

3. A Ciência do Design e Richard Buckminster Fuller

3.1. Introdução

Richard Buckminster Fuller: pensador, inventor, arquiteto, professor, filósofo, poeta, cientista, futurista, para citar apenas alguns dos seus muitos atributos, foi, no entender de muitos autores, o Leonardo da Vinci do Século Vinte. Sua extensa obra, geralmente redigida em “Fullerês”, tem sido decifrada e cada vez mais estudada em todo o Planeta, definido por ele como: **Astronave Terra**.

Bucky, como Fuller gostava de ser chamado, nasceu em 12 de julho de 1895 em Milton, Massachusetts, perto de Boston. Seu pai, Richard Buckminster Fuller Sr., era descendente direto do famoso coronel inglês, Joseph Buckminster que lutou ao lado de Jorge Washington pela independência da América do Jogo da Inglaterra, e sua mãe, Caroline Wolcott (Andrews) Fuller era descendente direta do tenente da Marinha Inglesa, Thomas Fuller que, em 1630, durante uma licença, visitou inúmeras colônias americanas. O tenente Fuller ficou tão encantado com os locais e as idéias revolucionárias em favor da liberdade, que já vicejavam naquela época, que se desligou da Marinha de sua Majestade e se estabeleceu em solo americano dando início a toda uma linhagem de Fullers famosos, muitos deles, ministros da igreja protestante e todos alunos de Harvard. Bucky, mantendo a tradição da família também frequentou a mesma Universidade mas, foi desligado duas vezes. Uma vez pela própria administração, por faltar às aulas porque estava na farra e a segunda vez espontaneamente por achar que o curso de engenharia de Harvard não tinha mais nada a contribuir para a sua formação.

Richard Buckminster Fuller, muitas vezes começava suas palestras surpreendendo a platéia com a seguinte frase:

"Eu gostaria de me apresentar como o fracasso mais bem sucedido do mundo" (Baldwin, 1996 p.2)

3.2.

A Revolução de Buckminster Fuller na Ciência do Design

Depois de um longo período de hibernação e auto-avaliação, em 1927, Bucky descobriu que um dos elementos mais críticos das suas, filosofia e estratégia operacional seria a compreensão dos aspectos metafísicos da existência humana. Estes aspectos passariam a ser o foco de toda a sua atenção e energia deste período em diante.

O trabalho de fundamentação desta compreensão foi realizado durante anos anteriores a 1927, quando ele aprendeu a apreciar e respeitar as maravilhas da Natureza.

Algumas das primeiras questões que ele examinou surgiram logo após as experiências, sem paralelo, com a morte prematura da sua filha Alexandra.

Ao longo das muitas horas de vigília o casal Fuller discutia temas sem dúvida nenhuma muito complexos para o entendimento de uma criança. No entanto, passado algum tempo Alexandra começava balbuciar palavras que tinham há pouco entrado nos pensamentos de Bucky. Este fenômeno foi crescendo em escala até que a própria filha de Bucky estava dando soluções para indagações que ele havia formulado poucos minutos antes na sua mente. Fuller teorizou que por causa do seu estado de saúde precário Alexandra começou a se desenvolver de uma forma diferente da maioria das crianças. Ele observou que os seus primeiros modos de expressão e aprendizado eram mais metafísicos do que físicos. Ele intuiu que um dos indicadores mais fortes do seu crescimento nesta área foi o seu rápido desenvolvimento em comunicações telepáticas. (Sieden 2000: 72)

Durante o esforço de tentar purgar as memórias dolorosas do ocorrido, Bucky percebeu, num contexto mais acadêmico e menos pessoal, que quando dois indivíduos se comunicam com sucesso entre si ocorre um fenômeno, geralmente referido como “entendimento,” entre estas duas pessoas. Mas, este entendimento não pode ser encontrado dentro do corpo físico destas pessoas. “Entendimento exemplifica os numerosos fenômenos sinérgicos que transpiram entre humanos mas que não podem ser materialmente isolados.”

Bucky intuía que, tais fenômenos, como tudo que transpira entre seres humanos, eram metafísicos, tendo, no entanto, o potencial (poder) de influenciar nosso ambiente físico.

Assim, por estar convencido que todo o Universo é controlado por um conjunto de princípios generalizados que governam os fenômenos físicos e metafísicos, Fuller decidiu examinar a física à luz da metafísica. Ele escolheu a física porque os físicos desenvolveram definições precisas de tudo o que é físico. A partir daí ele utilizou estas definições para entender o metafísico.

Bucky aprendeu com a física que; **tudo o que é físico é composto de energia.**

Quando a energia é associativa, isto é, conectada fortemente a outra energia ela é designada como **matéria**, mas quando ela é disassociativa, isto é, quando ela é menos fortemente conectada a outra energia ela é chamada de **radiação.**

Toda a energia assume perpetuamente uma destas duas formas e elas podem freqüentemente ser mensuradas por aparelhos concebidos pelo homem.

Ele descobriu também que, para operar com mais eficiência ele precisava uma definição compreensiva de vida que estivesse focada em fenômenos metafísicos e ainda assim, satisfizesse esse seu modo experimental de operar.

Ao desenvolver a sua definição de vida, Fuller primeiro considerou a característica de consciência e, em particular, a consciência que um indivíduo tinha do outro.

"Ele então elaborou a seguinte hipótese: quando um ser humano está consciente da existência de outro ser humano, a comunicação ocorre. Este contato pode ser considerado como um experimento que, se bem sucedido experimentalmente, demonstra a existência da vida". (Sieden,2000 p.98)

Na hipótese de Fuller, as entidades físicas - fossem elas humanos, gatos, ou quaisquer seres vivos - são apenas veículos para mensagens da mesma forma que um telefone é veículo para transmissão de mensagens. Os seres (formas de vida), que iniciam contatos são fenômenos metafísicos que Fuller chamou de "**integrações de padrões**". Ele especulou ainda que, estas integrações de padrões, apesar de não serem possíveis ser detectadas por nosso equipamento sensório no seu nível normal de desenvolvimento, elas são a **essência da vida.**

Bucky achava muito importante traduzir este fenômeno metafísico por meio da representação física mais clara possível para que se possa entender a impressão que ele fazia da essência da vida.

Ao longo dos anos, Fuller dedicou boa parte do seu tempo criando tal representação. Ele consumiu longas horas procurando encontrar meios de representar a realidade metafísica por meio de fenômenos físicos facilmente reconhecíveis e demonstráveis, vindo a apreciar o significado do fenômeno que ele chamou de "integrações de padrões" que incluem, mas não se limitam apenas aos seres humanos- mesmo nas tarefas mais mundanas.

Enquanto formulava a sua teoria sobre as integrações de padrões, Fuller percebeu que os fenômenos metafísicos são sempre conceituais, um fato que as estabeleceu como independentes de limitações físicas como **tamanho e tempo**. Ele especulou que, pelo fato de as integrações de padrões serem destituídas de componentes tangíveis, que a maioria dos seres humanos vêem como realidade, elas são extremamente difíceis de serem compreendidas, muito menos aceitas.

Os seres humanos estão acostumados a lidar com o que eles acreditam ser a solidez da **realidade material**.

Fuller tentou descobrir durante a sua vida toda como o metafísico poderia ser representado e descrito por meio de eventos tangíveis e objetos que podem ser detectados pelo sistema sensorio dos seres humanos. Usando tais representações ele foi capaz de entender com maior facilidade a importância dos conceitos metafísicos que influenciam continuamente todos os aspectos da existência humana.

Ele intuía que todas as integrações de padrão existem independentemente dos fenômenos locais ou eventos (a saber: corpos humanos, planetas, flores desabrochando) e que os humanos podem descobrir suas existências somente experimentando os fenômenos ou eventos locais que resultem delas. Por exemplo: os corpos humanos físicos são os fenômenos locais criados pelas integrações de padrões que são a essência das vidas humanas individuais.

Fuller usava sempre o mesmo exemplo para explicar melhor o conceito de integridade de padrão. Ele pedia à audiência de imaginar três pedaços de corda de comprimentos e diâmetros iguais mas compostos de materiais diferentes, a saber: nylon, sisal e algodão, ligados entre si criando uma corda continua composta dos três materiais. Dá-se então um nó de correr na parte de nylon da corda. Esta configuração de nó além de ser uma interferência na corda é um padrão de interferência em si. Quando as extremidades da corda são puxadas o nó se aperta modelando a maneira que a energia interfere consigo mesma e cria o ambiente físico que os humanos entendem (percebem) como **realidade**. (Sieden, 2000 p.99)

Para melhor entender a auto-interferência que cria a massa física, Fuller estudou o fenômeno dos corpos celestes. Na sua pesquisa ele descobriu que existe uma atração perpétua (permanente) entre as **ilhas esféricas de massa** que nós chamamos de planetas ou estrelas. Quando duas destas massas exercem uma tração entre si, da mesma forma que a nossa corda foi puxada, surge uma interferência de energia (modelada pelo nó da corda) entre as massas em questão. À medida que a força de tração aumenta, a interferência de

energia é apertada até que a energia se torna tão comprimida que passa a ser percebida com o que chamamos de **massa**. É desta maneira que os planetas, as estrelas e toda a matéria tem sido, e continua a ser criada. Da mesma forma, quando o nó de interferência de energia é desapertado, a massa se converte numa forma mais disassociativa, conhecida por nós como **energia radiante**.

Fuller lembrava, com freqüência, nas suas palestras, que ele chamava de “pensando em voz alta”, que este fenômeno ostensivamente simples era a base da teoria de Einstein. Einstein descobriu e modelou matematicamente a situação, mais tarde representada por Fuller com a sua corda de três materiais. Einstein desenvolveu fórmulas que explicavam que **energia e massa** são essencialmente a mesma coisa. Ele teorizou ainda que estes dois componentes fundamentais migram de um estado para outro assim como água se transforma em gelo ou vapor.

