

ANTONIO GIL DA SILVA ANDRADE

ALTA  
TECNOLOGIA

a arquitetura  
de 1970 a 2000

São Paulo  
2002



40504



d. 4920

4-40504

Alta Tecnologia



724.9  
An 24a

7-40504

Antonio Gil da Silva Andrade

# Alta Tecnologia

A ARQUITETURA DE 1970 A 2000

DEDALUS - Acervo - FAU



20200018797

*sysno:*  
1334437

São Paulo



Dissertação apresentada à  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo,  
como exigência parcial para a obtenção do título de mestre,  
em Estruturas Ambientais Urbanas,  
sob a orientação da  
Profa. Dra. Márcia Peinado Alucci.

# AGRADECIMENTOS

Pela ajuda e estímulo

Pedro Miguel

Mira Andrade

Márcia Alucci

Jorge Carvajal

Feres Khoury

Elane Peixoto

## RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo discutir as relações entre a Alta Tecnologia e a arquitetura, nos anos finais do século XX. Para esse propósito, empreendeu-se uma pesquisa, centrada nos conceitos científicos que possibilitaram o desenvolvimento das tecnologias avançadas que influenciaram a Arquitetura.

This work discuss the relationship between High Technology and architecture. To rich this proposal, a research on scientific concepts was carried on to find their influences in Architecture.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO **8**

TECNOLOGIA MECÂNICA **13**

- Tecnicismo **14**
- Mecanicismo **21**
- Automação **44**

TECNOLOGIAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS **61**

- Controle de Energia **62**
- Conservacionismo Ambiental **82**
- Ambientalismo Interconectivo **90**

TECNOLOGIAS HÍBRIDAS **107**

- Dimensões Emergentes **111**
- Espaço Virtual **123**
- Arquitetura Evolucionária **132**
- Experiências Radicais **143**

CONCLUSÃO **153**

ANEXOS **160**

- Cronologia **161**
- Bibliografia **180**

# Introdução

*Einstein ri,  
e as nuvens balançam para a frente e para trás  
com sua risada.*  
(Lightman, 2001: 20)

As tecnologias evoluíram de forma rápida, e tornaram-se presentes e influentes no cotidiano das populações, a partir da segunda metade do século XX. Nunca o desenvolvimento científico foi tão grande, incentivado, acreditado e aplicado.

Na origem desses processos e resultados, há um conjunto de conceitos científicos que ousaram duvidar dos princípios do determinismo newtoniano, responsável pela fragmentação do conhecimento e das atividades de produção, mantendo divorciadas a ciência e a tecnologia.

No início do século XX, o surgimento de teorias e princípios, tais como a relatividade, a probabilidade, a incerteza, o caos, a física quântica, a computação e a realidade virtual, entre outras, contestaram as *leis necessárias e invariáveis* de Newton, dando lugar a noções que revelaram um universo dinâmico e ativo.

Essas transformações desafiaram os valores estabelecidos, expuseram as suas fragilidades, identificaram os seus dilemas e contradições e questionaram os seus processos, afetando todas as áreas, não só do conhecimento, como também das estruturas sociais e situações relacionadas.

Nesse cenário, as tecnologias afirmaram-se como fundamentais para a viabilização dos recursos que satisfizessem as novas demandas. Com o objetivo de oferecer perspectivas de desenvolvimento e bem-estar, foram criadas, com a tecnologia, condições e soluções de significativa importância, que interferiram de forma profundamente transformadora na vida das sociedades. Apesar das suas preocupações e provavelmente por sua influência e pelas consequências de suas criações, a tecnologia tem sido alvo, ao longo dos tempos, das mais

diversas manifestações, tanto de desagrado, quanto de admiração.

A libertação da tecnologia das referências deterministas e a aplicação dos novos conceitos científicos produziram uma ordem não sensível e invisível, composta por sistemas de transferência que deram origem à realidade virtual, à infovia e à cibernética.

Com a evolução da cibernética e da computação, surgiu a possibilidade do desenvolvimento da *inteligência artificial* e, conseqüentemente, da criação de autômatos como sistemas sensíveis à realidade externa e capazes de incorporar uma auto-organização parcial. A partir da década de 1970, pelo estímulo das utopias dos anos sessenta, assistimos, na Arquitetura, ao desenvolvimento paralelo e simultâneo das mais diversas opiniões e tendências.

A decadência do comportamento determinista e reducionista permitiu a heterogeneidade e a interação das funções, das tipologias e das atividades, estimulando, na década de 1990, soluções arquitetônicas contemporâneas, realistas e de impacto.

Refletindo a evolução das ciências e das tecnologias, a Arquitetura contemporânea, deixou de ser o resultado do conjunto das técnicas construtivas e tornou-se um conhecimento capaz de moldar o espaço, o tempo e a luz.

Nesta dissertação, são analisados os aspectos relativos ao surgimento e desenvolvimento da Alta Tecnologia na Arquitetura, expressos através das mais variadas manifestações ao longo do último quarto do século XX. Por serem fatores determinantes nas mudanças de interpretação, concepção e realização da Arquitetura, buscou-se, também, compreender as condições científicas, tecnológicas e históricas que a motivaram e influenciaram, seus princípios filosóficos e sua evolução e influência na estrutura, no comportamento e na transformação social, que caracterizam os processos de pós-industrialização e globalização.

Dessa forma, abordaram-se os aspectos menos comuns nos processos de concepção em Arquitetura, tornando-se explícitos os pressupostos da ciência, entendidos como fatores determinantes para a sua elaboração e desenvolvimento, que sempre exerceram e continuarão exercendo influência sobre a Arquitetura, fatos tornados mais claros, tanto nas primeiras realizações de Alta Tecnologia, como nas novas expressões da cibernética.

Sem a pretensão de profetizar desenvolvimentos futuros de grande impacto, até porque os seus resultados jamais seriam confiáveis, são apresentadas suposições individualmente plausíveis, e conclusões gerais que são principalmente especulações. Mesmo assim, valem a pena, até por que não faltam bons exemplos a estimulá-las. Afinal, especulações como as de Otto von Guericke (1602-1686) possibilitaram a máquina a vapor; as de Joseph Henry (1797-1878), o motor elétrico; as de Guglielmo Marconi (1874-1937), o telégrafo; as de Johannes Gensfleisch Gutenberg (1394-1468), a imprensa; e as de Albert Einstein (1879-1955), o fim do determinismo.

A tecnologia tem sido tratada pela Arquitetura como um recurso para a exibição de habilidades e de viabilização de facilidades construtivas, o que deturpa e nega tanto uma quanto a outra.

Considera-se que a Alta Tecnologia na Arquitetura não pode ser definida como uma relação mecânica de funções viabilizadoras de prazos e lucros, propondo-se, em contrapartida, a hipótese, pelos pressupostos da probabilidade e da indeterminação, de entendê-la como a expressão física de recursos perceptíveis, manipuláveis ou não, capazes de conseguirem ambientes confortáveis, adequados, estimulantes e harmoniosos.

Se as soluções que incorporam os princípios de probabilidade e da cibernética parecem estranhas a muitos arquitetos é porque estes ainda acreditam que essas soluções só podem ser admissíveis se enquadradas nos conceitos e dogmas deterministas. Assim, os valores da arte, da estética, da geometria e da tecnologia, por serem

difíceis de explicar em termos objetivos, acabam definidos, na Arquitetura, como características arbitrárias das culturas, ou como preferências inatas. Por isso, muitas vezes, os arquitetos limitam esses valores à sua utilidade ou funções, o que resulta na sua redução a representações gráficas, como condição definível e equivocadamente identificada com o próprio projeto, ignorando que o valor das suas características só é compreensível no contexto de um dado propósito.

Assim, a tecnologia é um assunto sempre polêmico entre os arquitetos, por lhes ser comum a falta de noção de sua definição e abrangência, condição esta que se agrava, quando o debate é sobre tecnologias avançadas. É impossível fugir da análise dos receios que atormentam os que ainda acreditam no determinismo na Arquitetura, que implica a manutenção da tecnologia dentro dos limites da obra, assegurada por cálculos e técnicas. Dessa forma, é natural que qualquer relação dos conceitos e condições, abordadas pelas teses científicas mais avançadas, provoquem temores do apocalipse inevitável da Arquitetura, caso se confirmem os pressupostos da ciência.

Tais temores são injustificados e ilógicos. As preocupações com o futuro da Arquitetura, são motivadas pelos medos que todas as mudanças provocam, sobretudo se as certezas consagradas garantem confortáveis privilégios. Não há dúvida de que sempre existirá um futuro para a arquitetura, pela simples razão de que jamais será inventado um objeto arquitetônico que possa acabar com todos os outros, nem espaço que esgote todos os espaços, nem pensamento que substitua todos os pensamentos.

Essa é a única certeza nesta dissertação e a sua principal motivação.

Os três grandes capítulos representam, cada um, períodos com influências, relações e comportamentos específicos, abrangendo no seu conjunto o último quarto do século XX.

No primeiro capítulo, estão descritas as realizações correspondentes de forma restrita aos anos de 1970, período

das primeiras grandes mudanças, fruto das utopias dos anos de 1960, e que, influenciadas pela primeira era da máquina, da segunda metade do século XIX, apresentam soluções com caráter mecanicista. Nestas, a ênfase é dada ao desempenho das estruturas, incorporando ainda as preocupações com o caráter facilitador das soluções tecnológicas. Nesse período, foram identificados três comportamentos diversos, resultantes da evolução clara de mentalidades e de recursos. O primeiro refere-se ao tecnicismo, em que as habilidades, dos homens e das máquinas, para a realização dos edifícios, imbuídos ainda da mentalidade do *tempo-produção*, são os fatores determinantes. No segundo momento o comportamento mecanicista, propriamente dito, define a nova condição em que os edifícios são a verdadeira expressão dos desempenhos estruturais e técnicos. Os sistemas estruturais tornam-se os fatores fundamentais e expressão principal dos edifícios. Na terceira situação, são referidos os aspectos da automação em que a mecanização dos edifícios tem como objetivo os seus desempenhos funcionais.

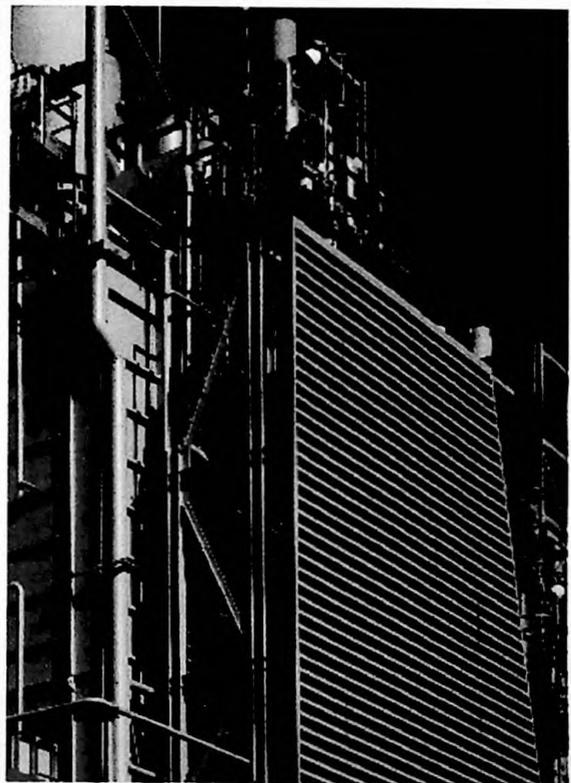
O segundo capítulo aborda as preocupações ambientais, expressas sobretudo durante os anos de 1980, e está dividido em três períodos. O primeiro caracteriza-se pelas preocupações com o controle de consumo de energia, pelo risco de esgotamento das suas fontes. Num segundo momento, essas preocupações são levadas ao extremo das avaliações e, em virtude das conseqüências nocivas do uso dos combustíveis fósseis e de materiais não renováveis, surgem reações conservacionistas, que, em seu espírito apocalíptico, procuram abortar qualquer tipo de intervenção, por considerarem que os recursos tradicionais ou primitivos podem satisfazer a todas expectativas e necessidades. No terceiro período, a necessidade de dar às soluções necessárias uma forma eficiente e ambientalmente sustentável, levou à desmecanização dos edifícios e à reavaliação de desempenhos de soluções formais e ambientais, proporcionadoras de conforto.

O terceiro capítulo abrange os anos de 1990, em que as soluções híbridas que adotam as novas referências científicas de definição e qualificação, esclarecem sobre as novas dimensões e significados do espaço. Estas dimensões emergentes vão preparar as condições para a compreensão e o desenvolvimento de espaços virtuais, tratados na sua essência, proporcionando a viabilidade de espaços reais, mas que preservam e destacam suas características e qualidades. Essas realizações se expressam, numa primeira fase, em uma Arquitetura naturalmente polêmica, aqui referida como evolucionária, por seu caráter flexível e versátil.

Na evolução desse processo, chega-se ao que se pode chamar de novas utopias que expressam a condição mais evoluída, no sentido também científico, da interpretação do espaço e da qualidade dos ambientes, manifestadas por experiências radicais que, além da flexibilidade e da versatilidade das experiências anteriores, incorporam os valores de simultaneidade e instantaneidade da luz como quinta dimensão.

1º Capítulo

# TECNOLOGIAS MECÂNICAS



## Tecnicismo – Industrialização e Racionalização

A tecnologia, não só como recurso, mas também como expressão, tem sido uma preocupação constante, por vezes fundamental, no desenvolvimento da arquitetura. No século XX, em plena idade industrial, os primeiros modernistas, em particular Le Corbusier (1887-1965) e Walter Gropius (1883-1969) acreditavam na tecnologia como uma força transformadora e, por isso, reconheciam a necessidade de entendê-la e utilizá-la, sem o quê uma arquitetura não poderia ser considerada moderna. Tais convicções, realçando a importância dos recursos e do desenvolvimento tecnológico, ficam bem claras com a realização do *Turbine Hall* da AEG, em Berlim, projetado por Peter Behrens (1868-1940), em 1909, até o *Seagram's Building*, em Nova Iorque, de Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969), concluído em 1959. Na origem dessas preocupações está a segunda revolução científica, em meados do século XIX acompanhada por uma nova revolução tecnológica e industrial, que, preocupada com os aspectos de produção, privilegiou a técnica em detrimento da teoria.

Com a invenção do ferro fundido, tornam-se possíveis novos processos construtivos e a realização de edifícios inovadores. Como consequência, foi projetado e construído, em 1851, o Palácio de Cristal, de autoria de Joseph Paxton (1801-1851), para abrigar a Exposição Universal. Podemos considerar que este é o primeiro edifício industrializado com soluções tecnologicamente avançadas, construído com materiais utilizados de forma inovadora e com forte expressão estrutural e plástica. A ele se vão juntar as obras de Gustave Eiffel (1832-1923) e Isambard Kingdom Brunel (1806-1859), e muitas outras também influenciadas pela arquitetura de ferro do século XIX. Estas são, sem dúvida, as mais importantes raízes da chamada arquitetura de Alta Tecnologia, surgida nos anos 1960.



Fábrica de Turbinas AEG (1908-1909)  
Peter Behrens  
Fonte: GYMPEL, 2001, p. 84



Palácio de Cristal (1801-1851)  
Joseph Paxton  
Fonte: GYMPEL, 2001, p.7



Seagram Building, (1954-1958)  
Mies van der Rohe  
Fonte: MOORE, 1993, p. 13

Em 1914, o manifesto *L'architettura futurista* determinava que a produção dos edifícios futuristas deveria ser orientada pelo conceito de máquina gigante despida de todo o tipo de artifício, em que o valor decorativo estivesse somente no uso e na aplicação imaginativa do material bruto, aparente ou explícito. A partir daí, as formas puras passaram a ser privilegiadas e tornaram-se um cânone estético no Estilo Internacional do Movimento Moderno, nas décadas de 20 e 30, consagrando os três princípios estéticos de *ênfase do volume puro, regularidade modular e ausência de decoração intencional*.

Em 1933, a Carta de Atenas estimula o desenvolvimento dos sistemas industrializados para construção e dos sistemas modulares que permitiriam a reutilização dos componentes industrializados, a multiplicidade das utilizações e uma maior rapidez de execução, o que dá suporte teórico às soluções funcionalistas do Movimento Moderno, após a Segunda Guerra Mundial, para a reconstrução das cidades européias destruídas. Mesmo sendo apresentadas como propostas inovadoras, essas não eram propriamente experiências novas. Sistemas para construções rápidas, com estruturas leves e componentes padronizados, como era o caso do sistema MEMO, do engenheiro Max Mengerhausen, já haviam sido desenvolvidos durante a Segunda Guerra Mundial.

A inovação surgiu com a racionalização dos projetos e das obras, quando a compreensão de que, nas novas condições, as realizações técnicas deveriam ser conduzidas por estudos científicos. A racionalização é um recurso que permite transformar os aspectos conceituais em referências lógicas, tornando-se uma garantia não só para a adequada execução da obra, mas, para a correta definição da representação e da organização do tipo e do número de informações a serem fornecidas, quanto às relações e ao comportamento dos sistemas.

Apesar da sua importância, a racionalização dos projetos e das obras não era um fator de fácil compreensão,



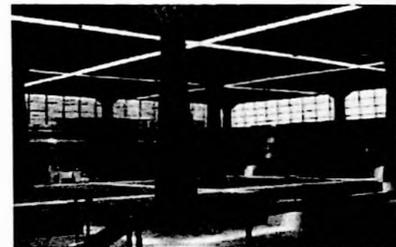
Torre Eiffel (1832-1923)  
Gustave Eiffel  
GYMPEL, 2001, Fonte: p. 8

por ser um período de domínio absoluto da produção, em que os valores quantitativos se sobrepunham a qualquer condição que não representasse um retorno financeiro direto, imediato e de baixo risco. Por isso, após 1945, apenas alguns arquitetos adotaram as bases da modulação como fator de qualificação espacial, valorização plástica do edifício e otimização dos requisitos construtivos. Entre os raros casos estava o engenheiro e arquiteto Pier Luigi Nervi (1891-1979) que realizou estruturas leves de concreto e formalmente esbeltas e evidentes. Esses componentes de concreto eram por vezes pré-fabricados e seguiam critérios semelhantes aos de Joseph Paxton, com o ferro. Entre as obras de Nervi, concebidas segundo essa orientação, encontram-se os Palácios de Exposições de Turim (1948), de Esportes, de Roma (1956) e do Trabalho, novamente em Turim (1961).

A tecnologia, na sua essência, sempre teve o objetivo de tornar mais fácil a vida do homem, prolongando e ampliando os seus sentidos. Tendo vivido a evolução do automóvel e do avião, os pioneiros do Modernismo tiveram uma presença importante nos processos de industrialização, abraçaram a tecnologia do século XIX e criaram uma arquitetura que a expressou claramente. Apoiados nas relações entre função, estrutura e materiais e em processos racionais de projeto, entenderam e valorizaram a tecnologia como uma força transformadora, de mudança e inovação. Apesar de atitudes tão claras e determinadas, os modernistas, de forma incompreensível, não se deixaram influenciar de forma significativa pela evolução e pelas transformações tecnológicas verificadas nos vinte anos seguintes. Enquanto a ciência e a tecnologia aceleravam e diversificavam os seus avanços sobre o controle ambiental e a tecnologia da informação, os seguidores dos princípios do *Estilo Internacional* continuaram criando edifícios cada vez mais obsoletos, esquecendo ou ignorando o que já havia acontecido com os seus predecessores, de quem haviam sido os maiores críticos.



Palácio de Esportes de Roma (1956-1957)  
Pier Luigi Nervi  
Fonte: GÖSSEL, 1991, p. 253



Palacio do Trabalho de Turim (1956-1957)  
Pier Luigi Nervi  
Fonte: GYMPEL, 2001, p. 76

O caráter reducionista dos dogmas do modernismo funcionalista, que se desenvolvera na euforia da modernidade pós-guerra, fez com que a recusa aos novos conceitos e idéias estagnasse o Estilo Internacional, retirando-lhe força e sentido. Com muita freqüência, o uso de materiais supostamente modernos, como é o caso do concreto, particularmente no Brasil, ainda é visto, embora de forma simplista e ingênua, como fundamental e suficiente para satisfazer os critérios de qualidade da arquitetura.

A relação entre função, estrutura e materiais, que possibilitara o triunfo do Modernismo, ao satisfazer os objetivos práticos dos que administravam os programas dos edifícios, acabou por se tornar a sua condenação, diante da limitada e paralisada racionalidade funcionalista, que mostrou não ser suficiente para proteger os seus ideais contra os desgastes e as corrosões de décadas de transformações.

No dia 21 de julho de 1969, milhões de espectadores assistiram, pela televisão, às imagens, da chegada do homem à Lua, repetidas em pouco menos de seis meses depois, quando uma nova missão lançou a Apollo-12. Foram triunfos da ciência e da tecnologia, que manifestavam a retomada do desenvolvimento na conquista do futuro. Em pouco tempo, as rampas de lançamento das naves e os centros de controle das missões espaciais passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas. Como já acontecera com os transatlânticos, as plataformas marítimas, os submarinos e os aviões, também as estruturas, as rampas, os tubos, os equipamentos e os elevadores expostos, passaram a representar para o mais comum dos cidadãos a imagem dos ambientes complexos e tecnologicamente sofisticados, onde se desenvolviam as operações mais avançadas que a ciência já conseguira.

Estava claro que o desenvolvimento científico, a criação de produtos tecnologicamente inovadores cada vez mais significativos e arrojados, a recuperação das economias e a reestruturação da indústria estavam

tornando reais as utopias do final do século XIX, promovendo mudanças de comportamentos e expectativas. Mais uma vez, a valorização do domínio das técnicas, impostas pelas exigências de domínios operacionais, consagrou a tendência para a especialização, alimentando as crenças na fantasia da previsibilidade determinista e separou a ciência e a tecnologia.

Na origem disto está a falta de noção e domínio do que significa ciência, técnica e tecnologia. Os equívocos sobre esses significados não são novos e continuam comuns, talvez pelo fato da palavra tecnologia ter sido cunhada apenas no século XVII e só se ter diferenciado da técnica, como disciplina, na França e na Inglaterra, no século XVIII. O que é incompreensível é que, até hoje, mesmo nos círculos mais insuspeitos e onde menos se justifica, permaneça a falta de compreensão de que conceitos como tecnologia, ciência aplicada e invenção são absolutamente diferentes das definições de ofício, técnica e invento.

A técnica existe desde que o homem, nos primeiros momentos da sua existência, alimentado pelo desejo de viver melhor, desenvolveu esforços para se adaptar às circunstâncias naturais. Não exige conhecimentos sistemáticos, mas processos empíricos.

Quanto à tecnologia, apesar de apoiada na experimentação e na eficiência, consiste num conjunto de atividades associadas a sistemas que visam realizações, segundo teorias, métodos e processos científicos. Sua essência está no emprego do saber científico para a solução de problemas da técnica e sua origem está na simbiose entre o saber teórico da ciência com a técnica. Daí podermos afirmar que a tecnologia é o *logos* da técnica. Definições equivocadas deram suporte conceitual às razões de controle e produtividade que provocaram a separação da ciência e da tecnologia, fragmentando e isolando o conhecimento e as atividades de produção, ao pressupor que, dessa forma, possíveis mudanças individuais jamais afetariam o conjunto das ações.

Embora diferenciadas nos seus propósitos, a tecnologia e a ciência precisam constituir procedimentos inseparáveis, estreitamente relacionados, para que se possa entender o mundo natural e produzir conhecimentos e recursos de desenvolvimento e evolução. Assim, a experiência humana é fundamental para que a ciência produza conhecimentos, mas só o avanço tecnológico permite ampliar e aprofundar o conhecimento, tanto pelos métodos racionais da lógica dedutiva, apoiados na fenomenologia e na história, como pelos métodos empíricos da lógica indutiva.

Os Deterministas e os Especialistas, apoiados em razões matemáticas e teias de equações, sempre ambicionaram poder controlar e modificar os comportamentos, criando mecanismos de interferência capazes de gerar as condições iniciais necessárias aos fins desejados. Acreditavam poder reduzir cada problema a apenas uma solução, como uma condição isolada dentro de um sistema aberto, mas, o que ficou evidente, é que quase sempre a solução de uma condição específica acabava gerando um conjunto de novos problemas. As heranças residuais provenientes da natureza incompleta das soluções tecnológicas deterministas, pela progressão negativa das condições iniciais e pelos seus efeitos secundários, acabavam proliferando de forma mais rápida que as soluções capazes de as resolverem, podendo até se precipitar para uma condição de colapso.

As operações numéricas deterministas sempre foram capazes de calcular com precisão as reações físicas, mas também sempre revelaram a mais absoluta ineficiência na análise da essência das coisas. Desenvolveram-se teses, tomaram-se atitudes e adotaram-se soluções apoiadas em previsões feitas com a precisão de várias casas decimais quando, na verdade, todos nós sabemos que o comportamento do ser humano não é aritmeticamente mensurável. As melhores previsões são meramente especulativas e rapidamente de nada valem, a não ser para justificar os erros e as incertezas que se multiplicam em

sequência, numa cadeia de efeitos descontrolados. A inexistência de linearidade na essência da natureza tem reduzido os modelos matemáticos dos especialistas a caricaturas da realidade, quando tentam dar rigor aos estudos de sistemas que se modificam com o tempo. Mesmo a alteração aritmética das condições iniciais pode até modificar as consequências, mas não garante necessariamente uma melhor qualidade aos resultados. Os cientistas contemporâneos não têm mais dúvidas de que nada que tenha origem no homem pode ser definitivo ou indiscutível.

A ciência não é infalível. A sua história é marcada tanto por conquistas como por derrotas, mesmo sendo comum noticiar apenas os seus êxitos, omitindo que quase todos os sucessos da ciência, apesar dos recursos metodológicos de pesquisa, foram precedidos de numerosos fracassos. O erro faz parte do dia-a-dia dos cientistas, assim como de todas as situações de criação e produção.

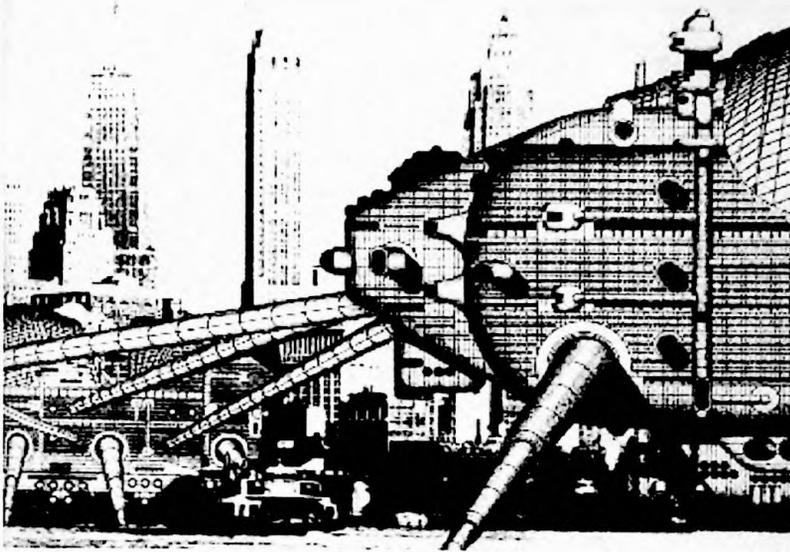
No final do século XX, em virtude das grandes realizações das últimas décadas terem vencido numerosos limites e tornado a vida mais amena e confortável, a ciência e a tecnologia, por desonestidade ou desinformação, passaram a ser usadas para a consagração de mitos e, por isso, apontadas como a fonte das respostas universais, capazes de solucionar todas as carências, demandas, ambições e fantasias. Dessa forma, a exaltação da explicação científica e dos avanços científico-tecnológicos levaram à hierarquização da ciência, gerando o mito do progresso, do especialista, da objetividade e da neutralidade científicas, contribuindo para a perda da perspectiva de um conhecimento integrado.

## Mecanicismo - A Realização das Utopias

Diante das novas condições verificadas a partir de meados do século XX, novos passos e atitudes eram necessários, mas inexplicavelmente, a arquitetura, provavelmente ainda presa à errônea noção do racionalismo clássico de que as revisões de pressupostos básicos são sinais da falência, não tomou qualquer atitude. Em vez de transformação e renovação, houve, ao contrário, uma forte reação em defesa da aplicação cega das normas, regras e princípios já consagrados, sem a preocupação de submetê-los às avaliações mais elementares do bom senso e da racionalidade. Os mais simples argumentos eram prontamente recusados, se obrigassem a admitir a falsidade das teses defendidas, nos redutos conservadores dos mitos deterministas e dos especialistas, que convictamente ensinavam outros que, passivamente, os repetiam.

Felizmente, novas propostas e conceitos fizeram com que as virtudes deixassem de ser inerentes ao *ser moderno*. Ao mesmo tempo que se condenavam e restringiam as inovações tecnológicas, também se verificavam avanços, sobretudo em territórios desconhecidos, tentando incutir a idéia da contínua evolução tecnológica como, aliás, já havia proposto o pensamento Moderno da geração do início do século XX.

Durante a década de 1960, novas teses científicas e novas possibilidades tecnológicas incentivaram a elaboração de projetos experimentais de arquitetura que, influenciados pelas utopias e impulsionados pelos movimentos culturais e sociais, abriram caminho para soluções inovadoras que valorizavam o desenvolvimento das responsabilidades na execução de ações específicas das condições contemporâneas. Nesse contexto, destaca-se o trabalho do grupo *Archigram*.

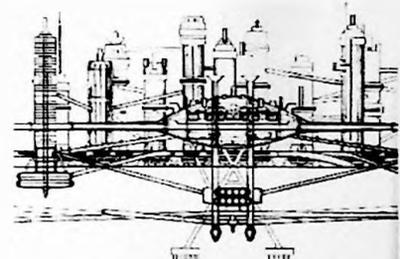


Walking City (1964)  
Ron Herron  
Fonte: Cook, 1999, p. 49

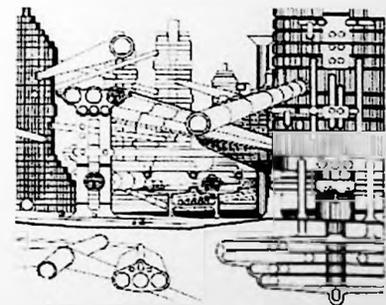
Nos anos 1960, caracterizados pelas condenações aos meios e fins do poder estabelecido, Peter Cook, David Greene e Mike Webb, ao mesmo tempo que desenvolviam críticas, textos e projetos para concursos, criaram grande parte das propostas mais significativas de arquitetura, capazes de induzirem mudanças radicais.

O grupo *Archigram* foi influenciado pelas explorações do grupo holandês *De Stijl* (1917) e de *Gerit Rietveld* (1888-1964), pela exaltação da máquina e da velocidade dos *Futuristas italianos* (1909) manifestada na *Cittá Nuova* de *Antonio Sant'Elia* (1888-1916), pelas utopias estéticas e tecnológicas dos *Construtivistas russos*, marcados pelo *Cubismo* e pelo *Suprematismo*, expressos nas obras de *El Lissitzky* (1890-1941) e *Vladimir Tatlin* (1895-1953), pela sofisticação e impacto das mega-estruturas das bases espaciais. Dessas influências, resultaram surpreendentes projetos de cidades pré-fabricadas, ocupadas por guindastes e treliças gigantescas, do que resultava uma composição de elementos sofisticados, flexíveis e desmontáveis.

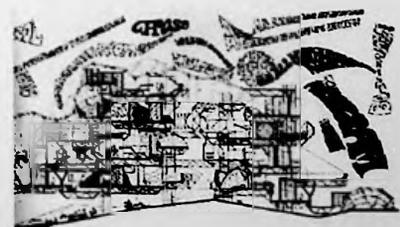
Discutindo idéias em vez de objetos, o grupo manteve-se divorciado da arquitetura da lógica moldada do determinismo, e durante dez anos perseguiram o objetivo de dismantlar o academismo e o dogmatismo da arquitetura funcionalista. Com seus projetos, trabalhos



Interchange (1963)  
Ron Herron, Warren Chalk  
Fonte: Cook, 1999, p. 22



Interchange (1963)  
Ron Herron, Warren Chalk  
Fonte: Cook, 1999, p. 23



Control: detalhe da seção (1967)  
Ron Herron, Peter Cook, Dennis Crompton  
Fonte: Cook, 1999, p. 71

gráficos e novas soluções tecnológicas, conseguiram alargar as percepções e as visões, estabeleceram novas estruturas de valores e de análise, e demonstraram a possibilidade de uma atitude independente.

Peter Cook, David Greene e Mike Webb projetavam por prazer, com determinação, talento e autocrítica para fazer o que queriam e dizer o que pensavam. Apesar disso, ou talvez por isso, durante muito tempo, os seus trabalhos foram apontados como alienados de consciência social e política, desconsiderando o indivíduo em favor da supremacia tecnológica.

O *Archigram* era um grupo com carácter evocativo e provocativo que apesar de formado por participantes muito diferentes, era unido pelo passado dos seus integrantes e pelos seus objetivos e convicções comuns, diante das novas necessidades e expectativas. Fascinados pela tecnologia e pelos mecanismos da era espacial, aplicaram nos seus trabalhos princípios contemporâneos de flexibilidade, mobilidade, versatilidade e descontinuidade, provocando choques e impactos nas estáveis e seguras estruturas consagradas pelos funcionalistas para a eternidade, o que fez com que se iniciassem, quase simultaneamente, em vários lugares do mundo, discussões, polémicas e até iradas manifestações de repúdio, que, na verdade, ainda não se esgotaram.

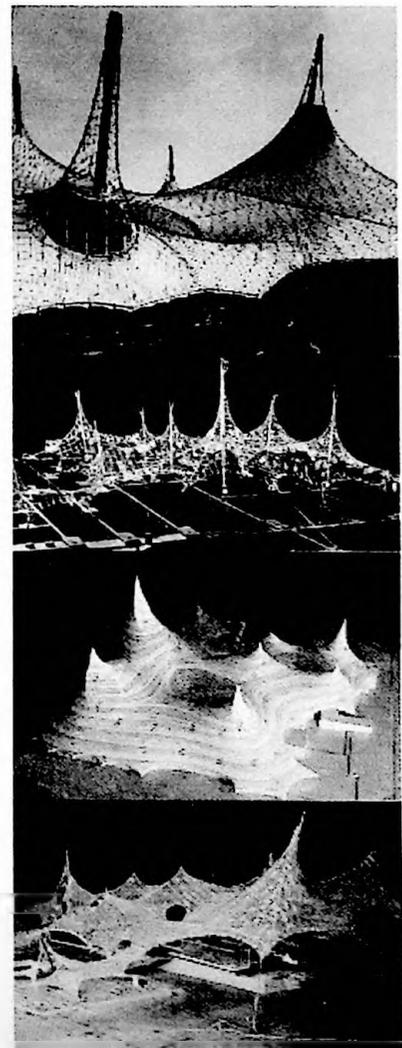
Nesse debate se há os que se deslumbram com os avanços e os produtos da tecnologia por neles verem perspectivas de desenvolvimento e bem-estar, são também numerosos os que, por ausência de argumentos, conveniência momentânea ou convicção absoluta, manifestam pessimismo e apreensão, pelo temor das consequências não controladas dos processos e dos usos inadequados ou imprevistos de novos recursos tecnológicos, motivando e bradando as mais variadas e trágicas previsões da ruína universal.



Pavilhão da Alemanha (1965-1967)  
Frei Otto  
Fonte: OTTO, 1995, p. 93

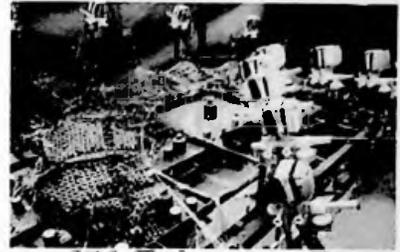
Por desconhecimento ou por equívoco, muitas vezes, são ignoradas as evidentes e significativas influências da ciência para os avanços que tornaram a revolução tecnológica um dos mais poderosos fatores de democratização, o que tem estimulado a resistência às inovações da ciência e da tecnologia, principalmente quando estas exigem mudanças de comportamento ou de mentalidade. O fato de não ser entendido que inovações como a fotografia, o cinema, o rádio, a televisão, a reprodução mecânica do som e a difusão da Internet, por poderem viabilizarem a comunicação universal e simultânea, são recursos concretos de autonomia e evolução, tem contribuído para enfraquecer intelectual e culturalmente as populações, facilitando as possibilidades de manipulação. Se a ciência e a tecnologia têm provocado desequilíbrios ao planeta, é porque os seus objetivos e recursos foram deturpados pelos que construíram e moldaram civilizações e sociedades destituídas de valores e de princípios, alimentadas pela ambição, pela ganância e fascinadas pelo lucro.

Ainda nos anos 1960, incorporando os valores e qualidades, tanto da arquitetura de ferro da segunda metade do século XIX, quanto das utopias da primeira metade do século XX e das especulações do grupo *Archigram*, Frei Otto, em parceria com o arquiteto Rolf Gutbrod, desenvolveu no Pavilhão da Alemanha, na

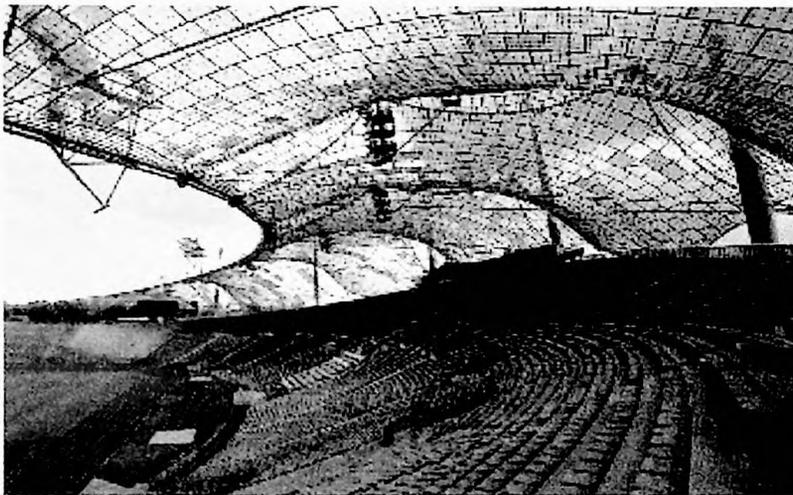


Pavilhão da Alemanha (1965-1967)  
Frei Otto  
Fonte: OTTO, 1995, p. 96

Exposição Mundial de Montreal de 1967 e no Estádio Olímpico de Munique em 1972, neste, com Günter Behnisch, sofisticadas experiências tecnológicas com finas membranas, inspiradas nas estruturas naturais e na definição geométrica das teias de aranha e das bolhas de sabão. Analisando as relações entre os materiais e as tensões, e explorando de forma expressiva e determinante o sentido de integração entre os espaços internos e externos, recuperou os significados de *interioridade* e *exterioridade* através de grandes vãos e transparências.



Estádio Olímpico de Munique (1968-1972)  
Frei Otto  
Fonte: OTTO, 1995, p. 107



Estádio Olímpico de Munique (1968-1972)  
Frei Otto  
Fonte: OTTO, 1995, p. 81

Da mesma forma, tanto a estrutura de Frei Otto, para a exposição alemã da paisagem, realizada em Colônia em 1957, como os pavilhões da Alemanha para a Exposição Universal em Montreal e na Índia, para a Exposição Universal em Osaka, foram soluções de impacto para o seu tempo. São estruturas leves tracionadas, que cobrem grandes vãos usando os materiais de uma maneira extremamente adequada e em que a forma da cobertura respeita as condições de eficiência estrutural.

