm função de dar resistência ao mastro”.



**Figura 74.**

Padrões básicos das ligações da camada mais profunda da musculatura espinhal (Myers, op. cit.).

Segundo Myers (2001), existem três padrões básicos das ligações da camada mais profunda da musculatura espinhal: de processo espinhoso a processo transversal, de processo espinhoso a processo espinhoso e de processo transversal a processo transversal. Esses padrões são seguidos pelos músculos mais superficiais, podendo ser interpretados como versões continuamente longas desses primários.

O próximo passo foi buscar nos objetos construídos no LILD uma unidade construtiva cuja geometria fosse análoga às ligações musculares encontradas entre os discos vertebrais, de modo que construí uma estrutura em treliça espacial<sup>86</sup> triangular, buscando as interligações espaciais que conectam os locais geométricos formados pelo processo

transverso da vértebra logo abaixo e os processos espinhosos da vértebra logo acima.



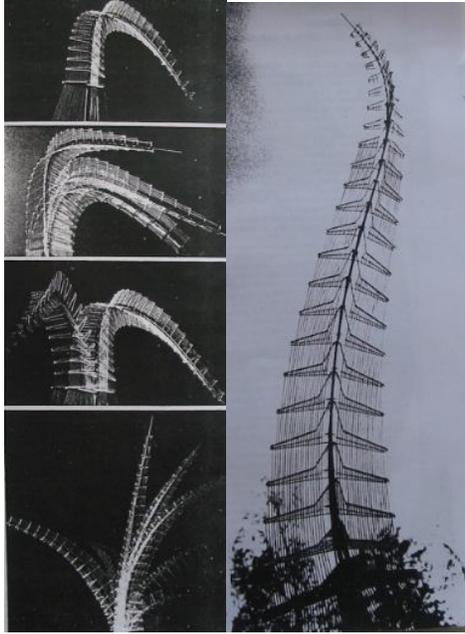
**Figura 75.**

Estrutura em treliça espacial relativa à geometria construtiva análoga às ligações musculares encontradas entre as vértebras.



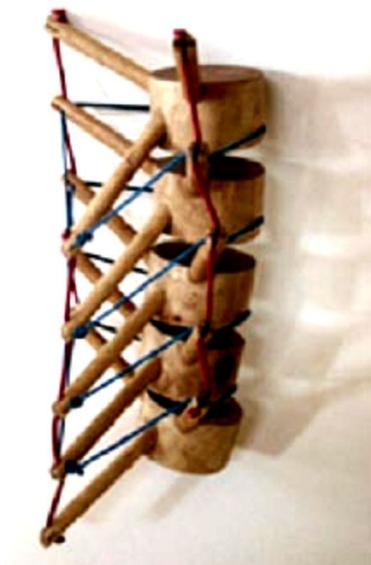
**Figura 76.**

Escultura em tensegrity que lembra a espinha vertebral, Kenneth Snelson, Museu de Hirshhorn, Washington, D. C.



**Figura 77.**  
Estrutura tensegrity,  
análoga à espinha vertebral  
(Frei Otto, s. d.).

Em pesquisa sobre *biotensegrity*, conheci o trabalho do Dr. Stephen M. Levin (2003), que desenvolveu o *Modelo para mecânicas de espinha: biotensegrity*. O autor partiu da observação da Torre "de" agulha desenvolvida por Kenneth Snelson.



**Figura 78.**  
Modelo de Espinha em  
Tensegrity (Levin, 2003).

Decidi partir deste modelo de espinha e tentar decifrar seus princípios para posteriormente construir uma espinha vertebral articulada e estruturada tal qual a nossa.

Seguindo as mesmas amarrações que vemos na figura acima, não foi possível estruturar o modelo. Então percebi, pela sombra projetada na foto, que esse objeto representativo

da espinha vertebral está apoiado no fundo, e que possivelmente essa estrutura não é auto-sustentável como no caso da *torre agulha* projetada por Kenneth Snelson.

Foi necessário realizar algumas alterações para a auto-estruturação da espinha vertebral. Os discos foram feitos de bambu e os músculos com cabos de algodão. A metodologia foi seguir as origens e inserções dos músculos reais — e chegamos ao objeto que podemos ver nas figuras que se seguem.

Por meio desse objeto, foi possível perceber que o espaço entre as vértebras é mantido pelo direcionamento, pela tensão e pelo equilíbrio dos músculos que estruturam a espinha vertebral. Nele percebe-se, também, a seqüência e o encadeamento de movimentos entre as vértebras, o que se reflete no movimento e na estruturação da unidade vertebral.

### 3.5.6

#### Espinha vertebral em tensegrity



**Figura 88.**

Modelo tridimensional dinâmico da espinha vertebral sem os discos intervertebrais.

As conexões entre as vértebras que compõem e estruturam nossa espinha vertebral são feitas na sua face externa. O ponto de ancoragem de uma vértebra é sempre a outra, tendo uma dinâmica que atua em solidariedade. Ao contrário do que vemos nas estruturas didáticas comumente encontradas no mercado — construídas tendo no seu núcleo um eixo no qual as vértebras se encaixam, e que suporta todo o peso em nosso corpo —, o núcleo onde estaria o eixo forma um canal ósseo por meio da união das vértebras, canal esse que protege e forma espaço para um sistema frágil: a nossa medula, o nosso sistema nervoso. Dessa forma, toda a musculatura que parte dessas vértebras se direciona e trabalha no sentido de manter espaço para que os discos intervertebrais amortecem os impactos dos movimentos, organizando o espaço protegido da medula. A medula pode ser considerada a *cauda* do cérebro.