Quando a energia muda de aparência para se tornar massa, ela interfere consigo mesma reduzindo a sua velocidade e se compactando em nós que os humanos designaram como sólidos. Como já vimos a energia comprimida em massa também pode se descomprimir e se tornar energia radiante como a luz solar ou o calor. Quando desapertamos o nó de correr ele pode migrar da parte de nylon para a de sisal e daí para a de algodão até sair por esta extremidade e desaparecer. (Sieden, 2000 p.100 -101).

Após dividir esta ilustração com a sua audiência centenas de vezes, Fuller dizia que a maioria das pessoas, quando discutiam o nó de correr, consideravam a corda como se fosse o nó. No entanto a corda não é o nó. A corda explicava ele, era um fenômeno local limitado que servia apenas de veículo para que o padrão invisível (“nó”) se tornasse visível aos seres humanos. Fuller usava a corda, nesta demonstração, para explorar as complexidades do padrão conhecido como nó. Ele também explicava que a aparição inicial do nó de correr não estava na corda, mas sim como um pensamento metafísico na sua mente. Sua mente é que transmitia a idéia de nó de correr para o seu cérebro que comandava as suas mãos a fazê-lo. (Sieden, 2000 p.101)

Ao longo desta experiência aparentemente simples mas, na realidade muito complexa, Fuller se responsabilizava pela manifestação de um padrão nó formado na corda. No entanto, quando ele falava da demonstração, ele enfatizava que o passo inicial no processo de manifestar o nó (e qualquer outra criação) está no ato metafísico pelo qual a mente humana descobre um padrão e imaginava a sua contraparte física. Esta exploração simples também demonstrava que o nó não era nylon, nem sisal, nem algodão apesar dele ter sido feito nestas secções da corda. Na verdade, nenhum destes materiais era o nó.

Na teoria de Fuller o **nó** era, e permanecia, uma integração de padrão.

As pessoas são capazes de detectar fisicamente e observar esta integração de padrão porque ela interfere e se mostra sobre um item, (a corda), que os humanos podem perceber por meio do seu limitado equipamento sensorio.

Fuller acreditava que apenas uma pequena percentagem das integrações de padrão operando no Universo se fazem perceber pelos seres humanos por meio de um número limitado de objetos e fenômenos.

Quando Bucky descobriu que a política jamais traria a "boa vida para todos", ele anunciou "a revolução da Ciência do Design". A política, dizia ele, decide quem vai sobreviver. Somente por meio da **"Ciência do Design Antecipatório Abrangente"** poderiam ser distribuídos, com lisura os recursos do mundo para todos, fazendo com que o emprego das guerras se tornasse obsoleto.

No tempo de Bucky, quase nenhum designer pensava assim e poucos o fazem hoje em dia. O movimento pelo bem estar do ambiente focou sua atenção no design ecologicamente correto, mas os designers ecológicos, com base na biologia, desconfiam muito da tecnologia.

Bucky não se dizia um cientista mas ele afirmava que uma tecnologia bem desenhada, baseada na ciência (Biônica), seria a nossa única chance de sobrevivência. Com isso, dizia Bucky, nós podemos "reformatar o meio ambiente (ele queria dizer o meio ambiente construído) em vez das pessoas". Cabe aqui lembrar a frase de outro grande homem, Winston Churchill, que dizia: "nós damos forma aos nossos prédios e estes passarão a dar forma às nossas vidas daí por diante".

O que levou Bucky a pensar desta forma foi o fato de analisar os padrões maiores do comércio mundial e a rápida evolução da tecnologia. Ele chegou à conclusão de que existiam bastante recursos para todos, se nós não esbanjássemos estes recursos na fabricação de armas e designs ineficientes nem desperdiçássemos em trivialidades (como as "fabricadas e vendidas" pela sua multinacional imaginária, OBNOXICO CORP).

Com um inventário de recursos possíveis à mão, o próximo passo do designer é usá-los com competência. A "Ciência do Design Antecipatório Abrangente" exige o máximo de eficiência com o menor custo social e ecológico. Ser "abrangente" significa uma direção (Bucky chamava isto de "prospecção abrangente"). Isto implica numa extensa pesquisa multidisciplinar, uma tarefa que hoje em dia é facilitada pela Internet. O objetivo é otimizar em vez de

comprometer. "O sacrifício no sentido heróico jamais deveria ser necessário. **Um produto bem desenhado representa milhares de anos de experiência humana refinada**". (Baldwin, 1996 p.63)

3.2.1. Ciência do Design Antecipatório Abrangente

A Ciência do Design Antecipatório Abrangente ou simplesmente Ciência do Design foi desenvolvida por Richard Buckminster Fuller no primeiro quadrante do século XX. Trata-se de um vasto campo de estudos focalizado no processo de como se comportar em relação à solução de problemas. Este processo levou muito tempo para ser compreendido e aceito pela comunidade dos designers, arquitetos e engenheiros.

Esta Ciência é:

a) Abrangente porque procura por um problema ou assunto subjacente a algo e tenta resolver o caso geral em vez de se restringir a questão específica deste problema.

Por exemplo: um designer ou arquiteto tem a preocupação de entender e achar uma solução para os desabrigados numa escala global e não se preocupar apenas com o caso de um indivíduo na sua rua ou cidade. Entender porque existem mais de 400 milhões de desabrigados no mundo todo.

b) Ela é Antecipatória porque o cientista de design procura compreender, não apenas os problemas que estão à mão, mas como estes problemas poderão se manifestar com o tempo. Além disso ele deve tentar prever quais os problemas que uma solução proposta possa trazer, e planejar de acordo.

Neste momento o Cientista do Design tem que se preocupar com estudos sobre populações e respectivas demografias, economias, dados estatísticos e assuntos correntes para tentar prever tendências e descobrir para onde a coletividade está indo, com a finalidade de minimizar surpresas quando ela, a humanidade, chegar lá.

c) É Design em si mesmo, porque é o aspecto criativo na solução de problemas. É o processo de analisar o seu "caso"; estudar outras áreas que poderão fornecer tecnologias de recursos e ferramentas apropriadas para chegar ao sistema, desenho, parte, idéia ou qualquer coisa necessária com a finalidade de se posicionar em relação à questão do momento, para implementar uma solução.

Muitas vezes este processo tem que ser repetido, refinado e corrigido durante o desenvolvimento do processo de busca da solução.

d) Finalmente o aspecto da **Ciência** também é crucial. A **Ciência do Design** não se refere aqui ao design de moda, gráfico ou de interiores. Ela se refere ao design industrial, ao design de computação ou ao design mecânico, embora ela incorpore também elementos de outros campos do design tais como elementos científicos, de engenharia ou artísticos. Pelo emprego de um método científico, aplicando medições, experimentando sistematicamente, observando e registrando eventos para refinar soluções, consegue-se chegar a resultados que, não só resolvem em uma só ocasião, mas numa variedade de situações.

Em Patrick G. Salsbury encontramos um bom exemplo para ilustrar a Ciência do Design Antecipatório Abrangente.

Ele cita o caso de se obter um suprimento, limpo e confiável de água potável. Todo mundo precisa, e as pessoas de países desenvolvidos nem se preocupam com o problema porque, para elas, é obvio que o sistema de água das suas cidades funcione perfeitamente. O mesmo não podemos dizer da maior parte dos países do Terceiro Mundo. Nestes lugares, em geral, não existem torneiras e quando elas existem a água vem de fontes extremamente duvidosas com relação à limpeza e tratamento adequados. Em muitos países, incluindo o nosso, as pessoas têm que caminhar, todo dia, por quilômetros e quilômetros para chegar à fonte e, lá esperar por horas até terem a chance de se abastecer de água. As estatísticas atuais informam que, aproximadamente, um bilhão de pessoas, no Mundo, não tem acesso a recursos de água limpa e tratada. Este número é o que mais concorre para o resultado estatístico de que 80% das doenças no mundo (dados divulgados pelo programa de desenvolvimento das Nações Unidas em 2000) têm origem na impureza das águas.

Assim sendo, resume Patrick G. Salsbury, "se pudéssemos tomar conta do problema global da água, nós conseguiríamos erradicar 4/5 dos casos de doenças no Planeta".

A Ciência do Design também lança um olhar sobre fatores políticos, econômicos e de engenharia entre muitos outros, tentando tirar proveito da força de cada um enquanto procura minimizar os pontos fracos dos mesmos.

Por exemplo: um grande sistema centralizado de abastecimento de água é caro de construir e difícil de manter. Qualquer rompimento numa adutora principal pode causar um desastre e deixar milhares de lares sem água.

Utilizando o processo da Ciência do Design Antecipatório Abrangente, podemos verificar que um modelo descentralizado pode ser muito robusto, mais fácil de ser mantido por muitos indivíduos e capaz de resistir à fúria da Natureza, bem como ao vandalismo (sabotagem), com muito mais eficiência e menos risco de grandes desastres. Se nós nos abstrairmos dos modelos municipais cristalizados, com seus reservatórios e redes de tubulações gigantescas, poderemos pensar em explorar alternativas e encontrar soluções surpreendentes!

A captação de água da chuva é um método muito simples e muito aplicado nos países tropicais e sub-tropicais onde a umidade é alta e chove com regularidade. O mesmo acontece com o derretimento da neve nos países frios. Existe uma grande variedade de filtros caseiros e sistemas de purificação de água disponíveis para que as pessoas que vivem longe dos sistemas municipais de abastecimento, possam utilizar a água dos rios e poços locais. Outra possibilidade é a coleta das gotículas de orvalho, à noite, fazendo passar a cerração por tecidos de malha fina colocados sobre os tanques de captação.

Existem muitas maneiras de se atacar um problema, algumas delas servirão para muitos casos, outras, para casos mais restritos e especializados. É atribuição do Designer Científico achar a solução mais eficiente e elegante, considerando as características da região, dos recursos disponíveis, orçamento, etc.