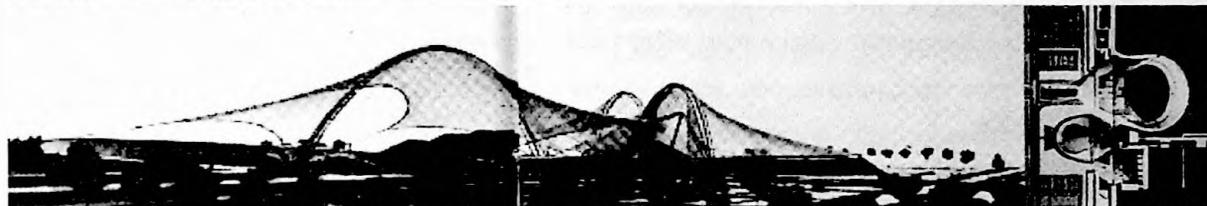
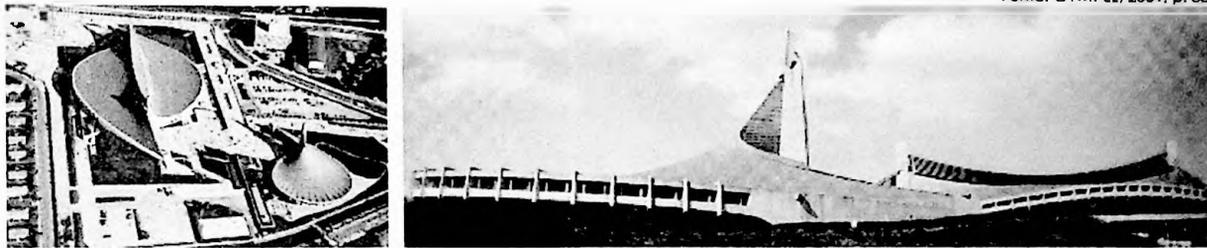
No Estádio Olímpico de Munique, a solução tecnológica e construtiva da complexa cobertura tracionada, constituída por chapas transparentes de acrílico, embora inovadora, dava, na verdade, continuidade às experiências realizadas por Kenzo Tange (1913) para as coberturas tracionadas dos Pavilhões



Estádio Olímpico de Munique (1968-1972)  
Frei Otto  
Fonte: OTTO, 1995, p. 322

Olímpicos em Tóquio (1960-1964) e do Centro Esportivo do Kuwait, em 1969, utilizando materiais e processos construtivos tecnologicamente avançados.

Pavilhões Olímpicos de Tóquio (1960-1964)  
Kenzo Tange  
Fonte: GYMPEL, 2001, p. 83



Centro Esportivo do Kuwait (1969)  
Kenzo Tange  
Fonte: MÜHL, 1981, p. 144 - 145

Esse foi um período rico em experiências realizadas por visionários que resultaram na produção de tecnologias e materiais para uma nova arquitetura. No entanto, temos de reconhecer que essas formas inovadoras com estruturas leves e novos materiais, ainda alimentadas pelo racionalismo e pela eficiência estrutural, tinham como principal preocupação as *facilitações construtivas*.

As estruturas tracionadas também foram exploradas por Buckminster Fuller que com elas propunha cobrir grandes áreas de Manhattan. Em 1967, Fuller projetou uma cúpula para a Exposição de Montreal, com componentes dinâmicos, resultado de uma experiência na qual ele procurava demonstrar possibilidades estruturais incomuns, explorando as condições naturais. Com esse objetivo calculou que uma estrutura esférica tracionada, com trinta metros de diâmetro, pesando uma tonelada e meia, armazenaria três toneladas e meia de ar. Dobrando o diâmetro dessa esfera, o peso da estrutura se elevaria para três toneladas e para vinte e oito toneladas somando o peso do ar. Dessa forma, Fuller acreditava que, se aumentasse a esfera para quase um quilômetro, o peso da estrutura, em relação ao volume de ar, ficaria desprezível e o aquecimento pelo sol, do ar dentro da esfera, permitiria que esta subisse como uma nuvem.

Em 1970, também foi construída por Mero uma cúpula com estrutura leve para o Pavilhão Alemão da Exposição Universal em Osaka. Nessa solução, os novos métodos de conexão desenvolvidos por Mero produziam geometrias e estruturas espaciais complexas e versáteis, que permitiam uma redução significativa de material.

Apesar de todos esses trabalhos representarem experiências significativas, foram atitudes particulares dos seus autores, que não obrigavam a revisão de conceitos na concepção e na interpretação dos espaços arquitetônicos e dos seus significados como reflexo de comportamentos e de referências de evolução e organização dos ambientes coletivos e individuais, públicos ou privados.

Podemos dizer que havia um olhar complacente para com os que se atreviam à pesquisa e à inovação, pela confiança de que não representavam qualquer ameaça à ordem e aos princípios e teses tão cuidadosamente preservados pelos deterministas, por que eles jamais venceriam os argumentos consagrados, mesmo sendo estes primários, mesquinhos e muitas vezes ingênuos. Aos que acreditavam nas utopias, sempre ficava reservada a pecha de perdedores incapazes de perceberem a realidade, e de entenderem que jamais veriam as suas teses realizadas. No entanto, a história, a evolução da ciência e da tecnologia e a mudança de comportamentos, pouco impressionadas com os mitos, acabaram por tirar a razão aos deterministas e aos conservadores funcionalistas. O tempo não tinha parado.

Assim, nos anos 1970, as crises das economias e as novas condições sociais transformaram as utopias dos anos 1960 em ações pragmáticas, passando a exigir dos arquitetos preocupações claras com os aspectos econômicos, obrigando-os à utilização criteriosa dos materiais e ao respeito rigoroso dos orçamentos, aumentando a sua influência e responsabilidade nos processos de realização das edificações.

Essas condições obrigaram as novas soluções construtivas, na segunda metade do século XX, a promover

a simbiose entre a arquitetura e a tecnologia, criando processos construtivos inovadores que incorporaram as suas possibilidades técnicas e as transformaram em recursos enriquecedores dos projetos e em importantes elementos de expressão plástica.

As soluções em que os elementos esbeltos e orgânicos das estruturas de aço sobressaíam nas transparências das fachadas de vidro, procuravam explorar a idéia contemporânea de leveza, flexibilidade, mobilidade e versatilidade, provocando a mudança de critérios e formas de intervenção, na concepção e na interpretação dos projetos arquitetônicos, incorporando definitivamente os valores cada vez mais determinantes e claros, da racionalização e da industrialização, garantindo às soluções de Alta Tecnologia influência significativa como recursos de expressão nas soluções arquitetônicas, refletindo a sociedade na era das comunicações.

Embora ligada à tradição do metal e à arquitetura de vidro influenciada pela Revolução Industrial, a Alta Tecnologia não utiliza apenas esses materiais para viabilizar as suas soluções. Qualquer material pode ser utilizado desde que correta e apropriadamente. Da mesma forma que a arquitetura vernacular sempre se viabilizou com os materiais e as tecnologias mais avançadas, duráveis e econômicas, disponíveis na época da sua realização, também as tecnologias e os materiais contemporâneos, o fazem atualmente, principalmente porque essa é a mais adequada e natural forma de se construir.

Os novos comportamentos que provocaram concepções arquitetônicas de impacto, embora retomando os meios do modernismo do início do século XX, libertaram a arquitetura da materialidade agressiva do funcionalismo.

O avanço da ciência e da tecnologia aumentou a complexidade dos projetos dos edifícios e os seus processos de desenvolvimento, o que tornou a sua concepção um assunto de pesquisa e obrigou à consideração de um vasto

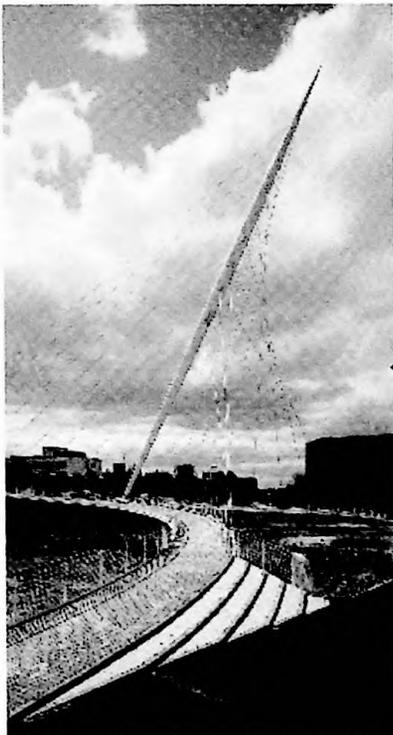
conjunto de fatores de caráter científico, no conjunto das ações.

A dimensão da condição alcançada pelo atual estágio de desenvolvimento tecnológico tornou inviável a capacidade de qualquer profissional, isoladamente, avaliar de forma contemporânea as possibilidades das tecnologias de construção, ou integrar na realização do edifício todos os fatores científicos. Dessa forma, os projetos que antes eram fruto da iniciativa individual, tornaram-se multidisciplinares e os arquitetos, ao projetarem, passaram a não poder abrir mão das contribuições de profissionais de áreas específicas, como a engenharia estrutural, elétrica, de saneamento, mecânica, acústica, de segurança ou de automação, até às considerações sobre finanças, economia, legislação ou sociologia, nenhum conhecimento pôde ser desprezado. Isso não significa que o arquiteto tenha se transformado num especialista dentro de um grupo de especialistas, mas passou a ter a responsabilidade de desenvolver conhecimentos em cada um dos campos especializados, para que, com seu domínio, pudesse interpretar criativamente os fatos científicos e tecnológicos, tirando deles as maiores contribuições possíveis.

Nas soluções de Alta Tecnologia, a expressão das estruturas é a melhor indicação da simbiose clara a arquitetura e a tecnologia, o que tornou os engenheiros participantes ativos das equipes multidisciplinares necessárias aos processos de concepção dos projetos das edificações. Em função disso, uma nova geração de engenheiros, tal como Ove Arup, contribuiu para o desenvolvimento de soluções de grande qualidade arquitetônica e estrutural, alcançando destaque. Peter Rice, acreditava ser atribuição do engenheiro explorar o potencial dos materiais e das estruturas. Trabalhou na Ópera de Sydney, fazendo parte da equipe de Ove Arup e, posteriormente, no Centro Pompidou, em Paris, na França; no Lloyd's Building em Londres, na Inglaterra; nas obras dos aeroportos de Stansted, na Inglaterra e Kansai, no Japão; e na estação do TGV, em Lille, na França.

Da mesma forma, Santiago Calatrava, arquiteto e engenheiro, explorou os limites das estruturas, relacionando a escultura, a arquitetura e a engenharia, de modo a produzir pontes e edifícios de grande expressão estrutural e plástica, entre as quais as pontes de Alamillo, em Sevilha, na Espanha e de Trinity, em Salford, na Inglaterra.

Ponte de Alamillo (1987-1992)  
Santiago Calatrava  
Fonte: Giorgio, 1998, p.56; 61



Ponte Trinity (1993-1995)  
Santiago Calatrava  
Fonte: Giorgio, 1998, p.148

No período aqui classificado como mecanicista, as estruturas eram interpretadas como elementos fundamentais nas estratégias de projeto, visando a otimização e a facilitação dos processos de realização dos edifícios. O *tempo-produção* era ainda a referência para qualificação dos bons desempenhos. No entanto as estruturas não podem ser reduzidas à composição de pilares e vigas segundo critérios apenas construtivos. Elas são dispositivos mecânicos de controle de forças, tecnicamente eficientes e os projetos as suas estratégias de planejamento intelectual para controlar as reações dos sistemas dinâmicos influenciados por uma grande multiplicidade de forças e variedade de materiais. Sofrem conflitos produzidos por fenômenos de dilatação térmica, deterioração dos materiais e acomodação das fundações, provocados quer pela ação contínua da gravidade, quer pelas tensões das cargas horizontais dos ventos. Em vez de entender esses fatores como problemas causadores de interferências nas soluções arquitetônicas, eles devem ser interpretados como recursos que, pela avaliação e pela consideração dos seus mecanismos, levam a propor estratégias de planejamento dos sistemas dinâmicos, para que as tensões unitárias e as forças resistentes sejam mantidas sob controle, tornando os sistemas estruturais contribuintes eficientes e de valor, no conjunto das soluções de arquitetura.

A essência do projeto estrutural, em suma, está no desenvolvimento de sistemas eficientes, capazes de dirigir as forças em certas direções até as fundações, sem abrir mão dos valores estéticos e da eficiência dos materiais, agregando valores formais e plásticos aos espaços projetados.

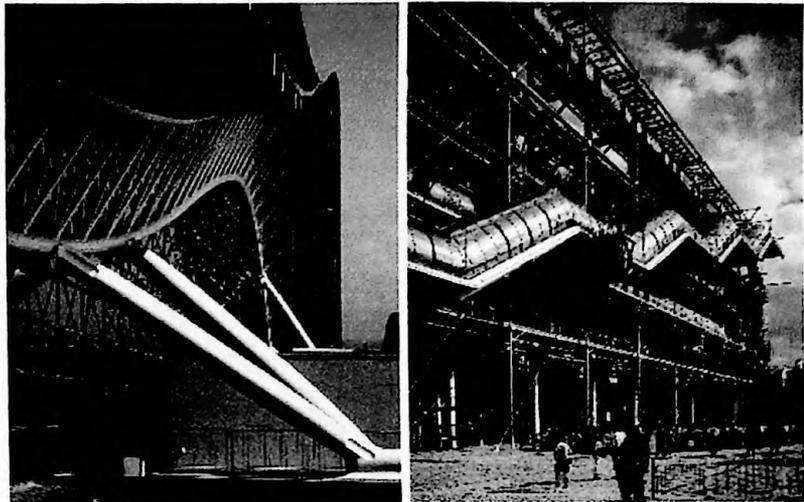
O desenvolvimento e a conceituação dos sistemas estruturais, mais do que da aplicação de fórmulas matemáticas, dependem da observação de conceitos de *freqüência, modelo, simplicidade, regularidade, probabilidade e complexidade*, definindo espaços, unidades, articulações e circulações, proporcionando movimento, dinamismo e flexibilidade, fortalecendo as relações entre a unidade e o conjunto, a geometria, o equilíbrio e a hierarquia. Essa hierarquia vai atribuir valores ao conjunto das características, utilizando escalas para estabelecer categorias que vão permitir a ordenação no domínio da forma e do espaço.

Assim, os sistemas estruturais devem ser interpretados, independentemente de suas dimensões e dos materiais que os constituem, através da geometria, das escalas, dos modelos e das configurações das hierarquias, podendo dessa forma, estabelecer relações com as características e as propriedades predominantes e de maior importância no edifício.

A evolução das tecnologias nas estruturas têm permitido soluções sofisticadas com geometrias complexas, influenciando os projeto de arquitetura ao permitir novas formas e ordens inspiradas nas estruturas naturais, como foram as experiências de Frei Otto na década de 1950 sobre os comportamentos das estruturas, demonstrados através de modelos tridimensionais.

Também Renzo Piano tem explorado as formas naturais como referência para os seus trabalhos, como na estrutura orgânica do Aeroporto de Kansai, no Japão, que demonstra uma significativa evolução das soluções mecanicista dos seus antigos projetos, como é o caso do Centro Pompidou, na França.

Aeroporto Internacional de Kansai (1988-1994)  
Renzo Piano  
Fonte: Jodidio, 1997, p.55



Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Giorgio, 1995, p.168

Com suas intervenções, a arquitetura de Alta Tecnologia recuperou os conceitos e os comportamentos que produziram as grandes inovações do século XIX. Embora nesse momento tenham sido privilegiados os aspectos formais do maquinismo, com a Alta Tecnologia foram criados e desenvolvidos elementos, componentes e sistemas, tecnologicamente complexos e plasticamente ricos. Como força dinâmica da arquitetura, nos anos 1970, a Alta Tecnologia apresenta uma continuidade que vem das primeiras convicções segundo um modo de concepção e realização que continua evoluindo apoiado no progresso tecnológico, negando o dogmatismo. São visíveis as mudanças em relação ao que aconteceu nos últimos cem anos. De acordo com Rogers (1995: 24), *este é um período muito estimulante, e que potencialmente podemos lidar com bem mais problemas do que já tivemos. Temos o conhecimento, temos a tecnologia. O que temos que fazer agora é usá-la da melhor forma para o que tiver que ser feito.*

Como princípios para a construção de edifícios, os métodos seguidos estão relacionados com os da construção de máquinas, mas as estratégias são diferentes das que os engenheiros mecânicos poderiam propor. Qualquer detalhe constitui uma solução de arquitetura impossível de ser concebida na prática da engenharia.

No entanto, a importância desta é crucial como contribuição para os projetos de Alta Tecnologia, de tal forma que é praticamente impossível analisar uma obra avaliando a arquitetura e a engenharia separadamente, embora suas diferenças sejam claras. É a concepção geral, como produto de arquitetura, que vai assegurar que, mesmo na complexidade das soluções, os detalhes sejam apropriados às condições tecnológicas, as quais são a resposta às necessidades identificadas que alimentam a essência dos projetos de arquitetura. Ao longo do último século, todas as transformações exigiram novas condições, com critérios de concepção e de construção que vão encontrar expressão na versatilidade e na flexibilidade propostos pela Alta Tecnologia. Uma situação típica é a da obsolescência dos edifícios que tem exigido a necessidade de transformação e até de ampliação dos ambientes. Diante dessa condição, os equipamentos e os componentes construtivos passaram a ser projetados para serem substituídos num período previsível de tempo, de forma a manter inviolado o conceito global da edificação.

Influenciados por essas considerações a partir do final da década de 1970, os edifícios passaram a ter os seus componentes divididos em elementos de longa e de pouca duração, com capacidade para absorver as transformações e as ampliações exigidas pelas demandas espaciais e tecnológicas, sobretudo nas estruturas de serviços e de instalações, fazendo com que a arquitetura e o processo industrial se tornassem inseparáveis.

A grande inovação da Alta Tecnologia é metodológica, o que representa uma completa transformação das relações entre o projeto arquitetônico e a produção industrial. A complexidade das novas soluções de arquitetura e tecnologia, não permite mais ao arquiteto aceitar um papel passivo ou desconhecer as tecnologias de construção ou as com ela relacionadas. Como autor, cabe ao arquiteto manter a coordenação e o controle dos projetos e dos processos, porque, apenas ele tem a completa visão da concepção do edifício, e para isso deve

ter a percepção das possibilidades oferecidas pelos métodos mais avançados da produção industrial. O arquiteto não pode aceitar que habilidades intelectuais ou tecnológicas o transformem num escravo de modelos ou da produção e da técnica. Cada elemento ou componente deve ser objeto de uma pesquisa e de um programa de desenvolvimento, como qualquer equipamento ou produto de tecnologia avançada. O projeto não é uma ilustração nem um relatório de especificações de materiais, que só aparentemente é organizado, racional e eficiente. O projeto representa etapas de refinamento das propostas que partem dos aspectos conceituais das principais referências construtivas, para dar unidade e expressão aos elementos, compatibilizar os vários componentes, garantir a execução adequada, a qualidade do comportamento físico e a qualidade plástica e ambiental. Modelos e protótipos devem ser construídos, testados e alterados as vezes necessárias para que atinjam a condição ideal.

Os processos de produção dos sistemas construtivos envolvem um grau significativo de repetição de componentes nos edifícios industrializados de Alta Tecnologia, mas não se pode afirmar a existência de uma condição característica das situações de produção em série, o que nos mostra que, apesar de toda a sofisticação, os processos de realização dos edifícios preservam a essência da criação artesanal. É a racionalização dos projetos e dos processos, e não a produção em série, que vai garantir organização e a eficiência das realizações.

Na Alta Tecnologia não pode existir nenhum senso de indisciplina, exibicionismo ou demonstrações gratuitas de habilidades. Nesse sentido, temos de reconhecer que a descrição e a correção na execução dos edifícios demonstram que, apesar das mudanças de processos e mentalidade, a tradição moderna e seus sistemas de valores continuaram preservados, adequadamente revistos e transformados. O rigor, a exatidão e a clareza de definição na criação de edifícios flexíveis, tecnologicamente avançados, são um ato de equilíbrio entre as relações dos

espaços e as estruturas primárias, secundárias e os demais equipamentos e componentes. Só dessa forma é possível criar soluções que permitam edifícios passíveis de serem reprogramados, ampliados, alterados e transformados. Como exemplo podemos citar o edifício da Reliance Controls, projetada para ser construída com componentes que podiam ser pedidos por telefone ou catálogo. Segundo Rogers (1995: 17), *era o ideal para uma indústria que quisesse construir edifícios em série com baixo custo, mas com alta qualidade. O edifício seria feito principalmente em fábrica e os componentes levados para o local e rapidamente erguidos.*

Dessa forma, os edifícios industrializados, como um conjunto de componentes com seu próprio sentido, a exemplo das estruturas mecânicas, permite incorporar-lhes, de forma clara, valores de flexibilidade e adaptabilidade. A Alta Tecnologia deu ao edifício-máquina, do ideal do movimento Moderno, uma dimensão humana, confirmando os seus princípios de criar edifícios que respondessem às necessidades e expectativas das pessoas. Os edifícios flexíveis e versáteis permitem fundamentalmente que, independentemente da época, das necessidades ou dos comportamentos, as pessoas possam formar e organizar, funcional e qualitativamente, seus próprios ambientes, mantendo-os limpos, esteticamente agradáveis e ambientalmente benignos.

Em 1971, representando simultaneamente a consagração do edifício-máquina do modernismo e a viabilização das utopias dos anos 1960, Renzo Piano e Richard Rogers iniciaram o projeto do *Centro National de Arte e de Cultura Georges Pompidou* (1971-1977), a ser implantado na Place Beaubourg, em Paris, o qual foi projetado para ser uma instituição pública de cultura, informação e lazer, realizada para abrigar a Biblioteca Pública de Informação, o Centro de Criação Industrial, o Instituto de Pesquisa e de Coordenação Acústica/Música, o Museu Nacional de Arte Moderna e com áreas para exposições temporárias e produção de arte.



Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Buchanan, 1993, p.60

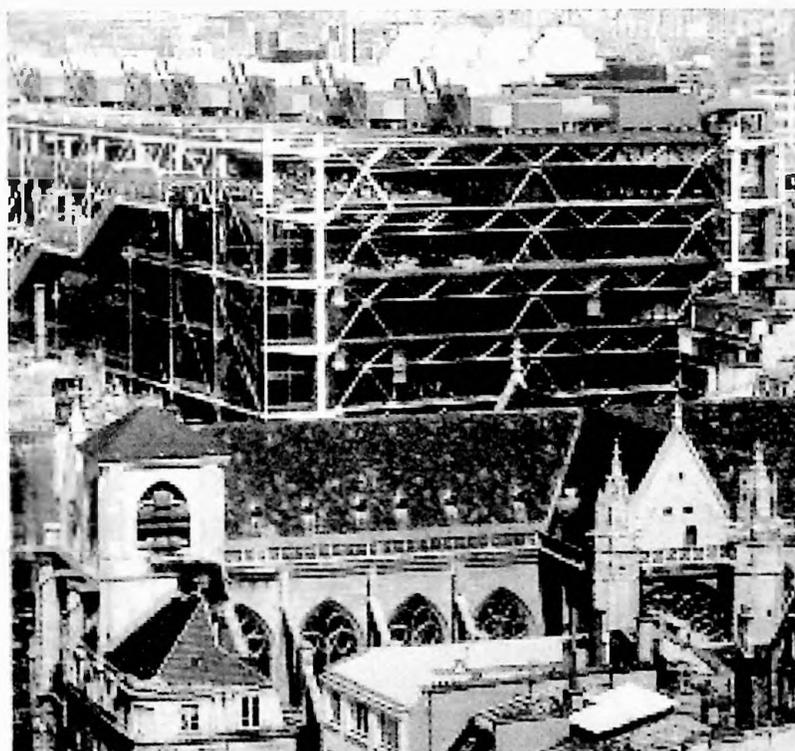
Para Rogers (1995: 17) o objetivo era criar um edifício popular, acessível a todos.

A obra foi concluída em 1977, totalizando a área de 65.000m<sup>2</sup> de construção e a realização do Centro Pompidou, como núcleo de uma rede nacional de relações culturais, tinha como maior intenção propor novas soluções para os ambientes de cultura, eliminar o caráter elitista e criar um espaço público de interação.

Inicialmente, Rogers (1995: 15) não queria fazê-lo. *Eu não queria fazer um edifício para um Presidente. A idéia de construir um monumento para centralizar as artes em um edifício, era errado para nós.*



Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Buchanan, 1997, p.7



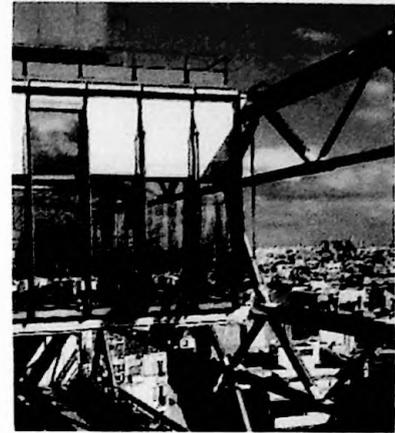
Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Buchanan, 1997, p.11

Explícito em sua presença e provocações, foi correto para o seu tempo e o primeiro grande indício dos novos caminhos que estavam surgindo na arquitetura, tornando realidade as utopias dos anos 1960. Assim, o *Pompidou reflete a idéia da grande praça onde a comunidade acontece e a fachada revela tudo sobre as pessoas que se podiam assistir umas às outras e apreciar a vida da cidade.* Rogers (1995: 20)

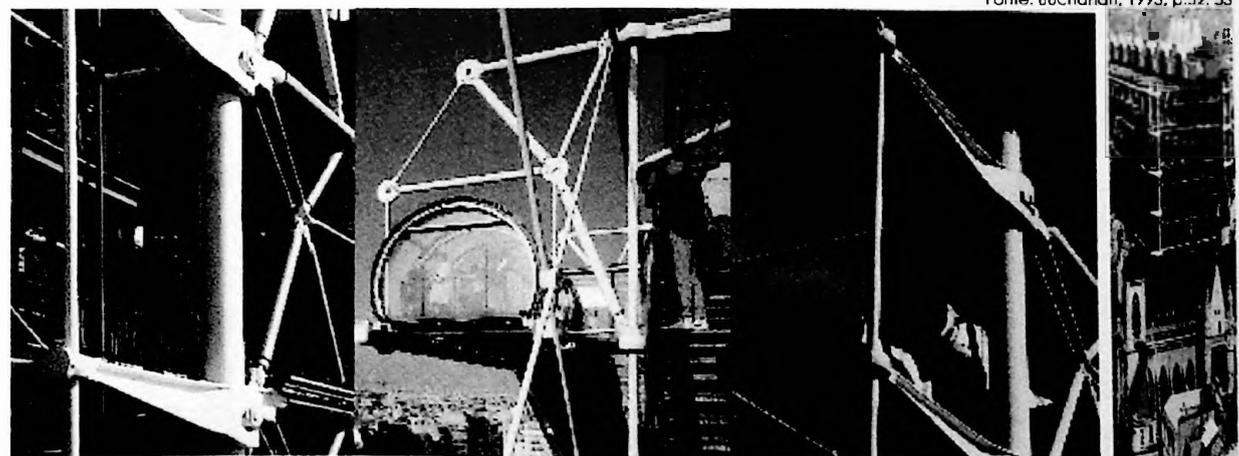
Pretendendo ser anti-monumental, o Pompidou, por ser a última manifestação do edifício-máquina do ideal Modernista e uma das mais expressivas e convincentes realizações de Alta Tecnologia, incorporando as soluções das megaestruturas e da engenharia mecânica, tornou-se paradigmático e abriu um novo período de possibilidades. Foi a primeira grande demonstração contemporânea da versatilidade e da flexibilidade de um edifício em processo contínuo de permanente transformação e jamais concluído, com o objetivo de *criar uma estrutura e achar um caminho para construir um edifício que não fosse determinista, isto é, que as partes pudessem ser mudadas, infinitamente. Diferente do clássico em que você não lhe pode adicionar nada ou retirar o que quer que seja ao longo do tempo.* Rogers (1995: 17)

Apesar de ter-se tornado extremamente popular após a sua conclusão e estar hoje firmemente ligado à história de Paris, o Centro Pompidou foi intensamente criticado e até apelidado de dinossauro durante a crise do petróleo em 1973-74; *Toda a imprensa o odiou, todos os artigos eram negativos — jamais alguém entraria no edifício, jamais seria usado, afirmavam. Nós sofremos muitos ataques.* Rogers (1995: 18)

O Pompidou foi inevitável. Não fosse a interferência da Segunda Guerra Mundial, sem dúvida, teria sido construído várias décadas mais cedo.



Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Buchanan, 1993, p.61



Centro Pompidou (1971-1977)  
Renzo Piano e Richard Rogers  
Fonte: Buchanan, 1993, p.52: 53

Na década de 1930, algumas soluções, depois retomadas no projeto do Centro Pompidou, em que os elementos técnicos tinham importância particular, já haviam sido propostas e desenvolvidas em Paris, até serem interrompidas pela guerra. Os pisos removíveis da Maison du Peuple em Clichy (1939), projetada por Jean Prouvé e Beaudouin & Lods, a fachada eletrônica com telas de vídeo e mensagens dinâmicas da Maison de La Publicité (1934-36) de Oscar Nitzchke, e a transparência expondo os componentes mecânicos na Maison de Verre (1932), são soluções que já demonstravam a relação do Construtivismo russo com o Racionalismo Estrutural francês no desenvolvimento de processos de racionalização dos projetos e industrialização da construção.

Todo o projeto para o Centro Pompidou foi racionalizado e os seus componentes totalmente pré-fabricados, o que permitiu eliminar perdas e otimizar a execução. Apesar da aparente complexidade do conjunto edificado, nenhuma intervenção ou componente tem caráter gratuito, intenção decorativa ou exibicionista.

A estrutura principal, recuada do alinhamento, minimizou a interferência na fachada. De forte expressão plástica, versátil e flexível, o sistema de estrutura é contraventado na face da edificação com barras diagonais, entre os pilares e as vigas treliçadas dos pavimentos em aço tubular, unindo os componentes nas extremidades das grandes vigas articuladas, fundidas em aço inoxidável. As juntas flexíveis impedem as sobrecargas ocasionais causadas por pequenos movimentos.

Para proteger os componentes da estrutura principal, foram aplicados revestimentos à prova de fogo e os pilares preenchidos com água que os esfria em caso de incêndio. Abertos no topo, permitem que a água ferva e transborde, impedindo que o aço se torne flexível e se deforme. Há também equipamentos de combate ao fogo, estrategicamente posicionados, que esfriam as junções da estrutura e protegem os painéis de vidro.



Maison de Verre (1928-1932)  
Pierre Chareau  
Fonte: Moore, 1993, p.11



Maison de Verre (1928-1932)  
Pierre Chareau  
Fonte: Moore, 1993, p.11

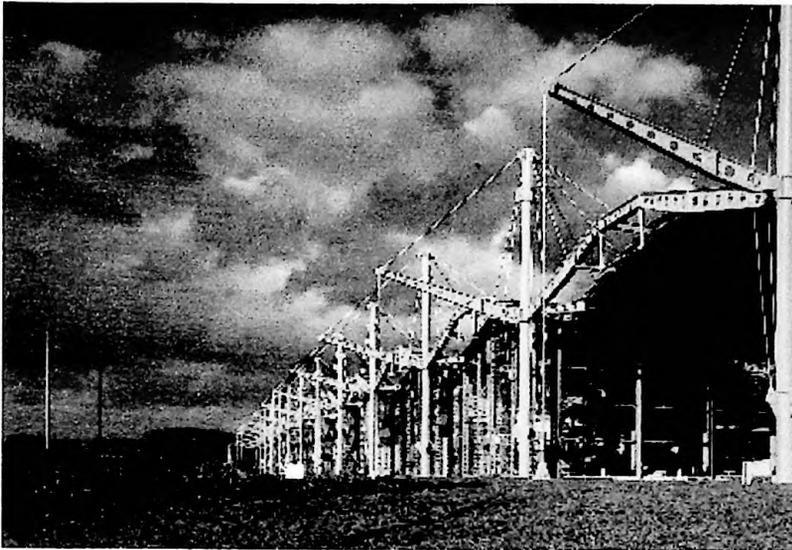
Respeitando os critérios de versatilidade e flexibilidade de toda a edificação, os equipamentos e as tubulações são externos e formam um conjunto colorido que se completa com as 16 esculturas de Tinguely e Saint-Phalle, colocadas no espelho de água da Place Igor Stravinsky. A escada rolante para acesso ao interior, também é externa, enclausurada num tubo de vidro, apoiada na estrutura principal da fachada poente.

Os painéis externos de vidro são removíveis e protegem as áreas externas da estrutura de aço contra o risco de incêndios internos. Tal como na Maison de La Publicité de Oscar Nitzchke, esses painéis tinham o objetivo inicial de projetar imagens, incorporando sinais eletrônicos e transmitindo anúncios e mensagens políticas, mas essa idéia foi posteriormente abandonada.

Em 1980, mantendo critérios semelhantes aos adotados no Centro Pompidou e com o mesmo caráter mecanicista, Norman Foster projetou a Central Inglesa de Distribuição da companhia Renault em Swindon, na Inglaterra, para instalar o Centro Nacional de Distribuição de Peças, os Escritórios do Centro Regional de Vendas e a Escola Nacional de Treinamento de Pós-vendas.

O processo de produção no Centro da Renault também recusa os princípios ortodoxos de construção e demonstra claramente que a produção em massa não é necessária para se conseguir componentes industrializados especiais. Dentro de limites econômicos convenientes, é possível conciliar a produção mecânica com a arte e a arquitetura, se forem respeitados conceitos adequados de concepção e produção.

Reconhecidamente um dos trabalhos de maior destaque de Foster, o Centro da Renault, em Swindon, é um exemplo de uma solução flexível, em que a sua amarela estrutura expressionista de aço lhe permitiu o privilégio de tornar-se um ícone da nova arquitetura, da engenharia e da tecnologia industrial avançada, além de uma referência de imagem para a empresa, como era pretendido por ela.

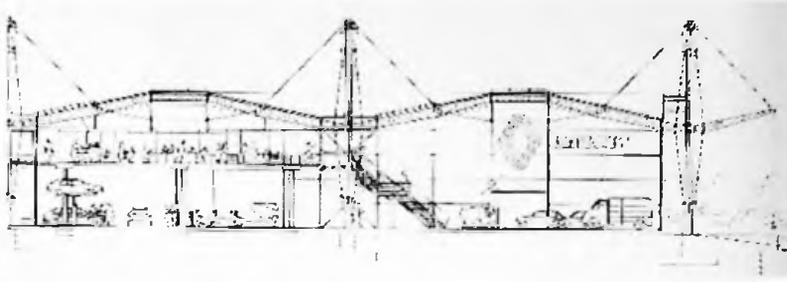


Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 14

Na medida em que o planejamento integrado e a modulação das estruturas dominaram o projeto, foi criada uma solução modular e flexível com espaços versáteis, que permitem a ampliação das instalações e rápidas mudanças ou modificações na organização dos ambientes e das funções. Dessa forma, o sistema estrutural, para responder a todos esses níveis de exigências, sem obstruir qualquer processo de operação ou funcionamento, encontrou uma solução adequada, adotando uma malha de modulação dupla.

Por ser um edifício incomum, que exigia a criação de componentes especiais e especificações muito particulares, nenhuma possibilidade poderia ser abandonada, quer de processos quer de materiais e, por isso, foram utilizadas, para a sua produção, tecnologias que vão desde o primitivo ferro fundido, aos projetos computadorizados da Segunda Idade da Máquina, passando pelo aço e vidro da Primeira Idade.

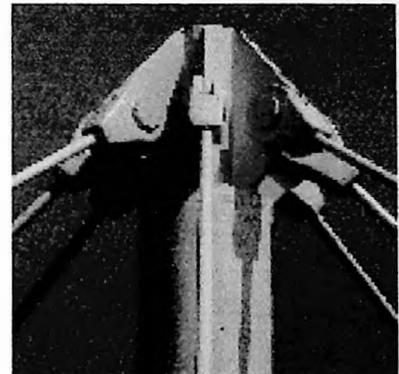
Apesar das técnicas de produção utilizadas estarem intimamente ligadas ao conceito de planejamento flexível, modular, a padronização da Renault limita-se a poucos elementos nos sistemas do edifício, sendo que quase todos os sistemas e componentes importantes foram projetados em colaboração com os fabricantes e favorecendo a execução, pela possibilidade de utilizar de ferramentas e técnicas mais econômicas.



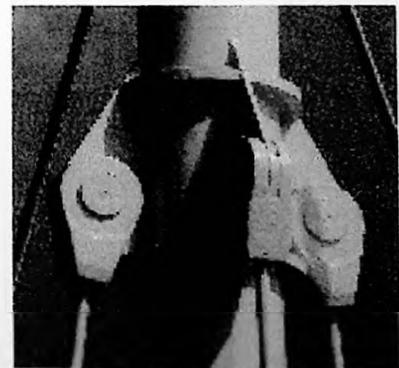
Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 42

A estrutura apresenta uma solução híbrida de módulos estruturados com pilares de onde partem vigas articuladas e em balanço, conectadas aos módulos adjacentes por acessórios e estabilizadas com cabos tracionados, formando pórticos estruturalmente estáveis. A geometria dessas vigas permite que ajam como catenárias invertidas em caso de ventos fortes. Nos módulos periféricos, para evitar as deformações centrais, há vigas especiais ancoradas em blocos de concreto de fundação. Na cobertura, todos os componentes estão na parte inferior, mas as condições especiais impostas pelas soluções para os pilares, barras de tensão, ventiladores, vãos para iluminação natural, tubos de águas pluviais e várias outras instalações e componentes provocaram interferências que obrigaram a utilizar soluções específicas para vedação.