A espinha construída em tensegrity sem os discos intervertebrais levou ao reconhecimento de que as distâncias entre as vértebras são adquiridas por meio de direcionamentos, tensionamentos e equilíbrio dos tecidos moles, mais profundos (estruturados por cabos de algodão amarelo), que distribuem as tensões, permitindo mobilidade ao corpo e dando um equilíbrio à unidade.

Este modelo nos leva a perceber que os discos intervertebrais têm a função de amortecer o movimento, mas não propriamente de estruturar a espinha. Por meio desse objeto, podemos também verificar a cadeia de conseqüências gerada a partir do movimento de uma das vértebras, em toda a unidade.



**Figura 79.**

O Prof. Sérgio Guida utiliza o modelo no curso de Pós-graduação em RPG – Reestruturação Postural Global.

### 3.5.7

#### Modelo da espinha vertebral em material reciclado

Este modelo é uma adaptação do sistema criado e desenvolvido no LILD<sup>87</sup>. O sistema original é construído em *pet* de água mineral, e foi adaptado para uma estrutura feita a partir de embalagens plásticas, bem menores, reciclando vasinhos de embalagens plásticas de uma bebida láctea, e conectando 24 deles por meio de um elástico.

O modelo contribuiu para facilitar a demonstração das formas que nossa coluna pode assumir; ele pode ser facilmente manipulado e assume as posições de lordose, escoliose e cifose. É interessante também pelo fato de sua construção ser fácil, rápida e de baixo custo.



**Figura 90**

Estudo da mecânica da espinha vertebral utilizando embalagens comerciais recicladas.

### 3.5.8

#### Modelo dinâmico da espinha vertebral

Construí outra espinha vertebral, também em bambu, desta vez com discos intervertebrais (feitos de silicone para molde), a fim de estudar a dinâmica do sistema vertebral com os discos intervertebrais agora entendidos apenas como “amortecedores” do movimento.



**Figura 80.**

Modelo dinâmico tridimensional da espinha vertebral com discos intervertebrais.



**Figura 92.**

Padrões de amarrações.

A necessidade de conter os discos intervertebrais unidos no lado contrário às amarrações, na face pré-vertebral da espinha, deu origem à necessidade de nova pesquisa; nesta, descobrimos a existência do ligamento pré-vertebral em nossa espinha.

Os materiais utilizados no novo modelo foram meia fina de polyester Lupo e cola de contato.



Espinha vertebral com ligamento pré-vertebral.



Detalhe do ligamento pré-vertebral.



Uma das possibilidades de curvatura da espinha vertebral.



**Figura 94.**

Estudo dos músculos que tensionam e provocam as curvaturas da coluna.

Seguindo a seqüência de montagem a partir de imagens e referências bibliográficas, o próximo passo foi estabelecer as ligações musculares existentes entre a terceira vértebra lombar e a décima segunda vértebra dorsal, que, conforme Kapandji (1980), é a musculatura responsável pelas curvaturas da espinha, sendo ancorada na ligação entre a terceira lombar (L3) e a bacia.

Na acima, vemos o movimento em forma de meio-círculo da espinha vertebral, em conseqüência das ligações musculares existentes entre a lombar e a dorsal.

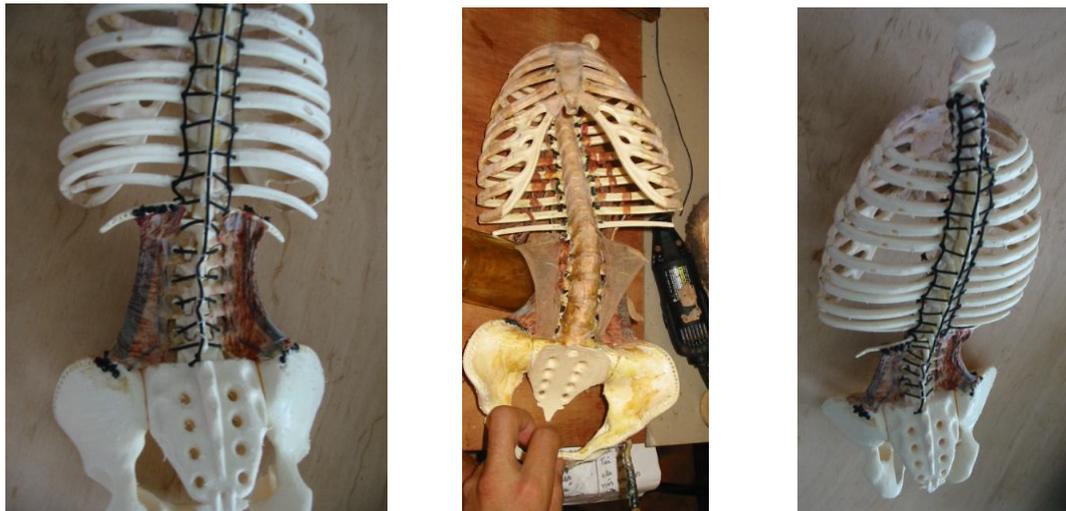
Ao puxar o elástico em direção ao seu ponto de ancoragem — no sacro e na crista íliaca, na bacia — notamos que a curvatura da coluna se modifica. Na espinha vertebral, o ponto de ancoragem dos músculos que liga as vértebras sempre está situado na vértebra subsequente. O fato de o ponto de ancoragem desses músculos — aqui representados pelos elásticos que estão sendo puxados — localizar-se em outra parte do corpo (na bacia), nos dá indícios de que, no corpo, o cabo de ancoragem de uma unidade de sistema é sempre encontrado em outra parte. Assim, para a compreensão global do aspecto mecânico da organização motora humana, provavelmente terei que construí-la por inteiro.