O Design, fazendo uma abordagem aberta (abrangente) pode chegar a uma dúzia de soluções viáveis, nenhuma das quais tendo algo em comum com os modelos tradicionalmente aceitos. Estas soluções serão provavelmente mais baratas, mais rápidas de implementar, mais estáveis e eficientes do que as idéias convencionais.

O Designer Cientista deve, permanentemente, buscar informações no maior número de áreas do conhecimento possível e se tornar versátil em todas elas. Assim fazendo ele pode prospectar nestes vários recursos para integrar, sintetizar e chegar a "novas soluções para problemas muito antigos e outras para problemas, até agora desconhecidos ou não percebidos".

Patrick G. Salsbury, no seu paper sobre Ciência do Design Antecipatório Abrangente, lembra uma citação de um personagem de Robert A. Heinlein, para definir a filosofia geral do Designer Cientista Generalista:

"Um ser humano deve ser capaz de saber trocar uma fralda, planejar uma invasão, abater um porco, pilotar um navio, projetar um prédio, escrever um soneto, fazer balanço de contas, construir uma parede, engessar um osso quebrado, confortar um moribundo, receber ordens, dar ordens, cooperar, agir sozinho, resolver equações, analisar um problema novo, colher estrume, programar um computador, cozinhar uma refeição saborosa, lutar eficientemente, morrer galantemente.

Especialização é coisa para insetos!"

A natureza não é algo a ser conquistado ou hostilizado, ela deve ser vista como um modelo de princípios aplicados; A natureza sempre faz as coisas da maneira mais econômica e eficiente. Nós temos que aprender a tomada de decisão. Os princípios que governam o universo não têm exceções, apesar da humanidade ignorante agir como se tivessem. Uma das coisas mais espantosas até agora descobertas sobre estes princípios é que eles não são conflitantes entre si. O Universo trabalha como um sistema harmonioso se regenerando incessantemente como se fosse uma máquina operando em moto perpétuo.

"Para se estar afinado com o Universo, nossos designs têm que ser regenerativos". A palavra "sustentável", que já está desgastada na atualidade, chega perto disto.

A maioria dos designs de hoje é muito ineficiente para ser regenerativa. As investigações de Bucky mostraram que a totalidade das máquinas rotativas em operação tinham uma eficiência geral de 5%, um resultado vergonhoso que não melhorara desde a sua primeira observação em 1927. A frota de automóveis atual, por exemplo, tem uma eficiência geral de 6%. De cada US\$100,00 gastos em combustível, mais ou menos US\$95,00 são desperdiçadas de várias maneiras. Algum deste desperdício é inerente aos processos físicos entrópicos, mas, existe muito espaço para aperfeiçoamento.

Esta eficiência patética de 6% não é o resultado de uma conspiração ambiciosa entre as companhias de petróleo e os fabricantes de automóveis, mas sim o resultado da ignorância em larga escala. Poucas pessoas pensam nos radiadores dos seus carros, que são componentes projetados para jogar fora o calor que o seu dinheiro acabou de comprar. E mais, gerar este calor também produz poluição. O desperdício é sempre um sinal de design pobre, ineficiente; a poluição é uma mostra de ineficiência. O tributo pago pelo contribuinte por degradar o ambiente é enorme. Aproximadamente 1% da humanidade é composta por cientistas ou engenheiros e a maioria deles é especializada demais para perceber o efeito global do seu trabalho. O resto da humanidade é técnica e ecologicamente analfabeta! (Baldwin, 1996 p.64)

"Bucky achava que "em se pensando progressivamente e dispensando o medo e a avareza, a eficiência de toda a maquinaria iria impulsionar a economia mundial ao ponto de assegurar comida, abrigo e cuidados com a saúde para todos". (Baldwin, 1969 p.64)

Bucky sabia, por experiência própria, que todos os avanços tecnológicos vêm das demandas militares ou outras condições, em que a alta performance é necessária para a sobrevivência. Ele notou que a cada fase de desenvolvimento da tecnologia militar, diminui a quantidade de materiais requeridos e aumenta a eficiência da energia empregada. Ele dizia que "a ciência pura não evolui durante a guerra: as armas usam a última palavra do que já existe". Não há tempo para experimentação e atitudes laboratoriais. O laboratório é o próprio cenário da guerra.

Mas, dizia Bucky, "sempre existe suficiente dinheiro para o desenvolvimento da tecnologia militar. Se tem para os militares, teria também para os civis, com a vantagem de se poder vender os bens ao passo que os bens militares são dados para os inimigos na forma de bombas, foguetes, aviões derrubados, veículos confiscados, etc."

E, o que dizer dos computadores e as suas, extremamente elaboradas capacidades digitais? Segundo Bucky a importância do homem para a próxima década tecnológica é muito maior do que foi no passado. O Computador não pode formular uma pergunta original, ele não tem capacidade para problematizar uma situação. "O computador pode apenas perguntar de novo as questões levantadas pelo cérebro humano". Nenhum computador pode compreender a pluralidade de padrões de pensamento, potencialmente significativos, que emergem com a evolução. Fuller afirma que "os homens continuarão à florescer como os grandes questionadores e inventores exploratórios. Como ele dizia "O desenvolvimento é programável, mas a descoberta não. Uma vez que os computadores não podem ser educados a procurar comportamentos eles também não podem ser induzidos a procurá-los". Concordo plenamente com Bucky quando considerava o termo "descobrir" mais preciso do que "criar".

O "**antecipatório**" da expressão: "Ciência do design antecipatório abrangente" significava ver adiante, prever, levar em consideração os períodos de gestação de várias tecnologias e o tempo necessário para elas serem aceitas ou absorvidas pelo público em geral.

"Um designer deve planejar adiante da mesma maneira que um autor teatral se prepara para a noite da abertura". (Bucky) Ele esperava que os designers e as pessoas agindo como designers se tornassem mais compreensivas e científicas à medida que o conhecimento (humano) se acumulasse.

Na verdade isto já está acontecendo embora, muitas vezes inadvertidamente. As cidades estão reordenando as viagens aéreas no Globo. As viagens passaram dos trilhos e vias terrestres para o ar à medida que as pessoas viajam cada vez mais em aviões.

Os satélites e muitos outros aparelhos fizeram a comunicação passar do fio para o sem fio.

Turbinas eólicas ou fotovoltaicas, acopladas a túneis de vento estão começando a substituir as gigantescas e dispendiosas usinas de geração de energia elétrica doméstica. A energia solar está reduzindo aos poucos a necessidade de combustível fóssil. A eletrônica e a descoberta, quase diária, de novas super ligas metálicas está levando a tecnologia do visível para o invisível.

"O músculo está dando lugar para o know-how e automação. Mas será que as mudanças serão grandes o suficiente e chegarão à tempo?". (Bucky)

Bucky não gostava de ser chamado de profeta. Se não foi um profeta ele certamente foi um missionário muito à frente do seu tempo. O escritor científico Arthur C. Clark dizia que Richard Buckminster Fuller será, um dia, possivelmente canonizado como o nosso primeiro "Santo Engenheiro." Quando perguntado sobre o futuro ele apenas dizia que a humanidade tinha os conhecimento e os recursos para gerar um bom futuro. Se vamos ou não conseguir isto depende apenas de nós!

3.2.2. Principais Realizações de Bucky

Bucky, ficou mais conhecido pelo seu trabalho com **estruturas geodésicas** mas, inúmeros outros projetos de vanguarda, menos conhecidos do grande público, pontuam a trajetória fantástica deste incansável criador. Estes são os casos da **Casa Dymaxion** incluindo o **Banheiro Dymaxion** de uso residencial, a **Cabana Dymaxion** de uso militar, do **Mapa Dymaxion** e do **Veículo Dymaxion**¹.

No entanto, em 1927, Fuller considerando-se um fracasso total pensou em se jogar no Lago Michigan. Para sorte da Humanidade antes de perpetrar este gesto extremo Bucky pensou:

“Seria possível eu me usar como o meu próprio ratinho de laboratório e ver o que, um cidadão completamente desconhecido, sem um tostão nos bolso, com mulher e filha para criar, poderia fazer efetivamente pela humanidade? Fazer o mundo trabalhar para 100% da humanidade no menor tempo possível, por meio de cooperação espontânea e sem ofensa à ecologia ou prejuízo de quem quer que seja?” (Sieden, 2000 p.xii)

Este foi o começo do Projeto: “**Guinea Pig B**”(Porquinho da Índia B), que ocuparia o resto dos dias de Fuller e produziria uma enorme quantidade de idéias e projetos que efetivamente colaboraram no passado, colaboram no presente e colaborarão no futuro para a melhoria da qualidade de vida no Planeta.

Na verdade alguns projetos são tão revolucionários e avançados que ainda estão aguardando o aprimoramento da tecnologia, seja de materiais, seja de estruturas, para serem confirmados, e garanto que serão!

Apesar ou, possivelmente, por causa da sua saída de Harvard, Bucky se tornou um autodidata. Ele aprendeu a pensar e agir por sua própria iniciativa. Ele acreditava, fortemente, na capacidade de realização do ser humano, como indivíduo, sozinho no universo, independente das “benesses” das corporações.

Com relação a isto ele dizia que os humanos diferem dos outros animais em apenas um aspecto importante:

1 A palavra Dymaxion foi criada pelo pessoal de relações públicas da loja de departamentos Marshall Field onde Fuller expôs um modelo, do que ele então chamava de Casa 4D. A palavra é uma combinação de sílabas das palavras: dynamic, maximum e ion. Ela foi registrada por Marshall Field em nome de Bucky e se tornou sua marca registrada ao longo dos anos. (Sieden, 2000 p.131-132)

Nós temos mentes. Nós podemos pensar. Nós fomos desenhados e construídos para pensar e depois agir de acordo com os raciocínios desenvolvidos. Nós somos os únicos animais (seres vivos) que podemos controlar (até certo ponto) nossa própria evolução - em direção ao sucesso ou à falência. Nós fomos desenhados para fazer isto. Outros animais são muito mais automatizados do que os humanos. Se nós nos comportarmos como animais desmiolados, talvez ainda sobrevivamos um pouco mais, mas a nossa falência virá logo! Se nós usarmos nossas mentes no sentido de fazer da Humanidade um sucesso na Terra, o Universo tomará conta de nós. (Baldwin, 1997 p.5)

Depois de um curto período na marinha, durante a Primeira Grande Guerra, onde ele inventou um sistema seguro para os Porta-Aviões recuperarem e salvarem os pilotos de aeronaves, que porventura tivessem perdido a pista ao aterrissar e caíam no mar, sistema este que é usado até hoje pela Marinha Americana, Fuller foi trabalhar com o seu sogro, o arquiteto James Monroe Hewlett, na Stockade Building Company, que produzia prédios construídos com blocos de um material fibroso composto de lascas de madeira aglutinadas com cimento de magnésio oxi-clorídrico, inventados por ele. Entre 1922 e 1927 foram construídos 240 prédios.