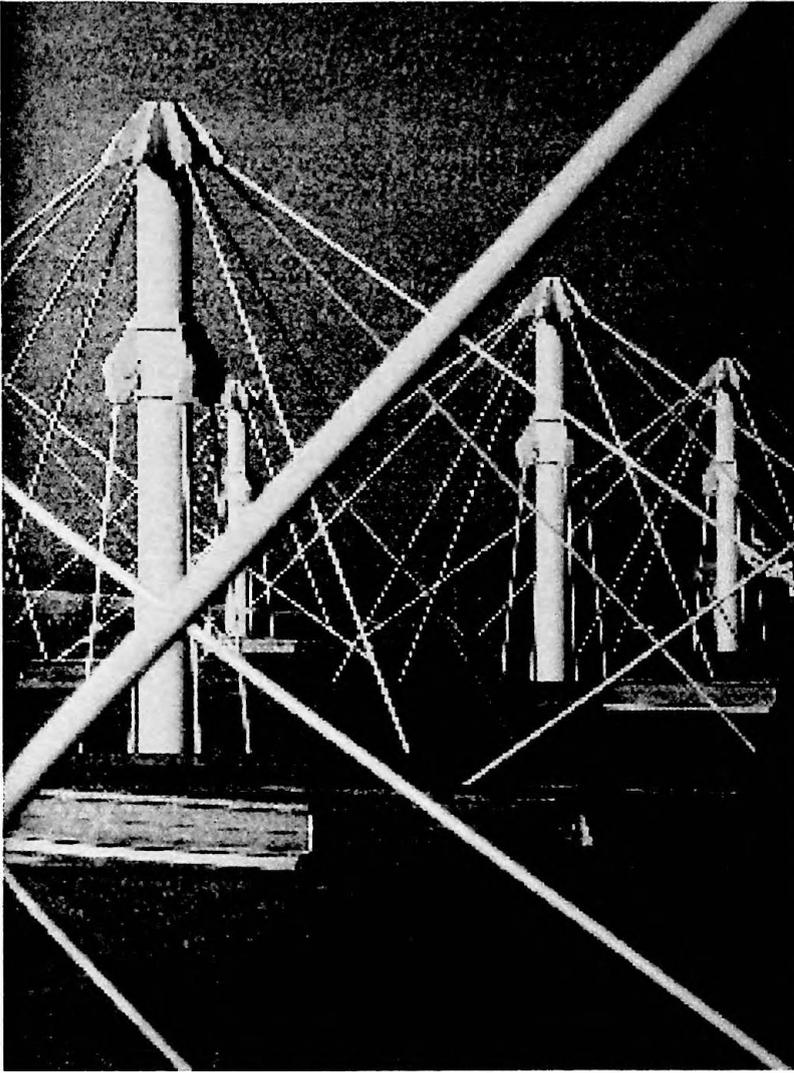
As águas pluviais na cobertura são canalizadas para o centro dos módulos, escoadas pelos pilares e captadas por um sistema de drenagem no solo. Os quatro metros de vão entre pilares são vedados com painéis-sanduiche, formados por duas placas metálicas e preenchidos com espuma de poliuretano. De forma semelhante, há painéis de vidro com dois metros de altura que se estendem de pilar a pilar, colocados diretamente, com *fixadores de aranha* em aço, para suportar todo o peso, especialmente projetados e calculados para obter o mais alto desempenho. Os ângulo de expansão dos fixadores foram cuidadosamente calibrados de acordo com a distância mínima que os parafusos poderiam ser colocados nas extremidades das folhas de vidro. Entre os pilares, os componentes metálicos transversais transferem as cargas dos ventos laterais, dos fixadores para a estrutura principal.



Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 18



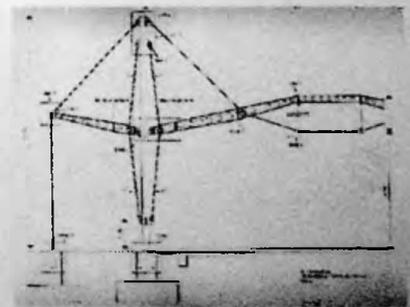
Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 18



Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 22

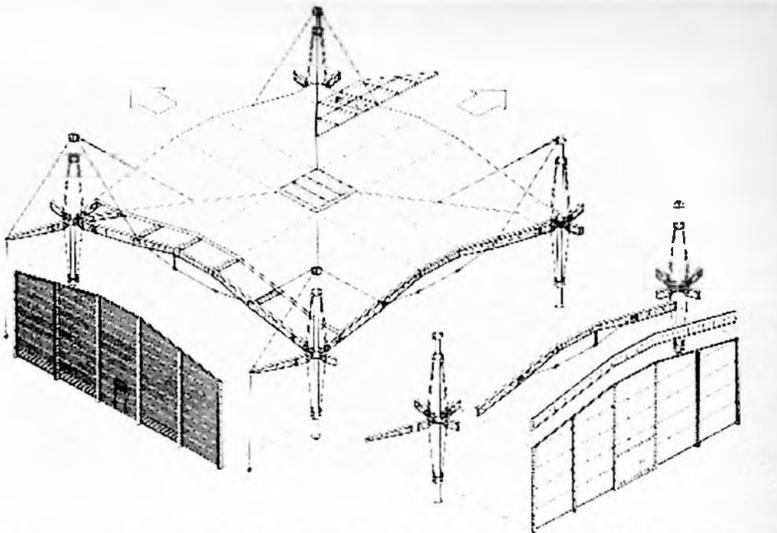
Os sistemas de metal e vidro e são hermeticamente fechados com juntas de neoprene.

Para uma condição convencional de uma edificação em aço, a estrutura da Renault não é nem leve nem barata e usa bem mais material do que uma estrutura comum, mas, uma estrutura comum jamais permitiria os resultados pretendidos. Apesar dos custos mais altos e do tempo de projeto mais longo, os resultados foram compensados por um planejamento adequado, o que possibilitou uma menor variedade de componentes e permitiu a sua pré-fabricação, com maior velocidade de execução, custo mais baixo por metro quadrado e pela viabilização de espaços de grande qualidade, com os

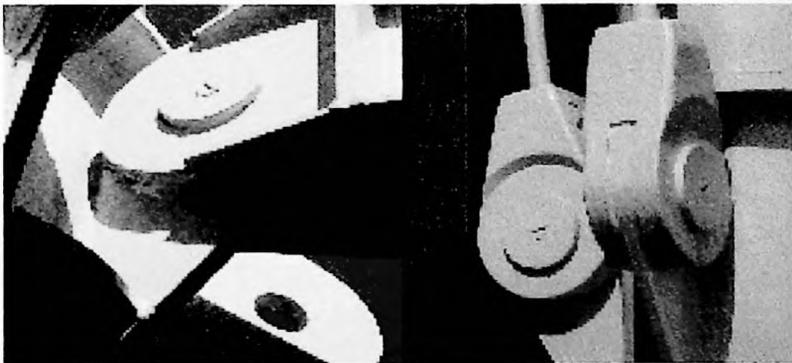


Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 45

objetivos fundamentais, de significado e de operação, pretendidos pela Renault.



Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 44



Centro de Distribuição da Renault (1981-1983)  
Norman Foster  
Fonte: Architecture in Detail, 1991, p. 18

## Automação – Efeitos da Globalização

No início da década de 1980, a internacionalização da economia e das finanças transformou as relações sociais em relações monetárias. Inspirados no monetarismo de Milton Friedman, os Estados ajustaram a quantidade de moeda emitida à real quantidade de bens que satisfaziam os critérios de rentabilidade determinados pela média do lucro social. A partir daí, o crescimento da moeda passou a ser simulado pelos créditos especulativos. Pressupunham os monetaristas que, impondo a redução da emissão estatal de moeda, controlariam a produção dentro dos parâmetros fixados pelos capitais fictícios da especulação. Jamais imaginaram que o desenvolvimento da microeletrônica, pelo estímulo aos investimentos em comunicações e pela necessidade de inovação, acabasse alimentando a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico, e dessa forma viesse a provocar um aumento surpreendente produtividade e de produção.

O crescimento dos capitais desenvolveu o setor de serviços, em particular o da indústria do lazer e do turismo, multiplicou o trabalho autônomo e, facilitado pelo desenvolvimento de todas as áreas da comunicação, estimulou a dispersão territorial da indústria e de grandes empresas de serviços. Os pólos industriais foram transformados em cidades terciárias e os Estados tiveram o seu poder de ação reduzido.

Perante essas mudanças, a produção da arquitetura deixou de ser tratada sob um aspecto estritamente nacional e o caráter internacional das grandes tendências e das relações, bem como o cosmopolitismo dos arquitetos, passaram a ser estimulados. Foi nesse novo cenário que Richard Rogers e Norman Foster foram chamados para, respectivamente, projetarem as novas sedes da Seguradora Lloyd's, em Londres (1979-1986), e do Banco Hong-kong e Shanghai em Hong-kong (1981-1986).



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.54



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997, p.68

Esses dois edifícios dão visibilidade e, de certa forma, pode-se afirmar que inauguram um período que vai valorizar os sistemas de automação nos edifícios, gerando o que passou a ser reconhecido, na maioria das vezes de forma equivocada, como *edifícios inteligentes*.

A verdade é que, nem um edifício automatizado é necessariamente inteligente, nem um edifício, dentro dos critérios que o podem classificar como *inteligente*, precisa ser automatizado.

São definidos como *automatizados* os edifícios que permitem a racionalização tecnológica dos recursos mecânicos, reduzindo a participação humana na sua operacionalização e aumentando a praticidade, a eficiência e a precisão das operações.

Estimulados por esses aspectos e influenciados pelo determinismo, pelo funcionalismo e por objetivos mercadológicos, os conceitos de conforto e qualidade ambientais limitaram-se a fatores de desempenho, eficiência, produtividade, economia, custos operacionais e valor patrimonial. Dessa forma, foram incorporadas aos edifícios, através das tecnologias de informação e dos sistemas de comunicação, *habilidades mecanizadas* de medição, avaliação, controle e correção, para torná-los confortáveis, seguros, produtivos e econômicos e, acima de tudo, *inteligentes*.

No final dos anos 1970, os primeiros sistemas de controle eletrônico de aquecimento, ventilação e ar-condicionado, por meio de sensores localizados, permitiam respostas e alterações rápidas e precisas das condições climáticas.

No início dos anos 1980, as técnicas de automação dos sistemas de segurança e de iluminação passaram a coordenar componentes do mesmo conjunto operacional. Atualmente, a integração e a separação dos sistemas é controlada por tecnologias avançadas da informática e de telecomunicações.

As infra-estruturas de telecomunicações vieram possibilitar a resposta e a adaptação contínua às condições de mudança, e hoje, com apenas um sistema de cabeamento estruturado, com todos os sub-sistemas gerenciados a partir de um ponto comum, tornaram-se bem mais simples os processos de informações e de controle. Esse cabeamento estruturado permite a transmissão de dados, voz, vídeo e o gerenciamento de sistemas de controle automatizados de aquecimento, ventilação e ar condicionado, segurança patrimonial, energia e iluminação, detecção e controle de incêndio. Neste caso, o alarme comunica-se com o sistema de segurança, para destrancar as portas, o qual, por sua vez, se comunica com o sistema de ventilação e ar condicionado, para regular o fluxo de ar, evitando a propagação do fogo.

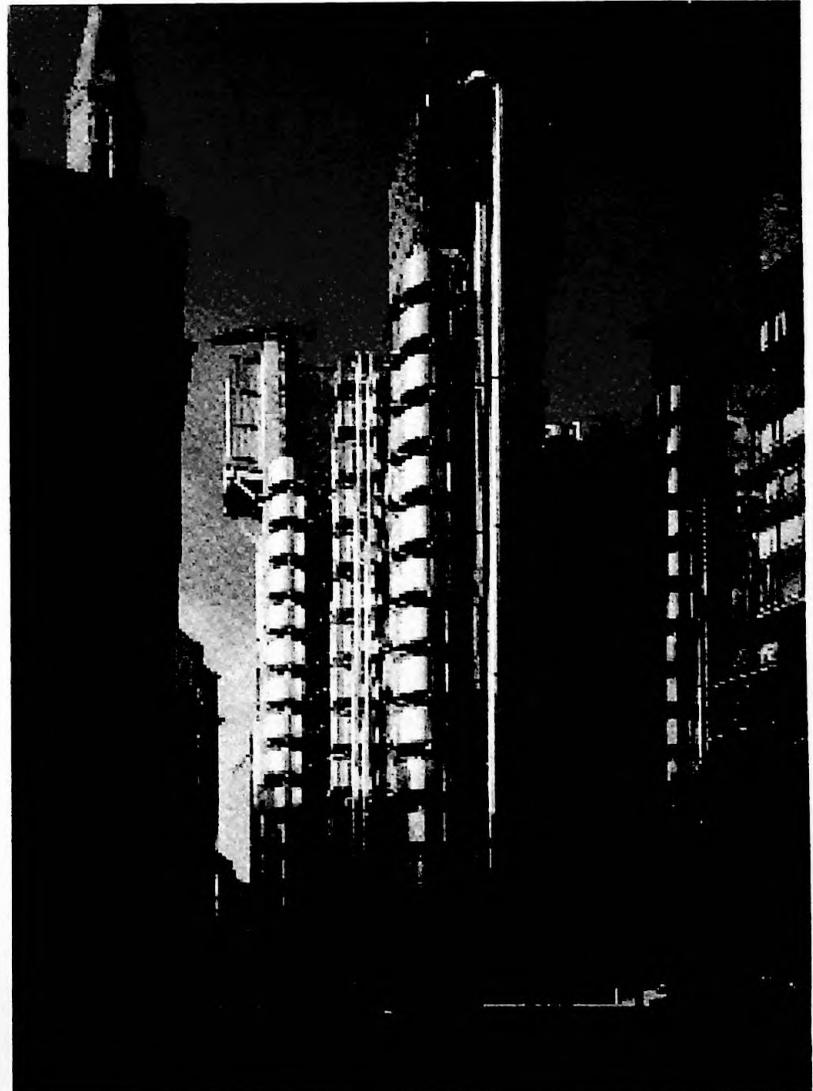
De um momento para outro, por se tratar de edifícios pretendidos como tecnologicamente avançados, um estranho vocabulário que, pela forma como é utilizado, nada tem com a arquitetura e muito menos com a sua concepção, passou a fazer parte do lugar comum, tais como: tecnologias de informação, sistemas de comunicação, controles automatizados, cabeamento estruturado, sensores localizados, flexibilidade de gerenciamento, segurança patrimonial, proteção de investimento, desembolso de manutenção, desempenhos otimizados, eficiência energética.

Temos uma exibicionista lista de referências, apresentadas como necessárias e fundamentais, que apoiadas em intrincados cálculos aritméticos, para formar a base dos argumentos com o objetivo de justificar os custos estratosféricos de obras que passam a ser consideradas de excelência.

O *edifício inteligente* não depende de máquinas e equipamentos capazes dos mais inimagináveis malabarismos ou habilidades, mas da concepção dos projetos para a sua realização e, em particular, do projeto de arquitetura que naturalmente acaba influenciando os demais. Aqui, são fundamentais os aspectos metodológicos

para avaliar os fatores condicionantes, sobretudo os de caráter ambiental e tecnológico, estabelecendo condições adequadas à realização e ao uso dos ambientes do edifício, os quais, são os aspectos que há milênios preocupam o ser humano, na procura incansável das condições ideais que lhe propiciem o prazer de viver e evoluir.

Ao longo do século XX, num período de cerca de setenta anos, a Seguradora Lloyd's teve três edifícios e, condicionada pelas rápidas transformações por que tem passado o mundo, decidiu construir uma nova sede, para durar todo o século XXI, sem comprometer a sua contemporaneidade e eficiência.



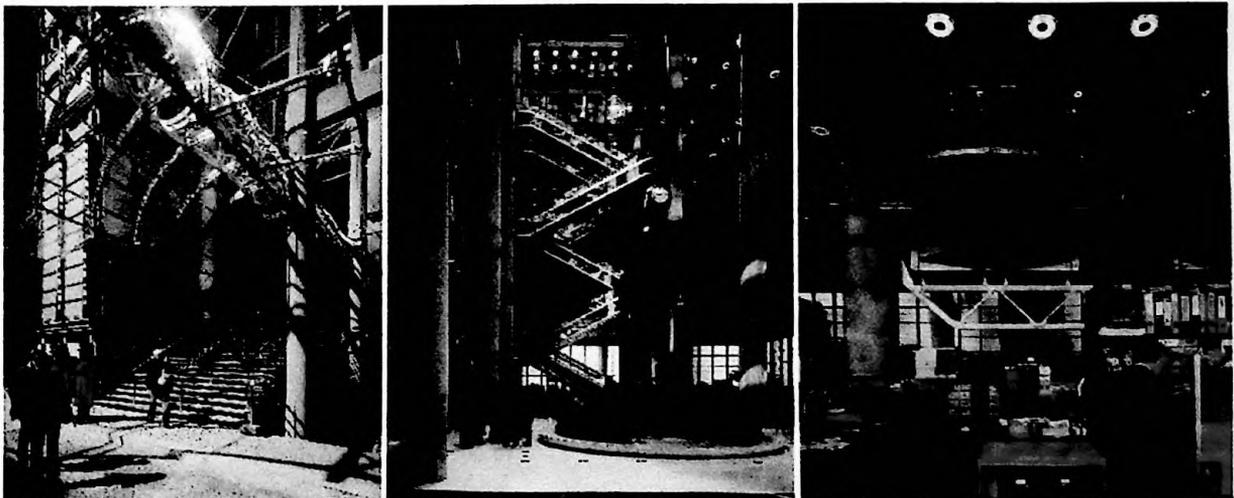
Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.47

Os edifícios canônicos, em processo claro de obsolescência arquitetônica, obrigaram os arquitetos a reverem seus conceitos mais ortodoxos e a aceitarem e promoverem as mudanças inevitáveis.

Economicamente, para a Seguradora Lloyd's, e profissionalmente para Rogers, o problema da obsolescência é um problema de sobrevivência. São as mesmas razões que, antigamente, levavam as pessoas a reconstruírem os edifícios, para preservarem os elementos de uma antiga instituição. Só que, pressionadas pelas exigências da expansão, viam-se forçadas a aceitar antigas soluções de arquitetura, apresentadas como as mais adequadas formas de preservação e as únicas possibilidades para enfrentar a pressão das mudanças tecnológicas.

Para a Seguradora Lloyd's interessava a estabilidade de um edifício por um período mínimo de um século. Para Richard Rogers interessava um projeto capaz de resistir ao choque imprevisível da tecnologia.

Na análise de Pawley (1986: 90), o *Lloyd's de Londres*, que é uma instituição financeira respeitada por sua antiguidade e tradição, escolheu Richard Rogers por reconhecê-lo como um conhecedor das tecnologias avançadas, com convicções que reconciliam o Renascimento e o pensamento Moderno.



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers

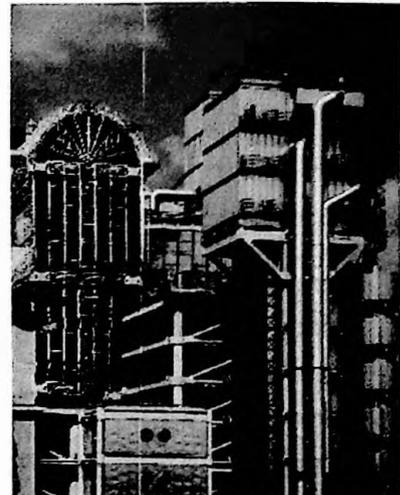
Fonte: *Architectural Review*, 1986, p.40; 45; 68

Richard Rogers realizou, com a sede da Seguradora Lloyd's, em Londres (1979-1986), um dos edifícios mais significativos da década e, na Inglaterra, o maior, o mais caro e mais radical representante do avanço dos ideais da contínua evolução tecnológica. As monocromáticas formas arredondadas, os elementos metálicos brilhantes e os gigantescos tubos expostos ao longo de dez andares representam uma nova e monumental versão da Alta Tecnologia e reafirma os ideais do Movimento Moderno do *edifício- máquina: o Lloyd's é uma máquina para ganhar dinheiro.* (Buchanan, 1986: 41)

Richard Rogers, influenciado pelos Mecanicistas e pelos Metabolistas japoneses, criou um edifício contemporâneo, embora, de certa forma, gótico, com fortes características mecânicas de Alta Tecnologia, o que mostra a força da tradição e da história da engenharia britânica. Não é um edifício excessivamente alto para os padrões mais recentes do século XX e não segue os princípios dogmáticos das modernas torres contemporâneas. É um edifício formado por partes que trabalham para o melhor desempenho do conjunto. Com aspecto opaco, detalhes originais sem elementos repetitivos, vidros translúcidos, tubos brilhantes e torres helicoidais de escadas expostas, parece um componente mecânico de uma fábrica, que expressa a nostalgia do primeiro período Moderno e até da engenharia vitoriana.

A sua filosofia é revelada pelos critérios adotados na colocação dos componentes, com a possibilidade de serem adicionados ou subtraídos, sem interferir na prevista ampliação e complementação dos seus ambientes e estrutura. O Lloyd's é um edifício flexível, facilmente transformável, que possibilita a mudança rápida de qualquer dos seus elementos.

A forma como aborda a tecnologia reflete a implicação de diferenças de atitude quanto ao seu significado, e à natureza e ao ambiente do edifício, com um *triplo-sistema de vidro e o ar-condicionado passa externamente ao vidro.*



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers

Fonte: Architectural Review, 1986, p.47



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers

Fonte: Architectural Review, 1986, p.72



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers

Fonte: Architectural Review, 1986, p.53

É uma nova tecnologia para uma "fachada viva" sobre a qual falou Le Corbusier nos anos 30. Passando o ar-condicionado por lá, as pessoas podem ficar confortáveis próximo à fachada e a quantidade de energia usada é bem menor. (Rogers, 1986: 20)

Richard Rogers criou um edifício prismático, com estrutura e elementos de serviços externos, dividido em componentes de longa e de pequena duração, com flexibilidade suficiente para um aumento adicional de demandas. Pois ele acreditava que *um edifício não é um objeto resolvido mais ou menos graciosamente e os problemas arquitetônicos raramente podem ser resolvidos de uma única forma.* (Rogers, 1986: 20)

Num aspecto geral, o edifício é composto por um átrio e pavimentos simples, sem divisões verticais, onde as pessoas estão e trabalham.

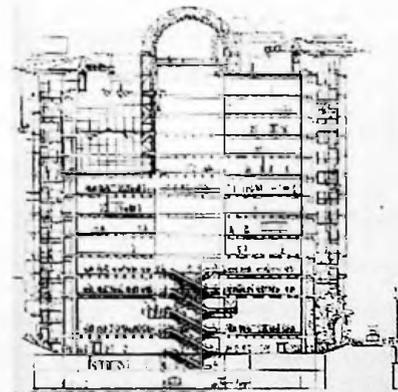
O térreo chama a atenção pelo grande vão do átrio e pelas informações sobre o mundo exterior que chegam por via eletrônica. Esse átrio foi criado para permitir a visibilidade entre os vários ambientes e pavimentos e iluminar internamente o edifício.

Em volta de áreas versáteis, para funções como administração e escritórios, estão as atividades e equipamentos específicos de escadas, elevadores e instalações de serviço. Todos foram programados e projetados para permitir rápidas reconfigurações, no caso de novas demandas internas.

Apesar da estrutura de concreto ser mais lógica e mais inevitável, é, neste edifício, apenas um componente construtivo. O concreto é detalhado como uma estrutura aberta, o que de certa forma o assemelhou ao aço, em outras palavras, não foi usado como Le Corbusier que usou o concreto como um sólido. (Rogers, 1986: 20). Neste caso, o metal é mais expressivo, esteticamente, pela sofisticação do aço, dos elevadores e dos elementos envidraçados, que deixam os componentes construtivos aparentes, dando a sensação de espacialidade e dinamismo.



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.46



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.43



Lloyd's Building (1979-1986)  
Richard Rogers  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.63



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster

Fonte: *Architectural Review*, 1986, p.42: 40: 66

Quase simultaneamente à realização do edifício da Seguradora Lloyd's, o Banco Hong-kong e Shanghai decidiu construir em Hong-Kong o *banco mais bonito do mundo*. O Banco queria um *símbolo do desenvolvimento da empresa* que, em outras palavras, significa um símbolo do seu poder, que, pelo custo final, o elevou à condição de ser o mais caro mundo.

Projetado por Norman Foster, a nova sede do Banco Hong-Kong e Shanghai, em Hong-Kong, apesar de destinada a uma das corporações bancárias mais poderosas do mundo, cercado pelo simbolismo que o motivou, apresenta-se de forma discreta. Não é o mais alto em Hong-Kong, nem procura evidenciar-se com intervenções banais e estereotipadas, penduradas em estruturas primárias, ingênuas, primitivas e sem significado. Por exibir invenção, inovação tecnológica e competência arquitetônica de expressiva qualidade, acabou por se tornar um dos edifícios de referência do século XX. Foster, nesse projeto, levou a tecnologia ao seu limite máximo e desenvolveu níveis de técnica e de engenharia de grande precisão. Com isso, mudou as percepções habituais das relações entre os significados tecnológicos deterministas, formadas pela ideologia Modernista ortodoxa, durante décadas, e aponta novos caminhos e novas formas de projetar.

A inovadora flexibilidade funcional e tecnológica do banco respondeu às mudanças dos métodos e da tecnologia bancária, e lhe proporcionou a presente posição entre os vinte maiores bancos do mundo.

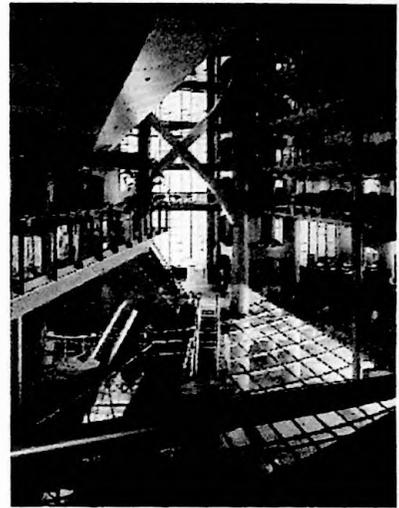
A preocupação de Foster com os detalhes e todos os elementos da obra aumentou o custo do edifício, mas não se pode limitar a qualidade de um edifício e reduzir-lhe as possibilidades, para apenas, numa atitude de mercantilismo primário, satisfazer o orçamento da construção, ignorando os valores de uso e os benefícios, tanto inerentes aos objetivos do projeto quanto de relação urbana.

Foster produziu uma tecnologia avançada de construção, com componente feitos sob medida, com total precisão. Existe repetição, mas não se pode falar de produção em série, visto que esses componentes jamais serão feitos novamente para qualquer outro edifício. Assim, foram desenvolvidas tecnologias avançadas de construção para uma máquina sofisticada, mas a sua execução foi realizada por artesãos.

Respeitando as tradições do Movimento Moderno, apresenta formas simples e retas, acentuadas por corredores centrais e instalações técnicas de alimentação colocados externamente, com espaços amplos e generosos abrindo-se para o exterior, permitindo a continuidade dos espaços externos e internos. O interior e o exterior são partes do mesmo pensamento.

Partindo do pavimento térreo, há o espaço nobre de uma praça que se liga à via pública, atraindo os pedestres para o edifício. Dessa praça, partem duas escadas rolantes que dão acesso ao banco. Elas atravessam um forro de vidro curvo, que cobre o pavimento da entrada com uma suave estrutura catenária, que permite aos transeuntes uma visão clara de toda a altura do vão central do edifício.

No nível da cobertura, foram colocados dois conjuntos de espelhos: um, em toda a extensão do vão central e, o outro, na face sul do edifício. O espelho externo é móvel e controlado por computador, girando em seu eixo para localizar o ângulo variável do sol, de forma a dirigir os



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.42; 40; 66



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.42; 40; 66



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.42; 40; 66

seus raios para o espelho interno em condições constantes, numa intensidade que não seja desconfortável e incômoda para os funcionários. A luz solar, incidindo sobre o vão central, ilumina com luz natural todo o interior, incluindo a praça no pavimento térreo, através do forro de vidro.

O sistema de circulação vertical dá à organização do edifício características bem particulares, com uma combinação de elevadores e escadas rolantes como principal meio de circulação vertical. Na maior parte do edifício, os elevadores de alta velocidade que percorrem seis metros por segundo só param a partir dos pavimentos intermediários, com pé-direito duplo, que começam acima do átrio e são servidos pelas escadas rolantes, revestidas com vidro colorido, que revela suas estruturas e componentes mecânicos.

A transparência da estrutura e do espaço é um fator de grande significado no conjunto da edificação. É, em parte, um reflexo do desejo expresso pelo Banco de que todos os que trabalham no edifício possam ver e serem vistos.

Foster não buscou apenas quebrar a monotonia visual evitando pavimentos idênticos, mas também criou uma sensação de identidade para as principais funções operacionais do Banco. Os componentes verticais, nos pavimentos, refletem a organização dos espaços dentro do edifício.

A gigantesca estrutura do edifício tem uma forte presença e grande impacto, não só nos espaços abertos, mas sobretudo no seu topo, com a revelação das colunas, treliças, e tirantes cruzados. No entanto, os espaços abertos, suspensos, compensam a pesada aparência da estrutura de suporte. Cada coluna dos módulos de estrutura é funcionalmente independente e revestida com painéis de alumínio, do mesmo tipo dos painéis de piso, de forma que as colunas pareçam contínuas e homogêneas. Em virtude da proteção contra corrosão e o fogo, sob o alumínio, os componente da estrutura aumentam até duas vezes a sua espessura.



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.65



Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Architectural Review, 1986, p.66

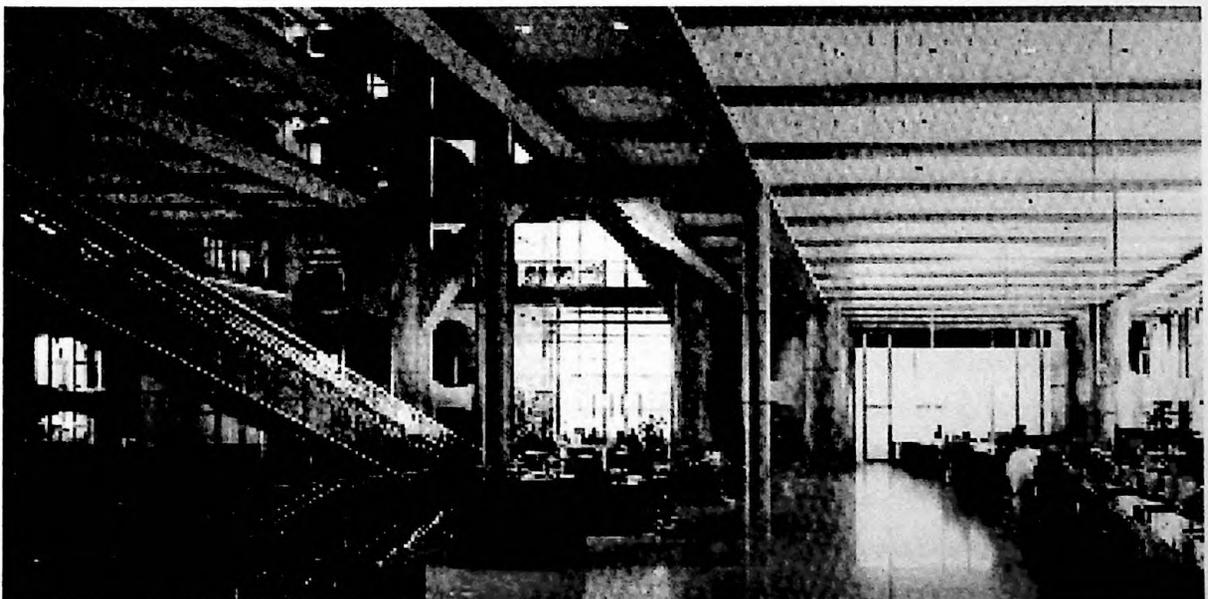
Os pisos, formados por placas de alumínio com estrutura alveolar, semelhantes às dos pisos das aeronaves, são removíveis e apoiadas em componentes totalmente desmontáveis, por onde correm os cabos e os dutos das instalações. A exemplo da estrutura, as colunas das instalações são expostas, ao passo que os módulos de serviço pré-fabricados, na parte externa, têm um certo aspecto camuflado.

Nas placas de piso há também pequenas aberturas, por onde entra o ar frio gerado pelo sistema de ar-condicionado e que é expelido apenas a uma altura suficiente para refrescar os limites dos espaços em que pessoas circulam e trabalham. Este sistema é regulado por computador, o que permite reduzir o consumo de energia.

O Sistema de Gerenciamento do Edifício, com os computadores instalados no vigésimo sétimo pavimento, opera o edifício, incluindo a manutenção. No topo do edifício existem guindastes de manutenção e um ponto para pouso de helicópteros.

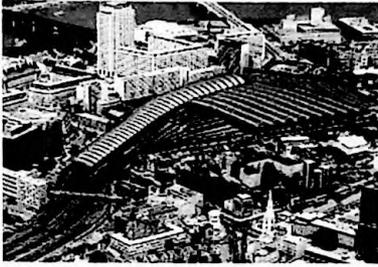
Foster compôs o edifício com pontes sobrepostas e justapostas que suportam o conjunto de pisos de escritórios. Desse modo, otimizou ao máximo o custo e o tempo de construção, e tornou desnecessária a interrupção do trânsito durante as obras.

Hongkong & Shanghai Bank (1981-1986)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997, p.70



Ao mesmo tempo que os movimentos utópicos e as intervenções de Alta Tecnologia construíam novas propostas e interpretações para as mudanças do último quarto do século XX, também o dinheiro fácil, a falta de crítica e o desejo de ostentação dos novos beneficiários dos desacertos sociais, das omissões dos Estados e das operações de controle financeiro empreendidas pelos novos monopólios privados, geraram obras de puro exibicionismo. A recessão provocada pelo colapso da Bolsa de Nova Iorque, em outubro de 1987, abalou as certezas, estabelecendo novas prioridades, e provocou nos anos de 1990 um conjunto de rápidas e fortes transformações, momento em que surgiram novos interesses para o desenvolvimento de investimentos em praticamente todos os países europeus, que passaram a reconhecer a importância da arquitetura com qualidade, a despeito das dificuldades que atravessavam.

Nessa retomada, a explosão nos transportes e nas comunicações impôs-se como um dos fatores mais influentes das novas formas de arquitetura, na passagem dos anos 1980 para os 1990, tornando os edifícios destinados aos transportes em símbolos de progresso tecnológico e social. Viabilizados pela evolução das tecnologias do ferro, as ferrovias são a primeira expressão do transporte de massa em meados do século XIX e tornaram-se arquétipos sofisticados pelas crescentes exigências impostas pela evolução dos transportes de alta velocidade. Para marcar, no século XX, uma nova era, em que os trens de alta velocidade passaram a competir com as aeronaves nas viagens dentro da Europa, a *British Railway* decidiu construir uma importante estação ferroviária para a linha do Canal que unisse a Inglaterra e a França, através do Eurotúnel. Herdeiro do funcionalismo histórico, o arquiteto Nicholas Grimshaw, que já era conhecido por ser o autor dos projetos do Pavilhão Britânico da Expo 92, em Sevilha, e do edifício do Financial Times, nas docas londrinas, foi escolhido para projetar o *Terminal Ferroviário Internacional de Waterloo*, em Londres.



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Moore, 1993, p.26

Nos anos de 1980, Nicholas Grimshaw já havia sido reconhecido no cenário da arquitetura britânica como um dos expoentes mais radicais da tradição da engenharia em arquitetura e um dos mais versáteis entre os grandes arquitetos europeus contemporâneos. Influenciado por Brunel, Joseph Paxton (1801-1851) e por outros grandes arquitetos industriais do século XIX, Grimshaw refere-se ao Palácio de Cristal, de 1851 como exemplo de uma obra realizada de forma quase inalterada a partir de um esboço conceitual. Além de arquiteto, é também um construtor e, por isso, sempre se preocupa com os detalhes e o uso dos materiais. Embora acredite na intuição, suspeita de suas conseqüências.



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Pearman, 2000, p.16-17

Grimshaw, no projeto do *Terminal Ferroviário Internacional de Waterloo*, redefine os cânones do funcionalismo ao retomar as tradições da engenharia vitoriana. Dessa forma, reinterpreta as tradicionais estações ferroviárias de vidro e ferro com abóbadas de vãos altos e longos, que tinham como objetivo valorizar a iluminação e forçar a dissipação da fumaça e do vapor dos trens no século XIX, e cria uma solução de impacto com tecnologias e gerenciamento de fluxos avançado, seguindo as sofisticadas e complexas estratégias de funcionamento e de organização dos aeroportos-modelo. Grimshaw transformou Waterloo numa das mais modernas e eficientes estações da Europa.

Como o transporte aéreo é o grande referencial para os transportes públicos do final do século XX, era natural que Grimshaw interpretasse o Terminal Ferroviário Internacional de Waterloo como se fosse um terminal de aeroporto. Com essa linha expressa, chegava-se a Paris em três horas, a partir do centro de Londres, em um percurso extremamente racionalizado, que atende tanto às necessidades dos aeroportos internacionais, quanto das estações ferroviárias tradicionais, evitando os conflitos dos fluxos de passageiros.

No projeto do Terminal Ferroviário de Waterloo, Grimshaw deparou-se com as limitações de um contexto urbano consolidado e apertado em torno da antiga estação. Como grande admirador dos terminais vitorianos, avaliou as condições particulares e as consideráveis limitações do espaço exíguo da estreita e extensa faixa curva, onde deveria implantar o Terminal. Dessas considerações resultou uma edificação transparente, com forma longitudinal afunilada, suavemente encurvada, integrando o antigo e o novo. A cobertura curva e transparente sobre as plataformas da nova estrutura se contrapõe à iluminação da cobertura rígida da estação primitiva.

Nicholas Grimshaw, ao perceber que uma solução de impacto jamais viria de uma arquitetura meramente funcional, criou uma estrutura caracterizada morfologicamente por espaços contínuos, com ambientes internos beneficiados por generosos espaços livres, iluminados pela transparência da cobertura. A transparência da edificação orienta os passageiros nos locais de chegada, permitindo a constante visão dos trens e dos trajetos de partida dos passageiros. Só então se inicia a seqüência linear de acesso que envolve a segurança e a autorização de passagem para a área de espera, de onde uma das duas escadas rolantes levará ao ponto mais próximo do local de embarque.

A cobertura é a parte de maior impacto no edifício e o maior destaque na solução arquitetônica, demonstrando



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Pearman, 2000, p.15



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Vallée, 1996, p.59



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Pearman, 2000, p.15

que esta edificação, embora ligada à arquitetura tradicional inglesa das estações ferroviárias do século XIX, pretendia ser a marca de uma arquitetura inovadora e de vanguarda.

O projeto foi elaborado considerando os aspectos aerodinâmicos dos novos trens de alta velocidade, de forma que ao percorrerem os trilhos a oeste, se mantivessem visíveis, tanto da fachada envidraçada da nova estrutura, quanto do átrio da estação antiga.

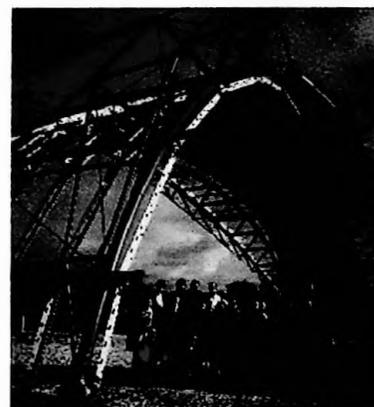
Composta de treliças reticulares em arco, articuladas em três pontos, a cobertura tem a articulação principal excêntrica. A leste, as treliças da cobertura são mais longas e mostram os tirantes no lado interno. As treliças do lado oeste, mais curtas, têm posição inversa com os tirantes no lado externo. O ponto de contraflexão, onde os tirantes passam do interior para o lado externo, coincide também com o ponto de união dos dois segmentos dos círculos que dão forma ao arco.

Os arcos da treliça espacial foram confeccionados com tubos que diminuem sua seção, da parte mais baixa à mais alta da cobertura. Suas dimensões variam de forma a permitir que as treliças articuladas se voltem para baixo, à medida que diminui a distância entre os apoios. As treliças são unidas entre si por pequenos arcos metálicos com seção circular que, graças a juntas especiais, sustentam os elementos de vedação da parte envidraçada. Para conciliar a forma da estrutura envidraçada com um só tipo de fixação, foi elaborada uma solução com lâminas articuladas. As placas de vidro, requadradas em molduras de alumínio, são suspensas por pequenas barras, também deste material e unidas à estrutura por articulações de aço, conseguindo assim, flexibilidade e movimento para a cobertura. A variação da seção da nova estrutura, a assimetria das treliças, e a sua estreita e sinuosa superfície, foram determinadas pelo local e por sua organização.