Aqui, o aprendizado da dinâmica do sistema vertebral do corpo humano se deu a partir do objeto e do seu processo construtivo. Apresentou-se então a necessidade de ampliar o modelo, adicionando a bacia às conexões no sentido para baixo, em direção ao solo, e para cima, em direção às escápulas e clavículas, formando a cintura escapular, de onde pendem os membros superiores, e mais para cima, na cabeça, em direção ao alto.

### 3.5.9

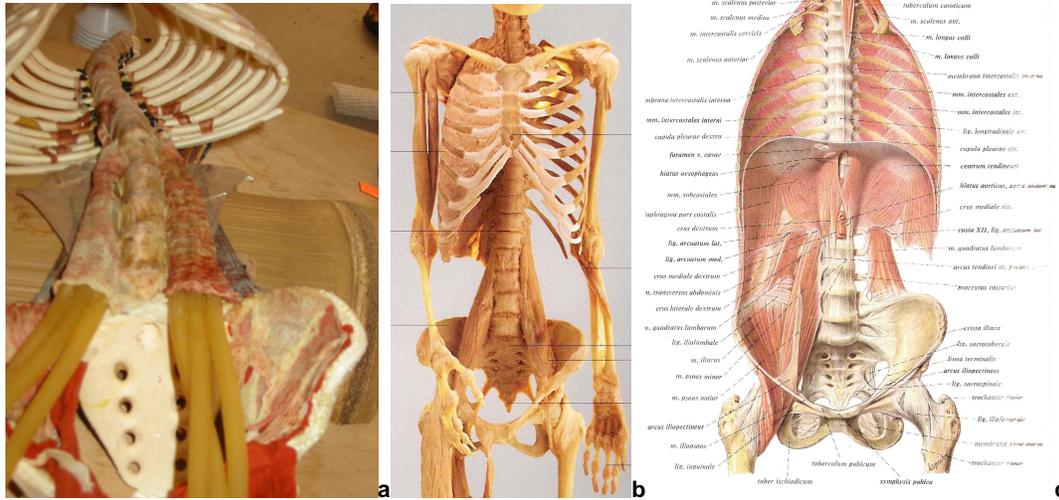
#### Ampliando o Modelo

A fim de ampliar o modelo de corpo humano, utilizei um modelo de plástico comprado em bancas de revistas. Este é originalmente encaixado em partes que não condizem com a forma original do corpo humano, de modo que foi necessário cortá-lo e depois encaixá-lo de acordo com a anatomia corporal. Para montá-lo, segui as mesmas bases da coluna em bambu e construí os músculos mais profundos de acordo com as necessidades de coesão do modelo, sempre seguindo a estruturação mecânica e a organização do corpo humano.



**Figura 82.**

Modelo tridimensional do conjunto da espinha, costelas e bacia, e estudo do quadrado lombar.



a. Construção do modelo; b. corpo humano submetido à técnica de conservação por polimerização. Exposição *Corpo humano: real e fascinante*, Glover, 2007; c. São Paulo; Sobotta/Becher, 1977.

Figura 83.

Estudo e construção do triângulo formado pelo músculo psoas..

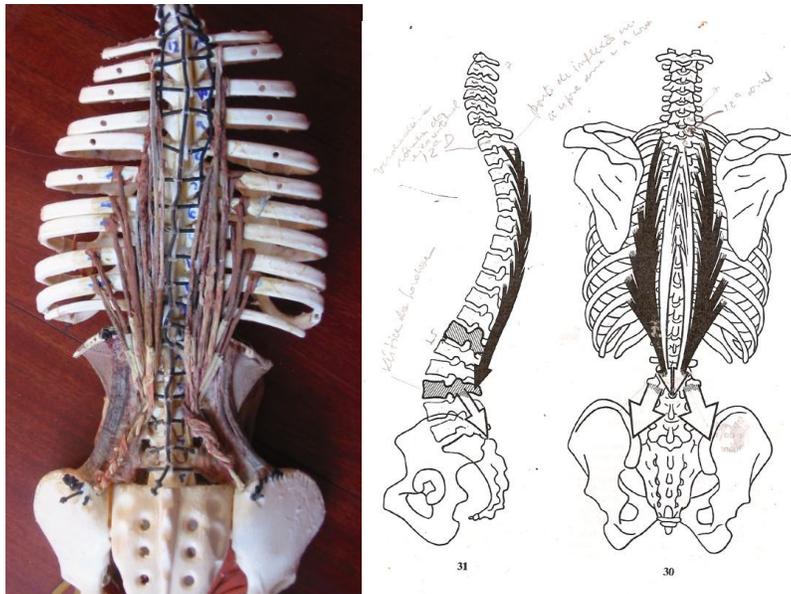


Figura 84.