Este contato com a indústria da construção artesanal com a sua ineficiência em termos do uso de materiais e análises não científicas dos parâmetros físicos que afetam a estabilidade da construção, deixaram uma impressão indelével em Fuller que passou a criticar, repetidamente, o design arquitetônico e a sua prática fragmentada e não científica.

Convencido da futilidade de tentar resolver problemas de construir e prover abrigo pelos métodos convencionais, Fuller embarcou, em 1927, naquilo que seria seu envolvimento, pelo resto da vida, com estruturas em escalas Humanas, micro e macro.

Seus primeiros estudos na procura de geração de espaços baseados na análise das forças naturais agindo sobre uma estrutura, levaram-no a desenvolver um programa rigoroso de requisitos. Esta lista que ele intitulou: "Requisitos universais para o beneficiamento da moradia - Programa Teleológico - Um lista de checagem dos requisitos de design universais de uma habitação desenvolvida cientificamente", expunha, sucintamente, em forma de tabulação, o que ele considerava essencial para o desenho de um abrigo. Segundo o professor José Luis Mendes Ripper da PUC-Rio:

"Com Bucky percebemos como estamos presos a formas que não correspondem aos conhecimentos científicos disponíveis no mundo contemporâneo. Do ponto de vista de resistência estrutural e também de economia estamos reproduzindo ainda princípios e conceitos empregados pelas culturas primitivas."

Assim sendo foi baseado nos seus próprios princípios que Bucky desenhou a Casa Dymaxion em 1929.

A Casa Dymaxion era um projeto radical. Uma casca de alumínio pendurada em um pilar central, também de alumínio, apresentando inovações revolucionárias. No topo do mastro existiam lentes destinadas a dirigir o calor e a luz solar para onde desejado; o banheiro era todo montado na fábrica, o que incluía as tubulações, e simplesmente pendurado no seu local dentro da casa. O piso era composto por duas camadas de cabos tensionados tendo, entre eles, um colchão pneumático e, sobre eles, placas sólidas que compunham o assoalho.

A Casa Dymaxion foi pensada para ser aero-transportada para qualquer lugar do Planeta. Fuller sempre dizia que o ar é a nossa ultima fronteira “oceânica” e que o Homem mobilizando recursos, reciclando e regenerando tecnologias pelo design, vai chegar à perfeição da teia de aranha. (2000 p.30)

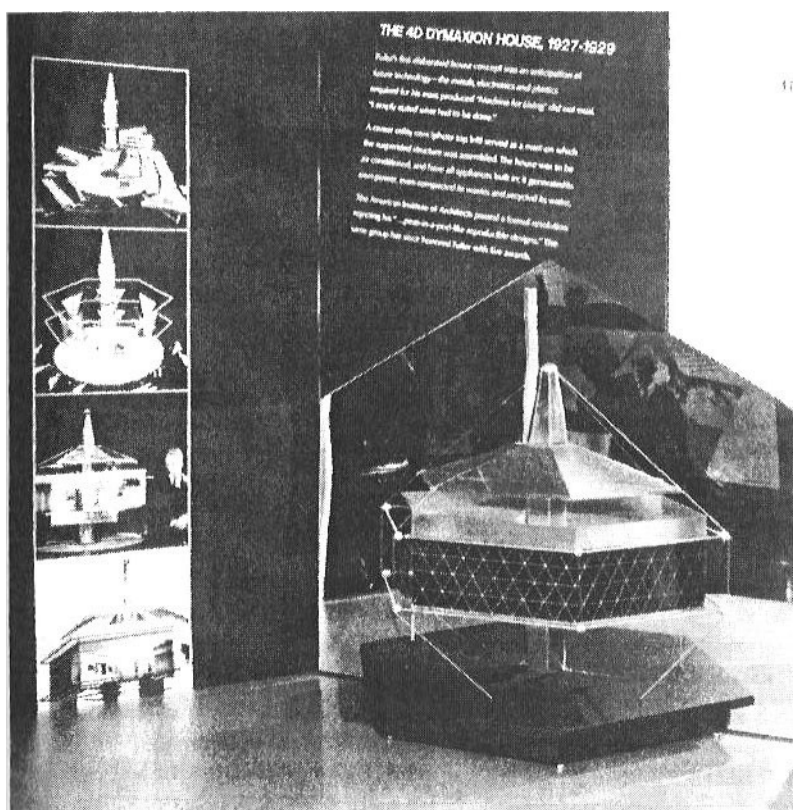


Figura 12: Casa Dymaxion (Buckminster Fuller Archives)

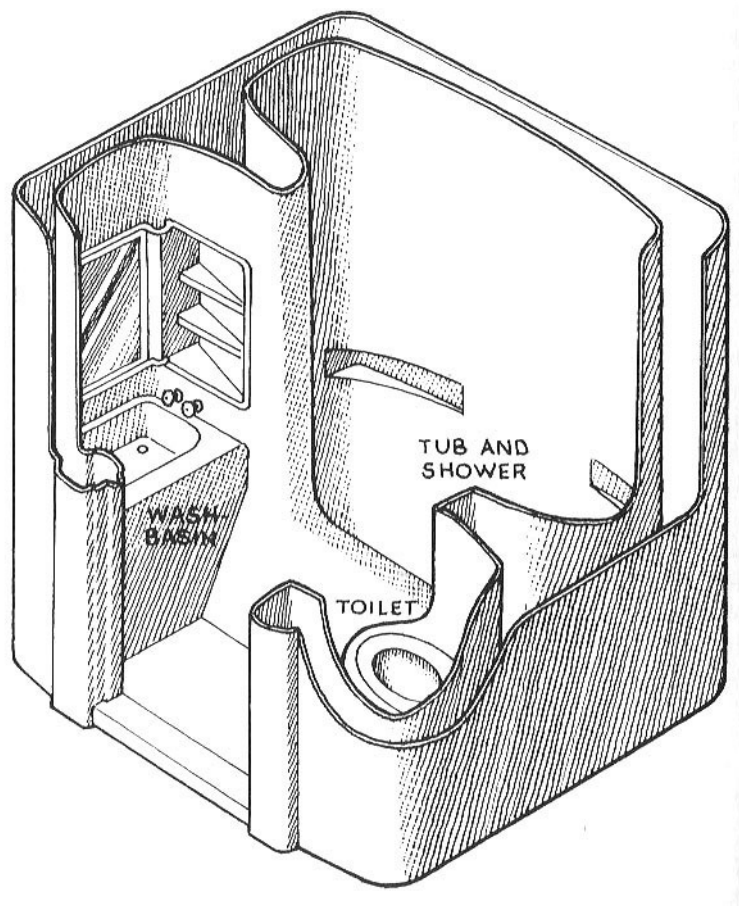


Figura 13: Banheiro Dymaxion (arquivo: Warren Schepp)

Nas suas observações da Natureza, Fuller apreciava a perfeita aerodinâmica e hidrodinâmica dos pássaros e peixes, bem como o design de qualquer outra criatura cuja forma resultasse em um máximo de eficiência e um mínimo de resistência. Na sua imaginação fértil Bucky queria desenvolver um veículo para terra, mar e ar. O Dymaxion Vehicle deveria ser a resposta a estas indagações. A idéia era fornecer o carro juntamente com a Casa Dymaxion para dar total autonomia ao seu usuário. O carro seria um complemento indispensável, principalmente em regiões remotas.

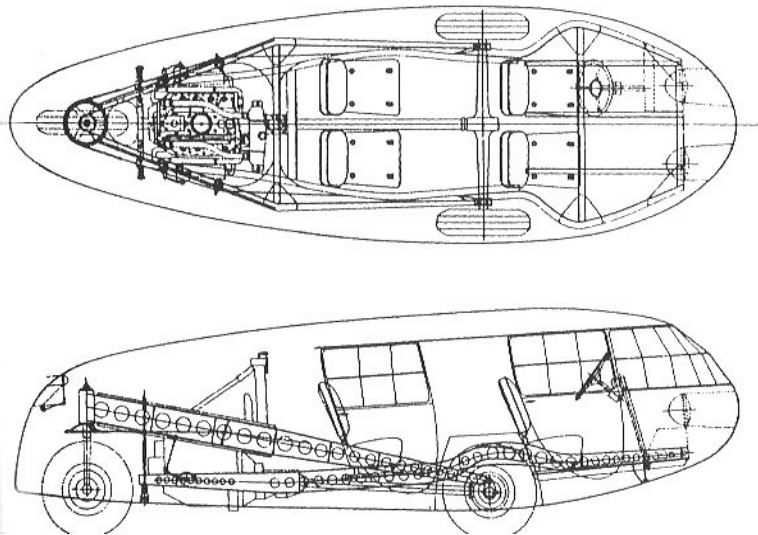


Figura 14: Carro Dymaxion (arquivo: Bridgeport Public Library)

Fuller queria que o seu veículo fosse capaz de voar como um pássaro, nadar como um peixe e andar sobre terreno acidentado como um cavalo.