Grimshaw aproveitou o lado de acesso ao terminal para colocar a estrutura no lado externo e envidraçada em toda a sua extensão. O lado ocidental tornou-se uma vitrine



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Moore, 1993, p.35



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Moore, 1993, p.49



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Jodidio, 1997, p.59

para os passageiros que chegam nos trens, permitindo-lhes vislumbrar Westminster e o Rio Tâmisa.

É das treliças que deriva a sua elegância, em parte pela inversão da estrutura e da vedação, em parte pela forma como se desenvolvem de leste a oeste, em virtude das dificuldades criadas pela irregularidade geométrica do local, para a realização da estrutura, o que permitiu uma solução inusitada.

Entre as soluções incomuns, está a cobertura envidraçada, em que os processos de produção exigiam que o vidro não ortogonal, que o projeto propunha, tivesse que ser acabado à mão. Foi então adotada uma solução em que todas as placas de vidro poderiam ser retangulares, sobrepostas de topo na parte inferior. Nas laterais, são unidas por uma vedação de neoprene, que pode ser dobrada e expandida, acomodando-se às posições e larguras variadas.

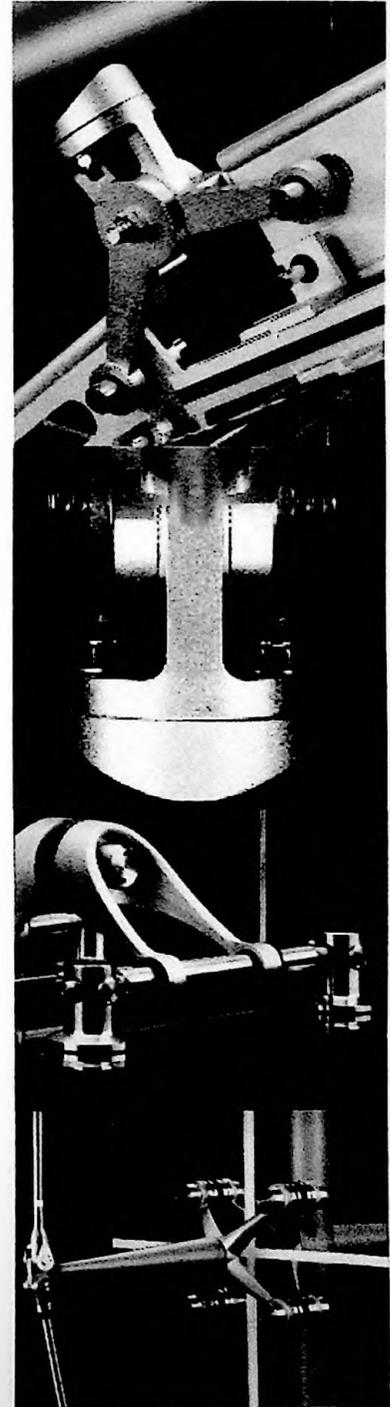
Em Waterloo, os trens circulam sobre um grande viaduto. A natureza do local obrigou a que tudo, com exceção das plataformas, tivesse de ficar nos níveis inferiores, de onde os passageiros sobem para o embarque.

Dentro do edifício, a leveza da estrutura evita qualquer sensação de clausura que possa ser sugerida por sua altura relativamente baixa, sobretudo se compararmos com os terminais vitorianos.

O impacto do ambiente, onde os trens circulam, é percebido após seqüência de áreas, nos pavimentos inferiores, ao se emergir novamente à luz do dia nas plataformas de embarque.

O viaduto de concreto abriga os quatro níveis da estrutura, inclusive o estacionamento subterrâneo, capaz de suportar a tensão dinâmica dos trens que entram e saem a cada dez minutos. É sobre essa estrutura de concreto que repousa a cobertura de chapas de vidro, sustentada pelos arcos metálicos de cor azul.

Grimshaw separou as funções por níveis. Os serviços e o comércio estão concentrados nos primeiros pavimentos, deixando espaços mais generosos sob as plataformas, para



Terminal de Waterloo (1990-1993)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Moore, 1993, p.41: 44; 47

a circulação. Ambientes com pé-direito duplo, ao longo do lado oeste, integram as áreas de chegada e de partida.

A fachada ocidental envidraçada forma uma proteção às interferências e às alterações climáticas, enquanto absorve tolerâncias estruturais e deflexões de até 6mm causadas pelo movimento dos trens. Os painéis de vidro estão ligados por sofisticadas peças fundidas de aço inoxidável.

Atualmente, com a rotina e facilidade das viagens aéreas, os aeroportos estão se tornando edifícios tipicamente contemporâneos, não só pela sua racionalidade, tecnologia e estrutura organizacional particulares, mas também pelo seu significado na vida das populações.

O Aeroporto Internacional de Stansted, em Londres, projetado por Norman Foster, é um dos primeiros dessa nova geração. Compacto e evoluído, está longe do desgaste operacional que aflige muitos aeroportos contemporâneos. Stansted incorpora o refinamento das estações ferroviárias do século XIX e a noção de progresso claramente demonstrada na translúcida cobertura ondulada. É um exemplo de uma eficiente estrutura de grande porte, com uma cobertura construída com materiais e sistemas leves que permite, através do vão central, uma grande área de iluminação natural. Dessa forma, o aeroporto pode ser iluminado com luz natural durante a maior parte do seu período de operação, o que resulta numa grande economia de energia.

Outro aeroporto recentemente construído, que atingiu novos níveis de sofisticação de espaço e tecnologia, é Kansai, na baía de Osaka, projetado por Renzo Piano. Nele se fundem os aspectos biológicos e mecânicos. Piano desenvolveu pesquisas para reconciliar a tecnologia com a natureza, procurando fazer com que as duas coexistam harmoniosamente, relacionando de forma coerente o espaço, a estrutura e os materiais de vedação.



Aeroporto Internacional de Stansted (1987-1991)  
Norman Foster  
Fonte: Slessor, 1997, p.161



Aeroporto Internacional de Stansted (1987-1991)  
Norman Foster  
Fonte: Archiletural Monographs nº20, 1992, p.36



Aeroporto Internacional de Stansted (1987-1991)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997, p.76



Aeroporto Internacional de Stansted (1987-1991)  
Norman Foster  
Fonte: Archiletural Monographs nº20, 1992, p.47

2º Capítulo

# TECNOLOGIAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS



## Controle de Energia

Nos anos de 1980, como consequência do processo de globalização e do surgimento de novas tecnologias, os modelos de vida associados à fábrica e à grande indústria entraram em declínio.

A convergência progressiva entre os países industriais, a estruturação da economia em seu conjunto, o crescimento das classes médias no âmbito da sociedade e da estrutura tecnológica das empresas, o surgimento de sistemas de organização, que retiraram dos proprietários do capital o controle executivo das empresas, dando lugar aos conselhos de administração e a ilusão do consumo e da sociedade de massa, renunciaram a superação da sociedade industrial

Com o declínio da estrutura *Fordista*, novos processos de produção e de consumo definiram o que se passou a chamar de pós-industrialização. A sociedade pós-industrial surge caracterizada pela expansão do setor terciário e quaternário, pelo progresso tecnológico e científico, pelo controle cibernético da indústria, pela educação, como principal fator de progresso e de inovação tecnológica, pela redução da importância dos fatores tempo e espaço e pelo forte aumento de capitais.

Os centros industriais, refletindo a natureza global do mercado, sofreram mudanças drásticas e alteraram suas estruturas de trabalho e de organização. Da mesma forma que o *tempo tarefa* perdera importância com o fim da era agrícola, agora era a vez do *tempo produção* dar lugar ao *tempo circular* da informação. A automação e o aumento das atividades de comércio e serviços reduziram a brutalidade do esforço físico. A partir daí, o papel central passou para o conhecimento teórico, para o planejamento social, para a pesquisa científica e para a produção das idéias, para a educação e informação. Apesar da importância das condições referidas, o caráter mercantilista, monetarista, especulativo e consumista, que passou a

dominar todos os setores da atividade humana, quebrou os limites da ética e dos valores sociais e submeteu tudo às suas necessidades de crescimento e consumo.

Mais do que benefícios, o aumento, também sem limites e sem critério, do consumo de energia acabou apresentando prejuízos sociais, ambientais e financeiros de tal porte, que ficou clara a incompatibilidade de grande parte das atividades e dos processos com a capacidade de sustentação das estruturas naturais ou criadas.

Disfunções sociais e sucessivas crises ambientais e energéticas também expuseram as fragilidades do processo de globalização das economias, abalando a confiança das populações e fazendo-as oscilar entre a euforia do crescimento e a insegurança da instabilidade e da degradação. Os riscos da interdependência global, que já haviam ficado evidentes na crise de energia em 1973, passaram, na década de 1980, a desafiar diretamente os estímulos à ascensão ilimitada do consumo de energia nas economias mais fortes. O projeto de modernidade, determinado pelas estratégias mecanicistas e deterministas de progresso tecnológico e industrial, sob critérios fixados pelo sistema financeiro e pelos grandes conglomerados, começou a perder a força e a razão. Dessa forma, o colapso da confiança nas convicções e desejos de crescimento atingiu e abalou todos os aspectos da vida contemporânea, e o otimismo, que alimentara as perspectivas e as certezas, foi absorvido por um sentimento crescente de insegurança e pessimismo.

A energia, consumida nos edifícios e gasta em veículos de transporte, era gerada, principalmente, por combustíveis fósseis não renováveis o que significava que poderiam não estar disponíveis nas próximas gerações. Além disso, agravando essa situação, as emissões, produzidas pela conversão desses combustíveis fósseis em energia, provocaram efeitos prejudiciais no meio ambiente, atingindo, muitas vezes, condições críticas.

Pelas razões apresentadas, o desenvolvimento sustentável, o consumo de energia e o meio ambiente

tornaram-se motivo das preocupações gerais e ganharam o privilégio da prioridade.

Na defesa do desenvolvimento ambientalmente sustentável, passou a ser discutida a necessidade de que as práticas e as políticas atuais garantissem, de acordo com a Comissão Brundtland, em 1987, que o desenvolvimento resolvesse as necessidades presentes, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras resolverem as suas necessidades e alcançarem suas aspirações.

Os riscos evidentes que o esgotamento dos recursos e da capacidade dos ecossistemas ofereciam incentivaram a pesquisa e o desenvolvimento de programas de economia financeira, ações para controle do consumo de energia e dos impactos ambientais, e a reprogramação e reorganização dos processos de produção.

Estilos de vida alternativos, estratégias econômicas de longo prazo e a interação do ambiente artificial com o mundo natural, foram as conseqüências mais visíveis da consciência ambiental e das pressões políticas, econômicas e sociais.

No esforço para estabelecer novos critérios, avaliações e recursos para a produção e o consumo de energia, a descoberta de novas tecnologias permitiu a criação de processos para que os combustíveis fósseis pudessem ser utilizados de forma mais limpa e eficaz. No entanto, alguns insucessos colocaram em risco a forte e longa confiança na inovação e no desenvolvimento científico para superar todas as dificuldades na luta por melhores padrões de vida. Esse foi o caso da energia nuclear, desenvolvida para substituir os combustíveis fósseis, e que acabou tendo o seu aproveitamento comprometido, em função dos custos envolvidos e das preocupações ambientais, acentuadas pelo acidente de Chernobyl, em 1986, e pela incapacidade de encontrar uma solução para os problemas da radiação e para o destino do lixo nuclear.

Passou a ser comum o descrédito na capacidade da ciência e da tecnologia para superar as dificuldades evidentes e nas soluções que as inovações tecnológicas

poderiam oferecer para que fosse garantida a continuidade do consumo de energia e dos níveis de qualidade de vida. Felizmente, no final do século XX, o expressivo aumento do conhecimento sobre o comportamento dos sistemas ambientais e de sua interação e relação com as atividades humanas permitiu o desenvolvimento de processos evoluídos para a obtenção de uma maior eficiência energética, com sofisticados métodos de previsão e prevenção e com a utilização de técnicas cada vez mais eficientes.

Até a Revolução Industrial, os níveis de exploração e de consumo permitiram a utilização de fontes de energia naturalmente renováveis. No entanto, no século XVIII, o sol, o vento, o fogo e a combustão da madeira e da matéria orgânica, passaram a ser utilizados para a extração de combustíveis fósseis não renováveis. Foi o que aconteceu com o desenvolvimento dos motores a vapor, nos quais o carvão mineral substituiu o carvão vegetal.

Podemos, assim, afirmar que a Revolução Industrial foi a revolução dos combustíveis fósseis. Embora tivesse representado o surgimento de condições inovadoras e de progresso, os prejuízos causados pelo mau uso das tecnologias para produção de energia ou de tecnologias mal desenvolvidas, tornaram-se visíveis e foram se agravando à medida que as demandas aumentavam em função das novas e cada vez mais exigentes formas de vida.

Temos de reconhecer que as inovações tecnológicas representam um esforço significativo para que novas fontes de energia sejam conseguidas e utilizadas para expandir as capacidades de produção com novos usos e padrões de consumo ambientalmente benignos. No entanto, para atingirmos uma condição ambientalmente sustentável em condições ideais, a energia não deveria ser produzida nem consumida, mas apenas transferida.

Se as fontes dos combustíveis fósseis são inevitavelmente finitas, temos de admitir que a conservação representa um dos nossos melhores recursos de energia, mas

também não podemos negar que a maior parte de nossas novas fontes de energia nas últimas décadas tem apresentado desempenhos cada vez mais eficientes e benignos.

Avaliar a eficiência energética significa levar em consideração os padrões de perdas de produção e de consumo. Nesse aspecto a mudança de valores, atitudes e formas de vida adquire importância fundamental. Com isso, podemos admitir a possibilidade de retornos benéficos da produção de energia, desde as fontes não renováveis até as renováveis, e desde as tecnologias que usam combustíveis fósseis, até as tecnologias ambientalmente benignas e ecologicamente equilibradas.

Após a Segunda Guerra Mundial, os princípios modernistas, tanto na arquitetura como no planejamento urbano, foram fortemente criticados. À medida que os problemas, nas estruturas urbanas e nas edificações, se tornavam visíveis, os valores associados à modernidade foram se desgastando. Muitos projetos deterministas, tanto ambientais quanto urbanos, ditados por práticas rígidas e funcionalistas de organização e realização, não respondiam mais às preocupações relacionadas às novas condições da vida contemporânea. As extensas urbanizações que prometiam contribuir para a construção de uma nova sociedade, além de perderem a definição clara dos espaços públicos e privados, não conseguiram modificar as condições de pobreza social. Ao contrário, suas dimensões fora da escala humana e seus edifícios construídos com técnicas e materiais de baixa qualidade, deterioraram-se rapidamente, tornando-se inabitáveis. Com isso, provocaram o aumento de áreas suburbanas, agravando ainda mais os processos de exclusão e a degradação dos ambientes naturais.

Desde os anos de 1970, as preocupações ambientais já vinham obrigando os arquitetos a adotarem novas soluções, com estruturas flexíveis e versáteis, revendo a metodologia funcionalista. A escassez e os custos da energia obrigaram os projetos das edificações a buscar

novas possibilidades por meio de soluções passivas ou ativas, ou ainda, pelo uso de recursos energéticos alternativos adotados isoladamente ou de forma associada. Com sistemas e equipamentos eficientes, procuraram a economia e o melhor aproveitamento da energia e a otimização dos desempenhos, sem que isso representasse prejuízos dos ambientes e de sua qualidade.

Incorporando processos de avaliação das condições ambientais e do uso da energia e apoiando-se em princípios de racionalização e de industrialização, a arquitetura evoluiu rapidamente, apresentando construções realizadas de forma organizada e eficiente, com espaços tecnologicamente apropriados e ambientalmente adequados.

A fusão das convicções tecnológicas com as preocupações arquitetônicas e ambientais, e a eliminação de conceitos e práticas reducionistas e deterministas, permitiram o desenvolvimento e a aplicação de soluções mais expressivas e de maior alcance. A sofisticação dos materiais e das tecnologias avançadas de construção tornaram possíveis soluções auto-suficientes, economicamente viáveis e de execução mais rápida.

Ao explorar o potencial plástico e técnico dos novos materiais e das novas tecnologias, e observando as novas condições ambientais, as soluções atingiram estágios avançados e permitiram aos arquitetos novas e sofisticadas possibilidades. Sistemas estruturais flexíveis e versáteis, materiais com alto nível de desempenho e sistemas de controle ambiental passaram a ter a função de prever, prevenir e suportar as condições a que estavam submetidos, respondendo às exigências ambientais, construtivas e de arquitetura.

Os critérios construtivos surgidos das exigências tecnológicas, impostas pelos sistemas componentes da edificação e suas inter-relações, não são mais do que a aceitação das condições que a cultura e a sociedade pós-industrial e globalizada do século XX nos apresentam. A sua interferência e contribuição acontecerão em cada

processo e em cada etapa, pondo em evidência fatores relativos aos aspectos mais complexos das relações essenciais do projeto.

Com as crescentes complexidades envolvidas nos processos de projeto e de construção, o papel dos grupos de profissionais, das áreas contribuintes e de caráter mais específico, adquiriu maior dimensão e importância, o que passou a exigir maior interação entre os diferentes participantes de cada área num esforço integrado e compartilhado. Além do grande número de componentes inter-relacionados, tornaram-se necessárias nos processos de projeto, no futuro, novas formas de organização para uma coordenação bem-sucedida dos muitos intervenientes envolvidos.

A interação de todas as ações de projeto e de planejamento, tanto da estrutura, como da engenharia de serviços, ou das ciências ambientais, permitiu uma arquitetura capaz de oferecer a maior variedade de experiências capazes de se adaptarem às futuras e às mais diversas necessidades da sociedade contemporânea.

Na relação entre as partes, a construção do partido vai revelando a essência conceitual do projeto, cuja expressão e critérios irão confirmar-se em cada detalhe construtivo através da forma e do significado.

No entanto, para transformar esses aspectos conceituais em referências lógicas, será fundamental recorrer à racionalização dos processos, dando unidade e expressão aos elementos e aos sistemas construtivos, compatibilizando os vários componentes e garantido não só uma execução adequada, como também qualidade de comportamento físico da edificação e uma qualidade plástica que satisfaça os critérios e objetivos definidos no projeto de arquitetura. Rogers (1986: 17) afirma que:

*A criação de uma arquitetura que incorpora novas relações tecnológicas rompe com a idéia platônica de um mundo estático, expresso pelo objeto finito perfeito para quem nada pode ser adicionado ou subtraído, um conceito que tem dominado a arquitetura desde seu início. Em vez da definição de Schelling da arquitetura como música congelada*

*nós estamos olhando para uma arquitetura mais parecida com algum tipo de música moderna, jazz ou poesia, em que o improvisado faz parte, uma arquitetura indeterminada e ao mesmo tempo de permanência e de transformação.*

O desafio do futuro está em criar os melhores e os mais confortáveis e saudáveis ambientes, com tecnologias eficientes, que contribuam para a criação de tipos de vida sustentáveis. Os objetivos e os critérios estabelecidos para a utilização das tecnologias implicam diretamente, tanto a definição da quantidade de energia necessária para operar os serviços de um edifício, como o tipo e a eficácia da sua forma e de como será gerada ou captada. Para a definição dos requisitos de energia, as metas e os objetivos de eficiência deveriam recorrer aos processos artificiais apenas quando as condições existentes tornassem as atividades humanas desconfortáveis. Em vez de tentar superar os ciclos da energia natural e a redução do consumo interno de energia, devem ser criadas possibilidades para que as condições naturais alcancem os seus espaços internos. O uso de luz e ventilação naturais, e a viabilização da captação e do armazenamento de energias passivas, como a energia solar, permitem não criar demandas externas ou induzir benefícios que possam ter efeitos ambientais negativos. Nesse sentido, é importante utilizar os ciclos de energia locais de forma ambientalmente sustentável, sem provocar-lhes alterações. A tecnologia, ao respeitar a importância das relações entre as atividades humanas e a natureza, tem criado soluções eficientes, com a utilização de materiais naturais e fontes de energia renováveis, influenciadas pelos ciclos solares e sazonais.

Os sons e a luz naturais são fontes importantes para a estimulação humana. Nossos sentidos foram desenvolvidos para a vida ao ar livre. Assim, preservar e promover as condições naturais é importante, não só para garantir o nosso conforto, mas também para a conservação de energia. Para a criação artificial de condições de conforto natural, é preciso energia. Manter o equilíbrio entre o aproveitamento máximo de condições naturais de conforto

e a produção artificial adicional por máquinas, permite conseguir consumos de energia em níveis baixos e eficientes.

O principal fator do conforto humano e da qualidade do espaço está na harmonia com as condições naturais e na satisfação das necessidades. As estruturas construídas devem ter uma relação de reciprocidade com os seus ambientes, sobretudo pelo compromisso da arquitetura com a qualidade e o conforto, exigindo que os espaços criados ofereçam a maior praticidade, satisfação e estímulo.

A fisiologia humana nos habilita a julgar a qualidade de nossos ambientes internos e externos de uma forma direta, interativa, consciente ou inconscientemente, através dos sentidos, cuja ação permite a percepção humana. Os sentidos reagem para manifestar a estimulação de uma condição específica.

O controle do clima, para criar condições de conforto no interior de uma edificação, foi desenvolvido, pela primeira vez, depois da Segunda Guerra Mundial.

O termo *conforto* tem sido comumente usado para definir *conforto térmico*, *conforto acústico*, e *conforto luminoso*. No entanto, o *conforto* é mais psicológico do que fisiológico. Em virtude da singularidade da percepção pessoal na avaliação da sua qualidade e do seu valor, é impossível criar imagens de referência que possam definir esse conceito.

As pessoas têm expectativas diferentes. Satisfazê-las, é o desafio e o objetivo dos projetos de concepção de espaço, até porque dificilmente, um projeto considerado ideal conseguiria uma avaliação unânime. Baseadas na compreensão dos meios naturais, as soluções têm como objetivo criar espaços adaptáveis, que possam levar em conta as mudanças ambientais e, assim, alcançar o maior conforto possível para o maior número de pessoas.

O professor dinamarquês P. O. Fangers tentou definir cientificamente a condição ótima de conforto, resultando disso o padrão ISO 7730 de 1984 para ambientes térmicos

moderados. Esse padrão tem a vantagem de ser determinante, quantificável, e mensurável, mas, como em relação a todas as condições que procuram estabelecer valores para o comportamento, o seu maior defeito é a objetividade.

Os parâmetros de comportamento são muito complexos para serem avaliados. Eles dependem do tempo, da história e do lugar. Os climas são diferentes e variáveis nas mais diversas regiões do planeta. O conforto é uma percepção individual da qualidade do espaço. A complexidade natural do comportamento pessoal não oferece possibilidades absolutas, mas permite reconhecer o impacto fisiológico que a percepção de espaço e de conforto tem no ser humano.

Criar condições homogêneas e uniformes, nos edifícios, é prejudicial em todos os sentidos. A oportunidade de adaptação permite melhores condições de conforto, pois possibilita ao ocupante de um ambiente poder controlar, influenciar, mudar, e adaptar os parâmetros de conforto, na melhoria de condições.

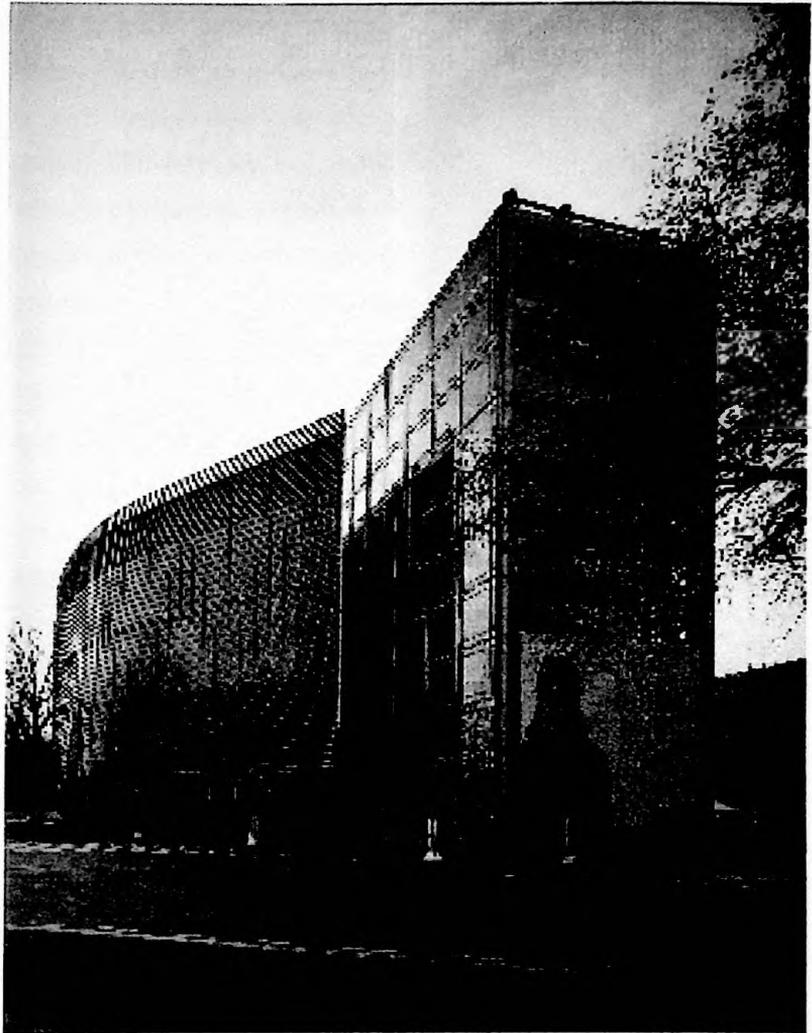
Exercer influência sobre toda a percepção individual do espaço só é possível dando às pessoas a liberdade de escolher os mecanismos de controle individual. O critério é a forma de intervir têm implicações importantes para o processo do projeto de arquitetura, da organização espacial, e da aplicação dos sistemas construtivos.

Com as crises ambientais e de energia, a sustentabilidade passou a ser uma das metas da arquitetura, baseando os critérios para o desempenho energético na responsabilidade para com a sociedade e na preservação do ambiente natural. Nada justifica o uso de energia produzida através de combustíveis fósseis, se é possível consegui-lo com energias passivas renováveis, disponíveis e acessíveis. Para uma revolução da eficiência na construção, o primeiro e mais fundamental passo está em reavaliar o desempenho dos edifícios e todos os seus sistemas e componentes, incentivando o uso das energias renováveis, a não ser que não estejam disponíveis ou não sejam úteis.

Não há dúvida de que a eficiência é importante, mas não menos importante é a renovação, a reciclagem e a reutilização dos materiais, para que se consiga um consumo criterioso das energias renováveis e permanentes, o que exige uma boa administração dos recursos e das energias renováveis disponíveis.

Os edifícios são projetados para alcançar níveis de qualidade espacial e ambiental, o que pressupõe desempenhos adequados aos seus objetivos. Dessa forma, as soluções de projeto também devem ser a consequência natural da otimização das capacidades das relações entre os materiais, os componentes e as energias naturais e da avaliação da variedade de circunstâncias envolvidas direta e indiretamente no seu processo de elaboração e realização. É por isso que se torna necessário estabelecer critérios para a aplicação de materiais versáteis e de novos e eficientes sistemas flexíveis, de forma que o uso dos recursos energéticos permitam atingir as condições adequadas e que os processos de produção e consumo de energia ofereçam bons resultados e possibilitem a criação de ambientes de qualidade.

Não há dúvida de que a forma mais eficiente de iluminação é o aproveitamento da luz do sol. Nesse sentido, têm sido pesquisados novos materiais e processos para atingir condições ideais. Entre as inovações mais recentes estão os microprismas, usados para refletir ou redirecionar a maior parte da luz solar direta e permitir apenas luz difusa. Essa tecnologia tem progredido tanto, que os fabricantes já conseguem produzir peças prismáticas a baixo custo. Os prismas de vidro em miniatura são colocados entre duas folhas de vidro, que refletem ou difundem a luz do sol. Essa solução é de grande vantagem para galerias de arte, museus, pavilhões, e auditórios para grandes conferências, alcançando níveis fixos de luz do dia em todas as estações, tempos e azimutes. Numa versão triangular para edifícios, escritórios, e edifícios residenciais, os prismas conseguem refletir a iluminação no verão e absorvê-la no inverno.



Instituto do Mundo Árabe (1990-1993)  
Jean Nouvel  
Fonte: El Croquis, 1988, p.69

Numerosos exemplos, importantes e significativos, de soluções de arquitetura apoiados nos critérios descritos, têm sido realizados, sobretudo, nas duas últimas décadas do século XX. Um dos exemplos mais expressivos do controle de luz e do calor é o *Instituto do Mundo Árabe*, em Paris (1981-1987), projetado por Jean Nouvel. O *Instituto do Mundo Árabe* é uma instituição cultural realizada com o objetivo de criar um museu de arte e etnografia, e uma galeria para exposições temporárias de arte contemporânea. Implantado às margens do Sena, entre o tradicional *faubourg Saint-Germain* e a contemporânea Universidade de Jussieu, da qual se separa por uma ampla praça pavimentada, o edifício segue o alinhamento curvo da rua e mantém o respeito aos gabaritos e dimensões existentes.

Para Nouvel (1986:28), a qualidade do trabalho se fundamenta na capacidade para integrar contradições. Uma fenda profunda, como um eixo imaginário orientado para Notre Dame, separa os corpos do edifício e termina num pátio interno quadrado, dando acesso às exposições temporárias. O Instituto do Mundo Árabe é um edifício moderno, que utiliza tecnologias de ponta, estrutura de concreto, fachadas envidraçadas e revestimentos de alumínio nos elementos estruturais. Estas características são justificadas pelo autor: *Herdei a estética da minha época. Dizem que sou duro, um pouco inumano: não me agradam as plantas, os tapetes... Prefiro oferecer um espaço limpo, onde tudo possa ser possível. Não me importo se depois colocam falsas poltronas Louis XV e tapetes barrocos.* (Nouvel, 1996: 28)

Pretendendo evocar a cultura árabe, Jean Nouvel levou em conta as relações que unem e diferenciam as culturas árabes e ocidentais, as noções de história e modernidade e as relações de interioridade e exterioridade:

*não me privo de nenhuma solução, mas também não tento ser sempre diferente. Não sinto nenhum gosto pela diferença. O que me interessa é a pertinência de uma resposta em relação a um contexto específico.* (Nouvel, 1996: 28)

Elementos arquetípicos da arquitetura árabe tradicional permitiram explorar as possibilidades da luz e dos temas geométricos simples. A fachada sul reforça essas relações, reinterpreta figuras geométricas de uso freqüente na cultura árabe, dando-lhes a forma contemporânea de diafragmas móveis, muito semelhantes aos das câmaras fotográficas. No interior, a luz é tratada com molduras, filtros e a sobreposição de tramas. O jogo espacial de expansão e redução dos ambientes, a sala hipostila que evoca as grandes mesquitas, o uso de reflexos, refrações e efeitos de contraluz, proporcionam ambientes de grande beleza:

*disseram-me que sou obcecado pela luz, que me agrada sobrepor tramas, trabalhar com fenômenos e imagens, que tenho uma tendência natural para o metal e o vidro, para a leveza.* (Nouvel, 1996: 28)



Instituto do Mundo Árabe (1990-1993)  
Jean Nouvel  
Fonte: El Croquis, 1988, p.61; 75; 76; 72





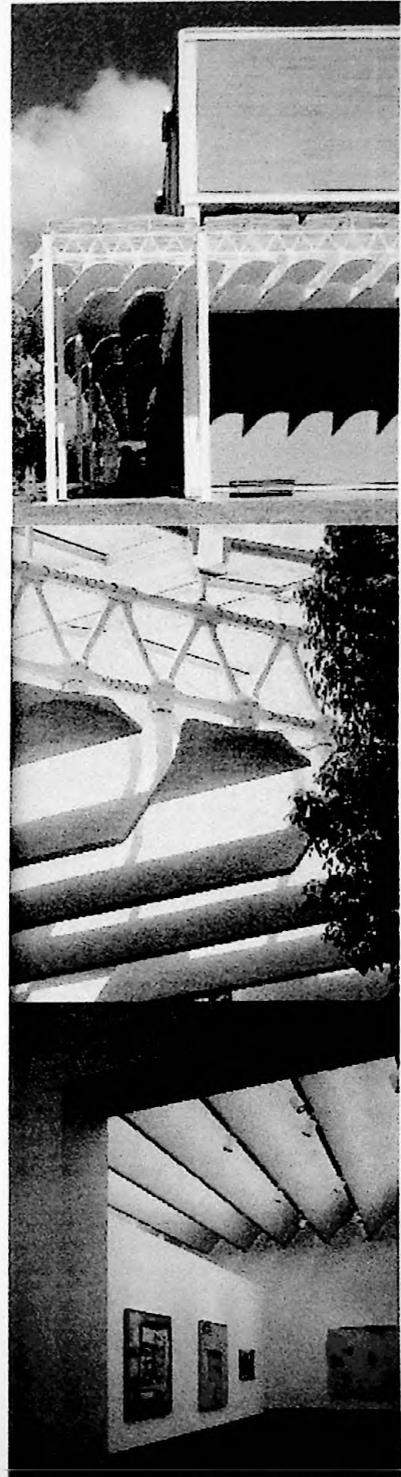
Menil Collection (1981-1986)  
Renzo Piano  
Fonte: Buchanan, 1997, p.144

Com os mesmos princípios de aproveitamento das condições naturais, foi elaborado o projeto de Renzo Piano para o *Menil Collection*, em Houston, Texas, que explora as relações entre insolação e sombreamento. O *Menil Collection* foi desenvolvido para abrigar uma coleção particular e exposições itinerantes. Dominique de Menil, proprietária do museu, fixou como principal condição de projeto que todas as obras em exposição fossem iluminadas com luz natural, independentemente das suas variações ou da época do ano. Outra condição definia que o edifício, apesar de dever ter internamente espaços generosos, não poderia parecer excessivamente grande. Deveria ser digno e introspectivo, mas jamais pomposo ou intimidante. Piano concebeu-o como um pequeno museu local, com parte de suas funções dispersas nos anexos que a Fundação Menil já possuía no local da implantação do edifício. O museu tem três níveis com características diferentes, organizados ao longo de um eixo de circulação. O piso térreo é quase todo iluminado através da cobertura de vidro, por lâminas com formas biomórficas, difusoras da luz natural. Nesse piso, ficam as galerias de visita pública, tanto para curtas exposições de pequenas coleções, como para a exposição permanente.

No subsolo, ficam as oficinas, as áreas de serviços e as salas de conferências. A casa de máquinas, onde ficam a caldeira, o gerador de eletricidade e os sistemas de segurança, pelos ruídos e pelo potencial perigo que representam, ficam isolados. As lâminas suspensas, distribuídas sobre a cobertura, bloqueiam a luz solar direta e difundem a refletida sem ser obstruída pela parte superior da lâmina vizinha, iluminando de forma natural todo o pavimento térreo.

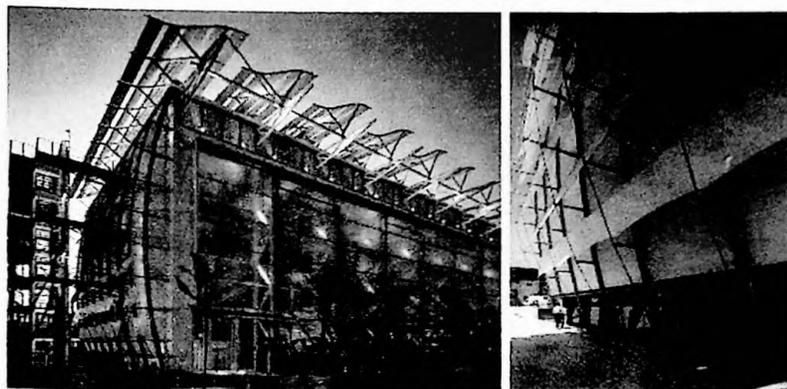
A parte superior da estrutura, que suporta as lâminas, sustenta uma cobertura de vidro de proteção aos raios ultravioletas e permite, ao mesmo tempo, a ventilação interna. Além de controlar a quantidade de iluminação e sua difusão, as lâminas também ajudam a controlar a estabilidade das temperaturas nas áreas de exposição. A superfície convexa externa reflete o calor pelo vidro e conserva parcialmente o ar quente na parte inferior, minimizando a radiação de calor. Com o controle das temperaturas no nível da cobertura e com a lenta ventilação através do piso, a temperatura e a umidade são mantidas estáveis. Os materiais e a fabricação das lâminas são artesanais, numa versão atualizada de antigas tecnologias, resultando daí uma estrutura mesmo tempo mecânica e orgânica. Essa estrutura de lâminas protetoras e difusoras é um dos elementos mais significativos do projeto, não só pela sua expressão plástica e importância formal no conjunto do edifício, mas também pela solução tecnológica de ponta, caráter e objetivo. Em suma, a solução arquitetônica do *Menil Collection* reflete a preocupação com a procura de exemplos naturais capazes de oferecerem referências formais e conceituais para a elaboração do projeto.

Possibilitar a produção e o consumo de energia, sem entrar em conflito com os interesses e necessidades coletivas, é uma das questões mais sérias da nossa época. Satisfazendo essas condições, a energia solar é um importante recurso para a criação de um sistema de energia ambientalmente saudável.



Menil Collection (1981-1986)  
Renzo Piano

Fonte: Buchanan, 1997, p.177; 159; 141

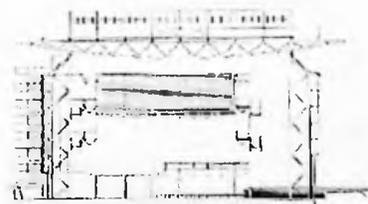


Pavilhão Britânico Expo 92 (1992)  
 Nicholas Grimshaw  
 Fonte: Muthesius, 1994, p.83; 84

Dessa forma, soluções arquitetônicas, ambiental e tecnologicamente avançadas, embora ainda de forma tímida, têm adotado o uso de painéis fotovoltaicos, sobretudo pelo seu significado contemporâneo.