Modelo com estudo dos músculos intercostais. Origem e inserção dos longuíssimos do tórax e iliocostais (Kapandji, 1980).

Estudo dos longuíssimos do tórax e iliocostais.

### 3.5.10

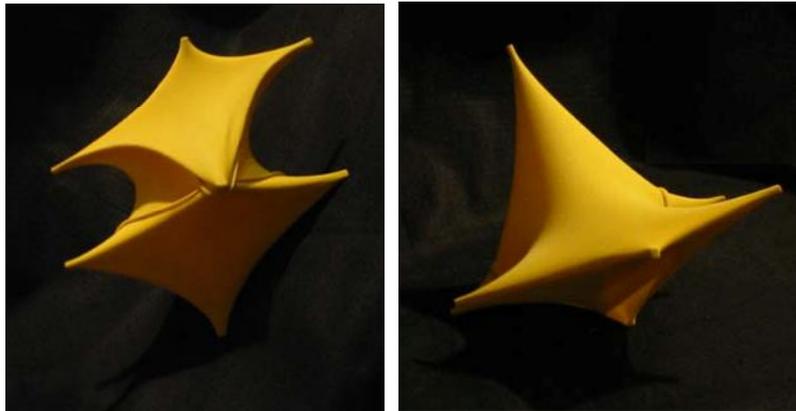
#### Unidade de tensão

Segundo Fuller, tensão integral é um sistema estabelecido quando uma porção de elementos descontínuos em compressão interage com vários componentes contínuos em tração para definir um volume estável no espaço (Fuller apud Lotufo & Lopes, s. d.).

Neste modelo, um campo contínuo de tensão é propiciado por uma membrana têxtil que define uma unidade de tensão. Ele foi construído a partir de um modelo em tensegrity desenvolvido no LILD<sup>88</sup>, no qual foi utilizado um tecido elástico para integrar a forma e as partes rígidas que compõem as estruturas, em substituição aos cabos flexíveis.

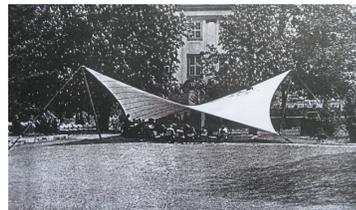
Este objeto é de extrema importância, por constituir uma forma de tensão integral que representa o tecido corporal e as fáscias, a partir do qual desenvolvi as fáscias que compõem o modelo de corpo humano inteiro.

Nas figuras a seguir, podemos visualizar formas parecidas com a do músculo trapézio.



**Figura 98.**

Estruturas com membrana tensionada lembram a forma do músculo trapézio.



**Figura 85.**

Estrutura com membrana tensionada (Frei Otto, s. d.) lembra o músculo trapézio.

### 3.6

#### O corpo Integrado: Tensegrity do corpo humano

Iniciamos o estudo do *tensegrity* do corpo humano partindo de um esqueleto em resina já existente no mercado.

O primeiro passo foi desmontar o eixo no qual as vértebras eram montadas, como também retirar a ferragem que ligava internamente o externo e a espinha vertebral, construindo o espaço interno do tórax.

Visto que os discos intervertebrais do modelo não tinham a maleabilidade e flexibilidade desejada para a montagem do tensegrity humano, decidimos tirar moldes a partir dos existentes para produzir novos discos, como material mais adequado para conferir essas propriedades ao modelo do disco.

A partir daqui, irei continuar demonstrando o processo de estudo, desenvolvimento e construção por meio de imagens fotográficas, bem mais do descrevendo-o.

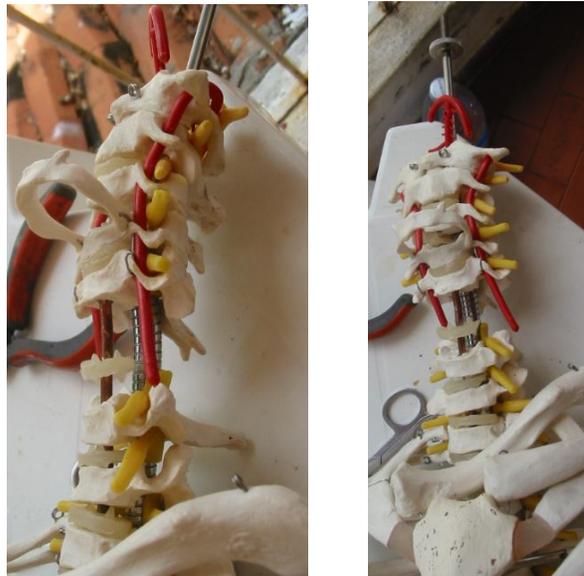
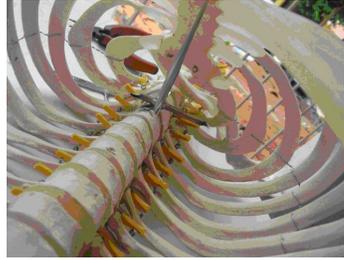


Figura 100.