O modelo mais aperfeiçoado era um triciclo com rodas de borracha para viagens terrestres, dois motores a jato para viagens aéreas e a configuração geral de uma mistura de cabeça de ganso com corpo de golfinho para diminuir a força de arrasto, tanto no ar quanto na água.

Tanto a Casa Dymaxion quanto o Veículo Dymaxion deveriam ser totalmente autônomos. Uma vez fornecidos e instalados não necessitariam mais de estradas, aeroportos, eletricidade, esgotos, “nem outros serviços que estão nas mãos e no controle do governo ou das grandes corporações!”

Foram construídos alguns protótipos, tanto da Casa quanto do Veículo, mas a coisa toda não vingou, não só por causa dos empecilhos tecnológicos, relativos a materiais e processos de produção na época, mas também políticos. Bucky eventualmente chegou à conclusão que, se tais inovações relativas a autonomia estivessem disponíveis, as pessoas livre-pensantes concluiriam rapidamente que a burocracia dominante seria dispensável e que, pela ordem natural das coisas, o Sistema vigente entraria em colapso. Dentro deste quadro a resistência do “Establishment” foi inevitável e um grande fator de entrave principalmente de financiamentos necessários a sua implementação (Sieden, 2000 p.144).

Paralelamente a estes desenvolvimentos Fuller aperfeiçoava a sua visão utópica de integrar as atividades socioeconômicas do homem numa Ciência de Design Antecipatória Abrangente, que se ocupasse em, efetivamente, distribuir, com eficiência e justiça, os recursos do Planeta.

Ele passou a se interessar por cartografia pois estava insatisfeito com as projeções do mapa-mundi existentes, principalmente a tão divulgada projeção de Mercator, que distorcia o tamanho e a dimensão dos continentes, além de achatar as massas de terra firme nos pólos.

Em 1934 Fuller estava profundamente envolvido como os problemas de cartografia, como se pode verificar no mapa divulgado por ele no seu livro “Nove Correntes para a Lua”, publicado em 1938. Neste livro ele apresenta o seu Mapa Dymaxion. Ele argumentava que qualquer um que fizesse um levantamento dos recursos da Terra necessitaria uma projeção precisa do mundo que mostrasse, com um mínimo de distorção, as formas e dimensões relativas das massas dos territórios.

Suas investigações levaram-no a dar entrada em 1944, sob o nº 2.393.676, e realizar em 1946 (ano da concessão), a primeira patente em cartografia dos últimos 150 anos. No texto ele descreve o método de projetar os dados, numa superfície plana a partir de uma superfície esférica (a Terra). O poliedro que ele escolheu para realizar esta projeção foi o Dymaxion, um **cubo-octaedro** construído com seis faces quadradas e oito faces triangulares equiláteras. Os quadrados esféricos eram divididos por uma malha de Grandes Círculos, em dois sentidos, que, quando planificada, resultava no nosso conhecido quadrado contendo uma malha ortogonal a 90º com o horizonte. Os triângulos esféricos

eram subdivididos por uma malha de Grandes Círculos, em três sentidos, que, quando planificada resultava em uma malha triangular equilátera inclinada a 60° em relação ao horizonte².

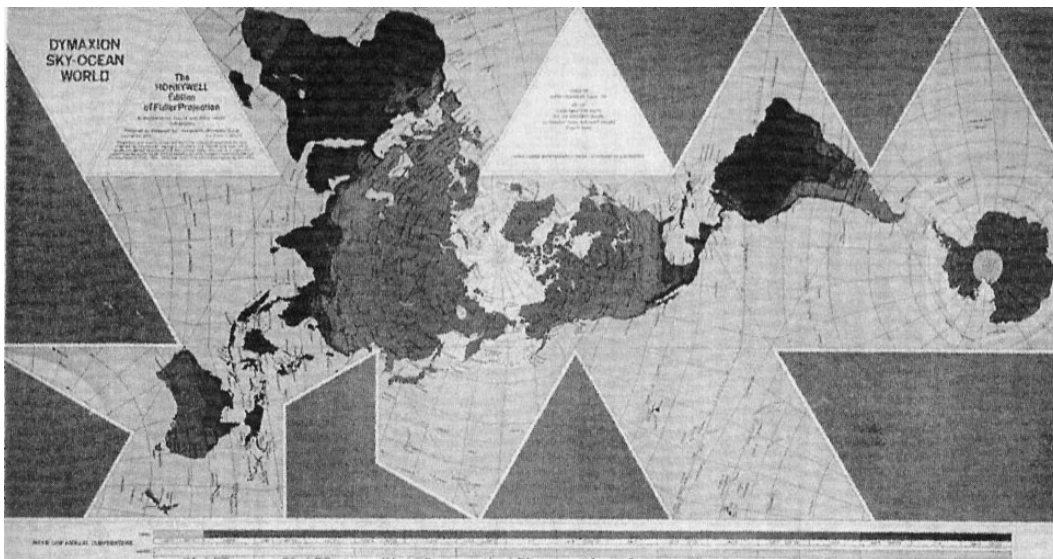


Figura 15: Mapa Dymaxion (arquivo: Honeywell Inc.)

O fator extraordinário em relação ao Dymaxion Map é que ele não apresenta deformações perceptíveis. É o primeiro e único mapa que nos dá uma visão completa da geografia da Terra sem distorções aparentes das formas e dimensões das massas continentais. Segundo Fuller: "Uma Única Ilha num Único Oceano". (Sieden 2000 p.224)

2 Uma linha geodésica é a menor distância entre dois pontos numa superfície. Se a linha geodésica estiver sobre uma superfície curva, ela também será uma curva. E, se essa curva for uma esfera, ele constituirá um equador e fechará um plano que contém o centro da esfera. Essas linhas sobre a esfera são chamados de Círculos Máximos ou Grandes Círculos. (Sieden, 2000 p.219)

3.3

Do Domo Geodésico ao Tensegrity, a contribuição de Richard Buckminster Fuller

3.2.3.

A Gênese do Domo Geodésico

Desde criança Fuller observava e se maravilhava com a natureza, seus elementos e seus sistemas, e, depois de adulto, foi nela mesmo que ele encontrou campo para as suas investigações³. Ele ficava intrigado com as formas esféricas encontráveis na natureza, desde as milhares de bolhas num pouco de espuma até os planetas no espaço sideral. “Como era possível uma esfera tão perfeita, como uma bolha, ser construída e destruída tão rapidamente”. O homem nunca foi capaz disso sem usar um modelo, e mesmo assim precariamente, pois, matematicamente, é impossível dizer o tamanho de uma circunferência; ele será sempre, **aproximadamente, $2 \times \pi \times r$** .

Tomando por base, modelos e sistemas reais, passíveis de pesquisa e experimentação ele passou a utilizar a matemática para tentar compreender e registrar, tecnicamente, como se chegava a estas formas.

Foi a partir de 1945 que Fuller começou a se ocupar e aprofundar realmente com a **trigonometria esférica**. A radiolária, um plâncton marinho microscópico, mas possuidor de uma estrutura óssea muito solicitada por esforços externos, despertou a curiosidade e a criatividade de Fuller. Com um modelo da radiolária em mãos ele estudou a configuração do esqueleto, e determinando como base de desenvolvimento da geometria espacial, um **icosaedro** (o mais esférico dos sólidos regulares), ele realizou sofisticados cálculos matemáticos, utilizando a trigonometria esférica para dividir a superfície esférica em triângulos.

3 Na verdade o que Fuller estava fazendo era lançar mão da Biônica, ou Biomimética, ciência que só nos anos 70 viria a ser divulgada pelos trabalhos de Werner Nachtigall e pelos cientistas da NASA.

A Técnica Biônica é a investigação sistemática dos princípios orgânicos e estruturais encontrados na natureza, visando colher dados aplicáveis à solução de problemas técnicos relativos ao projeto de : Estruturas, Formas e/ou Sistemas. (Nota do Autor)

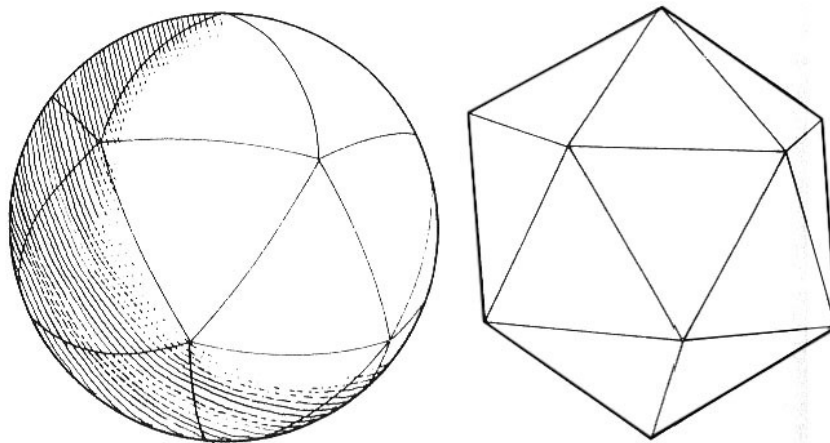


Figura 16: Superfície esférica dividida em triângulos equiláteros, gerada a partir do icosaedro

Os vértices destes triângulos formam o “sistema” de Fuller, isto é, os pontos que determinam as intercessões dos **Grandes Círculos** na superfície de uma esfera. Na geometria moderna qualquer arco de um Grande Círculo é chamado de **Uma Curva Geodésica**. Quando Fuller começou a construir **domos** que eram essencialmente malhas de triângulos esféricos formadas pelo cruzamento de Grandes Círculos ele batizou estas estruturas de **Geodésicas**.

A gênese do domo geodésico pode ser atribuída à vontade de Fuller de colocar ordem no Universo. Ele estava convencido de que a visão cartesiana ortogonal do mundo era fundamentalmente imprecisa. Sua procura por “um sistema de coordenadas próprias da natureza o levou a uma jornada exploratória, sobre estruturas e processos, que o conduziu ao desenvolvimento de uma malha espacial triangular esférica formada pelo cruzamento de grandes círculos, que ele batizou de **Domo Geodésico**.