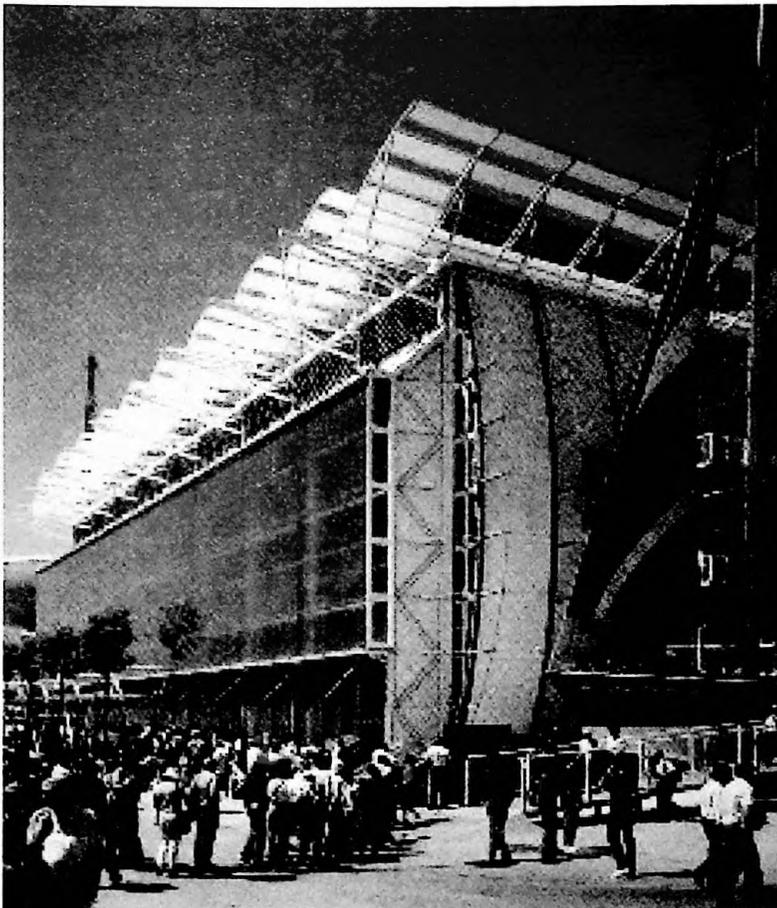
Refletindo as preocupações com as condições e as exigências ambientais, em 1992, na Exposição Universal, em Sevilha, foram apresentadas obras em que o consumo e a conservação de energia receberam as principais atenções. Destaca-se o Pavilhão da Grã-Bretanha, projetado por Nicholas Grimshaw, um dos mais representativos de todo o conjunto de pavilhões nacionais. Nicholas Grimshaw, ao projetar o Pavilhão inglês, explorou, entre outros recursos, o uso de células fotovoltaicas. Colocadas na cobertura, as células alimentaram as bombas da água que esfriava a fachada, criando condições térmicas internas confortáveis. O Pavilhão britânico é uma demonstração das possibilidades tecnológicas contemporâneas. Totalmente pré-fabricado, teve os seus componentes produzidos na Inglaterra. De Sevilha, foram usados, o ar, o sol e a água.

Sevilha é a cidade mais quente da Europa. Para reduzir a temperatura interna, foram utilizados recursos ambientalmente benignos, através de efeitos combinados de tecnologias passivas que não exigiam nenhuma entrada externa de energia para que funcionassem. Com o objetivo de oferecer ambientes confortáveis, com baixo consumo de energia, foi criada, a leste, uma cortina de água que cobre a fachada principal. É uma solução de grande impacto, pela dimensão da área que cobre. A água é captada por uma calha no topo do edifício, que a lança como uma



Pavilhão Britânico Expo 92 (1992)  
 Nicholas Grimshaw  
 Fontes: Muthesius, 1994, p.85; 84  
 Moore, 1993, p.81

cortina num espelho de água na área da entrada. Esses movimentos, idealizados por Grimshaw e pelo escultor William Pye, criaram um conjunto de diferentes e variáveis sons e níveis de transparência. Por outro lado, a cortina de água criou dois ambientes com temperatura agradável. Um deles é no exterior, para os visitantes que aguardam o momento de poder entrar, o outro é o espaço interno visitável.



Pavilhão Britânico Expo 92 (1992)  
Nicholas Grimshaw  
Fontes: Moore, 1993, p.64

Na fachada poente, que recebe o sol durante a parte mais quente do dia, foram colocados reservatórios com água que absorvem o calor. Nas paredes norte e sul, um tecido de poliéster coberto com PVC foi fixado em tubos de aço encurvado como velas em mastros. Nas barras intermediárias dos tubos de aço, foi fixada uma segunda camada de lonas inclinadas, como persianas, o que possibilitou uma proteção adicional. A energia elétrica do pavilhão é gerada por painéis fotovoltaicos, na cobertura,

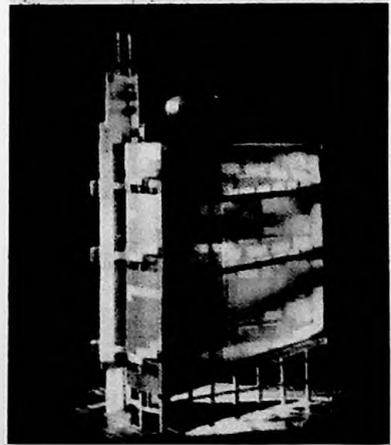
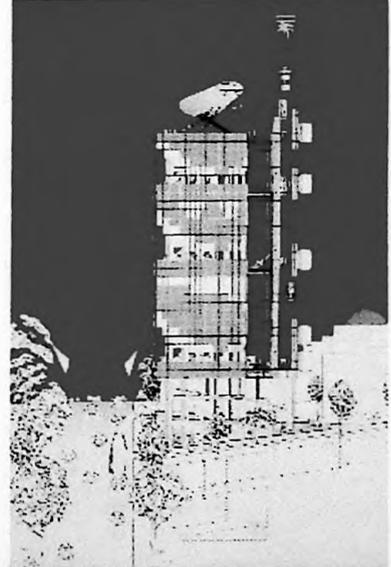
transformando o sol de Sevilha, de fator negativamente condicionante, em solução vantajosa. Além desse benefício, os painéis solares também protegem do sol, a cobertura de metal.

Entre as experiências realizadas, para viabilizar o aproveitamento das energias passivas, surgem soluções com os recursos oferecidos pelo vento. Crucial para a ventilação dos ambientes, garantindo ar fresco natural, o vento foi estudado, aproveitado e viabilizando através de soluções quer com turbinas integradas quer com outros dispositivos de captação de vento.

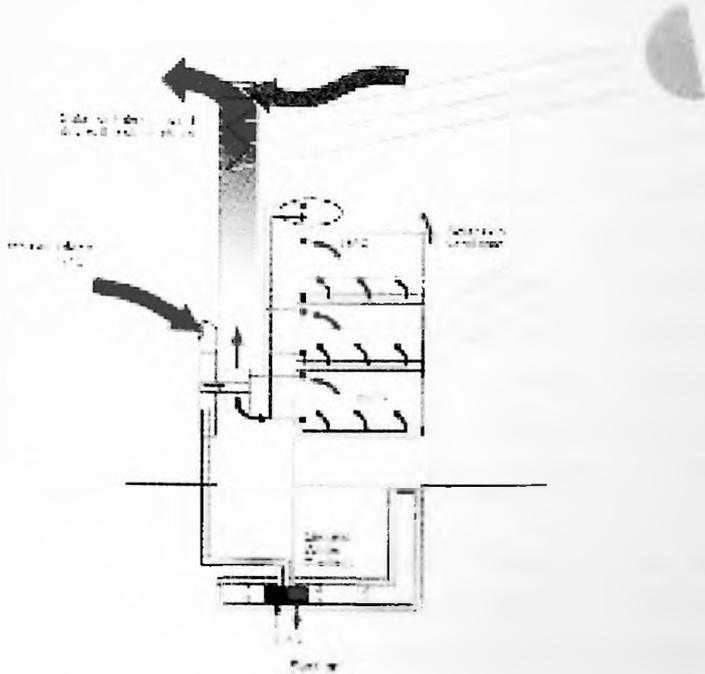
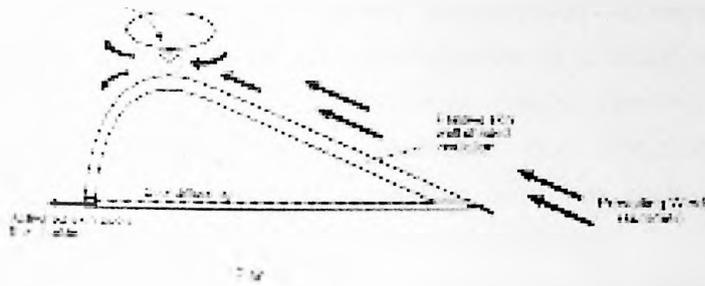
O *Turbine Tower* (1992-1993), de Richard Rogers, em Tóquio, é um dos mais significativos exemplos da utilização da energia eólica, projetado para gerar energia necessária para tornar-se auto-suficiente. Numa solução inusitada, Richard Rogers colocou uma turbina de vento no alto do edifício. Para que fosse conseguida uma solução adequada, tornando o edifício flexível para o regime de ventos em Tóquio, foram feitos testes em túneis de vento. Embora a vibração e o ruído das turbinas tivessem obrigado a soluções complementares, a experiência de Rogers não pode ser ignorada, mas entendida e aperfeiçoada.

O projeto do *Turbine Tower* tinha como objetivo provar a possibilidade dos edifícios poderem ser energeticamente auto-suficientes, indo além do hábito comum de usar as energias passivas apenas para aquecimento ou, eventualmente, ventilação. O *Turbine Tower* é como um moinho de vento gerador de energia. O edifício foi orientado para provocar a canalização do vento na velocidade adequada e na direção certa. Dessa forma, com os propulsores, era possível gerar energia suficiente para alimentar o edifício.

Richard Rogers sempre se preocupou com a possibilidade de como controlar a iluminação e o clima interno em seus edifícios, tomando cuidado com soluções derivadas do progresso mais recente dos sistemas de informações automatizadas e de novos materiais de construção.



Turbine Tower (1992)  
Richard Rogers  
Fontes: Vallée, 1996, p.152; 155  
GA, 1995, p.95



Turbine Tower (1992)  
Richard Rogers  
Fontes: Vallée, 1996, p.155

Com os novos conceitos científicos e tecnológicos, a idéia platônica que dominou arquitetura, desde a antiguidade, de um mundo estático expresso no objeto finito perfeito a que nada pode ser adicionado ou subtraído, perde o sentido e o significado.

A biotecnologia terá um papel significativo na mudança da linguagem dos edifícios, fazendo a arquitetura romper com os métodos tradicionais e formais, procurando exprimir as condições naturais e as rápidas mudanças sociais, técnicas, políticas e econômicas que refletem a dinâmica social e urbana de transformação permanente, respondendo com flexibilidade e versatilidade às situações e relações complexas.

No futuro, os edifícios terão de interagir dinamicamente com os climas, procurando a melhor condição para satisfazer as necessidades dos usuários e otimizar o uso da energia. Tal como robôs, versáteis e flexíveis, respondendo aos estímulos das condições ambientais, obrigam-nos a repensar, uma vez mais, os critérios e os processos de realização dos edifícios.

A arquitetura não é mais um problema de massa e volume, mas de avaliação de sobreposições de transparências, criando das formas, formas eficazmente desmaterializadas. Os projetos baseados no racionalismo linear precisam ser substituídos por uma arquitetura aberta, de sistemas sobrepostos. Essa abordagem de sistemas nos permite olhar o mundo como um todo indivisível, interpretando-o com visão holística e ecológica. A microeletrônica e a biotecnologia estão substituindo os sistemas mecânicos industriais. Em breve viveremos num mundo desmecanizado. Edifícios como o Lloyd's de Londres, reconhecido pelo seu caráter inovador, parecerão extremamente primitivos.

Confirmando-se a continuidade dos processos de desenvolvimento e evolução científica e tecnológica, podemos arriscar um cenário em que os edifícios e as cidades tornar-se-ão organismos inseparáveis, abrigados em estruturas transformáveis, perfeitamente ajustadas. Os elementos estruturais darão lugar a superfícies contínuas e sem emendas e os ambientes, agora interativos, se autorregularão eletronicamente e bioprogramarão, sobrepondo as atividades em estruturas contínuas, variadas e variáveis. As edificações serão dinâmicas, transformando-se e ajustando-se. A preocupação com as relações se sobreporá à preocupação com os objetos. Sistemas de controle poderão reduzir os dispêndios de energia com a ajuda de comandos eletrônicos capazes de identificar as mudanças ambientais e registrar as necessidades individuais. Na verdade, parte dessas condições já são realidade, mas, só agora a arquitetura começa a percebê-las.

## Conservacionismo Ambiental

A Terra é um sistema dinâmico e interconectado, mas também frágil. A constatação da crescente destruição do ambiente natural aumentou a consciência dos danos potencialmente irreversíveis, causados pelos insustentáveis níveis de exploração dos recursos naturais e pelas práticas de consumo. As revoltas e as conturbações que se estenderam pelo mundo industrializado durante os anos de 1968 e 1969, e o surgimento de novas organizações políticas e sociais, fizeram com que os debates sobre direitos, igualdade e o meio ambiente, entre outros temas, ganhassem importância cada vez maior.

O crescimento econômico verificado desde o final dos anos de 1940 começou a mostrar sinais de tensão, perdendo a força e a segurança que a crescente prosperidade tinha criado. A inquietação social, em muitos países industrializados, estimulada pela rejeição aos princípios tradicionais e pela pobreza e prejuízos visíveis, puseram em dúvida as políticas governamentais, refletiram o fracasso dos tecnocratas e evidenciaram as preocupações crescentes.

Movimentos e grupos conservacionistas, preocupados com os processos de degradação social, com o esgotamento dos recursos e com a devastação dos ambientes naturais, passaram a criticar asperamente as estruturas e os princípios de gestão existentes, em particular, o industrialismo urbano, a invasão da tecnologia e o materialismo consumista.

Para Fromm (1965: 58):

*A tendência para instalar como o mais elevado valor o progresso, está ligada não só à ênfase excessiva que damos ao intelecto, mas também, e mais importante ainda a uma profunda atração emocional pelo mecânico por tudo o que não é vivo, por tudo o que é feito pelo homem. Essa atração pelo não-vivo, que, em sua mais extrema forma, é uma atração pela morte e pela corrupção, conduz, mesmo em sua forma menos drástica, à indiferença pela vida, em vez de à reverência pela vida.*

Os conservacionistas desejam um mundo com formas descentralizadas de organização, voltadas para a realização dos valores humanos, em vez dos atualmente cultivados objetivos materialistas. Interpretam a sociedade pós-industrial como uma sociedade de convívio, simples, parcimoniosa, austera, descentralizada e pacífica.

O reconhecimento que o ambiente é um componente-chave que influencia a nossa qualidade de vida, e por isso deve ser protegido e cuidado, foi traduzido em várias medidas institucionais. O Clube de Roma, em função dos resultados de suas pesquisas, provocou importantes mudanças, no início dos anos 1970, na avaliação dos limites dos recursos naturais e dos impactos do seu uso no ambiente. O aquecimento global e as mudanças na atmosfera foram identificados, ilustrando o impacto irreversível nos padrões de consumo humano, na atmosfera e no meio ambiente.

Em 1972, com Conferência de Estocolmo e a criação do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), foram preparadas as bases para uma série de acordos ambientais internacionais que têm, desde então, sido estabelecidos. Além disso, esse período marcou um crescimento da conscientização pública e da formação de grupos de pressão.

A partir daí, sobretudo nos países socialmente mais estruturados e desenvolvidos da Europa, verificaram-se alterações significativas em vários níveis das estruturas sociais e nas suas ações. Entre as muitas mudanças, verificou-se o esforço para a minimização ou mesmo a eliminação de modelos energéticos predadores ou de risco, o aumento de ações para a redução das populações urbanas e a recuperação de parte da importância da economia familiar.

Para os conservacionistas, há uma posição falsa no pensamento científico e nos debates contemporâneos sobre meio ambiente. Por um lado, as técnicas aperfeiçoadas de pesquisa e as análises científicas

possibilitam uma maior compreensão de como o ambiente natural funciona, trazendo esclarecimentos benéficos, mas, por outro, as bases racionais e o objetivo do saber, enfraqueceram as noções sobre a verdade e a razão. Portanto, enquanto os avanços tecnológicos oferecem melhores modelos e meios de explicação quanto aos efeitos prejudiciais que a atividade humana está provocando no ambiente, a forma de dominação tecnológica, tradicionalmente empregada para superar esses efeitos prejudiciais, não tem sido considerada a mais adequada.

A relação com a natureza, até recentemente, baseou-se nas incertezas da tentativa e erro, mas sempre era ressaltada a superioridade humana sobre a natureza, o que possibilitaria o controle do ambiente físico. No entanto, o aumento da destruição ambiental em uma escala global evidenciou-se pela devastação das florestas, matas e bosques de espécies nativas, pela morte dos lagos, pela acumulação de gás carbônico, pelo efeito estufa, pela chuva ácida e pela destruição da camada de ozônio, ilustrando as complexidades e a interconexão da natureza com o sistema ambiental global e a incapacidade para controlá-la. Esses fatos são apontados pelos conservacionistas como os principais responsáveis pela perda de biodiversidade, pela destruição e poluição das águas e do ar, pela alteração química da atmosfera, pelo aumento de ocorrências de cânceres de pele e de doenças respiratórias nas áreas urbanas poluídas e congestionadas, pela escassez de alimentos e pela pobreza e desnutrição de uma parte significativa da população mundial.

Para os conservacionistas, a tecnologia não tem condições de oferecer soluções completamente satisfatórias para as conseqüências prejudiciais ao ambiente, causadas pela atividade humana. Diante de tal condição, não aceitam a defesa das tecnologias ditas *pesadas*, como a energia nuclear, com suas conseqüências incontroláveis e imprevisíveis a longo prazo. Entendendo que a nossa relação com a natureza reflete a necessidade de novos

valores de abordagem para o meio ambiente, propõem novas noções de gerenciamento, administração, e sustentabilidade, substituindo a doutrina da superioridade humana. Ao utilizar o capital ecológico das futuras gerações sabemos que, provavelmente, seremos incapazes de recuperá-lo. Isto diz respeito tanto à extração de combustíveis fósseis como também à perda da biodiversidade. A Comissão da Comunidade Européia (CEC) sugeriu que uma nova orientação, baseada num código de ética ambiental, deveria direcionar o nosso comportamento nas atividades que podem provocar impactos ambientais. Este necessitará de uma redefinição de nossas responsabilidades, não só para o ambiente natural, mas também para as gerações futuras. Tais decisões exigem que a forma de vida, a produção e as práticas de consumo mudem e que sejam criadas novas formas de organização e atuação nas atuais estruturas econômicas e o papel da tecnologia continua sendo considerado fundamental. Os avanços tecnológicos possibilitaram um entendimento mais preciso das complexidades da condição do sistema ambiental global, oferecendo futuras orientações para projetos de tecnologia eficiente.

Os efeitos não visíveis da tecnologia sempre foram utilizados na busca contínua e evolutiva do progresso. Não se pode negar que o desenvolvimento tecnológico possibilita a elevação dos padrões de vida e que, só no último século, já salvou muito mais vidas do que em qualquer outro período na história. Mesmo assim, são incontáveis as notícias e os artigos publicados sobre as tragédias causadas pela tecnologia, como a poluição e os problemas da devastação e do esgotamento de recursos. Esboçaram-se catástrofes ambientais de todo tipo e o esgotamento de todos os recursos finitos a curtíssimo prazo.

Nas crises na história, o pessimismo sempre fez proliferar profecias quanto ao eminente e inevitável fim dos tempos e, se nos sentimos uma civilização suja e doente, a primeira atitude é culpar a tecnologia por todos os desequilíbrios.

Exemplificando isso, Schwarts (1975: 17) escreve:

*Semeamos os campos com trifosfato de sódio e há mais gente com fome do que nunca. Levantamos hospitais e clínicas e há cada vez mais doentes. Construimos escolas e o analfabetismo floresce. Erguemos fábricas e as enchemos de máquinas e descobrimos que somos escravos das máquinas. Derrubamos nossas florestas, dilapidamos nossos recursos naturais e supersolapamos a terra. Envenenamos nossos lagos e rios, poluímos o ar que respiramos e transformamos a face da Terra num labirinto de faixas de concreto, montanhas depredadas e monstruosos montões de escória.*

Reações como esta, não são novas nem inusitadas. Quando surgiu, a ferrovia foi menosprezada e hostilizada. A geração seguinte desprezou o automóvel e as gerações futuras provavelmente desdenharão as novas criações da tecnologia. É o argumento mais fácil, mas a história também tem mostrado que os argumentos apoiados nas catástrofes universais não têm passado de sofismas.

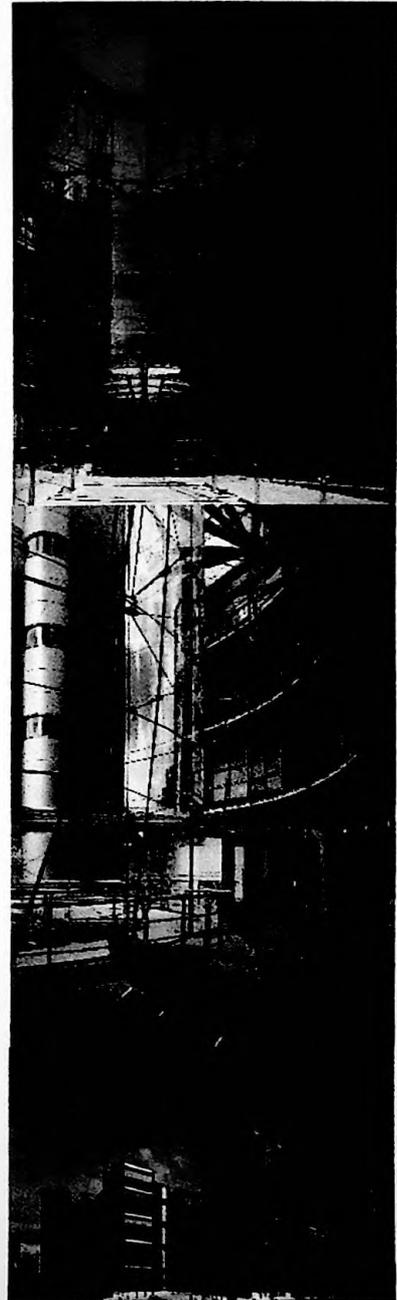
É mais simples, fácil e seguro acusar a tecnologia do que identificar e modificar os sistemas que a manipulam e dela se utilizam para o exercício do poder e a satisfação de vantagens. Na análise de Moraes (1988:115), a sociedade tecnológica ocidental criou métodos para ajustar as pessoas às suas exigências de produção e consumo mais eficazes que a repressão totalitária. Esses métodos, na visão do autor, despersonalizam porque dão exatamente o que torna supérflua a criatividade humana. Essa posição é parcial, pois é o uso equivocado da tecnologia que viabiliza as ações totalitárias, impostas sem violência e traduzidas nas falsas necessidades de consumo. Nesse contexto, há o temor de que a era tecnológica conduza a humanidade a uma situação de perda da *memória histórica*, pela idéia de que o passado precisa ser negado totalmente em função de um hoje que exhibe experiências e oportunidades novas.

O indeterminismo histórico sempre alimentou a preocupação e o medo do futuro possível. O possível não é o real. O real está no passado e no presente e o futuro é apenas uma incógnita, carregada de possibilidades, cabendo, sobre ele, apenas conjecturar.

O acelerado ritmo do mundo contemporâneo não condiz com as condições humanas, mas aposta na sua inestimável capacidade de adaptação, o que tem possibilitado que os sistemas de poder, através da propaganda, consigam moldar as populações às suas conveniências e às do mercado. A única regra admitida pelo mercado é a otimização do crescimento econômico e do lucro, mas uma sociedade não pode ser construída com base no custo-benefício. Assim, ter em vista, nos avanços científicos e tecnológicos, apenas a eficiência absoluta e a produção máxima como forma de conseguir o lucro máximo, ignorando se isso é necessário ou socialmente enriquecedor, significa conduzir o ser humano ao delírio da quantidade e à destruição da qualidade.

A reconciliação de imperativos e oportunidades tecnológicas com preocupações humanas e ambientais tem sido um dos mais desafiadores problemas enfrentados pela arquitetura. Nesse conflito, a tecnologia tem oferecido todos os recursos para ser usada com objetivos benéficos.

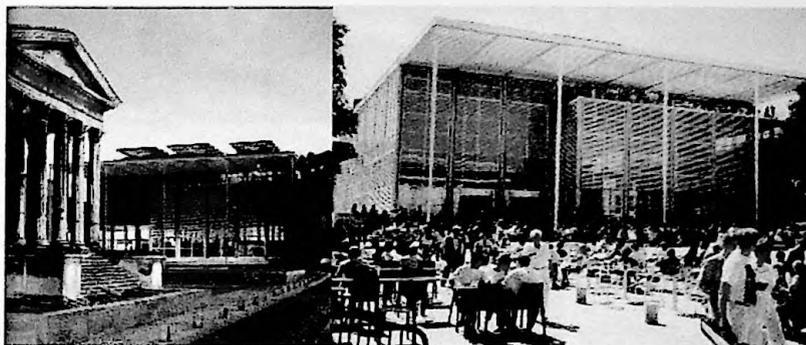
A noção da velha *máquina racionalista*, baseada na industrialização, já sofreu profundas mudanças. O que começou como uma celebração do mecanicismo, evoluiu para uma arquitetura refinada, preocupada com os assuntos ecológicos e culturais. A arquitetura, com preocupações ambientais, expressa a importância das simbioses realizadas entre a tradição e a tecnologia, a natureza e a construção, o local e o universal. Exemplos dessa postura podem ser encontrados nas soluções abertas e interativas, flexíveis e fragmentadas, humanistas e sustentáveis, enfatizando o espaço urbano, como é na nova sede para o Canal 4 em Londres, obra do arquiteto Richard Rogers. Nesse edifício a compreensão de que a modernidade e a tradição não precisam ser excludentes é uma atitude compartilhada por Renzo Piano, em Gênova, na recuperação e revitalização do porto velho da cidade. Piano reutiliza os armazéns existentes com uma série de novos elementos projetados, combinando a tecnologia contemporânea com os contextos tradicionais.



Canal 4 (1990-1994)  
Richard Rogers  
Fonte: GA, 1995: p.35; 38; 30

A diversidade é a razão dos bons resultados desses projetos, como acontece em Nîmes, junto à Maison Carrée, onde também Norman Foster projetou a Médiathèque marcada pela relação entre o antigo e o novo.

Carré D'art (1987-1993)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997: p.35; 38



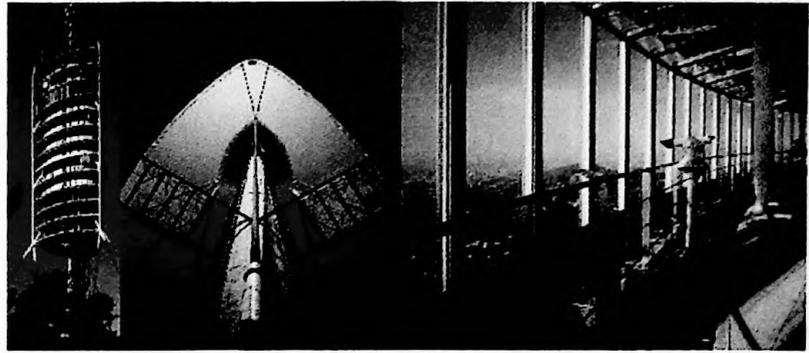
As soluções bem sucedidas são as que promovem a heterogeneidade e a interação das funções, tipologias e atividades, criando edifícios espacialmente harmoniosos, organizacionalmente eficientes e tecnologicamente apropriados.

Os edifícios monumentais, como símbolos urbanos, representam a expressão da confiança e da expectativa social, e buscam refletir novos valores, como o progresso tecnológico e a renovação cívica. Programas de descentralização, para devolver o poder político e econômico às regiões, permitem às cidades afirmarem suas identidades através de edifícios culturais. É o que visa o Carré d'Art, em Nîmes, ao juntar um conjunto de atividades e oferecer espaços para a criação artística, combinando grandeza cívica com simbolismo político, numa interação entre forma e tecnologia.

Estimuladas por hospedarem a Exposição Universal, em 1992, e os Jogos Olímpicos, as cidades de Sevilha e Barcelona promoveram importantes programas de desenvolvimento durante os anos de 1990.

Como Peter Buchanan notou, *o privilégio de Barcelona hospedar as Olimpíadas não foi perseguido apenas por isso, mas pelo grande impulso que permitiu regenerar a cidade de forma rápida e completa.*

Torre de Collserola (1990-1992)  
 Norman Foster  
 Fonte: Slessor, 1997: p.174; 175



Simbolizando essas transformações, está a Torre de Comunicações de Collserola, no alto de Tibidabo, em Barcelona, projetada por Norman Foster.

Na mesma linha das realizações citadas, encontra-se também, o Tribunal Europeu de Direitos Humano em Estrasburgo, projetado por Richard Rogers, que desenvolveu um edifício cívico que incorporasse o maior número de significados dos objetivos a que se destinava. Por isso, concebeu-o metaforicamente transparente, realçado pelas cores vermelho, branco e azul, tecnologicamente sofisticado, estruturalmente simples e ambientalmente cuidado.



Tribunal de Direitos Humanos (1989-1995)  
 Richard Rogers  
 Fontes: GA, 1995: p.52; 57; 53;  
 Slessor, 1997: p.181

## Ambientalismo Interconectivo

Depois da euforia do pós-guerra que alimentou o movimento moderno, um conjunto de razões científicas, tecnológicas, históricas e econômicas, provocaram mudanças fundamentais, a partir dos anos 1980.

No último quarto do século XX, o dinheiro fácil da especulação financeira estimulou o desejo pela ostentação, promovendo realizações exibicionistas e de gosto duvidoso, só inibidas pela recessão provocada pelos colapsos das estruturas financeiras, no final dos anos 1980, o que acabou abalando as estruturas consolidadas ao longo de décadas, estabelecendo novas prioridades. Assim, nos anos de 1990, a imposição de restrições, pela necessidade de controle dos custos e dos impactos no meio ambiente, provocou um conjunto de significativas transformações, que fizeram surgir novas correntes e movimentos.

A valorização das soluções mecânicas e dos equipamentos de controle, na década de 1970, deu lugar, na década de 1980, às preocupações com os mais desafiantes problemas da arquitetura, sugerindo caminhos contemporâneos mais refinados e sofisticados e promoveu a reconciliação das necessidades e oportunidades tecnológicas com as preocupações humanas, ambientais e culturais.

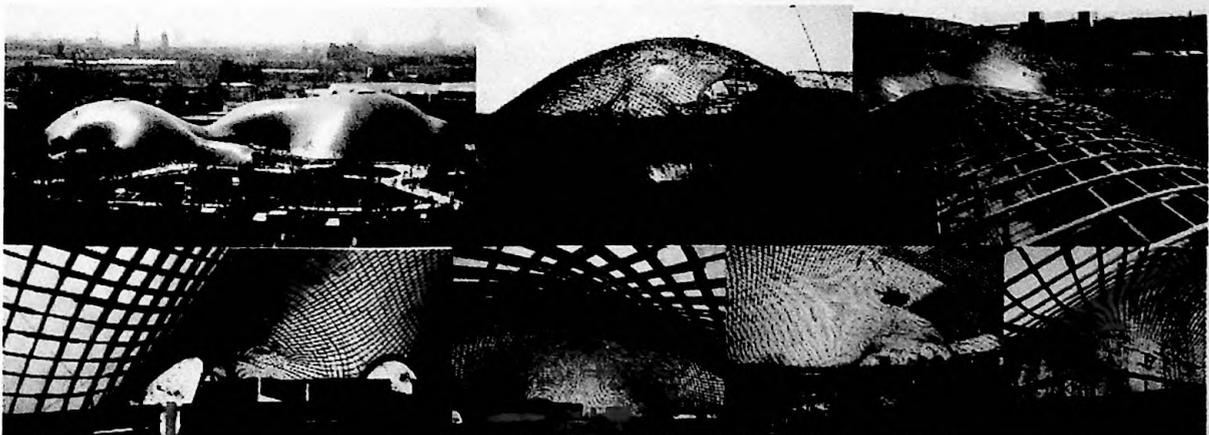
Depois da exagerada automação mecânica dos edifícios, as crises de economia e de energia, e a devastação dos meios naturais despertaram a consciência ambiental. A procura por soluções adequadas às novas condições permitiu progressos significativos à ciência e à tecnologia, criando novos recursos e processos que estimularam uma grande variedade de soluções e de projetos inovadores.

Foram desenvolvidos protótipos e soluções alternativas que propunham o uso reduzido de máquinas pela ação de um adequado planejamento, obrigando a que o conjunto dos projetos necessários à sua viabilização

se processassem de forma coordenada, simultânea e inter-relacionada. Construir passou a exigir conhecimentos, atitudes, critérios e mentalidade que de forma alguma são ajustáveis às abordagens dogmáticas. Foram numerosos os avanços positivos, apesar dos materiais e produtos, e das tecnologias de construção e de operação ainda continuarem em evidência mais do que as soluções espaciais e a expressão física da arquitetura.

As preocupações deixaram de ser deterministas e estatísticas para se tornarem mais amplas e naturais. A tecnologia, agora usada de forma seletiva, ultrapassou os aspectos reducionistas do tecnicismo e o tradicional espírito de recurso facilitador da construção, e passou a incluir a avaliação dos ambientes urbanos, das relações sociais, do uso criterioso da energia, e da consciência ecológica. A introdução dos processos industriais racionalizados na construção de edifícios passou a ter como objetivo a criação de ambientes neutros, flexíveis, versáteis. O esforço de preservação ambiental, a necessidade de redução de custos e a possibilidade de dispor de novos recursos de análise despertam o interesse pelo estudo e entendimento das estruturas naturais, que ganharam importância e passaram a ser objeto de referência e inspiração. Um bom exemplo a sintetizar estas circunstâncias é a sala de concertos, em Mannheim, na Alemanha, projetada por Frei Otto.

Sala de Concertos Mannheim (1971)  
Frei Otto  
Fonte: Otto, 1995: p.140: 141: 142



Esta realização explora o potencial da madeira, e as complexas geometrias das bolhas para criar uma concha muito particular. É claro que é impossível analisar esse tipo de estruturas pelos métodos das matemáticas convencionais. A análise da eficiência da natureza, só se tornou possível pelos avanços da matemática e da computação. A presença crescente da digitalização e de suas ramificações é aproveitada na arquitetura como um processo tecnológico avançado, refinando as propostas e valorizando os aspectos conceituais, resultando numa arquitetura capaz de oferecer uma variedade muito maior de experiências sem precedentes que se podem adaptar posteriormente às necessidades mais diversas da sociedade contemporânea.

Iniciando o século XXI, não há mais como admitir, na arquitetura, expressões plásticas ou comportamentos dominantes. Desenvolvendo uma abordagem social e ambientalmente mais abrangentes, a arquitetura passa a fazer parte de um debate amplo e complexo em que não há espaço para as convenções estilísticas e tecnológicas, pré-determinadas. Embora não exclua as afirmações pessoais dos arquitetos, as preocupações sociais, ambientais, culturais, políticas e econômicas, contribuintes ou condicionantes, passaram a ser determinantes. Podem ser desenvolvidos protótipos e sugeridas soluções alternativas, mas o equilíbrio e a concretização dessas realizações serão inevitavelmente influenciados pelas condições descritas anteriormente.

É uma atitude simplista concluir que a tecnologia tem todas as respostas e todos os recursos de realização. As habilidades para aplicar recursos tecnológicos são reconhecidas como referências de valor, em intervenções deterministas, que se apresentam como fatores absolutos e definitivos, a que todos se devem submeter. Os benefícios dos avanços tecnológicos são válidos se aplicados em benefício da sociedade, respeitando os seus valores. A Tecnologia deve ser social antes de ser técnica. Essas condições, em vez de empobrecerem os projetos de

arquitetura, acabam estimulando a criação de uma grande variedade de novas soluções. Projetar passou a exigir uma tolerância e uma versatilidade que não se ajusta às abordagens dogmáticas dos deterministas. Para cada condição há um universo de possibilidades e de probabilidades, o que leva a um expressivo número de projetos inovadores.

Embora as questões de ordem econômica tenham dado razões para preocupação, a vitalidade da arquitetura contemporânea oferece perspectivas otimistas, pela demonstração da consciência crescente da importância da qualidade do ambiente construído.

As condições de conforto dos ambientes, como fatores de satisfação dos comportamentos e das referências culturais, devem envolver também os fatores subjetivos que os caracterizam. Assim, a iluminação, a ventilação, o controle de temperaturas e controle de sons e de ruídos, são as suas quatro grandes áreas de avaliação e pesquisa. Criar, permitir, evitar ou controlar essas condições, sempre estimulou a produção de numerosos cálculos e extensas referências técnicas aritmeticamente comprovadas, que justificaram a produção e o uso de acessórios e de máquinas, alimentadas sobretudo, por combustíveis fósseis. O que podemos perceber é que, se apoiada num conceito determinista, nenhuma condição fica livre dos recursos mecânicos de adequação aos níveis de consenso das normas. É assim que, recheados com adereços mecânicos que executam os mais surpreendentes malabarismo da automação, ambientes arquitetonicamente medíocres passam a ter valor de contemporaneidade. Não tem sido raro assistir a apresentações de projetos de arquitetura que se resumem à descrição do valor do investimento e ao relato da quantidade, tipo e capacidade de desempenho de máquinas e equipamentos instalados, na expectativa da admiração e deslumbramento dos ouvintes. Nesses casos, se qualquer efeito prejudicial é identificado, essa atitude é considerada como uma manifestação do espírito primitivo do usuário, incapaz de perceber as sutilezas do conforto que

a técnica de tão sofisticadas máquinas lhe está oferecendo. Para eles, só o homem falha, jamais a máquina. Como é impossível medir comportamentos, foram as novas condições ambientais que exigiram e fizeram atrair as atenções para a reavaliação das referências de qualidade dos ambientes e para a necessidade de utilização de formas passivas de energia. Apesar da evolução verificada, sobretudo na mudança de critérios, a grande inovação está em transformar o edifício no próprio objeto de captação e estimulação dessas energias, eliminando as máquinas sempre imprevisíveis e incômodas. Possibilitar a energia eólica ou a solar, possibilitar a ventilação, a iluminação e a temperatura adequadas, garantir condições acústicas eficientes e confortáveis, deixou de ser um problema de mecanização e tornou-se um exercício de geometria do espaço e de qualificação dos recursos, contribuinte da simbiose entre a tradição e a inovação, entre a natureza e a construção, e entre o que é local e o que é universal, expressando, nesses casos, com toda a pertinência, a mais alta tecnologia.

Com esses objetivos, os valores da transparência e da desmaterialização, alcançados pela iluminação e pela interpenetração dos espaços, alimentam a imaginação de numerosos arquitetos e geram expectativas pelo seu grande potencial poético e tecnológico. Desde a *Maison de Verre*, projetada por Pierre Chareau e Bernard Bijvoët, em Paris, com sua parede externa de vidro, a crescente sofisticação do uso de transparências permite novas e maiores possibilidades arquitetônicas.

Embora explorado desde a segunda metade do século dezenove, o conceito de um revestimento externo com perspectivas ambientais múltiplas e simultâneas voltou a ser desenvolvido por Mies van der Rohe, num projeto de 1922 para uma *torre de vidro*. A sua sinuosa fachada de vidro foi criada para explorar as possibilidades da reflexão da luz. Mais tarde, no início dos anos 30, Le Corbusier explora as mesmas possibilidades ao propor o *mur neutralisant* para a *Cité de Refuge*, em Paris. Nos últimos vinte anos, a

transparência foi levada a novos limites, particularmente nas realizações de Alta-Tecnologia. Novos materiais e tecnologias têm sido exploradas com grande empenho e significativos resultados. É esse mesmo interesse pelas qualidades do vidro e valorização das idéias contemporâneas de leveza, transparência e transitoriedade que levaram Norman Foster a retomar a experiência da *torre de vidro* de Mies van der Rohe em 1922, e a criar uma fachada refletora contínua para o Willis Faber & Dumas Building (1973-1975), em Ipswich, na Inglaterra, com grandes painéis de vidro, pendurados do topo do edifício, o que se tornou uma referência de pesquisa para a elaboração de superfícies transparentes contínuas.