Eixo interno da espinha vertebral



Espinha vertebral já desmontada.



Ferragem que estrutura o espaço interno do tórax.

. Desmontagem das ferragens que estruturam o modelo. **Figura 86**

Ao desmontar essa ferragem que estrutura o tórax internamente (como podemos ver na Figura 101), a ação da força gravitacional fez esse espaço perder o volume estrutural e murchar.

Continuamos a construção seguindo o desenho dos músculos do corpo humano, observando origem, direcionamento e inserções, como seqüência de montagem.

Então refizemos os mesmos passos com a espinha em bambu, que já vimos anteriormente.

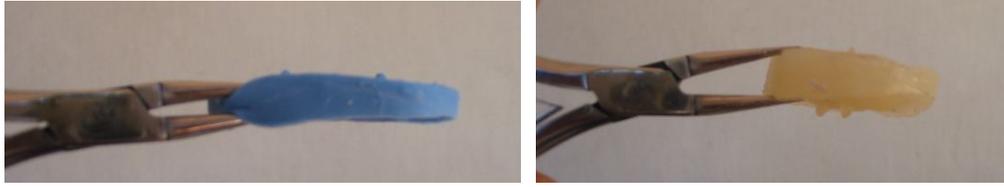
O modo de produção foi composto de erros e acertos, surpresas vindas dos materiais e das conseqüências de seu uso, além de surpresas quanto à estruturação do corpo humano.

### 3.6.1

#### Produção dos discos intervertebrais



Moldagem e produção dos discos intervertebrais. **Figura 87.**



**Figura 88.**  
 Comparação de flexibilidade entre o disco vertebral original (branco) e o disco vertebral que produzimos.

### 3.6.2

#### Produção dos ligamentos



Meias finas esticadas em uma superfície plana com cola de contato.



Retirada dos ligamentos da forma.

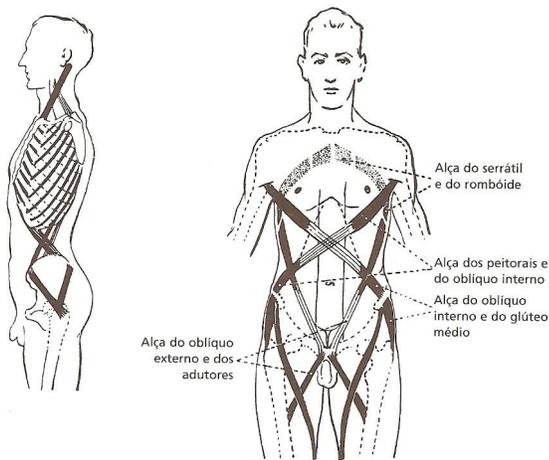
**Figura 89.**



. Detalhe de argolas para conexão do elástico e ligamento. **Figura 90**

### 3.6.3

#### Estudo dos intercostais



**Figura 91.**

Estudo da geometria dos X que estruturam o corpo (Myers, op. cit.). Esse esquema foi seguido na montagem do modelo do corpo inteiro.



**Figura 92.**

Geometria trançada desenhada pelos músculos e suas continuações fasciais.

A construção dos músculos intercostais foi realizada com elásticos, utilizando *Os trilhos anatômicos* (Myers, op.

cit.) como referência-guia. Essas linhas iniciam-se em *X* que se cruzam na face lateral do tórax. A imagem do esquema seguido mostra também a ligação dos *Ys*, desenhados pelos *X* que continuam ao redor do corpo. As continuções são formadas pelas alças dos serrateis e do rombóide, que aparecem pela frente nas alças do oblíquo externo e dos adutores, demonstrando que a trança que se inicia em um nível profundo, na coluna, continua em camadas até a mais superficial.

Embora os músculos dos intercostais tenham sido construídos seguindo os guias citados, não foi possível estruturar o tronco a partir deles. As últimas costelas acabavam se encontrando, pois não havia tensão para estruturar o espaço interno do tórax, e, onde antes havia uma haste rígida, esta estrutura sempre *murchava*.

Após várias tentativas e falhas, percebi que aquele caminho estava errado. Somente com uma nova pesquisa percebi que *o diafragma estrutura o espaço interno do tórax e sua fáscia, continua envolvendo a cavidade abdominal e as vísceras, prendendo estas à espinha vertebral*.

O diafragma estrutura as costelas, pois é formado de 17 feixes de fibras musculares que se fixam aos intercostais e à coluna, causando uma compressão na espinha, indo se inserir no quadrado lombar e no arco do psoas. Sua forma e dinâmica se assemelham às de um guarda-chuva, uma vez que o diafragma se abre na inspiração, enquanto abaixa o centro, e quando expiramos ele se fecha, elevando o centro. A continuação de suas fáscias para cima envolve o coração e os pulmões, prendendo os órgãos ao esqueleto no osso externo.

Com isso, deu-se início à etapa de estudo e desenvolvimento do diafragma.

### 3.6.4

#### Estudo do diafragma



**Figura 93.**  
Alternativa de diafragma  
1.



**Figura 94.**  
Alternativa de diafragma  
2.



**Figura 95.**  
Alternativa de diafragma  
2.



**Figura 96.**  
Alternativa de diafragma  
3.



**Figura 97.**  
Estudo de acesso ao diafragma e ao espaço interno do tórax.



**Figura 98.**

Sistema de sombrinha desenvolvido no LILD.