O Domo Geodésico, um ícone da arquitetura moderna da década 50/60 recebeu o número de patente: US nº 2.682.235 em junho de 1954.

Na verdade, Bucky não foi propriamente o inventor da Geodésica. O que ele fez foi dar sentido à mesma descobrindo suas leis formadoras, construindo e divulgando suas propriedades. A estrutura geodésica e os Círculos Máximos, podem ser encontrados na natureza, por exemplo, na estrutura dos olhos das moscas e vespas ou nas carapaças dos cágados; ou, feitos pelo homem, na malha de cestos, chapéus e implementos de pesca dos povos asiáticos e dos nossos índios para transportar frutas. O mesmo princípio aparece em uma figura de leão, no Palácio de Verão em Pequim, que tem sua pata apoiada em uma esfera geodésica de cinco freqüências.

Mas, além destas manifestações, não conscientes da estrutura, matemática e fisicamente geodésica, o primeiro domo, na forma que conhecemos hoje, foi construído em Jena, Alemanha, em 1922. Seu autor foi Walter Bauersfeld, um cientista alemão, chefe de design da indústria ótica Zeiss, que idealizou o Domo visando a sua utilização como edifício. Tanto é que a armação depois de pronta, foi recoberta com cimento transformando-se numa esfera oca, uma casca, de ferro-cimento. O que Bauersfeld queria era construir um espaço para otimizar o funcionamento dos projetores estelares desenvolvidos por ele para a Zeiss. Estava assim inventado o Planetário.

Em carta endereçada à revista “Shelter”, em 19 de junho de 1973, um diretor da Carl Zeiss, descreve quais foram as primeiras preocupações que nortearam Bauersfeld na procura de um espaço apropriado para as projeções dos elementos cósmicos:

A projeção do céu estrelado requer um certo número de projetores, arranjados no centro do domo. Cada projetor deve iluminar (cobrir) uma área igual a da superfície interna do mesmo. Se os vértices de um icosaedro são cortados (truncados) de forma que a nova superfície passe a possuir: 12 pentágonos e 20 hexágonos, as áreas dessas truncagens serão, aproximadamente, as mesmas. Os projetores são montados no centro dessas figuras e produzem 32 campos estelares diferentes no domo (na realidade, apenas 31, pois uma delas é utilizada para suporte dos projetores)”. (Lotufo e Lopes, 1975 p.4)

A malha triangular, em três sentidos, que Bucky chamou de “Malha Regular”, foi sua primeira Malha Geodésica. Ela é gerada por meio da aplicação de perpendiculares às subdivisões feitas em cada um dos lados do triângulo. Considerando algumas características necessárias do sólido geométrico que serviria de base ao seu estudo, Fuller como já vimos escolheu o **icosaedro**. Acho oportuno, neste ponto, rever alguns aspectos básicos necessários ao bom entendimento da discussão da geometria geodésica, que vem a seguir.

3.2.3.1. Os Sólidos Platônicos

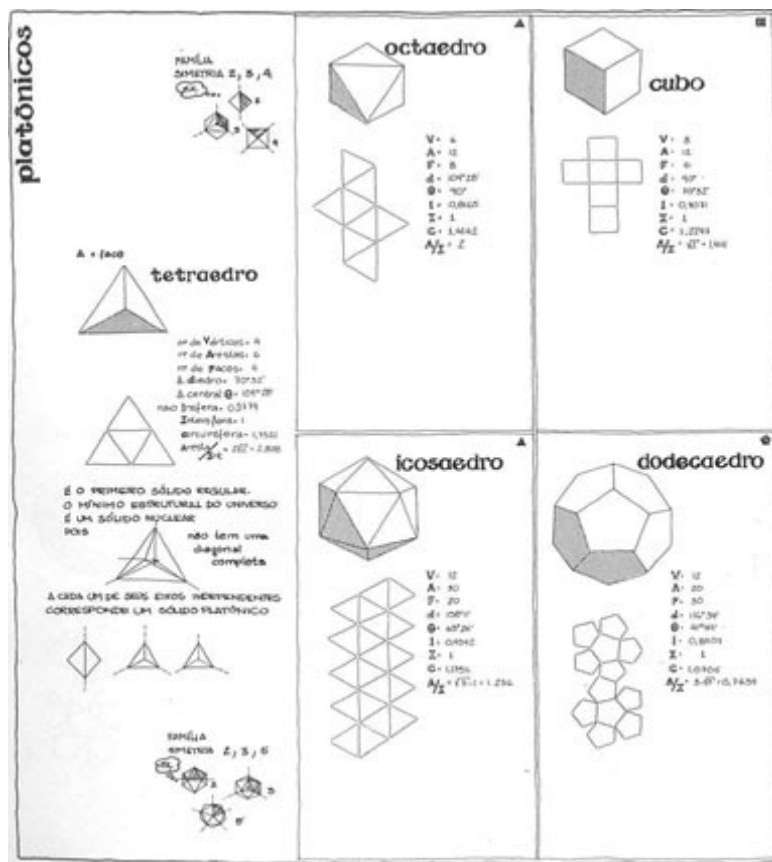


Figura 17: Os sólidos platônicos, fórmulas de desenvolvimento e planificações.

Euclides na sua conhecida obra “Elementos”⁴, deu ao mundo o conhecimento dos “sólidos platônicos”, a saber: **o tetraedro, o cubo, o octaedro, o dodecaedro e o icosaedro**. Cada um destes sólidos é formado por figuras regulares, isto é, todas as arestas e ângulos das faces são iguais.

É importante lembrar, que todos os sólidos platônicos estão inscritos numa **circunsfera**.

A Geometria Geodésica é a malha triangular que cobre a superfície de uma esfera utilizando a forma “esférica” destes sólidos como ponto de partida, uma vez que, todas as arestas e vértices têm como lugar comum a superfície da esfera.

4 A grande obra de Euclides, os Elementos, subdividida em 13 livros, constitui, sem dúvida, um dos mais notáveis compêndios de matemática de todos os tempos. Já na época de Arquimedes ele era freqüentemente adotado como livro básico. Entre os gregos e os romanos, durante toda a Idade Média e até o Renascimento, os Elementos foram considerados o livro por excelência para o estudo da geometria.” (Enciclopédia Mirador, vol 9, p.4416)

A malha triangular foi escolhida por sua estabilidade inerente em função da sua triangulação, igual em todas as direções. Um triângulo é um elemento **estável** independente do seu tamanho. Quadrados, pentágonos, hexágonos, etc. não são configurações estáveis. A maioria destes sólidos esféricos é utilizada em aplicações especiais, mas a malha icosaédrica, com 20 faces triangulares idênticas, apresenta grande estabilidade e regularidade e é a que tem sido, preferencialmente, empregada no desenho de domos geodésicos.

3.2.3.2.

As linhas Geodésicas e os Círculos Máximos

Nas suas primeiras investigações, Fuller gerou uma malha esférica composta de 31 círculos Grandes Círculos (Círculos Máximos), que se cortam em ângulos regulares. Isto ele conseguiu a partir do giro, sucessivo do icosaedro esférico, apoiado nos seus eixos, passando nos vértices, no meio das faces e no meio das arestas. Resultaram os seguintes valores:

- 6 grandes círculos obtidos a partir do giro sobre 12 vértices;
- 10 grandes obtidos a partir do giro sobre o meio das 20 faces;
- 15 grandes círculos a partir do giro sobre o meio das 30 arestas;
- 31 grandes círculos resultantes do somatório das ações descritas acima.

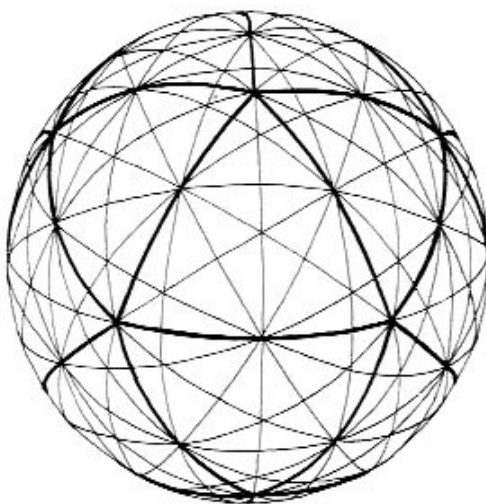


Figura 18: Esfera com todos os grandes círculos

Esta geometria de 31 Grandes Círculos foi empregada por Fuller para construir uma das suas primeiras estruturas geodésicas. Mas, ele não utilizou os Círculos Máximos pura e simplesmente. Primeiro ele escolheu alguns destes círculos para depois, lançando mão da trigonometria esférica, chegar à sistematização do cálculo geodésico.

Um domo de 48 pés de diâmetro foi montado por ele no famoso Black Mountain College, instituição de vanguarda que atraía grandes artistas, intelectuais e cientistas⁵. O domo era fabricado com lâminas de venezianas, com duas polegadas de largura. Um segundo domo, utilizando material mais resistente na forma de tubos de alumínio, foi erguido nos jardins do Pentágono em Fevereiro de 1949.

O grande inconveniente em utilizar a geometria dos 31 Grandes Círculos era a diferença de comprimento entre o maior e o menor elemento estrutural (razão de 2:1) do conjunto que levava a grandes ineficiências no seu desenho.

Havia a necessidade de uma malha mais eficiente para tornar a estrutura geodésica realmente competitiva em relação às estruturas convencionais. Foram então desenvolvidas várias estruturas usando o sistema de Malha Regular descrito anteriormente. Elas foram publicadas no número de agosto de 1951 da Architectural Forum. As estruturas divulgadas foram: um domo de alumínio construído por Jeffrey Lindsay e uma estrutura geodésica, construída em madeira, por Zane Yost.