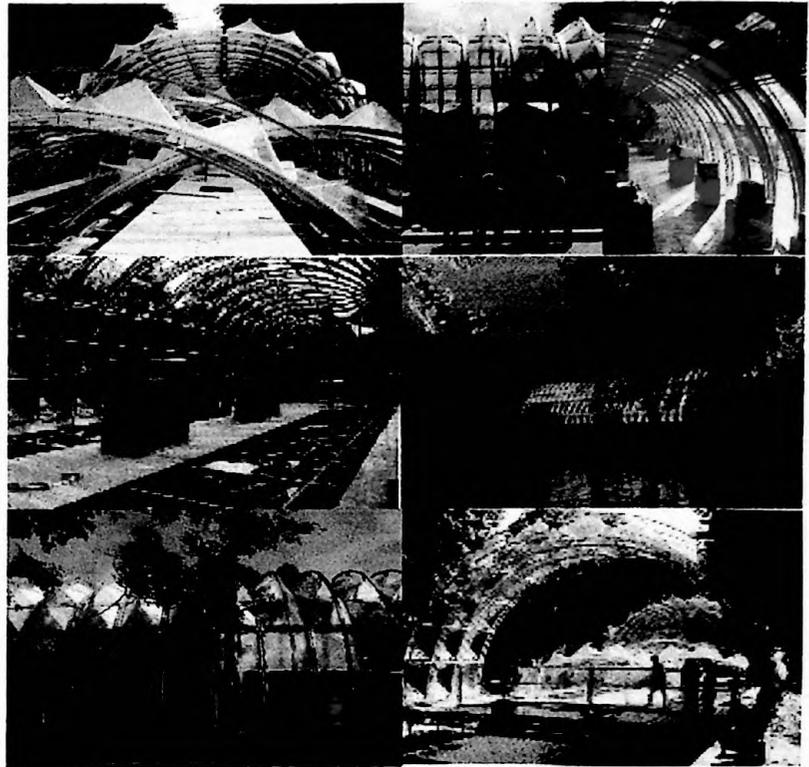
Willis Faber & Dumas (1973-1975)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997: p.62: 63



No *Pavilhão da IBM* (1984-1986), projetado por Renzo Piano, os critérios utilizados, a partir da tecnologia de construção de veleiros, permitiram combinar vidro madeira e metal, com componentes esbeltos e pequena quantidade de materiais. Essa solução, não só garantiu grande leveza, transparência e iluminação, como facilitou, de forma significativa, os processos de montagem e desmontagem, já que se tratava de uma estrutura itinerante.

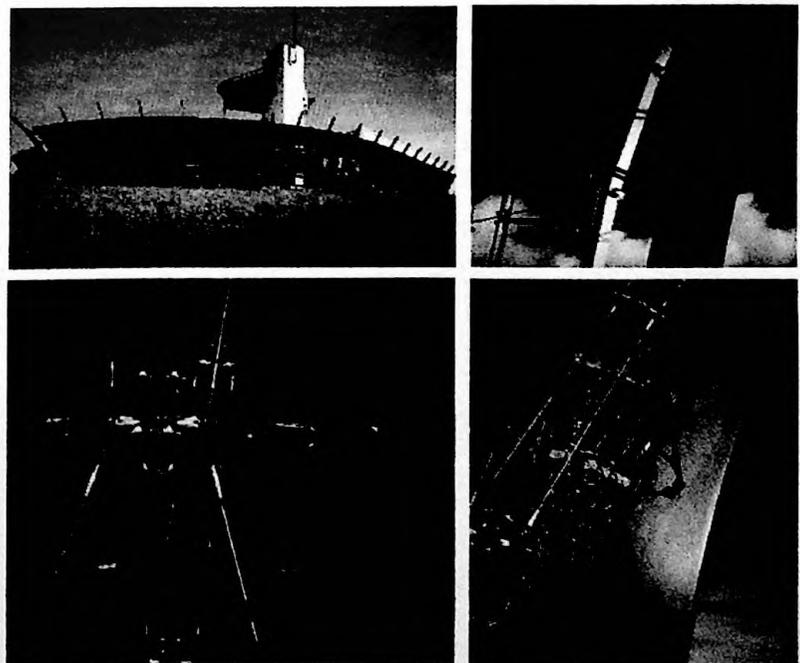
Pavilhão IBM (1984-1986)  
Renzo Piano  
Fonte: Buchanan, 1993: p.127





Pavilhão IBM (1984-1986)  
Renzo Piano  
Fonte: Buchanan, 1993: p.122;129: 13; 123

Também no *Western Morning News Headquarters* (1992), em Plymouth, na Inglaterra, projetado por Nicholas Grimshaw, a transparência das fachadas externas encurvadas é conseguida com placas de vidro sustentadas por conectores nas quatro extremidades, reduzindo as interferências e acentuando a sua leveza.



Western Morning News (1992)  
Nicholas Grimshaw  
Fonte: Moore, 1993: p.199;205  
Slessor, 1997: p.23;25

Jean Nouvel também se tornou um estudioso das transparências. A *Fundação Cartier* (1991-1994), em Paris, por ele projetada, é formada por um conjunto de planos transparentes externos que diluem o edifício numa complexa composição de luz e reflexos.



Fundação Cartier (1991-1994)  
Jean Nouvel  
Fonte: El Croquis, 1994; p.236; 237; 244; 249

Todas essas experiências têm como maior objetivo a viabilização de soluções com bom desempenho ambiental, baseadas na utilização de recursos naturais. Criadas para os edifícios, possibilitam as necessárias condições de conforto e permitem o controle eficiente da ventilação natural, da variação dinâmica das sombras, da luminosidade e dos sistemas integrados de controle individual, reduzindo drasticamente as demandas de energia e melhorando a qualidade dos ambientes. A luz passa a ter importância fundamental, não só em relação às suas qualidades de iluminação e influência nas temperaturas, como em relação aos seus atributos de valorização plástica e estética dos espaços, pois:

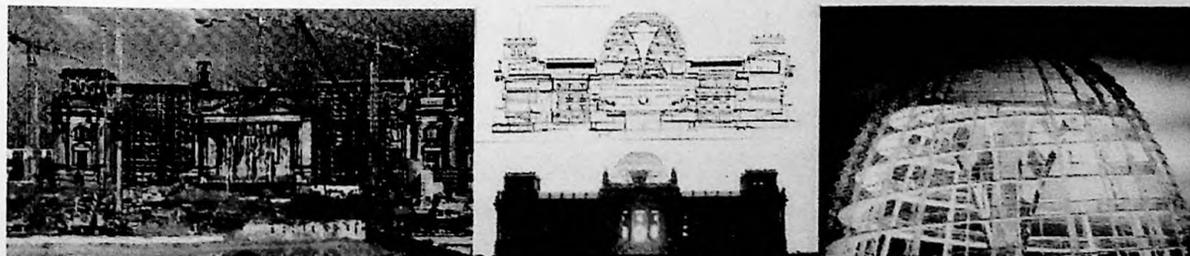
*Sem luz, os olhos não podem observar nem forma, nem cor, nem espaço ou movimento. Mas a luz é mais do que a causa física do que vemos... é o pré-*

*requisito para a maioria das atividades. É a contraparte visual daquele outro poder animador, o calor. Ela interpreta para os olhos o ciclo vital das horas e das estações. (Arnheim, 1980: 293)*

No *Banco de Hong Kong*, projetado por Norman Foster, e que já foi apresentado, o átrio iluminado no centro do edifício é uma das suas principais características. Essa solução foi conseguida com a utilização de duas gigantescas superfícies refletoras que redirecionam a luz solar. A concha solar externa, coberta por centenas de pequenos espelhos, acompanha a deslocação do sol, refletindo a luz natural para o refletor côncavo interno, no nível superior do átrio, que orienta a luz até os níveis mais baixos. Também no *Instituto do Mundo Árabe*, de Jean Nouvel, a luz natural é controlada por milhares de sensores programados por computador, que acionam com mecanismos hidráulicos os diafragmas colocados na fachada. Mais um bom exemplo a ser evocado é o *Aeroporto Internacional de Stansted*, em Londres, cujo vão central permite uma grande área de iluminação natural.

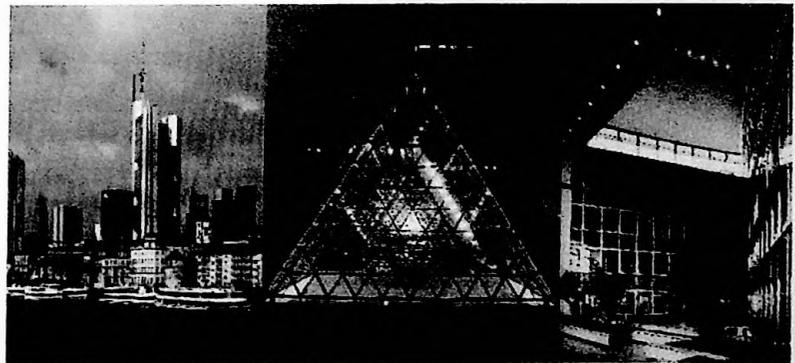
Nessa interpretação dos conceitos inovadores na avaliação do uso das energias, com o aproveitamento adequado da iluminação natural, tem condição de destaque a reconversão do edifício do *Reichstag* (1995-1999), em Berlim, para o novo parlamento alemão. Projetado por Norman Foster, recebeu uma exuberante cúpula transparente com a forma de um cone central, composto por centenas de espelhos que permitem a reflexão da luz natural sobre a câmara do parlamento e as áreas de visitantes.

Reichstag (1995-1999)  
Norman Foster  
Fonte: Jodráo, 1997: p.144:145;



Outro antigo sonho alimentado é o da criação de painéis de vedação para os edifícios com comportamentos semelhantes aos das peles naturais. Embora ainda longe de ser realizado, importantes passos já foram dados. Um dos exemplos mais significativos é o dos revestimentos semi-permeáveis, com fachadas múltiplas. Simulações exaustivas permitem estudar o comportamento ambiental do vento e da luz para assegurar que o edifício consiga maximizar o uso da ventilação e da iluminação naturais. O uso desses recursos acabou com a dependência exclusiva da climatização artificial para viabilizar o conforto nos ambientes e passaram a explorar variadas formas de uso das energias naturais, em especial através das fachadas de alto desempenho.

O edifício para a nova sede do *Commerzbank Frankfurt*, em Frankfurt am Main, na Alemanha, de autoria de Norman Foster, é um dos primeiros com janelas móveis, ventilação natural e jardins de cobertura, determinando a geometria dos espaços e do edifício.



Commerzbank (1994-1997)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997: p.129  
L'Arca, 1997: p.40; 41

O Commerzbank apresenta um conjunto de soluções ambientais, espaciais e tecnológicas, inovadoras. É a primeira torre ecológica, energeticamente eficiente e ambientalmente confortável. A ventilação dos ambientes internos é predominante natural. Todos os escritórios, voltados para o exterior ou para o átrio interno, têm janelas que podem ser abertas, o que é benéfico do ponto de vista energético e de conforto dos usuários. Toda a fachada é revestida painéis de vidro laminado, livres de elementos estruturais. Para reduzir o risco de reflexos de luz, como é

exigido pelo centro de controle aéreo, foram criadas fachadas, nos escritórios, com forma ligeiramente convexa e levemente inclinada para baixo, nos jardins elevados, distribuídos em espiral, alternando-se, na mesma face, a cada oito pavimentos.

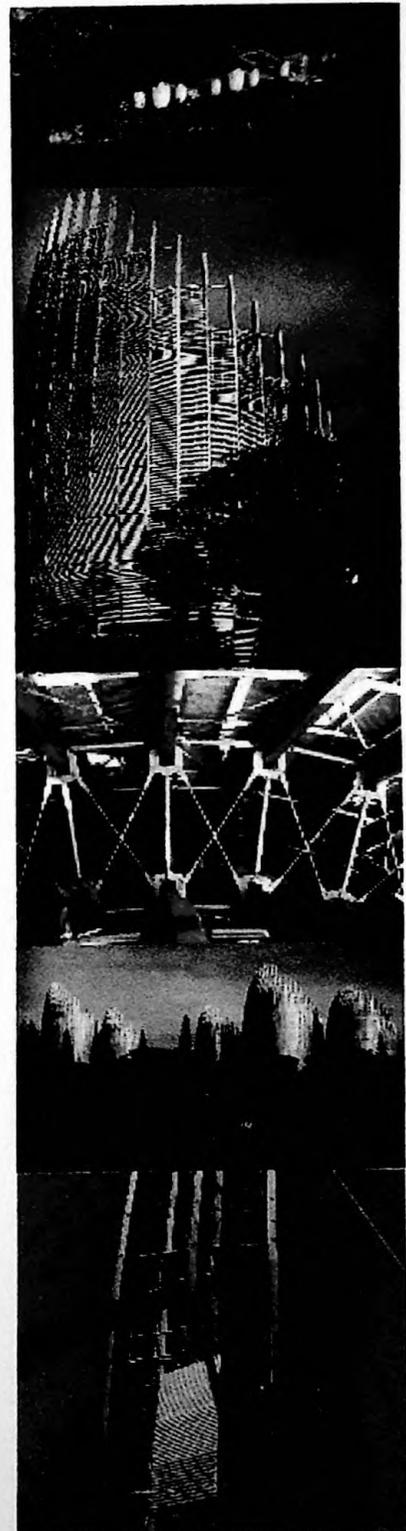
Os pavimentos de escritórios, com profundidade de 15 metros e livres de pilares internamente, têm forma triangular, com lados suavemente encurvados. As colunas de instalações técnicas foram colocadas nos três cantos da torre.

A fachada do edifício é constituída por dois painéis sobrepostos, formando uma cavidade interna ventilada naturalmente. O ar penetra pelas aberturas existentes na base dos painéis de vidro externos, adequadamente projetados para que não entre água. Esses painéis também agem como controladores e filtros da radiação solar. Já os painéis internos podem ser abertos por sistemas automatizados, que possibilitam a ventilação natural. O ar entra pelas janelas que se abrem para o exterior e é retirado pelo fosso do átrio central.

Em grande parte do ano é suficiente o controle individual sobre a abertura das janelas para garantir boas condições ambientais, sem recorrer ao ar-condicionado. Caso se verifiquem condições climáticas adversas e extremas, as janelas se fecham automaticamente e os equipamentos mecânicos entram em funcionamento. Caso alguma janela esteja aberta, o ar-condicionado é interrompido.

A água para o sistema de refrigeração é também aproveitada nas instalações sanitárias. Toda a iluminação interna é regulável, possibilitando a determinação do nível de conforto da iluminação individual. Além disso, as luzes são desligadas automaticamente, caso os sensores não detectem qualquer presença no local.

Da mesma forma, para maximizar a ventilação num clima úmido, Renzo Piano criou uma forma particular para o Tjibaol Cultural Centre, em Noumea, em Nova Caledônia.



Centro Cultural Tjibaou (1991-1998)  
Renzo Piano  
Fonte: Buchanan, 1995: p. 209  
Buchanan, 2000: p. 92; 103; 87; 106

Procurando intensificar a velocidade dos ventos de sudoeste e ajudar na ventilação natural, Richard Rogers dá uma forma aerodinâmica ao edifício projetado para o concurso da nova *Sede da Inland Revenue*, no Reino Unido.

Mais de sessenta anos depois do *mur neutralisant* de Le Corbusier, Norman Foster, recuperando as possibilidades da transparência e dispondo de recursos técnicos mais evoluídos, propõe uma versão de alto desempenho para ser usada no Technology and Business Promotion Centre, em Duisburg (1988), na Alemanha, com o princípio de fachadas duplas e fosso de ventilação. As cortinas de alumínio de proteção da fachada plana, controladas por computador, foram cuidadosamente perfuradas, permitindo, dessa forma, a visão para o exterior, mesmo quando fechadas. Para o conforto térmico, a fachada é de vidro duplo extremamente vedado, preenchido com argônio. Nessas edificações, o painel contínuo, além de regular ambientalmente a transmissão de luz, mantém as temperaturas em níveis confortáveis, evita a formação de condensação e pela sua composição e colocação dos componentes também se comporta como barreira acústica. O projeto tinha como premissa a criação das melhores soluções de conforto sob condições artificiais. Cada sala tem controles individuais de luz, por computador, e sensores de temperatura.

As proteções de vento e as fachadas de pele dupla, não só evitam a perda de calor no edifício, como também protegem os revestimentos externos de possíveis danos. A termodinâmica do fosso central pode ser usada para esfriamento do edifício e as fachadas, com reaproveitamento do calor conservado.

Explorar a massa térmica do edifício para controle ambiental, foi também a estratégia de Michael Hopkins, ao desenvolver soluções inovadoras no Inland Revenue Headquarters em Nottingham, na Inglaterra.



Micro-Electronic Park (1991-1998)  
Norman Foster  
Fonte: Jodidio, 1997: p. 105; 107; 102

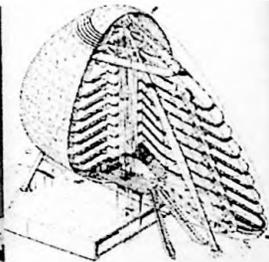


Inland Revenue (1992-1994)  
Michael Hopkins  
Fonte: Slessor, 1997, p.100

Na *Cité Internationale* em Lyon, França, Renzo Piano explora o princípio do painel composto. Um detector externo à pele de vidro intercepta a força do vento e da chuva, permitindo que as janelas convencionais recuadas possam permanecer abertas, o que possibilita também, que no verão, os edifícios possam ser naturalmente ventilados e, no inverno, o calor captado pelo vidro possa agir como uma camada complementar de isolamento.

O grupo Future Systems para o projeto de um Edifício Verde, para Londres, em 1990, também trabalha com a idéia da pele dupla. Junto com Ove Arup, o *Future Systems*, propõe fundamentalmente, nesse projeto, uma mudança de mentalidade. O edifício é verde, no sentido de que tudo foi estudado para um uso de energia e de materiais, com total respeito às condições naturais, utilizando recursos tecnológicos existentes. O controle da temperatura é individual. As janelas podem ser abertas e o sistema de reflexão da luz solar permite receber o calor natural em qualquer lugar de trabalho.

A pele dupla é usada como um sistema de exaustão de ar, utilizando o efeito de chaminé para extrair o ar dos escritórios periféricos. A provisão de ar renovado chega aos ambientes pelo átrio no centro do edifício.



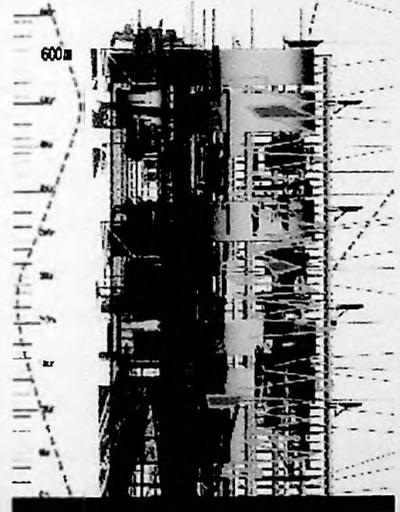
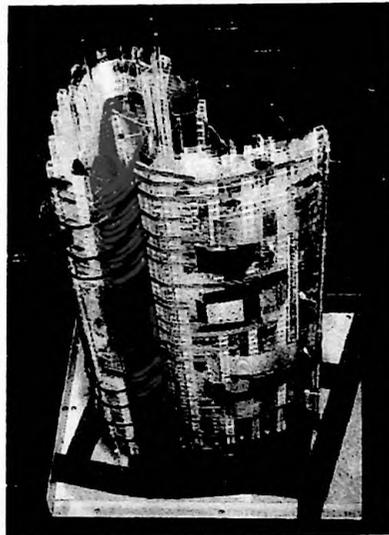
Green Building (1990)  
Future Systems  
Fonte: L'Arca, 1991: p. 59; 62



Cité Internationale (1985-1995)  
Renzo Piano  
Fonte: Buchanan, 1997: p. 84; 86; 89

A filosofia do Future Systems é baseada na aplicação pragmática da experimentação, sem qualquer invenção de aspectos formais ou preocupação com aspectos plásticos ou estéticos, o que justifica a forma de bulbo do Green Building. A forma é uma resposta funcionalista e ecológica à monotonia dos locais de trabalho. É a recordação e talvez uma réplica da construção das utopias nascidas nos anos de 1960.

Na Malásia, refletindo preocupações semelhantes, Ken Yeang desenvolveu projetos caracterizados pelo uso de ventilação natural, jardins suspensos e uma geometria gerada pelas condições ambientais locais. É evidente a extensa degradação do ambiente natural e o limite das reservas de energia e de materiais não renováveis. Essa condição tornou necessário o desenvolvimento de uma arquitetura preocupada com as condições ambientais. Inúmeras propostas e soluções foram elaboradas, privilegiando apenas aspectos específicos. Entre os processos mais significativos, destacam-se as soluções de caráter bioclimático e as de caráter ecológico. No entanto, como primeira análise para a elaboração de um projeto, é necessário identificar as diferenças significativas entre um projeto bioclimático e um projeto ecológico.



Nagoya Tower (\*1998)  
Ken Yeang  
Fonte: Richards, 2001: p.208; 216

O projeto bioclimático é de baixa energia passiva, utilizando as energias geradas pelo clima local para criar condições de conforto aos usuários do edifício. Por sua vez, o projeto ecológico é bem mais complexo. A sua ênfase está na interdependência e nas interconectividade com a biosfera e seus ecossistemas. A conectividade deve existir entre todas as atividades, quer sejam artificiais ou naturais. Todos os sistemas construídos devem ter relações de reciprocidade com seus ambientes locais e com o resto da biosfera, influenciando-se mutuamente. Para um projeto

ecológico, o edifício deve ser considerado um sistema, tanto como projeto quanto construção. Escolher as variáveis essenciais passa a ser um fator fundamental, pois: *o sistema projetado deve criar um ecossistema equilibrado de componentes bióticos e abióticos ou, o que seria melhor, criar uma produtiva e até reparadora relação com o ambiente natural tanto localmente como globalmente* (Yeang, 2001 : 68)

Com esse objetivo, o arquiteto Ken Yeang criou uma matriz que unifica o conceito de quatro conjuntos de interações, incluindo as interações fundamentais dos ambientes, caracterizados pela interdependência interna e com ambientes naturais, pela interdependência externa. Isso permite avaliar os choques ecológicos e incorporar todos os ajustes necessários para produzir um projeto completo e equilibrado. Yeang (2001: 65) descreveu a sua matriz como uma lei fundamental para o Projeto Ecológico, ou seja, *esta lei exige que se olhe para os componentes do sistema projetado e veja como interagem uns com os outros*. Esse autor não caracteriza o projeto ecológico mas atribui-lhe um caráter holístico, por levar em conta interações ambientais, locais e globais prevendo condições futuras; avaliar de forma autocrítica os benefícios para além da vida da estrutura construída; e procurar eliminar choques negativos sobre os ecossistemas e os recursos naturais.

Nessas condições, os projetos não podem limitar-se apenas à arquitetura e à engenharia. Embora aparentemente discrepantes, é necessário incluir e integrar em uma única abordagem os aspectos de proteção e controle ambientais, envolvendo o planejamento do uso ecológico do solo e da paisagem, da ecologia aplicada e da climatologia, bem como os estudos para incorporação de energia, de tecnologias e práticas de reciclagem e de controle da poluição.

*O projeto ecológico tem essencialmente de considerar a energia e o gerenciamento de materiais concentrados no local da implantação do edifício. Isso significa que a energia e os recursos materiais (componentes bióticos e abióticos) são administrados e relacionados de forma artificial num*

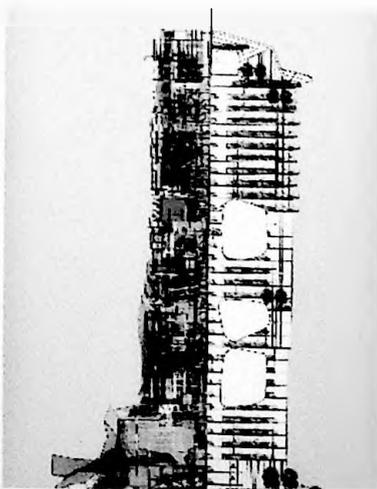
*período de uso pretendido para 'a vida útil' do edifício, após o que reconvertido ou demolido, pode ser reutilizado ou reciclado dentro do ambiente construído ou mesmo assimilada em outro local no ambiente natural. (Yeang,2001:68)*

O diagrama sumário de Ken Yeang para o Ambiente Construído, que modela as interações que por suas próprias condições, envolve as ações de gerenciamento de entradas, de produções, do contexto ambiental do edifício, e o projeto e gerenciamento dos sistemas operacionais internos do edifício em relação aos outros três conjuntos de fatores. Nesse item, Yeang considera que as interações de todos os itens anteriores fixam de forma simbiótica a relação, com os sistemas naturais da biosfera, pois:

*a matriz não é programática, mas uma estrutura completa de trabalho. Quer dizer, inclui todos os assuntos possíveis mas não as situações e casos particulares. Pode agir como lei ecológica de projeto, mas tudo que ela pode prever, é o tipo de projeto provável que será enfrentado pelo arquiteto do edifício, particularmente na área das interações de ecossistemas e benefícios. As interações modelam e a matriz apresenta o retrato global dos problemas de projeto que serão enfrentados. Na sua essência é um mapa, que permite variados caminhos para o reconhecimento dos problema até a sua resolução. O que é importante é que na adaptação do sistema construído para o ambiente natural, não pode ser negligenciada qualquer das interações definidas pela matriz. (Yeang, 2001: 73)*



Elephant & Castle eco-Towers (\*2000)  
Ken Yeang  
Fonte: Richards, 2001: p.236



Bishop Gate Towers (\*1999)  
Ken Yeang  
Fonte: Richards, 2001: p.220

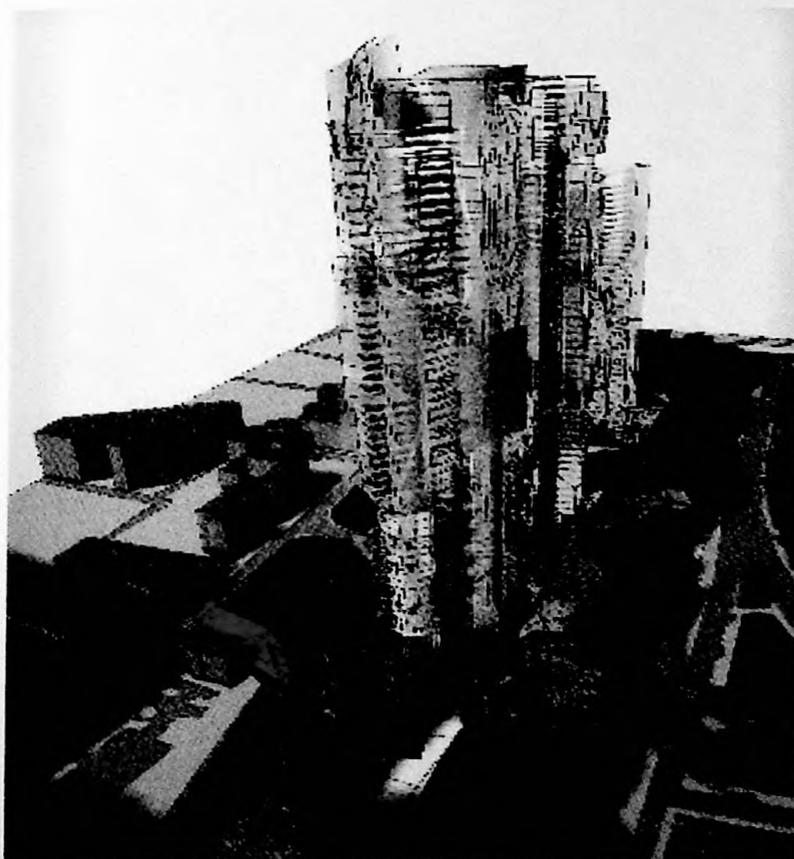
Além de cumprir a meta da sincronização de todos os aspectos do edifício, também é crucial, para a realização do projeto e da sustentabilidade, a avaliação do que vai ser construído, a avaliação do contexto ambiental para a construção, a interpretação do projeto como gerenciamento de energia e de materiais, o projeto dos sistemas operacionais do edifício e, finalmente, a discussão do projeto ecológico:

*No início da produção do projeto, deve ser avaliado se é possível conseguir os requisitos de conforto do edifício suficientes para um projeto incorporando medidas de forma passiva com um efeito direto. Em todo o caso, a estratégia de projeto deve começar otimizando todas as estratégias de forma passiva ... Para as necessidades de aquecimento, refrigeração,*

*eletricidade e ventilação devem ser usados sistemas ativos alimentados com formas de energia ecologicamente sustentáveis. (Yeang, 2001: 84)*

Yeang classifica o nível de sistemas operacionais necessários ao edifício em função da extensão dos ambientes internos e dos sistemas de serviço, como níveis de provisão de *modo passivo*, de *modo misto*, de *modo completo* e de *modo produtivo*. A provisão do nível básico dos sistemas é o de *modo passivo*, ecologicamente ideal. O sistema de modo completo é o de serviços de nível convencional ou especializado. O *modo intermediário* ou de *modo misto* é o nível de base dos serviços. O nível de *modo produtivo* é formado pelos sistemas geradores de energia.

Para a avaliação, em uma abordagem ecológica, do nível de provisão para o edifício, privilegiando a interconectividade e os modos da matriz, Yeang coloca como premissa fundamental a avaliação do aumento dos choques ambientais em relação ao aumento das demandas dos usuários.



Bishop Gate Towers (\*1999)  
Ken Yeang  
Fonte: Richards, 2001: p.230

# TECNOLOGIAS HÍBRIDAS



A informática, ao permitir a manipulação da informação, a energia atômica, ao possibilitar a manipulação do átomo, e a engenharia genética, ao conseguir manipular os genes, foram responsáveis pelas revoluções que, no final do século XX, mudaram a face do mundo.

A sociedade pós-industrial produziu a revolução da informática e a cibernética, criou a infovia e a realidade virtual, profetizou o mundo sem fronteiras e construiu a aldeia global.

Com as inovações tecnológicas, o ritmo das mudanças foi acelerado de forma contínua e crescente. Com a matemática, a robótica, a telemática e a cibernética, o computador e a televisão tornaram-se os maiores responsáveis pelas transformações no mundo, nas últimas décadas, influenciando direta e profundamente no cotidiano das sociedades.

O processo de circulação das informações e de comunicação tornou-se cada vez mais veloz, e a tecnologia viabilizou a economia de tempo e energia, privilegiando os valores da autonomia. Com a eletrônica, passou a ser possível assumir funções antes delegadas, orientar e tomar decisões de forma individual e à distância, pondo fim à dependência de recursos e de estruturas indiretas. Deslumbradas pelas novas possibilidades, as sociedades iconizaram-se e impregnaram-se de signos e imagens, e ao magnetismo da imagem foi agregada a superinformação, com mensagens fragmentadas, despejadas em ritmo asfixiante.

A forma de utilização dos recursos manteve os modelos mentais de compreensão e interpretação ainda adequados à era industrial. Assim, em vez de ser um instrumento de democratização, como era imaginada, a televisão subverteu os valores e transformou o mundo num espetáculo. Sem espaço e tempo para a crítica o telespectador passou a ignorar os conteúdos e a aceitar passivamente a banalização da violência e das catástrofes, atraído pelos efeitos especiais.

A sociedade pós-industrial, a despeito de todo o desenvolvimento e evolução, estimulou as fantasias e as utopias momentâneas e imediatistas, geralmente revestidas de espírito mercantilista. A utopia que devia nascer da angústia e das necessidades, do esclarecimento e da fantasia para esclarecer, acabou por se manifestar nos modos de ser, nas inquietações, nas ilusões: *A utopia é uma idéia-força que provoca o nosso entusiasmo, excita as nossas aspirações e nos faz voltar para uma ação eficaz, comprometida, audaciosa. O seu valor está no grau de negação da realidade e na capacidade de motivar mudanças.* (Furter, 1974: 147)

Pierre Furter (Furter, 1974: 147) define como básicas do pensamento utópico, as atitudes de *manifestar que o real não se esgota no imediato, ser um instrumento objetivo para a exploração sistemática das possibilidades e introduzir a exigência da radicalidade.*

As utopias, na verdade, têm como objetivo maior exorcizar e sublimar o presente e o passado, e esconjurar as angústias, os medos, as ilusões e tudo o que pode ser inquietante e sombrio.

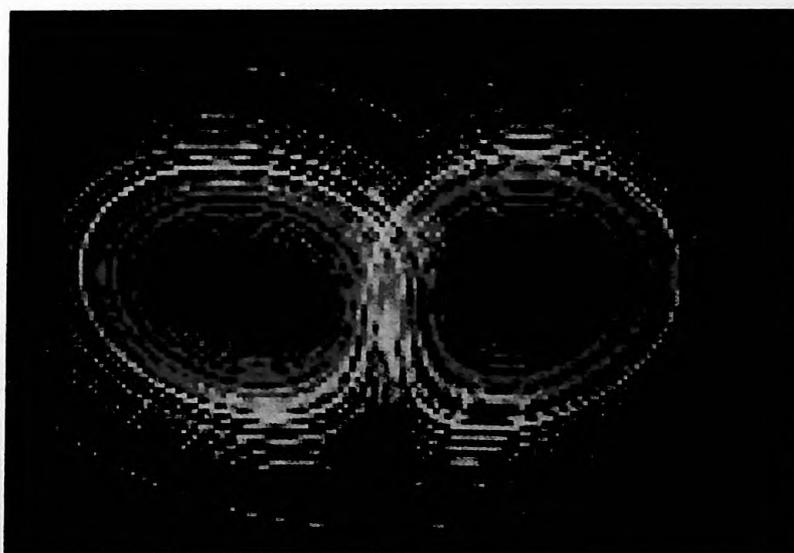
Nos anos de 1980, ao contrário de outras épocas, as novas promessas utópicas vieram dos institutos e dos laboratórios de pesquisa. As profecias do aperfeiçoamento genético do homem, do fim da antiga forma de geração, do nascimento e da morte, da eliminação do sofrimento da existência imperfeita, capaz de libertar o homem das doenças e do trabalho pela ação da inteligência artificial, gerou um surpreendente otimismo que reavivou as fantasias de onipotência. Se os alquimistas pretendiam encontrar a pedra filosofal, os cientistas, atualmente, estão interessados em criar a vida. Assim, a biologia, as ciências da computação e da cognição alcançaram uma nova posição hegemônica, sobretudo pelo dinheiro e notoriedade que atraíram.

Revolucionária mas também capitalista, a biologia ditou o fim da divisão entre pesquisa de base e pesquisa aplicada. Ao reduzir a distância entre a pesquisa e a sua

viabilidade econômica, pouco ou nada preservou da independência da ciência, e o valor dos seus resultados se reduziu à eficiência dos atrativos

A era moderna separou a natureza da cultura. Os processos de mecanização e de especialização significaram a fragmentação e a separação, incentivando o individualismo. O pensamento ficou circunscrito à esfera mental e as práticas desenvolvidas pelo trabalho eram definidas apenas pela necessidade. Ao contrário do que a era moderna propôs através do determinismo, as formas da geometria clássica, apesar de terem permitido desenvolver os mais variados conceitos, desde a beleza ideal até as teorias sobre o universo, representam uma abstração da realidade e também se revelam insuficientes, para explicar a complexidade da abstração. Apesar disso, ainda é o nosso melhor recurso para percebê-la. Entender a explicação de alguma coisa, não significa necessariamente entender a coisa.

Na tecno-cultura comunicacional, a complexidade tornou o conhecimento sinônimo de individuação, fazendo da comunicação uma transdução mediadora de condições incompatíveis: interatividade, não-linearidade e descentralização. Com isso, o modelo que concebia a comunicação como um sistema vinculado à codificação lógico-simbólica e centrado no emissor, perde o sentido.



Atrator de Lorenz  
Fonte: Gleick, 1987, p.111

## Dimensões Emergentes

A idade média, marcada pelo teocentrismo, entendia o universo regido por uma força transcendental, na qual a realidade cósmica era o reflexo da evolução dos pensamentos divinos e tudo o que nele acontecia era por decisão do Criador.

No Renascimento, Galileu, Kepler e outros cientistas, descobriram leis e princípios que internamente regem os fenômenos, lançando dúvidas sobre grande parte das crenças.

Em seguida, Newton concebeu um universo compacto, dotado de uma *lei-mãe*, que se ramificava em infinitas leis menores, capazes de lhe garantirem a exatidão da verdade. O universo newtoniano era extremamente organizado, no qual todo o futuro dependia unicamente do passado, numa relação de causa e efeito, ação e reação num contínuo desenrolar de leis inabaláveis e perpétuas chamadas de *Cosmovisão das Leis Necessárias e Invariáveis*. As concepções de Isaac Newton dominaram todo o pensamento moderno, inspirando os filósofos e cientistas dos séculos XVII, XVIII e XIX com um sentimento de permanência, estabilidade e ordem.

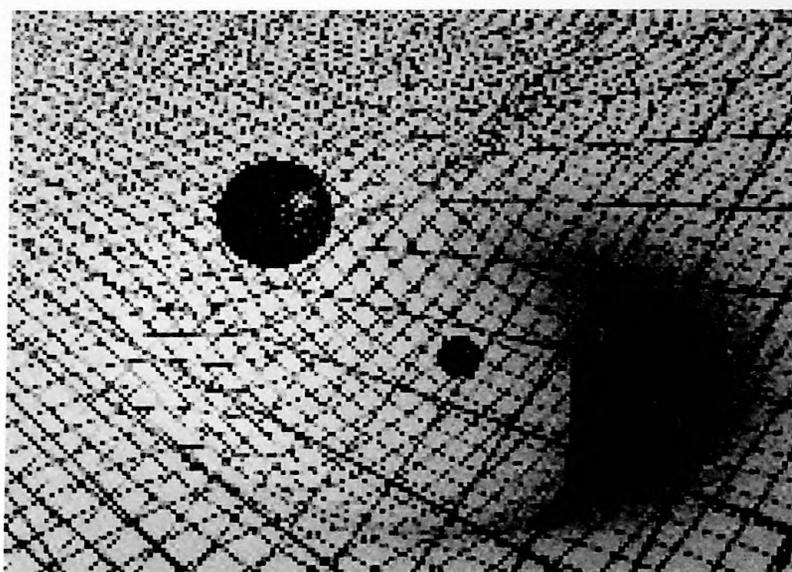
No século XX, a Relatividade e a Quântica, que formaram as duas grandes teorias físicas do modelo cosmogônico, puseram novamente em dúvida as certezas anteriores.

Em 1905, Albert Einstein (1879-1955), contrariando a invariância galileana dos intervalos temporais, que permitia tornar absoluta a noção de simultaneidade de eventos, apresentou novos fundamentos para regular a comparação de medidas obtidas por diferentes observadores, conferindo caráter invariante à razão, entre medidas de espaço e de tempo, definida pela velocidade de propagação da radiação luminosa.

No cenário clássico de um espaço tridimensional euclidiano, os corpos maciços, estáveis e impassíveis

coordenam-se pela ação instantânea, à distância, de forças mecânicas ao longo do transcurso de um tempo universal.

No âmbito da teoria da relatividade einsteiniana, as distinções entre tempo e espaço e entre corpo e movimento tornam-se fisicamente irrelevantes. Einstein estabelece a combinação entre as características de observadores sob aceleração, a interação gravitacional e a estrutura geométrica do espaço-tempo. A gravidade, como força, se mostra idêntica à curvatura do espaço-tempo, como geometria.