**Figura 99.**

Estudo de sistema da sombrinha desenvolvida no LILD, para a construção do sistema dinâmico do diafragma.



**Figura 100.**  
Alternativa de diafragma 4.



**Figura 101.**  
Alternativa escolhida para compor o modelo tensegrity humano.

## 3.6.5

## Estudo do psoas

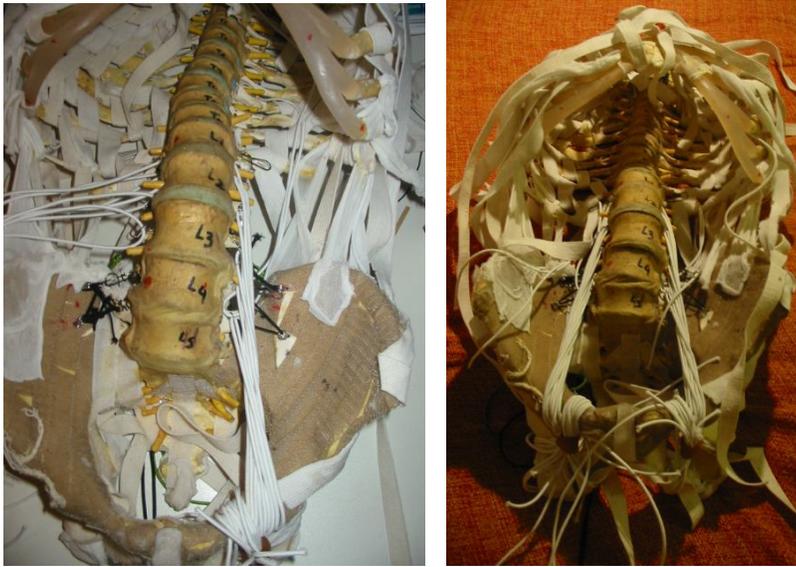


Figura 102.

Ligação mais profunda do psoas.

O psoas forma a musculatura profunda anterior que liga a espinha vertebral, a bacia e a cabeça do fêmur, estabelecendo o equilíbrio entre essas partes ósseas.

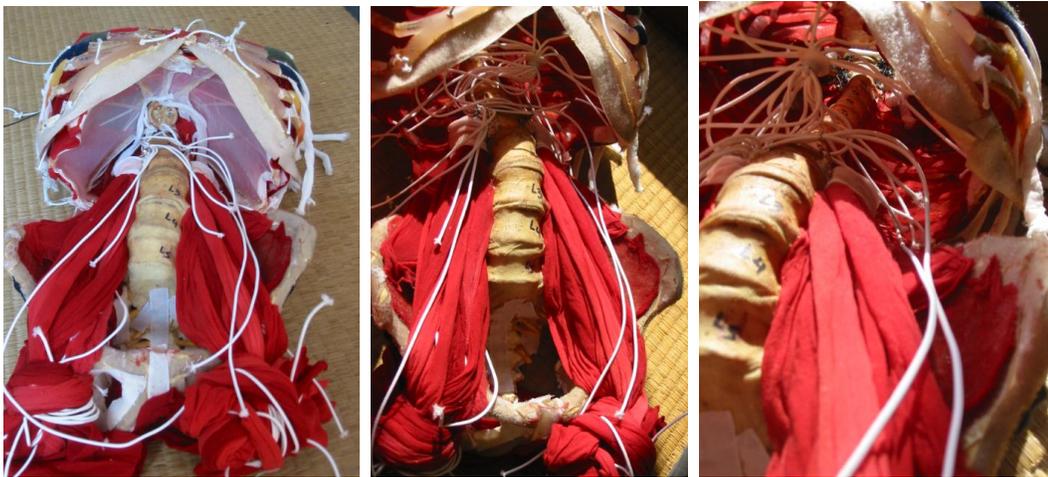


Figura 103.

Estudo do psoas e diafragma.



**Figura 104.**

Versão final diafragma e psoas.

### 3.6.6

#### Estudo da fáscia abdominal



**Figura 105.**

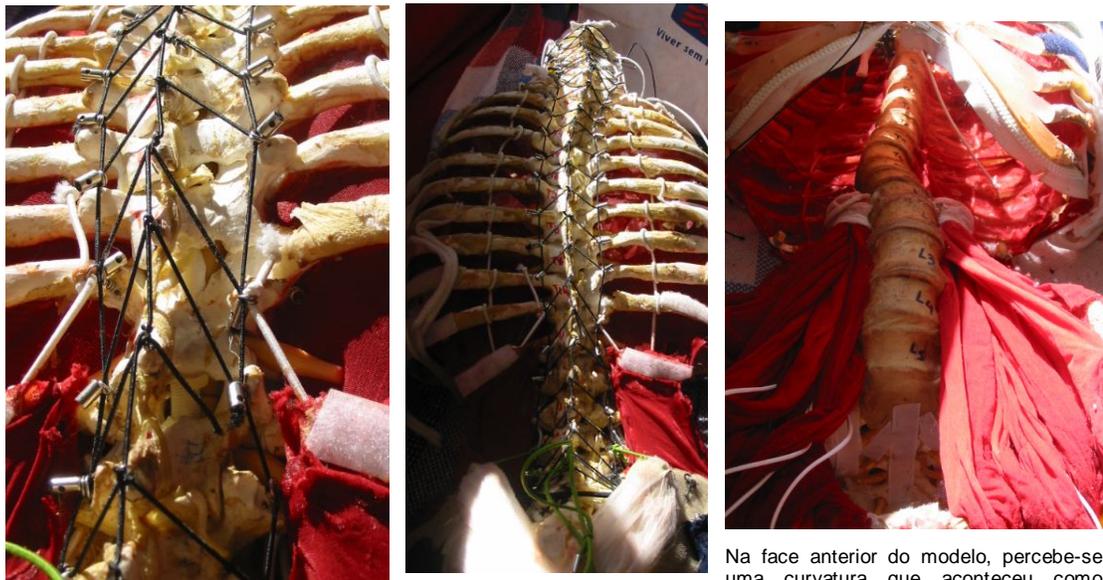
Estudo e desenvolvimento para a simulação da dinâmica da fáscia abdominal.