Outra variação era a Malha Alternativa, onde o triângulo icosa-básico, e cada triângulo formado sucessivamente, era dividido no meio da aresta e ligado a pontos congruentes das arestas adjacentes. Esta geometria produziu uma rotina matemática mais simples para calcular a malha gerando, concomitantemente, menos tipos de partes que na Malha Regular.

5 Fundado em 1933 por John Andrew Rice nas remotas montanhas da Carolina do Norte, em Asheville, o Black Mountain College representou, no seu tempo, uma experiência única e inovadora no panorama da educação nos Estados Unidos. Instrutores e alunos, todos idealistas, desenvolveram trabalhos e projetos de altíssimo nível nos campos das ciências e das artes num clima de pura democracia que suplantou todos os ranços da educação formal vigente na América. Grandes nomes internacionais eram convidados, com frequência para fazer palestras e seminários. O Black Mountain College não titubeava em convidar intelectuais audaciosos que não tinham medo de divulgar e experimentar novas idéias, por mais absurdas que fossem, e Bucky se encaixava perfeitamente neste quadro. Ele foi convidado, pela primeira vez em 1947 e fez tanto sucesso e se tornou tão popular que aceitou, com alegria, ministrar um curso de verão no ano seguinte, 1948. (Sieden, 2000 p.309)

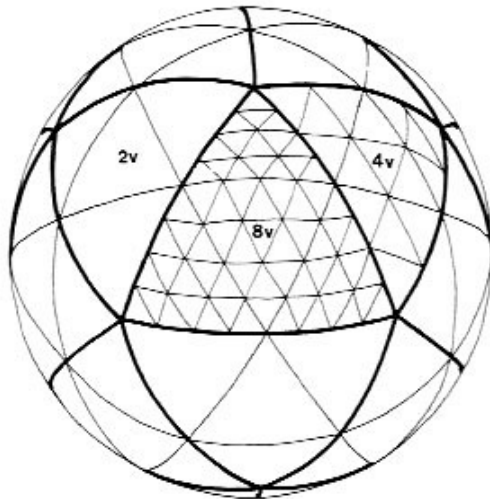


Figura 19: Um triângulo esférico todo modulado

Mas o verdadeiro avanço das malhas geodésicas aconteceu com a descoberta da Malha Triacônica (Triacon Grid) desenvolvida por Duncan Stuart, na primavera de 1951. Duncan era professor na Universidade Estadual da Carolina do Norte em Raleigh, Carolina do Norte onde Fuller mantinha um dos seus dois escritórios da Geodesics Inc. (o outro escritório era em Cambridge, Massachusetts). Stuart era o matemático da casa na Geodesic Inc. e era um colaborador inestimável em vários projetos que estavam sendo desenvolvidos lá.

Sua descoberta da Malha Triacônica, como muitas descobertas, foi uma ocorrência accidental. Acontece que existia um grave problema na Malha Regular: ela apresentava “janelas” (aberturas). Isto quer dizer que em alguns vértices os três Grandes Círculos não se cortavam em um mesmo ponto. Foram feitos cálculos em cima de cálculos mas as aberturas persistiam em aparecer até o ponto em que Fuller, como era típico da sua personalidade, pensou ser este fato uma mensagem de Deus avisando que as tabelas trigonométricas tinham um erro imbricado nelas. Chegou-se a consultar uma cópia da Tabela de Senos e Cosenos até a décima quinta casa decimal a um centésimo de grau, publicada pelo National Bureau of Standards do Departamento de Comércio dos Estados Unidos, sem sucesso.

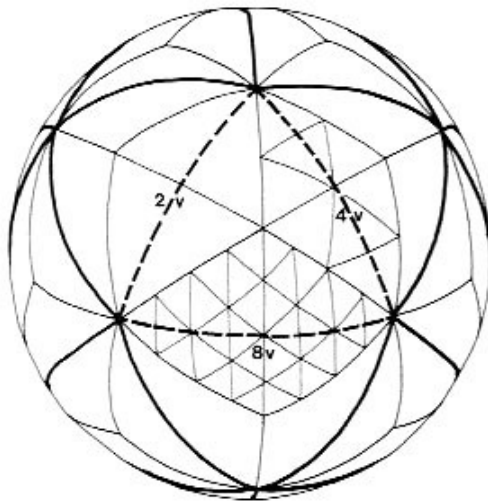


Figura 20: Esfera com senos e co-senos

Após acaloradas discussões com Fuller sobre este problema, Stuart, que era exímio matemático, chegou a uma solução simples e elegante, que reduzia o número de partes componentes da estrutura ao mínimo, e com um mínimo de diferença entre os elementos mais longos e mais curtos. O que ele fez foi utilizar o **diamante esférico**, gerado pela malha de 31 grandes círculos, como elemento básico a ser subdividido, em lugar do icosaedro esférico.

Ao subdividir a “ícosa-aresta,” que é o eixo mais longo do diamante, ele conseguiu gerar uma malha sem “janelas”. A malha resultante foi usada em quase todos os domos geodésicos subseqüentes projetados pela Geodesic Inc, de Raleigh.

O escritório da Geodesics, Inc. em Cambridge, Massachusetts, descobriu outra malha para resolver casos especiais de domos. A firma recebeu a encomenda de domos em fibra de vidro para abrigar os radares polares da Linha DEW (Distant Early Warning line) instalada no Ártico. Estes domos teriam que ter de 30 a 55 pés (10 a 18 metros) de diâmetro para cobrir a antena giratória do radar, com uma porção esférica maior do que um hemisfério, isto é, uma esfera seccionada em um ponto abaixo do seu equador. Mas se alguém usasse as malhas descritas anteriormente, a seção, abaixo do equador geraria vértices que não coincidiriam com a malha. Para não aumentar o número de partes em função de comprimentos especiais, onerando a estrutura, Bill Wainwright, do escritório de Cambridge, descobriu que utilizando malhas alternativas de

freqüências: três, quatro e cinco de modo a acomodar o truncamento da base da esfera dentro da nova geometria ele resolvia o problema⁶. Esta geometria foi chamada de malha “Truncatable” ou “Paralela”.

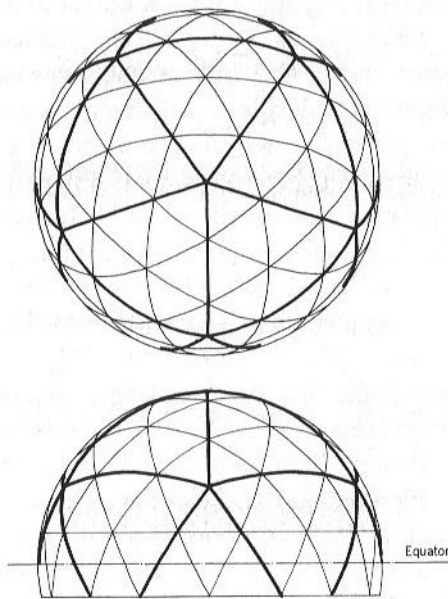


Figura 21: Malha "Truncatable"

3.2.4. Principais projetos de Domos

Em 1953 Fuller recebeu e realizou a sua primeira encomenda de grande porte. Foi o domo da Ford Rotunda, uma estrutura de 93 pés de diâmetro (32.40 m.) feita em alumínio e pesando oito toneladas e meia. Era uma demonstração impressionante da filosofia sobre estruturas leves e de alta tecnologia, que Fuller vinha lapidando há 25 anos. Mas, tanto a estrutura do Ford Dome quanto algumas geodésicas subseqüentes tinham problemas em conseguir coberturas em material moldável e impermeável para realizar uma perfeita vedação. Foi preciso esperar mais alguns anos até que fossem desenvolvidas “peles” selantes e moldáveis que atendessem, adequadamente, às exigências destas estruturas. Bucky chamava o seu primeiro grande cliente, Henry Ford, de “Sr. Indústria em pessoa”.

⁶ A Freqüência é o número de partes ou segmentos no qual as arestas do poliedro principal são subdivididas. O símbolo para freqüência é v . (Lotufo e Lopes, 1975 p.21)

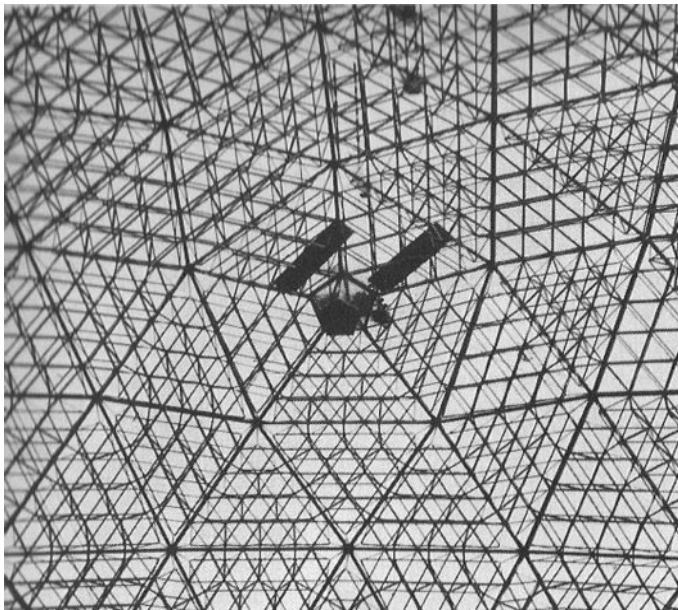


Figura 22: Ford Dome visto de baixo (arquivo: Ford Motor Company)

Em 1955 Fuller recebeu a encomenda de Radomes (domos especializados para abrigar radares de climas agressivos, já mencionados anteriormente), para o Círculo Ártico.

O desafio era enorme porque os domos tinham que ser instalados ao longo de uma linha de mais de 3.000 milhas (5 km.) de comprimento, a DEW Line., também já mencionada neste trabalho.

Em virtude do tempo violento e incerto que se encontra com muita frequência, ao longo do Círculo Ártico, a Força Aérea Americana, precisava de uma estrutura que pudesse ser aero-transportada, desmontada e lançada no seu local de pouso, onde deveria ser montada em, no máximo, 20 horas – que era a margem de tempo bom disponível na região, – além de ser fabricado com materiais invisíveis aos feixes de micro-ondas do radar, sabendo-se que o radar é refletido por qualquer metal.