Curvas do espaço-tempo  
Fonte: Hawking, 2001, p.18

Newton separava a descrição do comportamento de um sistema físico qualquer em especificação da configuração do sistema numa certa ocasião, correspondendo à fixação de condições iniciais, e estabelecimento de relações de controle da sucessão de seus estados, definindo as leis de evolução.

Cada configuração pode ser entendida como consequência da justaposição de outras, visto que os processos físicos, caracterizados por equações lineares, podem ser descritos pela soma simples das partes elementares, em cada uma se mantém inalterada. Desse modo, estruturas simples exibem comportamentos simples, e os processos não-lineares acarretam uma concepção

diferente de sistema, envolvendo uma composição recorrente entre o todo e as partes. O todo serve como meio para o elemento agir sobre si mesmo. Foram as Teorias do Caos e da Complexidade que chamaram a atenção para o tema da imprevisibilidade, questionaram a previsibilidade da ciência e, com isso, provocaram abordagens mais abrangentes e universais sobre o mundo e sobre suas relações e sistemas.

A incorporação de novas formas de realização e de valores da estética e da concepção, dos comportamentos sociais, dos conceitos científicos contemporâneos e dos significados da comunicação, provocaram a experimentação e a pesquisa de possibilidades sobre a realização dos espaços virtuais e híbridos de Alta Tecnologia. Se a computação quântica, a epistemologia evolucionária e os conceitos de multiversos de conhecimento, o livre-arbítrio e o tempo são teorias unificadoras, podemos admitir que as forças que controlam o universo são as mesmas que nos influenciam, formando um mesmo quadro harmônico, caracterizado pela diversidade, pela ausência de ordem pré-estabelecida e pela imprevisibilidade.

Reconhecer que a ciência quântica absorve não somente a teoria da computação, mas o conhecimento, não envolve qualquer pretensão de admiti-la como fator absoluto, dominador das relações universais, já que isso seria produzir uma perspectiva estreita e reducionista.

As relações entre a física quântica e as teorias do conhecimento, da computação e da evolução, têm permitido explicações sobre a estrutura da realidade. A capacidade de memória, a energia efetiva e o número de ações são sempre ilimitados e por isso, capazes de reproduzirem qualquer ambiente fisicamente possível, ou mesmo certas entidades hipotéticas e abstratas com a exatidão desejada.

É admissível pensar que o processo de criação consiste em pensamentos incorporados de sabedoria, inspiração e valores absolutos, mas se o pensamento é a solução de

problemas e a solução dos problemas significa argumentos opostos, erros, refutações e retrocessos, também podemos admitir que, quando o processo de criação termina, tudo o que é compreensível pode ter sido entendido. A cada condição finita, corresponderá um conhecimento permeado de erros frustrador das certezas, ou seja, a criação só é possível pela formação de uma corrente contínua de conhecimento, mas jamais poderá ser uma condição final. A criação será sempre um começo subjetivamente eterno. O tempo será sempre infinito para realizar, experimentar e criar infinitamente mais, para um futuro infinito. As mudanças de concepção do universo são responsáveis por significativas e profundas transformações na ciência e na tecnologia. O universo newtoniano, apoiado nas *Leis Necessárias e Invariáveis*, só foi contestado no século XX, com a introdução da noção de acaso no funcionamento do universo e da *cosmologia relativista*. Ao contrário daquele, estes revelam um universo dinâmico e ativo. A não-linearidade, explorada pela teoria do caos, permite que minúsculas flutuações dos dados iniciais se acumulem e se amplifiquem até criar significativos efeitos globais como é o efeito *borboleta*.

Assim, os campos conceituais de *Totalidade*, *Complexidade* e *Individação* passaram a abranger a maior parte dos saberes atuais sobre a natureza, quanto à noção de *objeto complexo*. Com a *Teoria das Probabilidades*, a matemática deixou de ser a ciência das quantidades e passou a ser a ciência das relações. No Universo das Probabilidades, a ordem é o menos provável e o caos, o mais provável. Da mesma forma, a Física sofre dois abalos em 1927, com o *Princípio da Indeterminação* e a *Teoria da Relatividade*. Com o *Princípio da Indeterminação*, o físico alemão Werner Karl Heisenberg (1901-1976) postula que não se pode medir simultaneamente a posição e o momento (massa x velocidade) de um objeto, já que as exigências para uma medição colidem com as da outra, restando daí um objeto teoricamente indeterminado. Com a teoria da relatividade, Albert Einstein faz uma síntese da



Movimento do universo  
Fonte: Hawking, 2001, p.96

mecânica e da gravitação, descrevendo-a como uma curvatura do espaço, induzida pela presença de massas. Esse espaço-tempo curvo não admite a linha reta, mas curvas de comprimentos mínimos, chamadas geodésicas, e que correspondem às trajetórias mais curtas que podem ser percorridas para se ir de um ponto a outro.

Como o ser humano detesta a incerteza, a presença do erro e da indeterminação exigiu uma ciência que os analisasse e os corrigisse. É dessa tentativa de dominar a dúvida que nasce a *Cibernética*, cuja construção é iniciada em 1948, por Norbert Wiener (1894-1964), ao expor as suas concepções sobre comando e controle em seres vivos e máquinas. A cibernética trabalha com formas e possibilidades de comportamento e de modo algum se restringe à computação, pois penetram os campos da biologia, da astronomia, da arquitetura, da engenharia, da sociologia, da psicologia, e muitos outros, mas em cada caso o modo de abordar um problema é o mesmo.

Entre 1943 e 1953, a *Cibernética* lança as bases para a introdução da conceituação e do formalismo lógico-matemático nas ciências do cérebro e do sistema nervoso, passando a lógica matemática a ser a linguagem do raciocínio humano, o suporte da teoria geral dos sistemas e a razão da transformação da teoria da informação numa disciplina estatística. A primeira tentativa de se criar uma Ciência da Mente se efetivou com a cibernética e, dessa forma, conseguiu dar autonomia às Ciências da Cognição. Os comportamentos intencionais são o seu objeto. A cibernética não representa apenas o mundo, mas o sistema de representações. Enfatiza a representação e a simulação, tornando-as um modo do conhecimento.

A realidade quântica não exhibe objetos com atributos continuamente estáveis e definidos. Na perspectiva quântica, os objetos elementares só possuirão propriedades definidas após os procedimentos experimentais. A teoria quântica foi motivada por uma inconsistência entre as teorias clássicas sobre a estrutura da matéria e a natureza da luz e procura explicar a variedade qualitativa em termos

de variações de quantidades. A partir daí, para as ciências físicas, a noção de *real* se desdobrou em *realidade existente* e *pré-realidade potencial*. No que diz respeito à realidade existente, as regras matemáticas determinam apenas o possível. A compreensão e o desenvolvimento do raciocínio cibernético só é possível pelo domínio das noções de Entropia, Retroalimentação e Homeostase. O conceito de *entropia* afirma que tudo no universo tende naturalmente à desorganização, admitindo-a como uma organização desconhecida. Homologamente, pode-se pensar a tecnologia traz em si a própria negação da tecnologia. Esse é fator de progresso. É na ordem universal que se realiza a possibilidade da desordem, é na vida que se realiza a possibilidade de concretização da morte, ou seja, aquilo que se exprime, que se revela como ser só pode fazê-lo porque traz em si o seu negativo, o não-ser. A realidade é uma síntese de opostos.

Os ciberneticistas acreditam que os processos de regulação e de comando cibernéticos sejam possibilitados pela retroalimentação. Esse processo se desencadeia automaticamente após uma perturbação, provocando uma ação corretiva em sentido contrário. Foi o desenvolvimento científico da idéia de retroalimentação que acabou permitindo que Wiener, Rosenblueth e Bigelow desenvolvessem os primeiros projetos de máquinas com comportamento finalista, como é, afinal, o do homem.

As máquinas simuladoras de inteligência humana foram concebidas para provocar processos de entropia decrescente num mundo em que a entropia geral tende a aumentar. Assim, os mecanismo de retroação, que permitem a homeostase, operam o atraso e o ganho. O *atraso* é o intervalo de tempo que escoar entre o efeito da perturbação e o momento em que o mecanismo completa sua ação corretiva. O *ganho* é o valor da ação corretiva.

Um sistema é homeostático se é capaz de manter algumas de suas variáveis dentro de certos limites especificáveis. A relação entre entropia e homeostase é a de desorganização e reorganização. Se há a tendência

entrópica à desordem, há também a necessidade da homeostase reequilibradora. O princípio de realidade extrai a sua qualidade positiva da capacidade de suportar a carga, avaliando o direcionamento de sua liberação. Quanto mais pudermos suportar uma carga, mais poderemos avaliar as circunstâncias e o momento mais adequado para descarregar. Uma carga maior do que suporta um corpo moldado pela disciplina, não o destrói, mas retroage sobre a ação que empreende e alimenta o seu movimento, o que também está relacionado com a produção do prazer ou do desprazer, fixados segundo um jogo de carga e de descarga. Da mesma forma, o princípio do prazer tem como fundamento a homeostase, ou seja, a possibilidade de descarregar um acúmulo de energia numa operação que restabeleça o equilíbrio energético do corpo. Um princípio de carga no intervalo entre o corpo e o psiquismo, chamado pulsão, sustenta a positividade da homeostase, gerando a sua metaestabilidade

De modo diverso dos processos físicos, caracterizados por equações lineares, que podem ser descritos pela soma simples de partes elementares, os não-lineares acarretam uma concepção diferente de sistema, envolvendo uma composição recorrente entre o todo e a parte. Na *ciência quântica*, desenvolvida durante as primeiras décadas do século 20 para descrever o comportamento de moléculas, átomos e partículas subatômicas, os objetos não exibem atributos continuamente estáveis e definidos. A necessidade de identificação dessa realidade tem estimulado a ciência a perseguir a teoria única. Nesse esforço para chegar à *Teoria de Tudo*, também Albert Einstein tentou unificar as forças gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca, mas a esperança da *teoria única* só foi reavivada com a unificação, por Steven Weinberg (1933), do eletromagnetismo com a força nuclear fraca, e mais recentemente com a *teoria das supercordas*. Nesse processo, as relações estabelecidas entre a física quântica e as teorias do conhecimento, da computação e da

evolução, têm permitido explicações significativas sobre a estrutura da realidade.

Numa condição de representação eletrônica de ocupação real de um espaço, alimentando percepções de transformação espacial, os ambientes arquitetônicos, dinâmicos ou estáticos sempre envolvem recursos de navegação e de extensões digitais do operador, oferecendo a percepção pelo seu movimento dentro de um espaço virtual estático. Essa é uma das inovações importantes do ambiente virtual e, ao mesmo tempo, a razão das preocupações e dilemas pela constatação das diferenças, tanto entre as representações impressas do espaço virtual e os ambientes eletrônicos, como entre as percepções de espaço, tempo e movimento. A forma, na realidade, tanto é espaço quanto é tempo.

Pelo conceito de tempo quântico, o *momento presente* único só existe subjetivamente. Existir em determinado momento significa existir ali para sempre, no entanto, a nossa consciência existe em todos os nossos momentos, o que quer dizer, objetivamente, que o presente não existe. A sensação do tempo fluindo é o sentimento das diferenças entre as percepções presentes e as lembranças presentes de percepções passadas. Se o presente parece estar se movendo no tempo é porque a nossa consciência está se movendo através dos momentos, pois a consciência humana percebe a transparência entre as relações absolutas e permanentes e as formas transitórias e mutáveis do mundo real. O desenvolvimento simultâneo do espaço e do tempo torna inevitável a instabilidade e o equilíbrio frágil que penetrarão o comportamento do espaço, tornando-o física e metafisicamente carregado de mudança e transformação. A expressão *espaço virtual* tem origem no termo *cyberspace*. A associação do termo *cyber*, entendido como significado de processador de computador, ao termo *space*, significando espaço, compõe a idéia de representação digital da realidade. Esse é um significado verdadeiro, se estabelecermos uma referência real, no entanto, se a referência for virtual, esse significado é

completamente enganoso. Os ambientes cibernéticos oferecem o potencial para a interação, criando oportunidades para representações tão diversas quanto as idéias geradoras e as especulações de suas propriedades formais, procurando alcançar um ponto absoluto de conciliação do espaço imaginado com a realidade. A espacialidade é a substância da essência do espaço virtual.

O rápido desenvolvimento do poder do computador e, com ele, o dos *softwares* e do desempenho gráfico, passou a exigir habilidades híbridas de programação e sensibilidade para projetar. Essas novas habilidades, exigidas para gerar os ambientes digitais, obriga o usuário a ser participante e interativo, abandonando a sua posição de espectador passivo.

O movimento do usuário interativo no espaço virtual, por exemplo, envolve recursos de navegação e navegantes que são as extensões ou agentes digitais do usuário físico, de quem são exigidas habilidades híbridas de programação e sensibilidade e não é permitida uma posição de espectador passivo. Esta talvez seja a inovação mais importante no ambiente do espaço virtual, mas também a munição para seus dilemas, como são a diferença entre as representações do espaço virtual e dos ambientes eletrônicos, a percepção do espaço pelo movimento aparente do cibernauta dentro de um espaço virtual estático. Como fenômeno, é apenas a representação eletrônica de ocupação real de um espaço e pode ser usado para gerar percepções de transformação em torno do cibernauta. Assim, ao computador, podemos reconhecer a capacidade de produzir híbridos de natureza, cultura e artifício, expressando os entrecruzamentos da Modernidade e da Contemporaneidade.

Com a evolução da cibernética e da computação, surge a possibilidade do desenvolvimento da Inteligência Artificial, que começa com a criação de autômatos como sistemas sensíveis à realidade externa e capazes de incorporarem uma auto-organização parcial. O rápido desenvolvimento desses processos provoca, no final do século XX, o deslumbramento do ser humano pela

capacidade de resolução e rapidez de execução das máquinas, levando um número cada vez maior de responsáveis por setores fundamentais das atividades humanas a transferirem para elas as decisões importantes. A expectativa, agora, é que, em breve, o homem possa com a nanotecnologia, criar robôs microscópicos com vontade própria. Para os mais temerosos e principalmente para os apocalípticos, robôs capazes de construir, átomo por átomo, o que quiserem, poderá significar a perda de controle sobre as ações e as decisões e, com isso, o fim da humanidade.

Pelo cálculo do professor Marcelo Gleiser, se a cada segundo um nanorrobô, formado por 1 bilhão de átomos, manipular outro bilhão de átomos, construindo uma cópia de si mesmo, em 60 segundos, um exército de cerca de um bilhão de bilhões de nanorrobôs poderá ser criado, o que rapidamente tornaria o homem obsoleto. Apesar da ameaça, provavelmente, não há razão para preocupações. Uma dessas, mais do que comuns, falhas de softwares será suficiente para evitar tal tragédia.

As profundas mudanças de ritmo no mundo contemporâneo passaram a exigir decisões e operações rápidas. A realidade dos homens, carregada da força entrópica de desorganização, encontrou na automação a possibilidade de aperfeiçoamento da vida social. A automação possibilita pensar no fim de um ciclo, no qual o trabalho humano era indispensável à sobrevivência. As novas condições e necessidades que expressam os entrecruzamentos da Modernidade e da Contemporaneidade de híbridos de natureza, cultura e artifício, torna-se possível com o desenvolvimento do computador. Por sua vez, como evolução desse processo, a criação de autômatos, como sistemas sensíveis à realidade externa e capazes de incorporar uma auto-organização parcial, vai dar suporte para o desenvolvimento da Inteligência Artificial. A máquina, para ser definida como inteligente, deve transformar-se e aproveitar seus acertos e erros para modificar sua capacidade cognitiva, num

verdadeiro processo de entropia, retroação e homeostase. O uso crescente desses recursos, como signo e principal operador, por criar novos modos de conhecimento e formas de regulação social, provocou reações, acusando os novos recursos e em particular o computador, de serem instrumentos de desintegração do universo poético do homem. Na verdade, os computadores são inofensivos. O medo que temos é do ser humano, pelo uso que faz dos recursos que dispõe. Se o homem se atrever a passar para a máquina as decisões de sua responsabilidade acabará como maior vítima das conseqüências dessa atitude.

A previsão de Ray Kurzweil, publicada em *A Inteligência Artificial*, é que, nos próximos 100 anos, tenhamos um progresso equivalente ao dos últimos 20 milênios. Nos próximos trinta anos, o computador poderá ter a capacidade do cérebro humano e, em sessenta, a de todos os cérebros humanos somados. Em cem anos, um *chip* pode ter uma capacidade de um bilhão de vezes maior que a de todos os cérebros humanos. Se levarmos em consideração que, atualmente, os cientistas e os especialistas conhecem apenas 10%, se tanto, do funcionamento do cérebro humano, essas previsões podem ser entendidas como exageradas. No entanto, é provável que, nos próximos anos, se possa passar todas as tarefas complicadas para as máquinas, e a partir daí, poderemos correr o risco de ficar à mercê delas. Com robôs inteligentes e auto-replicáveis ou não, a questão principal e de real prejuízo é que o deslumbramento do ser humano pela capacidade de resolução e rapidez de execução das máquinas tem levado um número, cada vez maior, de setores fundamentais das atividades humanas a transferirem para elas as decisões importantes.

Qualquer ação pode ser decidida e desempenhada por um computador operado irresponsavelmente por qualquer indivíduo, treinado para operar os mais sofisticados programas de *estupidez artificial*. Estranhamente, nos mediocrizamos para que os computadores possam parecer inteligentes. Fascinados com *inteligência artificial*,

acabamos aceitando decisões, mesmo que estúpidas, acreditando estarmos nos livrando de responsabilidades posteriores, já que as atitudes foram tomadas pelo computador. Assim, imagina-se que não haverá culpados dos possíveis erros, mas esquecemos ou não percebemos, que dessa forma se torna extremamente fácil transformar uma tecnocracia medíocre em uma arma poderosa, capaz de submeter o ser humano. Não é por acaso que hoje somos reféns do sistema financeiro, da propaganda, da mídia e dos monopólios particulares.

Apesar disso, não precisamos ser apocalípticos, mesmo que as máquinas continuem aumentando a sua capacidade de operação numa razão exponencial, os *softwares* avançarão num ritmo bem mais lento. Quanto mais sofisticadas as máquinas, mais complexas as operações e, portanto, maiores as chances dos programas não funcionarem, pois os softwares são rígidos e, se alguma coisa dá errado, esses apenas exibem a mensagem de erro.

Apesar de tudo, e ao contrário das máquinas, os humanos ainda são dotados de bom senso e, por isso, capazes de procurar soluções não programadas. As máquinas superaram as expectativas quanto ao poder de cálculo e à capacidade operacional, mas são incapazes de qualquer sentimento e, portanto, criatividade.

Hoje, encontramos sistemas de computadores denominados de *inteligência artificial* em toda parte, seja controlando vôos aéreos, seja operando eletrodomésticos, controlando o tráfego ou conferindo assinaturas. São máquinas extremamente especializadas, precisas, constantes, mas totalmente inflexíveis. Podemos imaginar o caos que o computador que controla os eletrodomésticos causaria se substituísse a máquina controladora de tráfego. Inteligência é bem mais do que fazer cálculos com rapidez, o que nos faz imaginar que ainda deve faltar muito até que as máquinas aprendam a ter sentimentos e percepção.

## Espaço Virtual

Com as novas referências científicas, as separações radicais do espaço, da matéria e dos materiais não são mais entendidas como os limites das suas formas, que por sua aparência simulam a transparência, a espessura, o volume e as quantidades. Pelas comutações e acessos imperceptíveis, tornaram-se passagens obrigatórias para as atividades, trocas e transferências constantes e incessantes entre os meios e as substâncias.

A televisão e o computador, ao permitirem a presença dos antípodas pelo confinamento simultâneo de tudo num só lugar, destruíram o conceito de espaço, entendido até agora como condição que impede que tudo esteja no mesmo lugar. A localização, o relevo e as distâncias de tempo, foram eliminados, achatando e intercambiando as condições, as situações e os fatos.

A essa condição se junta a velocidade como grandeza aquém de toda medida, tanto de tempo como de lugar, abolindo a noção de dimensão física. A aceleração das telecomunicações gerou um novo tipo de concentração, transformando os limites dos locais, de obstáculos físicos permanentes, em interrupções de emissão. A organização do espaço geográfico deixou de ser uma estrutura a partir da geometria, da demarcação, para refletir a organização do tempo que se faz a partir da duração técnica, na qual os cortes e as interrupções momentâneas substituem a grade das cercas.

A mudança da noção de dimensão, como mudança do conceito do espaço homogêneo, acabou agindo em benefício do espaço acidental e heterogêneo, em que as partes novamente se tornaram essenciais com a desintegração das figuras que favorecem as transfigurações. As transparências tomaram o lugar das aparências e a profundidade das perspectivas clássicas foi substituída pela profundidade do tempo. Transmutaram-se as representações das imagens. Às formas e os volumes que

persistiram na duração dos seus suportes materiais sucederam-se as imagens, cuja duração é a do tempo da persistência retiniana.

Ao longo da evolução científica, tem sido possível a avaliação cada vez mais precisa das distâncias, das extensões e das durações. Hoje, vivemos a supremacia da luz, procurando, com exigência e precisão cada vez maiores, medir a sua velocidade de propagação, para identificar a forma e a imagem de um meio natural em que as extensões do espaço e as distâncias do tempo são fundidas e confundidas em representações digitais que não permitem a observação direta nem a visualização ótica.

O espaço e o tempo da representação deixou de ser o das dimensões físicas da geometria. A profundidade não é mais a distância do horizonte visual, nem a do ponto de fuga da perspectiva, mas a da velocidade que substitui toda extensão e profundidade. O sol e o raio luminoso tornaram-se as grandes referências. O *ponto luminoso*, nas novas representações, não só sucede o *ponto de fuga* das perspectivas, como se torna o ponto de fuga da velocidade da luz e sua aceleração passa a dimensionar os espaços infinitos.

As ciências sempre estudaram a terra, a matéria e os corpos físicos, exercendo influência sobre as técnicas. As ciências contemporâneas estudam o acidente energético e de transferência.

Precisamos abandonar a lógica de nosso raciocínio, certezas e ilusões relacionadas com as dimensões físicas e considerar o *acidente* como absoluto e necessário. Nesse sentido, toda a *substância* é relativa e contingente, em que a *catástrofe* não é uma deformação mas uma formação acidental despercebida, e o *movimento* com sua *aceleração* não é um deslocamento mas um *assentamento*, sem lugar preciso ou localização.

Uma vez que as partículas de matéria ou de luz não são mais localizáveis no quadro do espaço-tempo, podemos constatar uma inversão radical, em que o espaço e o tempo deixam de ser noções estatísticas que podem nos

permitir descrever as propriedades das entidades elementares das partículas, e passam a ser as médias estatísticas realizadas a partir das manifestações das entidades elementares que uma teoria deve poder isolar dentro dos limites de nossas percepções macroscópicas que formam o espaço e o tempo. Se considerarmos o quadro contínuo constituído por nosso espaço-tempo como construído pela incerteza de Heisenberg, então a continuidade macroscópica resulta de uma avaliação efetuada sobre elementos descontínuos afetados pela incerteza. Desta forma, o espaço e o tempo não seriam nada além de realidades estatísticas macroscópicas e o *quantum*, como entidade física indivisível e descontínua, passa a constituir a realidade última.

A crise das dimensões físicas não é mais do que a crise do determinismo que afeta hoje o conjunto das representações e dos significados.

O desequilíbrio entre a informação direta dos sentidos e a informação mediatizada das tecnologias avançadas é tão grande que transferimos nossos julgamentos de valor, e a medida das coisas e dos objetos para a sua imagem, assim como dos episódios para a tendência estatística, aceitando o risco tecnológico do delírio da interpretação.

A dimensão está relacionada com o grau de resolução da forma e da imagem geométrica ou matemática, e com a sua velocidade, com seu o valor de mediação dimensional, transformando-se de acordo com o progresso da velocidade de configuração dos meios de comunicação da dimensão. Medir é deslocar-se para tomar medidas e deslocar o objeto em sua representação. Assim, dimensionar é criar uma defasagem em relação ao observador. É o observador que produz a medida no instante em que se desloca.

Assistimos ao desaparecimento das distâncias como espaço e, com o avanço das tecnologias de ponta, estamos assistindo ao desaparecimento da distância do tempo. Não é mais o tempo de passagem o padrão para o

espaço percorrido, mas a distância-velocidade, tornada dimensão privilegiada, tanto do espaço quanto do tempo. A luz da velocidade ilumina a matéria, no momento em que lhes dá uma representação, mas uma representação em que o espaço e o tempo perderam a sua importância prática para dar lugar à transparência e à profundidade em que a luz adquire a condição de matéria-prima.

Uma vez que as superfícies são interfaces tornadas visíveis pelo efeito da emissão luminosa e a nitidez de percepção ocular é inversamente proporcional à rapidez de passagem do objeto observado, podemos concluir que o que pode ser visto no campo perceptivo está relacionado aos fenômenos de aceleração e de desaceleração identificados com as intensidades de iluminação, pois se a velocidade é a luz, toda a luz, então a aparência é o que se move, e as aparências são transparências momentâneas e enganosas, dimensões do espaço que não passam de aparições fugitivas, assim como as figuras, os objetos percebidos no instante do olhar. (Virilio, 1993)

O que chamamos de espaço é uma duração cujo padrão é o tempo contínuo sem dimensões físicas, em que a ação energética e o ponto da observação cinemática tornam-se as referências da realidade. Isso significa que, apenas o ponto, por ser a realidade última, resiste à suspensão das dimensões físicas e jamais se desintegra.

Podemos então concluir que, se as dimensões físicas podem ser consideradas como interrupções numa continuidade, também a ausência de consciência (interrupção picnolética) é uma condição particular da dimensão de tempo.

Sendo verdadeira essa condição, a aceleração e a desaceleração, como movimento do movimento, são as verdadeiras dimensões do espaço-velocidade e polidimensional, que não pode mais ser definido como substancial e extensivo, com volume, massa, densidade, extensão e superfície, mas como acidental e intensivo, medido em mudanças de velocidade, instantaneamente transformadas em mudanças de luz e de representação.

Na física contemporânea, a substância da luz passou a ser tratada como material e as representações e configurações interpretadas como *interrupções* das seqüências de projeção da *luz da velocidade* nos campos da ação e da percepção, em que a ação não está mais separada de sua representação, assim como as noções de *grandeza da velocidade e profundidade de tempo*, tornando possível a simultaneidade das situações.

É a velocidade que dá forma às imagens. Assim, se a velocidade representa o espaço entre limites, a característica redutora das representações vai se expressar no efeito de real da aceleração. É um efeito de ótica da velocidade *metabólica*, no caso das imagens mentais e oculares, e da velocidade *tecnológica* no caso das formas e imagens da representação ótica e ótico-eletrônica, e das imagens virtuais. Da mesma forma que se passou a admitir a equivalência das extensões e das velocidades, também devemos aceitar a mudança das noções de superfície, de limitação e de separação, dando lugar às noções de *interface*, *comutação*, *intermitência* e *interrupção*.

Atualmente, a representação se estende para o além do real, para além das aparências perceptivas e dos quadros conceituais tradicionais, a ponto de não se poder mais fazer uma distinção válida de diferença de natureza entre os objetos e as figuras.

O *endocolonialismo* pós-industrial que sucedeu o *exocolonialismo* dos Impérios centrais da era industrial resultou da desindustrialização, do progresso da automação, do declínio da força de trabalho e das capacidades interativas e instantâneas das tecnologias que no final do século XX passaram a privilegiar a *intensividade* em vez da *extensividade*.

Com a *telelocalização*, os privilégios hierárquicos dos centros sobre as periferias e o *radioconcentrismo* das comunicações horizontais e do adensamento vertical deram lugar a uma configuração morfológica não aparente, expressa em ambientes eletrônicos, com a excentricidade desdobrada de periferias sem fim, que

favoreceram o *confinamento interativo* da *teleconcentração*. Assim, admitindo que todo o sistema interativo supõe um confinamento, uma inércia e diversos graus de liberdade, a autonomia e a independência condicional passaram a formar uma *entidade extraterritorial interna*, que aboliu a *cidade industrial e sedentária*.

A *descentralização* assinala o fim da unidade de lugar e a substitui pela *unidade de tempo*, numa cronopolítica da intensividade, da interatividade e da tecnicidade, fazendo a arquitetura de sistemas substituir definitivamente os sistemas da arquitetura e do urbanismo contemporâneos. Aos ambientes basta a *forma-imagem* sem dimensão, promovendo a abstração geométrica do espaço geomorfológico. A extensão mensurável não está mais em lugar algum.

Diante da revisão da ótica geométrica dos raios luminosos pela ótica ondulatória da radiação eletromagnética das partículas que possibilitam a visão e a audição, assistimos ao surgimento da transparência das aparências transmitidas instantaneamente à distância, que completam a transparência natural da atmosfera terrestre, ocasionando ao mesmo tempo uma espécie de duplicação estereoscópica das aparências sensíveis, da representação do mundo e, indiretamente, da própria estética.

À estética das figuras, que se definem no horizonte aparente das unidades de tempo e de lugar da perspectiva clássica, acrescenta-se a estética das figuras sobre o horizonte ausente de uma tela catódica em que a unidade de tempo predomina sobre a do lugar. Conseqüentemente, a transparência direta do espaço, que permite a cada um de nós perceber os objetos imediatos, é completada pela transparência indireta do tempo da velocidade das ondas eletromagnéticas que permitem não só a *tele-visão* e a *tele-audição*, como também, no futuro, a *tele-ação* em comum.

Questionamos a característica estereoscópica, não só do relevo das aparências e da terceira dimensão espacial, mas sobretudo da quarta dimensão.

Questionamos o relevo temporal gerado pelo desdobramento entre as proximidades espacial e temporal, de um mundo exposto à amplificação eletro-ótica de sua profundidade de campo.

A noção de distância deu lugar à noção de uma potência de emissão instantânea e a ótica ondulatória alcança uma flutuação das aparências na qual a distância não é mais a profundidade da presença, mas somente a sua intermitência. Com o intervalo de espaço e o intervalo de tempo tendo cedido lugar ao intervalo da velocidade-luz, os problemas colocados pela digitalização dos sinais passou a permitir a sua efetiva apresentação ao invés da representação da realidade sensível.

Há uma dimensão oculta da revolução das comunicações que afeta a duração, do tempo vivido. Coloca-se a problemática da amplitude residual da extensão do mundo, diante da superpotência dos meios de comunicação e telecomunicação. Por um lado, a velocidade das ondas eletromagnéticas e, por outro, a redução da extensão da superfície geofísica pelo efeito dos transportes subsônicos, supersônicos e, em breve, hipersônicos.

Historicamente, de um lado está o nômade das origens, para quem predomina o trajeto, e de outro, está o sedentário, para quem prevalece o sujeito e o objeto. O nomadismo amplifica diante das tecnologias de telecomando e telepresença à distância, para alcançar em breve um estado de sedentarismo último, em que o controle do meio ambiente em tempo real prevalecerá sobre a organização do espaço real do território. O distante se sobrepõe ao próximo. É a sedentarização final e definitiva, consequência do advento de um terceiro e último horizonte de visibilidade indireta, o horizonte da transparência, fruto das telecomunicações, produtoras e promotoras das sociedades ao vivo, sem futuro e sem passado, apenas presente ou telepresente em todo o mundo. É a construção da história sem a narrativa do trajeto, sem interpretação, sem crítica, e sem memória. A *metacidade teletópica* se

reconstituiu em torno da tela e do intervalo horário, sem prazo, sem relevo, sem volume, sem tamanho natural, sem parâmetro. A interface é o intervalo em que os objetos percebidos perdem seu peso e sua densidade.

Com o declínio dos volumes e da extensão das paisagens, a realidade torna-se seqüencial, o desfilar cinemático se sobrepõe à estática e à resistência dos materiais. O tempo linear e as técnicas da fotossensibilidade trouxeram um tempo de exposição. O tempo da tomada de imagens é o tempo-luz.

A tela das transmissões televisivas em tempo real é um filtro que só deixa entrever o presente e não se inscreve no tempo cronológico de *passado, presente e futuro*, mas no tempo cronoscópico da *subexposição, da exposição e da superexposição*.

A parada do tempo, na interseção das linhas de fuga da geometria perspectiva, na instantaneidade fotográfica e no instante real da transmissão televisiva ao vivo nos mostra o relevo como o efeito da imperceptível fixação do presente, da *interrupção picnoléptica*, pela ausência infinitesimal da consciência.

A organização do novo horizonte depende dessa parada do tempo, própria do ponto de fuga. A reorganização das aparências e o surgimento de um horizonte de visibilidade, constituído pela transparência das aparências transmitidas instantaneamente à distância, só podem se realizar pela superação da restrição originada na força da gravidade. Ao contrário da perspectiva do espaço real da geometria, a perspectiva do tempo real não é restrita pela gravidade terrestre, funda-se sobre a própria velocidade da luz. A tela possui propriedades óticas e geométricas. A constituição de sua informação videoscópica depende da aceleração, que precisa vencer a força da gravidade, interrompida apenas no instante presente, imperceptivelmente, pela ausência picnoléptica que preserva o observador da alucinação de uma seqüência sem fim.

Não há ponto fixo no espaço, mas somente a inércia do instante real que dá forma ao presente, com duração psicológica e sem a qual não existe a apreensão do mundo.

A imperceptível parada do tempo na interseção das linhas de fuga da perspectiva cedeu lugar a uma imperceptível retenção de sua extensão e de sua diversidade.

A velocidade dos novos meios tornou-se o vácuo que não depende do intervalo entre os lugares e as coisas, mas da interface da transmissão instantânea das aparências distantes, da retenção geográfica e geométrica sem volume e sem relevo.

## Arquitetura Evolucionária

Na origem e entre as influências dos novos comportamentos e transformações na arquitetura, no final do século XX, estão o construtivismo russo do início do século XX e as novas correntes da filosofia. Como reação ao modernismo e ao pós-modernismo, tornaram-se a expressão do repúdio à visão estreita, limitada e determinista do pensamento racionalista e formalista. Dessas condições surgem novas utopias, nas quais são visíveis as influências das teorias científicas e do desenvolvimento tecnológico e que vão gerar uma arquitetura evolucionária que expõe os conflitos escondidos nos comportamentos tradicionalistas, explora a sua debilidade, localiza seus dilemas e questiona as suas formas. Esses novos comportamentos na arquitetura não definem um estilo nem representam um movimento e, por isso, não têm regras de cumprimento obrigatório ou inevitável. Da mesma forma que na natureza, cuja essência procura-se entender, não há limites claros, nem formas definidas. Sua realização reflete relações e comportamentos da época que vivemos, representados na confluência de enfoques e propostas, pela conjugação de interpretações relacionadas.

Seus conceitos de beleza são inspirados na disposição harmoniosa da ordem e da desordem, a exemplo das formas naturais, em cujo significado acreditam estar a chave para a essência das coisas.

As formas primárias são interpretadas como não sendo humanas, por não se harmonizarem com a organização da natureza ou com a percepção humana. As nuvens não são esferas e as montanhas não são cones. Na sua essência, o universo, irregular e áspero, fragmentado, deformado, emaranhado, e entrelaçado, com reentrâncias e depressões, exhibe com extrema regularidade as suas irregularidades.

Essa complexidade da natureza não é aleatória ou obra do acaso. As irregularidades são mais do que

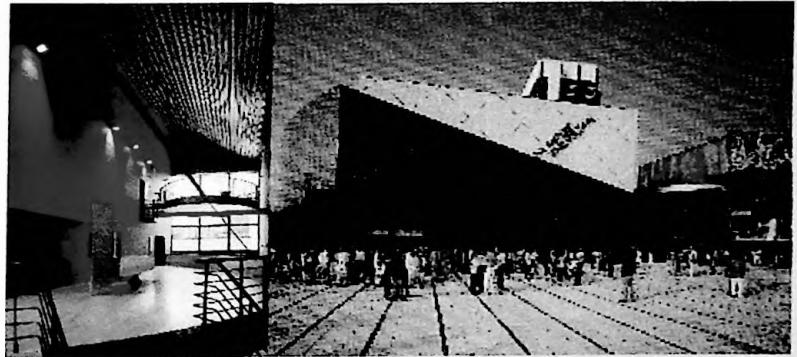
imperfeições deformadoras das formas clássicas da geometria euclídiana. A geometria não é uma estética formal, mas uma condição de harmonia que admite o conflito entre formas puras. É nesse sentido que se desenvolve dentro das formas, naturais ou não, alterando-as a partir do seu interior, libertando-se das restrições deterministas através de processos de ruptura, deslocação, deflexão, desvio e distorção. Estes, no entanto, ao contrário do que muitas vezes, autores de estratégias puramente formalistas ou figurativas querem fazer crer, jamais têm o significado de demolição, desmontagem, decadência, decomposição ou desintegração, porque a arquitetura não é o resultado de fraturas, cortes, fragmentações ou perfurações. As suas expressões sempre serão estruturadoras dos valores da harmonia, da unidade e da estabilidade. Explorar as estruturas orgânicas não admite as condições de deterioração como referência de inspiração para expressões de confusão, disjunção ou desordem, tentando alegar originalidade formal ou espacial. Nesse sentido, tanto os dogmas deterministas, quanto os exercícios formalistas de muitos autores contemporâneos, são estranhos à tradução da realidade.

Os protagonistas dos novos comportamentos na arquitetura procedem de diferentes tendências, mas, em comum, podemos perceber o abandono da ortogonalidade, a rotação das formas geométricas, a decomposição das estruturas até o caos aparente e a absoluta convicção de que *a forma segue a fantasia*. No desenvolvimento desses conceitos, não podemos ignorar o trabalho da Architectural Association de Londres. Arquitetos como Rem Koolhaas, Peter Eisenman, Bernard Tschumi, Daniel Libeskind, Zaha Hadid, Günter Behnisch, Frank Gehry e grupos como Coop Himmelblau e Morphosis tiveram papel destacado na realização das novas expressões.

O arquiteto holandês Rem Koolhaas, apesar de sua arquitetura ser menos radical que a de Zaha Hadid ou a de Coop Himmelblau, também foi aluno da Architectural Association. Quando se mudou para os Estados Unidos,

fundou em 1975, em Nova Iorque, junto com Eli e Zoe Zenghelis, o grupo OMA (Office for Metropolitan Architecture), que, inicialmente desenvolveu projetos bastante surrealistas como o Hotel Sphinx, em Nova Iorque. Nos anos de 1977 a 1979, o grupo contou com a participação de Zaha Hadid. A partir de 1980, concentraram-se na Europa, na cidade de Roterdã, e a eles se juntou Stefano Martino.

No regresso à Europa, os trabalhos de Rem Koolhaas tornaram-se mais convencionais. Graças à popularidade adquirida por projetos não realizados, mas muitas vezes publicados, pôde realizar o Danstheater, em Haya (1984-1987), concebido para representações de balé.