O estudo dessa geometria me leva a perceber que o sistema cruzado permite um movimento de amplitude e de redução do espaço abdominal, apesar de não ter fibras no sentido horizontal (como no músculo transversal do abdômen).



**Figura 106.**

Estudo de conexão entre a fáscia abdominal e o psoas se inserindo na articulação coxofemural.



O rompimento de um dos elásticos que correspondia ao músculo rotador, da vértebra L1, serviu para notarmos que a musculatura imediatamente ao redor de onde ocorreu o rompimento continuou inalterada. Por outro lado, houve um super estiramento do mesmo músculo duas vértebras acima, acompanhado de um alargamento ou distanciamento entre as costelas t12 e t11.

Podemos perceber a curvatura que aconteceu como reflexo do rompimento mencionado, na altura de c7, e abaixo, a rotação na altura da L1, onde ocorreu o rompimento na parte posterior.

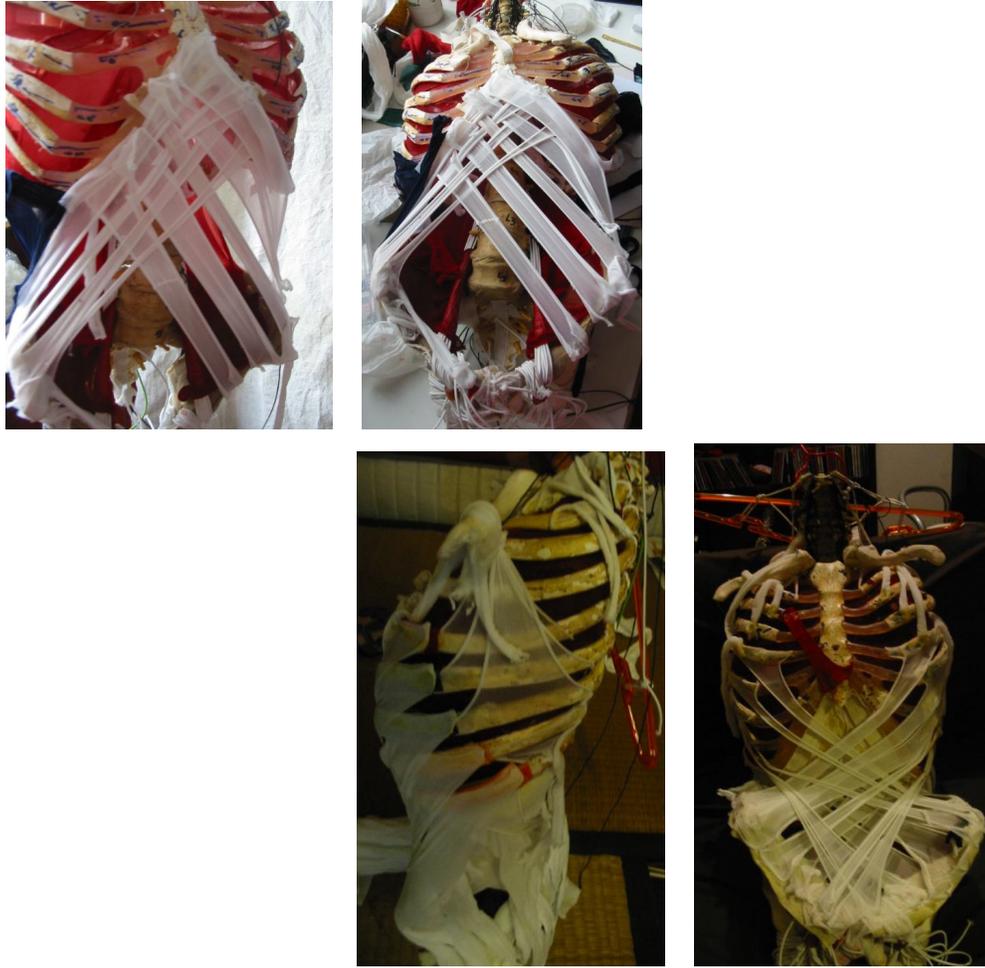
Na face anterior do modelo, percebe-se uma curvatura que aconteceu como reflexo na altura de c7 (sétima cervical), e abaixo houve uma rotação na altura da L1 (primeira lombar), onde ocorreu o rompimento.