Fuller respondeu, projetando um domo de 55 pés (18,50 m) de diâmetro, feito em fibra de vidro e com 40 pés (13,20 m) de altura, resultando na maior estrutura de plástico que se tinha notícia até então.

Os domos foram construídos em 14 horas apenas e resistiam a 220 milhas por hora de pressão do vento, quando submetidos a testes de carga estática.

Nesta mesma época a Marinha dos Estados Unidos instalou mais de 300 domos na Antártida e alguns ao longo da Linha do Equador.



Figura 23: Domo Polar (Buckminster Fuller Archives)

Outra inovação de Fuller em relação a domos foram os domos de Papel, mais precisamente de cartão corrugado. Dois destes domos foram produzidos pela Container Corporation of America e levados para a Itália onde foram expostos na 10ª Trienal de Milão em 1954.

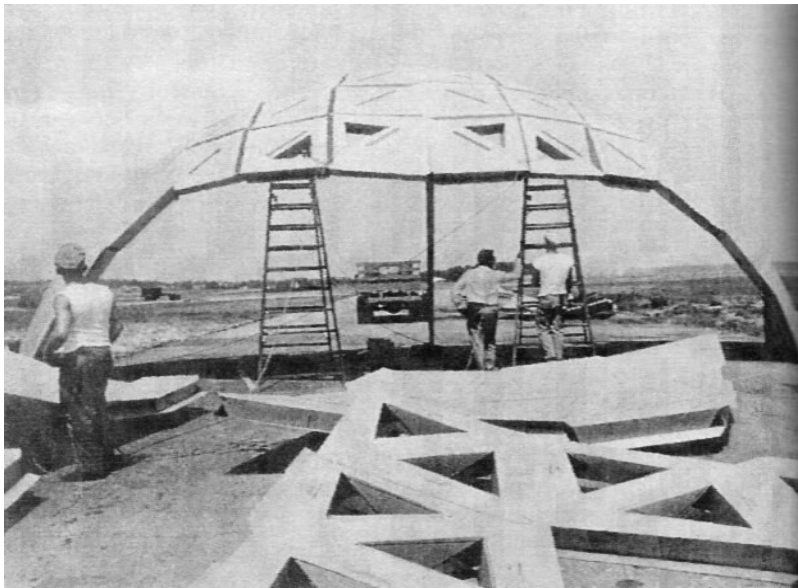


Figura 24: Domo de Papelão (arquivo: U.S. Marine Corps)

Estes domos acabaram ganhando o Gran Prêmio da Trienal, o que foi irônico uma vez que os Estados Unidos não tinham representação oficial nesta Trienal. A exibição se deu graças à exuberante confiança que Fuller tinha no seu trabalho acabando por atrair patrocínio para levar os mesmos para Europa e mostrá-los na Itália.

De acordo com o próprio Fuller esta exibição foi "antecipatória", pois, da mesma forma que a Casa Dymaxion precisou aguardar a descoberta de novas ligas de alumínio para se tornar realidade, o cartão corrugado, na época, ainda estava longe de ser desenvolvido para ser usado praticamente como material estrutural e de cobertura para o Domo. O cartão corrugado, quando molhado, encolhia muito e se torcia todo. Para evitar este colapso os domos da trienal de Milão foram recobertos por camadas de vinil e folha de alumínio. Mas os cartões que eram impermeáveis e resistentes à alta compressão e impermeáveis ainda estavam em fase laboratorial. Fuller resolveu, então, aguardar estes cartões entrarem em produção normal para registrar e desenvolver a produção em massa de domos de papel no futuro. Ele calculava que uma grande fábrica poderia produzir 3.000 domos por dia, cada domo com 330 metros quadrados de área útil, podendo ser vendido a 500 dólares o que significa 1,5 dólares por metro quadrado. Para o embasamento bastava um piso de concreto ao custo de 200 dólares. As instalações sanitárias e de calefação custariam, aproximadamente, 2.000 dólares ou poderiam ser alugadas (leasing) ou mesmo

obtidas pelo processo de rastreie-e-monte-você-mesmo (ele devia estar se referindo à equipamento de 2º mão), por alguns dólares por dia (Sneiden, 2000 p.277).

A conclusão de Fuller era que, com este tipo de estrutura, as pessoas poderiam ter um alto padrão de qualidade de vida com condições financeiras limitadas à receita de um ano de salário.

Um recorde em termos de projeto, produção e construção, foi conseguido com o Pavilhão do Departamento de Comércio Americano para a Feira Internacional de Comércio em Kabul, Afeganistão em 1956. Todo o projeto, cálculos e desenhos foram realizados em, apenas, sete dias após a assinatura do contrato.



Figura 25: Detalhe do Domo do Afeganistão
(Buckminster Fuller Archives)

Os componentes do domo eram suficientemente leves e compactos para caberem num avião DC-4, acompanhados por apenas um engenheiro, poderem ser montados por operários não especializados e que desconhecessem a língua inglesa, em qualquer parte do mundo. Conectando peças azuis com terminais azuis e peças vermelhas com terminais vermelhos os operários afegãos ergueram o domo em 48 horas. No dizer de Shoji Sadao, arquiteto colaborador

de Fuller: "Qualquer estranho que perambulasse distraidamente por Kabul chegaria à conclusão razoável que os operários afegãos eram técnicos altamente especializados." (Sieden, 2000 p.306)

O domo de Kabul estabeleceu novo recorde na história da arquitetura, em 1956. Era a maior estrutura geodésica jamais construída com 100 pés (33 metros), de diâmetro, 10 metros de altura e um vão livre de 2.640 metros quadrados de área útil.

A estrutura era composta de 480 tubos de alumínio com 3,5 polegadas de diâmetro cada. Ela pesava 2.026 kg e era recoberta por uma "pele" de nylon pesando 286 kg.

Em Kabul o domo atraiu muito mais atenção do que os pavilhões da China Comunista e da Rússia, que levaram meses para serem construídos. O valor de "comunicação" do domo se provou tão eficiente que os Estados Unidos aproveitaram este sucesso montando domos geodésicos em várias outras feiras internacionais.

A Geodésica dramatizava a engenhosidade, visão e o dinamismo tecnológico, americanos. O Depto. de Comércio começou a capitalizar em cima da glória da malha geodésica de Fuller, concluindo que ele era uma matéria de propaganda muito mais eficiente do que as transmissões de rádio, duvidosas, para regiões onde os rádios eram raros.

Domos tão grandes e até maiores do que o de Kabul passaram a ser aerotransportados de país em país em volta do Globo, atraindo recordes de visitação. Em curto espaço de tempo os domos de Bucky podiam ser vistos em: Poznan, Casablanca, Tunis, Salonika, Istanbul, Madras, Dehli, Bombaim, Rangoon, Bangkok, Tokyo e Osaca.

Em 1958 a Union Tank Car Company encomendou para a sua fábrica em Baton Rouge, o maior domo, conseqüentemente a maior cobertura em v o livre da época, com 384 p s (128 metros), de diâmetro. O problema da vedac o foi resolvido soldando-se placas de a o por dentro do exo-esqueleto formado pela gigantesca estrutura geodésica. (Sieden, 2000 p.339-340)



Figura 26: Foto aérea da fábrica da Union Tank (Buckminster Fuller Archives)

Mas a estrutura geodésica mais famosa de Bucky foi, sem dúvida, a do pavilhão do Estados Unidos, na Expo 67 de Montreal, Canadá. Tinha 250 pés (82 metros) de diâmetro e era “uma esfera prateada e diáfana que conquistava a imaginação de todos os que a visitavam”, tornado-se um ícone presente em todas as feiras mundiais que se seguiram à Expo 67, e em todos os projetos visionários relativos aos planejamentos urbanos do futuro.

Durante os anos 60 Fuller foi popular entre os jovens e se tornou um herói entre os hippies. Era o tempo dos Beatles, as Canções de Protesto, Bob Dylan, Joan Baez, Hair e a Contra-cultura. E foi justamente este pessoal que partiu para a utilização dos Domos Geodésicos como elementos habitacionais. Um grupo de estudantes de arquitetura, intelectuais e artistas, fundaram a primeira Comunidade Geodésica.

Drop City, como foi chamada, foi instalada nos arredores de Trinidad, no Colorado, e teve como base de suas habitações, estruturas geodésicas construídas com material reciclado de sobras industriais e partes de automóveis velhos. Hoje em dia a Drop City está abandonada mas permanece como museu a céu aberto conhecida como “A Cidade dos Domos Fantasma”.

Por volta dos anos 80 os domos se multiplicavam aos milhares pelo mundo todo. Bucky acreditava na juventude e ele exortava os jovens a “reformular o ambiente em vez de reformular o homem”. Ele argumentava que “a humanidade tinha a capacidade de saber construir seus abrigos e viver em eterno lazer desde que soubesse planejar o uso racional dos recursos naturais”. (Sneiden, 2000 p.341)

Os domos geodésicos são apenas um dos muitos aspectos do “elemento randômico multifacetado” como o próprio Fuller se intitulava. Sua contribuição para as estruturas moleculares foi reconhecida quando os descobridores da molécula estável, C 60, derivada da configuração hexa-penta, de frequência 3, do icosaedro: Kroto, Curl e Smalley, ganhadores do prêmio Nobel, batizaram a sua descoberta de “BuckminsterFüllerene” dando credibilidade científica a 50 anos de pesquisas estruturais realizadas por Bucky.

Os domos geodésicos estão aqui para ficar. Suas patentes já há muito expiradas, fizeram com que eles caíssem no domínio público. Era isso que Fuller queria. Ele muitas vezes se referia ao seu papel de providenciar os instrumentos para que outros pudessem tocar belas músicas. Depende agora da humanidade fazer o melhor possível com estes instrumentos requintados.