**Figura 107.**

Sistema de compensações em cadeias no modelo tensegrity humano.

Nesta fase do desenvolvimento do modelo, aconteceu um imprevisto: o rompimento de um dos elásticos que correspondia ao músculo rotador, da vértebra L1. Mas o





**Figura 109.**

Estudo dos X que estruturam os oblíquos internos, trançados, constituem a aponeurose abdominal e organiza as tensões em direções contrárias com os serráteis e peitoral menor, na estruturação do tronco. Nesta fase verificamos que o tronco já se erguia por si, ou seja, essa geometria revela uma estrutura auto-tensionada.

O estudo dos oblíquos foi de grande contribuição para o entendimento do tensegrity humano, uma vez que suas inserções nas costelas coincidem com as inserções dos peitorais menores e dos serráteis — que funcionam em direções contrárias, mas complementares, dando um entendimento geométrico das tensões que atuam para a nossa dinâmica. Foi necessário estudar uma forma de deixar um acesso para a visualização do interior; para tanto, houve uma primeira tentativa em velcro, outra por meio de ímãs, e, enfim, com um fecheclair.

### 3.6.8

#### Estudo da articulação do joelho

O estudo dos ligamentos cruzados nos mostra os X que constroem o corpo desde sua face mais profunda, e sua repetição por todo o corpo.



**Figura 110.**

Estudo das ligações articulares do joelho. Construção dos ligamentos a partir das ligações musculares, reconhecendo um sistema de trança estrutural.

## 3.6.9

## Preparação da musculatura do pescoço a partir da mandíbula



Figura 111.

Estudo e construção da fáscia continuada no céu da boca.



Figura 112.

Preparação dos músculos sub-mandibulares para unir ao pescoço na construção do modelo tensegrity humano.

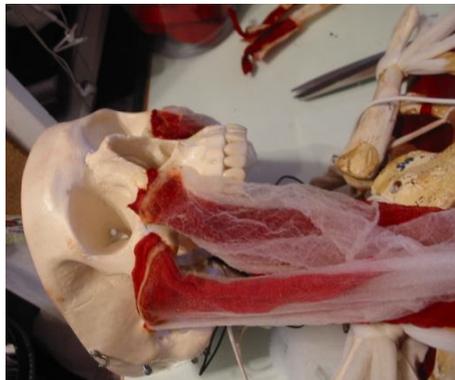


Figura 113.

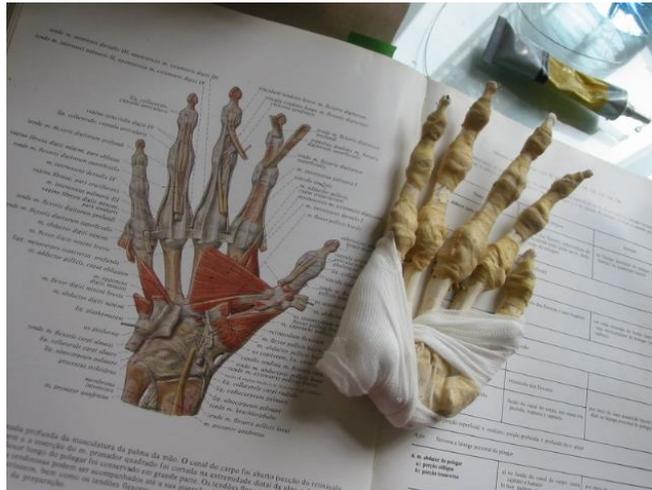
Preparação da face para montagem do pescoço na construção do modelo tensegrity humano.



**Figura 114.**  
Conectando os  
músculos sub-  
mandibulares.

### 3.6.10

#### Estudo da musculatura da mão



**Figura 130.**  
Estudo e construção  
da mão

### 3.6.11

#### Estudo e construção do assoalho pélvico

Os músculos que desenham e estruturam o assoalho pélvico têm um papel de extrema importância na organização do corpo, principalmente em posição ereta. O conjunto de músculos que dão base a bacia são mais uma comprovação de que somos uma estrutura *tensegrity*, isto porque vamos encontrar mais uma vez, uma estrutura triangulada que exerce força em direções opostas e complementares conformando uma espécie de diafragma pélvico - onde o centro de força se ajusta, diminuindo ou se alargando, aproximando ou afastando os ísquios, em conjunto com a articulação sacroilíaca, tracionando o cóccix em direção ao púbis e se prolonga ascendente pelos retos do abdômen.

Funciona como a base para que ocorra a função de coesão entre pernas bacia e tronco, e para a estruturação do tronco e da cabeça.



**Figura 131**

Estudo e construção do assoalho pélvico

### 3.6.12

#### Estudo do acesso para o diafragma.





**Figura 132**

Oblíquos internos e externos e acesso ao diafragma.

### 3.6.13

#### Estudo da unidade de coordenação inferior e fáscia sacrílica.



**Figura 133.**

Estudo da unidade de coordenação inferior e fáscia sacroilíaca.

### 3.6.14

#### Modelo corpo humano.



---

Modelo de corpo humano construído com fio de telefone.

Estudos complementares estão em desenvolvimento e serão apresentados num próximo trabalho.