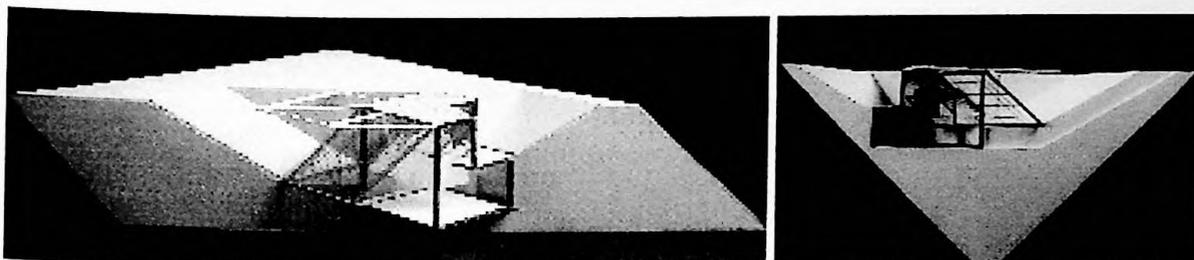


Danstheater (1984-1987)  
Rem Koolhaas  
Fontes: Amsonleit, 1990, p.100  
Architectural Design, 1989, p.39

Nesse projeto, a cobertura ondulada, o café cônico e o teatro pintado de forma abstrata formam um conjunto de corpos que lembram os anos 1950.

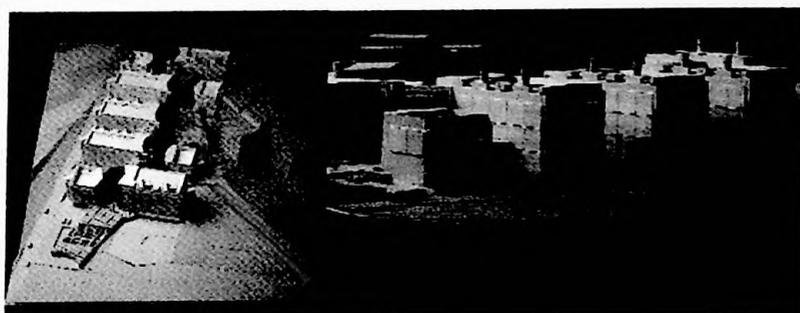
No projeto Boompjes (1982), entre o rio Maas e o canal em Roterdã, Koolhaas ressalta a influência de Jakob Tschernikov. Outra característica desse projeto é um bloco de residências com corpos oblíquos visualmente desestabilizados. Koolhaas volta a empregar a solução de um edifício aparentemente desequilibrado, no projeto dos edifícios de administração no Churchill Plein, em Roterdã (1984), formado por dois prismas, em que uma das paredes é oblíqua.

Seguindo conceitos semelhantes, Peter Eisenman que fazia, em 1969, experiências com módulos deslocados e com a decomposição das partes elementares da construção. Posteriormente aprofundou-se nessas experiências e abandonou os sistemas ortogonais. Em 1980, a casa El even Odd já apresentava um aspecto bastante incomum e inovador. Eisenman também empregou dois sistemas de orientação que se perfuram de forma tridimensional.



El even Odd (1980)  
Peter Eisenman  
Fontes: The Master Architects, 1995: p.55, 56

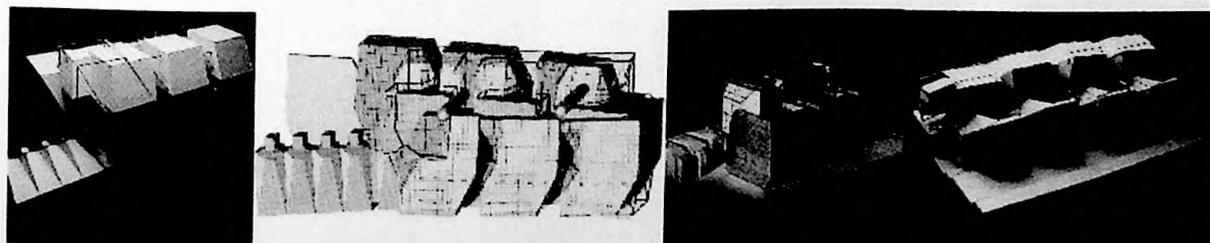
No projeto para o concurso do Bio-Zentrum, da Universidade de Frankfurt, em 1987, aproveitou as circunstâncias do lugar para desenvolver seus sistemas, criando fragmentos nas intersecções dos módulos dos laboratórios, como se resultassem de um choque.



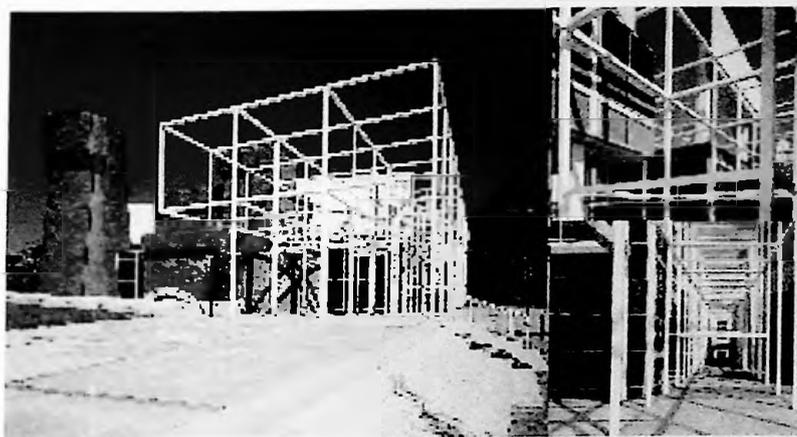
Bio-Zentrum (1980)  
Peter Eisenman  
Fontes: Architectural Design, 1989: p.49  
The Master Architects, 1995: p.96

No projeto para o edifício Carnegie-Mellon, do Instituto de Investigação de Pittsburgh, em 1988, criou sistemas de retículas deformadas, com recortes e a decomposição dos corpos.

Carnegie-Mellon (1987-1989)  
Peter Eisenman  
Fontes: Architectural Design, 1989: p.55  
The Master Architects, 1995: p.129



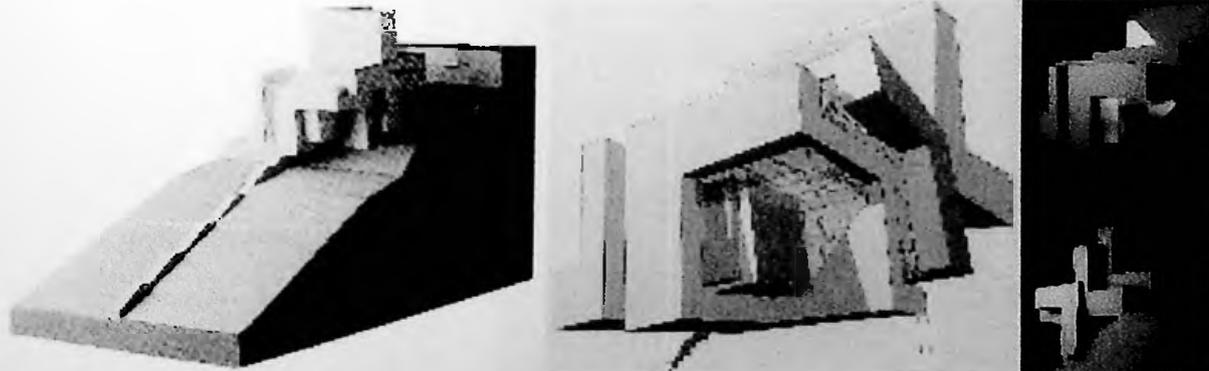
No novo Centro Wexner para Artes Plásticas, da Universidade de Ohio, em 1990, foram adotados módulos espaciais cúbicos perfurados em diferentes ângulos. Nesse projeto, os edifícios existentes comunicam-se com o conjunto reticular, formado por perfis de aço branco, que formam um ângulo oblíquo com os novos sistemas. Um arsenal existente foi integrado à nova instalação e suas formas, torcidas e invertidas, passaram a ter um novo uso.



Wexner Center (1983-1989)  
Peter Eisenman  
Fonte: The Master Architects, 1995: p.112; 115

No projeto para a Casa Guardiola (1988), em Santa Maria del Mar, em Cádiz, Eisenman gira cada um dos corpos não só horizontalmente, mas também verticalmente. Disso resultam dois novos sistemas, oblíquo e horizontal, que se intersectam.

Casa Guardiola (1988)  
Peter Eisenman  
Fontes: Architectural Design, 1989: p.57  
The Master Architects, 1995: p.130; 135

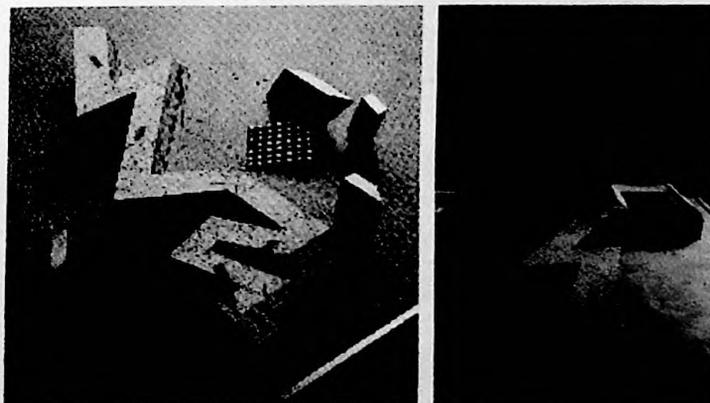


Também Bernard Tschumi, pelo contato com a vanguarda dos anos setenta, na *Architectural Association*, onde foi professor, também sofreu influência dos construtivistas russos. Menos emocional que Zaha Hadid, seus processos são uma mistura de racionalidade e jogos de fantasia com elementos construtivistas, como demonstrou no projeto para o Parque de La Villette, cujo concurso ganhou, em 1982, organizado com linhas, planos e pontos, representados pelos torcidos, interrompidos ou aparentemente inacabados pavilhões vermelhos e coberturas dos caminhos, cuja principal função é a estruturação do conjunto. O seu aforismo, *a forma segue a fantasia*, é a melhor definição das suas realizações, embora se mantenham fortes as suas convicções modernistas.



Parque La Villette (1982)  
Bernard Tschumi  
Fonte: Jodidio, 1997: p.21  
Gössel, 1991: p. 368

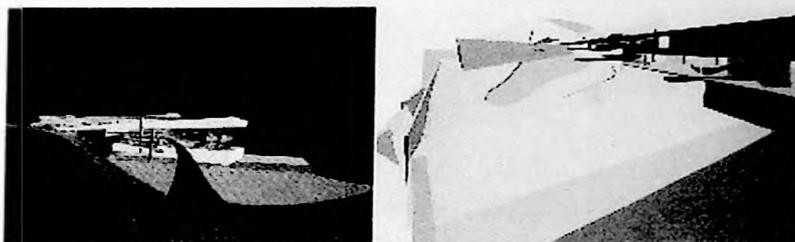
Outro personagem importante é Daniel Libeskind que começou criando soluções arquitetônicas abstratas. Em 1989 venceu o concurso internacional para a ampliação do Museu Judeu, em Berlim. Inspirado em uma deformada estrela de David, liga-se subterraneamente ao museu existente. O corpo da construção é perfurado por um eixo reto, que recebe o número de todos os judeus que foram deportados de Berlim durante a Segunda Guerra Mundial.



Museu Judeu (198-1992)  
Daniel Libeskind  
Fontes: El Croquis, 1996: p.53  
Architectural Design, 1993: p.67

No entanto, foi a arquiteta iraquiana Zaha Hadid, a primeira do grupo da Architectural Association a se impôr com um projeto radicalmente inovador. Ao ganhar o concurso internacional para o clube The Peak, em Hong Kong, em 1983.

The Peak Club (1982-1983)  
Zaha Hadid  
Fonte: El Croquis, 1991: p.55



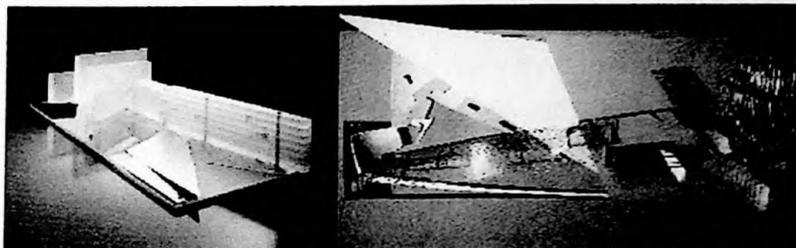
O objetivo era criar um edifício que fosse visto à distância dominando a cidade de Hong Kong. A geometria ortogonal foi abandonada e, no vazio da zona intermediária, as vigas parecem flutuar sem gravidade. Elementos esbeltos e secções em forma de rins, rampas, terraços e pilotis, recordam os construtivistas russos, os anos de 1950 e a modernidade de Le Corbusier.

No projeto de interiores do Restaurante Monsoon (1989-1990), em Sapporo, Japão, os espaços eram distribuídos entre o restaurante Gelo, tratado com cores frias, e o bar Fogo, com o aspecto de um ambiente de fogo.

Restaurante Monsoon (1989-1990)  
Zaha Hadid  
Fonte: El Croquis, 1991: p.162:167



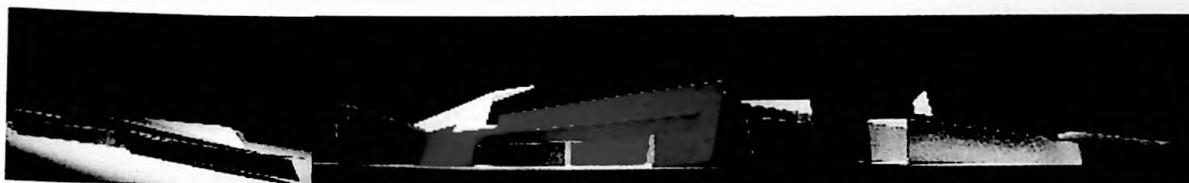
Em Düsseldorf, em 1989, Zaha Hadid projetou um Edifício de múltiplo uso num terreno junto ao porto. Nele, grandes corpos se justapõem e as paredes ligeiramente curvadas emergem da água. Estas interpenetrações criam uma superfície contínua na área central de uso comum.



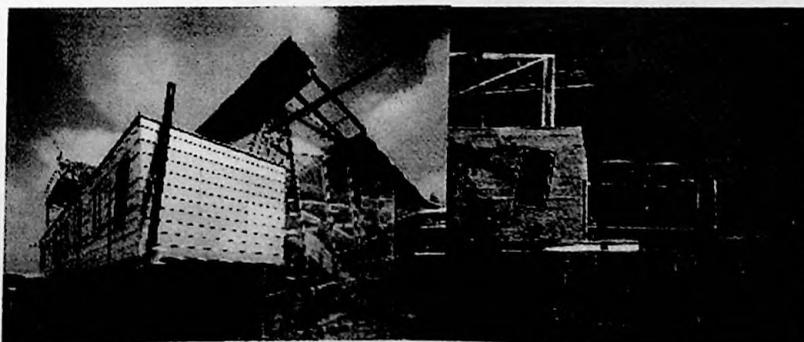
Centro de Arte Multimídia (1989)  
Zaha Hadid  
Fonte: El Croquis, 1991: p.138: 145

No edifício para o corpo de bombeiros da fábrica de móveis Vitra, concluído em 1993, também reconhecemos a mesma linguagem na construção inclinada e na placa pontiaguda sobre uma base aparentemente instável.

Edif. Bombeiros - Vitra (1990-1991)  
Zaha Hadid  
Fonte: El Croquis, 1991: p.125



Conhecido pelas soluções de Alta Tecnologia da Olimpíada de Munique, Günter Behnisch sempre tratou os projetos de forma bastante livre. No Instituto Hysolar para energia solar, da Universidade de Stuttgart, em 1987, financiado por Estados árabes, foram possíveis algumas extravagâncias. Os blocos foram girados de forma oposta em torno de um pequeno ângulo, formando no centro uma área comum irregular, com forma triangular. Estas torções são diferentes nos planos verticais, fazendo com que o conjunto do edifício dê a sensação de movimento.

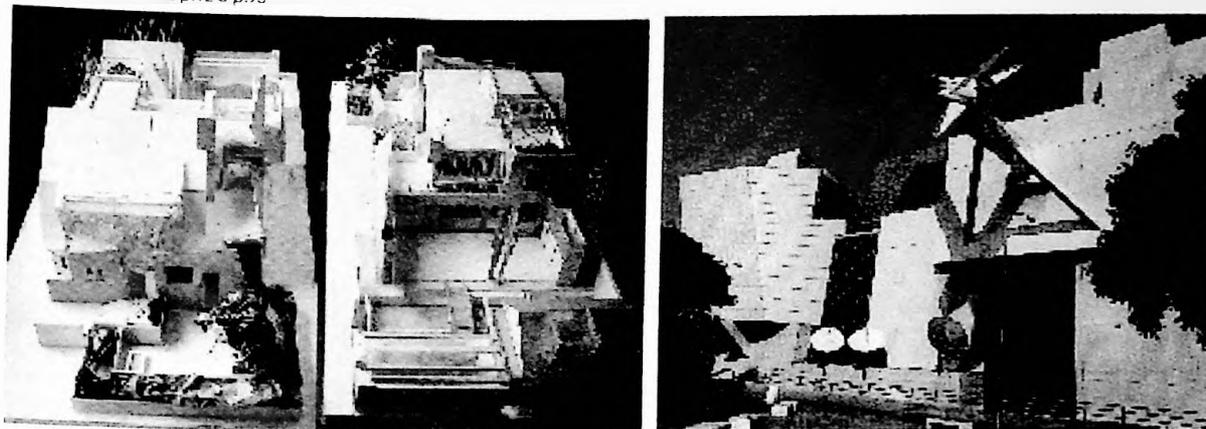


Instituto Hysolar (1987)  
Günter Behnisch  
Fontes: Gössel, 1991: p.366  
Architectural Design, 1989: p.85

O edifício, pelo seu aspecto, reforçado pelas estruturas dos equipamentos, dá a impressão de ser provisório e ter caráter experimental, o que contribui para simbolizar as constantes mudanças de orientação das experiências. Esses mesmos critérios são verificados no Centro de Exposições e Conferências, em Hannover (1986), no projeto para o Staatsbank, em Stuttgart (1989), e no Parvulario, em Stuttgart, concluído em 1990.

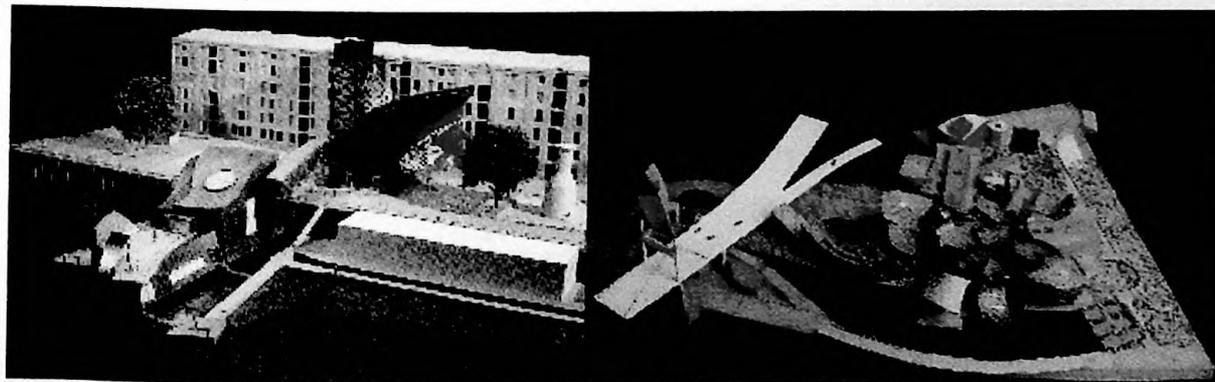
Frank O. Gehry, por sua vez, desenvolveu experiências com materiais de construção baratos e fáceis de trabalhar, como na casa em Santa Monica, em 1978.

Residência Santa Monica (1978) à esquerda e Loyola Law School (1981-1984) à direita  
Frank Gehry  
Fonte: El Croquis, 1995: p.12 e p.93



A partir dos projetos do museu Aeroespacial (1984), e da Loyola Law School (1981-1984), em Los Angeles, passou a usar materiais mais duradouros. Na Alemanha, no museu para a empresa Vitra, em Weil am Rhein, em 1989, Gehry elaborou uma solução que veio a marcá-lo nos trabalhos posteriores, como nos Museus da Criança em Boston, nos EUA e Guggenheim, em Bilbao na Espanha.

Museu da criança (1991) à esquerda e Museu Guggenheim (1991-1997) à direita  
Frank Gehry  
Fonte: El Croquis, 1995: p.175 e p.182

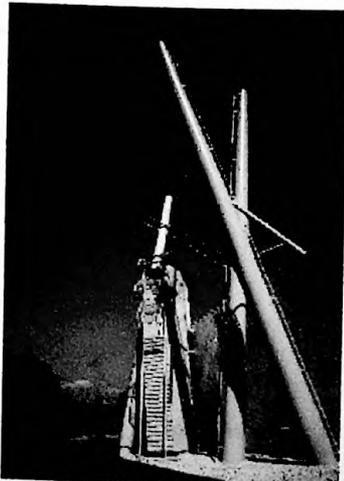


Em Viena, grupo Coop Himmelblau, formado pelos arquitetos Wolf Prix e Helmut Swiczinsky desenvolveu, nos finais dos anos sessenta, experiências com construções infláveis, para ambientes futuristas. Nos anos setenta, começou a incorporar os princípios dos construtivistas russos, o que influenciou várias de suas obras, mas suas invenções só começaram a ser aplicadas nas reformas das lojas de calçados *Humanic*, em 1980/81 e no bar *Anjo Vermelho*, em Viena. Em meados dos anos oitenta realizaram a reforma da cobertura para o Bufet Schuppich, em Viena, no período de 1983/89.

Bufet Schuppich (1983-1989)  
Coop Himmelblau  
Fontes: Amsonet, 1994: p.140;141

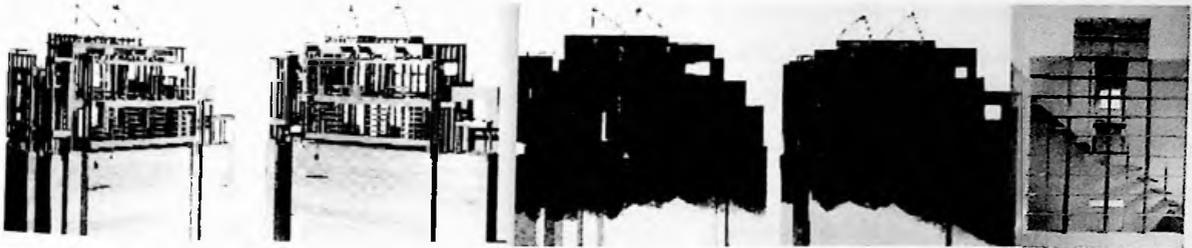


Fábrica Funder (1988-1989)  
Coop Himmelblau  
Fontes: Amsonet, 1994: p.137



A construção rompe a coberta anterior e avança para fora do edifício. De baixo só é visível a ponta saliente. Na cobertura dessa estrutura os elementos construtivos se cruzam sob as placas de vidro de vedação, reforçando o contraste. Esse contraste é ainda mais destacado na Fábrica Funder, em St. Veit/Glan (Áustria), 1988-1989, entre a área de produção, e o conjunto formado pela central de energia, pelas chaminés, e pela esquina envidraçada ao lado da entrada, através da qual são visíveis suas estruturas.

Outro grupo significativo é o Morphosis cujas obras se destacam pelas soluções técnicas. Em 1984, o grupo criou um anexo para uma casa na Califórnia, EUA, denominado Venice III, em que a solução arquitetônica foi enriquecida com complicados mecanismos de tensão e velas de barco.



Venice III (1984)  
Morphosis  
Fonte: Weinstein, 1994: p.104; 110

Nos projetos do Chiba Golfclub (1991), no Japão, e do ASE Design Center (1995-1997), em Taiwan, fica bem patente o tratamento que o grupo dá aos corpos das construções. Nessas obras, diferentes elementos fazem movimentos de rotação opostos e são parcialmente decompostos. Grandes fossos de luz dividem os volumes que compõem os conjuntos.



Chiba Golfclub (1991)  
Morphosis  
Fonte: Weinstein, 1994: p.46



ASE Design Center (1995-1997)  
Morphosis  
Fonte: Zellner, 1999: p.41

## Experiências Radicais

Com as transformações globais verificadas nos anos de 1990, foram rompidos os limites dos modelos mais recentes do mecanicismo pós-clássico da pós-industrialização, criando uma visão do mundo, com base nas teorias mais fundamentais e atuais, situando a arquitetura dentro de um ambiente filosófico mais amplo e de um contexto cultural mais abrangente. Nessa condição, um campo de análise potencialmente rico permitiu enfrentar situações complexas, como as criadas pela digitalização e pela globalização, esta geralmente reduzida de forma equivocada a relações mercantilistas, mesmo quando o assunto é arquitetura.

Apesar dos numerosos exemplos de uma linguagem estrutural predominantemente mecânica pode-se perceber nas realizações mais recentes uma tendência à hibridação e uma menor preocupação pelas soluções mecânicas.

Ao contrário do rápido processo de globalização, a arquitetura caminha lentamente em meio às mudanças urbanas. Essas mudanças não mais se definem pelos fatores locais mas pelas forças crescentes da economia global, pelos padrões de imigração e pelas infra-estruturas de comunicação eletrônica. Essa globalização do ambiente vivo cria estímulos internos e externos, que pedem um mecanismo complicado de respostas para acomodar e integrar as variadas referências culturais.



A ciência deve ser aplicada na realização dessa complexidade de sistemas multiorganizados, demandando espaços novos para descobrir as formas de torná-las compreensíveis. A arquitetura tem a responsabilidade de identificar esta globalidade, extraindo e transformando seus muitos sistemas em espaços edificáveis. Com informações tecnológicas ligadas de forma muito próxima ao ambiente construído, os arquitetos se tornaram os intérpretes destas informações. Para a arquitetura, tanto a ciência, como a filosofia, se tornarão de importância fundamental, transformando os mecanismos dos organismos, orientando a abordagem dos processos. A fase em desenvolvimento começou na ciência, com a Teoria da Relatividade, seguida pela teoria Quântica e a Teoria dos Sistemas. Essa abordagem mostra que os organismo são caracterizados pelos seus padrões imanentes de organização.



Hopen House (1990)  
Coop Himmelblau  
Fonte: Architectural Design Deconstruction III,  
1990, p.71

Apesar disso, numerosos exemplos da arquitetura recente, ao reinterpretar teorias, amplia seu domínio de aplicabilidade e extrai conclusões amplas e abrangentes, propondo soluções e projetos contemporâneos e de impacto, desafiando e oferecendo novos caminhos para a forma como poderemos viver e trabalhar na era do tempo circular, da simultaneidade e da probabilidade.



Hayden Tower (1991)  
Eric Owen Moss  
Fonte: Vidler, 1996: p.48

Técnicas computadorizadas de produção passaram a ser utilizadas no desenvolvimento de novas tecnologias industrializadas de construção com máquinas programáveis e adaptáveis, fora da grande indústria, capazes de produzir sob medida os pequenos componentes de Alta Tecnologia, para edifícios e condições específicas, com custos baixos, o que antes apenas se pensava possível com métodos de produção em grande escala. Agora, processos e ferramentas *inteligentes* produzem soluções inteligentes. Essa é a nova geração de equipamentos e tecnologias que está transformando a forma dos edifícios serem elaborados e construídos neste início de século XXI.

Os avanços da tecnologia não são apenas evidentes nas realizações dos edifícios com soluções espetaculares, mas no processo de projeto que os criaram. O avanço dos

softwares e de cada vez mais poderosos computadores tem oferecido vantajosas contribuições ao permitirem obter soluções de grande complexidade. Esses sofisticados e complexos recursos tecnológicos são agora parte integrante do processo necessário para analisar comportamentos e propor melhores soluções para um edifício, visto que a maior capacidade de recursos para investigar tem permitido avaliar as possibilidades com maior alcance e variedade.

Também na revelação de novos conceitos de forma e ordem no mundo natural, o potencial do computador para tem influenciado os projeto de arquitetura. As estruturas naturais que geram suas próprias formas orgânicas, não podem ser avaliadas usando modelos matemáticos convencionais. Enquanto pequenas versões dessas formas são relativamente fáceis de fazer, apenas recentemente se tornou possível criar versões de grande escala para utilizar em edifícios. A inovação real aconteceu quando os computadores conseguiram poder e sofisticação suficientes para simular o processo de uma estrutura encontrando sua forma.

Usando simulações de computador, muitos arquitetos contemporâneos, como Renzo Piano, também estão projetando inspirados na exploração de formas naturais. A aparência orgânica do Aeroporto de Kansai representa uma evolução das estruturas mecânicas formadas por componentes, como nos antigos projetos de Piano, a exemplo do Centro Pompidou. Kansai consoma a apresentação de uma extensa pesquisa de Piano para criar tecnologias que consigam a eficiência da natureza, tornadas possíveis pelos avanços da matemática e da computação.

Há necessidade e possibilidade de estruturar e organizar o espaço de um modo que não seja apenas uma indefinida e primária extensão ortogonal.

É possível inventar, diante da radicalidade do espaço. Existe arquitetura além da sua realidade, além da sua verdade, numa espécie de desafio à sociedade, desobedecendo às suas restrições e instituições, e



Resi Rise Skyscraper (1999)  
Koolhaas / Mosconi Studio  
Fonte: Migayrou, 2001: p.210



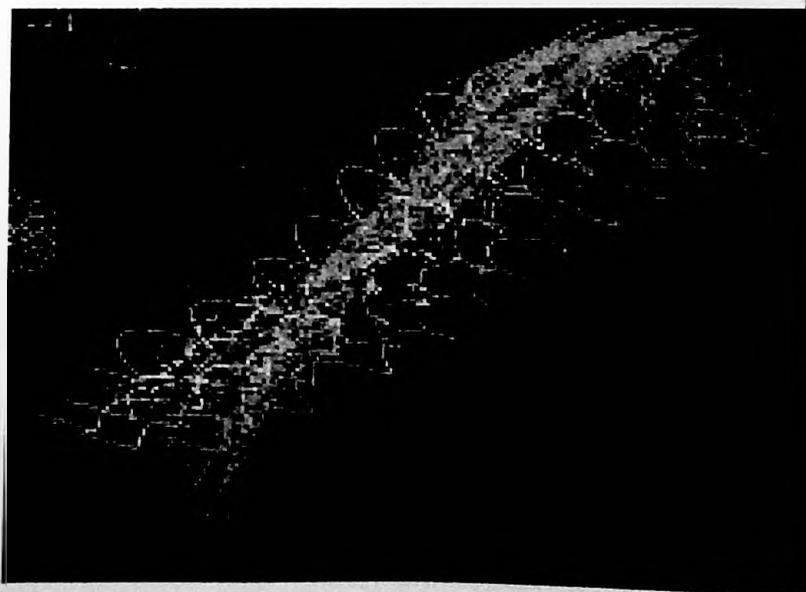
Idea Cloud (2000)  
Tristan Sterk & Robert Woodbury  
Fonte: Burry, 2001: p.99

desafiando até a própria criação arquitetônica e os arquitetos e as ilusões de suas capacidades.

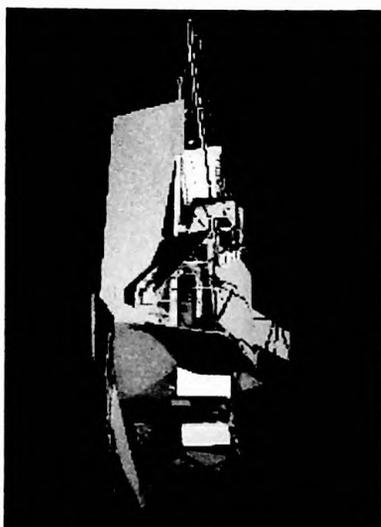
Se é verdade que a arquitetura é a arte de criar espaço, que o valor da arte está na ilusão e que o espaço é invisível, podemos então postular que a arquitetura é a ilusão do invisível. Em um constante sentimento duplo, a arquitetura cria ilusão e se ilude a si mesma, inventando em seguida um novo espaço ilusório. A arquitetura não vive a realidade, mas a ficção de uma sociedade e a ilusão de ser antecipadora, como prolongamento mental do que se vê. Essa ilusão permite desestabilizar a percepção, criar um espaço mental e instaurar ambientes que ultrapassem as condições das construções

A liberdade da arquitetura para superar as restrições de prazos, orçamentos, funções, destinos e objetivos, está na sua capacidade de articular os conceitos e os lugares, não podendo ignorar que os lugares sempre envolvem segredos não domináveis e condições incontroláveis.

A massificação levou à saturação do espaço e à arquitetura de funções e à perda da ilusão e da sedução. As grandes transparências ilustram esse pressuposto, em que o objeto arquitetônico não se impõe nem impõe seu espaço, mas participa como personagem.



Membrana Oceânica (1999)  
OCEAN UK  
Fonte: Burry, 2001: p.125



Groningen Museum (1990-1994)  
Coop Himmelblau  
Fonte: Steele, 1994: p.42

A capacidade de estar presente e, ao mesmo tempo, de se fazer invisível, é o desafio à crença de que tudo deve ser visível e decifrável, de que tudo deve ser racional, criando ao mesmo tempo o lugar e o não-lugar, conservando a transparência sem exercer imposições. Objetos não identificados ou identificáveis desafiam a ordem real numa relação conflitante, explicitando a sua radicalidade. Quando a arquitetura, pretende alguma verdade, precisa expressar a ambição de completar o objetivo de responder a necessidades, de interferir nos fatos com um objetivo pedagógico e cultural, ao invés de alimentar o discurso oficial que toca a vontade consciente. Infelizmente, as finalidades programadas são quase sempre desviadas pelos usuários. Não existe uma escrita automática das relações sociais e das necessidades, nem mesmo na arquitetura. Há um desafio e o resultado é imprevisível. As pessoas se relacionam com o objeto arquitetônico da forma que necessitam e, se o arquiteto não avaliou os objetivos, o objeto acaba modificado pelos usuários que lhe restituirão o destino imprevisível que lhe falta. Na verdade, é essa *radicalidade*, mesmo que involuntária, do poder de desviar que torna o mundo habitável. Apenas falta aos arquitetos, entenderem e participarem desse processo.

Os edifícios e os espaços, são o lugar e os comportamentos imprevisíveis e não de comportamentos programados que a sociologia contabiliza em estatísticas. No mundo contemporâneo, há uma dimensão em que a questão da verdade e da radicalidade não se admite, por ser virtual e pôr em risco a existência da arquitetura.

Existe uma arquitetura que se faz há milênios, mesmo de forma intuitiva. Os ambientes são concebidos e construídos segundo regras espontâneas, sem valor de arquitetura nem valor estético. São ambientes criados para múltiplos fins, como um objeto sem qualquer pretensão de ter uma arquitetura ou recusar a anti-arquitetura.

A arquitetura virtual não joga com o visível e o invisível, com o peso, com a gravidade das coisas ou com o seu desaparecimento no sentido construtivista, mas na

multiplicidade das percepções e sensações que a ilusão como valor concreto dá forma e sentido. É uma arquitetura cheia de segredos e alternativas, que não passa pela simples técnica e suas diversificações. A arquitetura liberada para o maior número de possibilidades faz emergir as verdades das condições objetivas e das vontades subjetivas dos arquitetos.

Os objetos virtuais, não são, como nos planos deterministas, o resultado de fatores combinatórios da lógica do cálculo e da performance das máquinas.

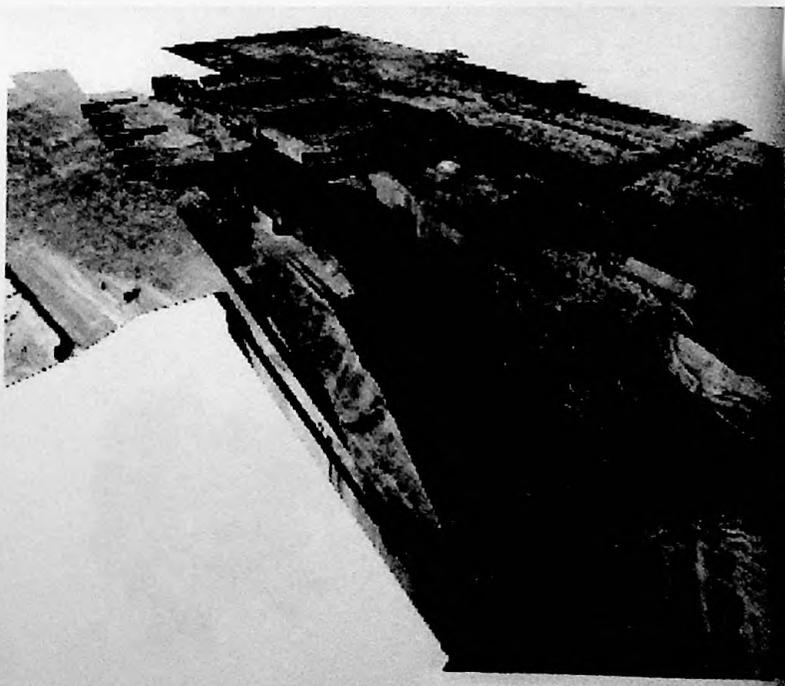
É uma arquitetura em tempo real, no tempo da luz, com fluxos e redes, virtual e operacional, com a maior visibilidade e transparência, multiforme e com as mais variadas destinações.

Depois das soluções racionalistas do período funcionalista na primeira metade do século XX, depois das soluções sociais quantitativas, produto das pesquisas de demanda de uma nova sociedade na segunda metade do século XX, a arquitetura tem hoje de responder às vontades do bem-estar, o que é extremamente complexo. Cada resposta é específica e fundamental e toda a solução é provisória e transitória. Essas noções questionam a relação do corpo e dos sentidos com o espaço arquitetônico.



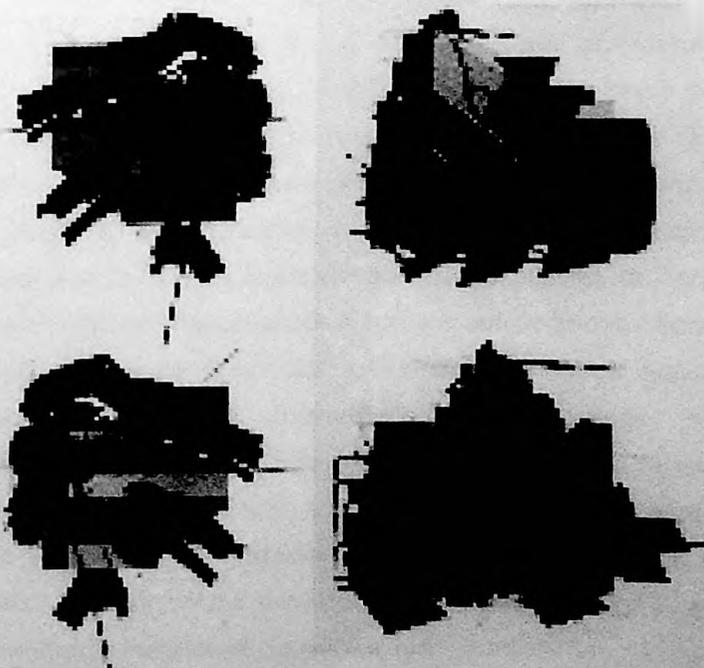
O deslocamento do corpo dentro do espaço, a instabilidade gerada pelo movimento e a instabilidade que cria movimento muda o nosso modo de perceber o espaço pelos nossos sentidos. Depois da inatividade do corpo durante os períodos passados, quando o espaço era visto como estático, estamos agora no período dinâmico, em que o corpo é instável, e o tempo e o espaço são vistos como momentos, como eventos em vez de fatores permanentes. Nós entramos no período nômade em que a descontinuidade do espaço e a fratura de tempo são parte da condição moderna. Não mais pensamos no centro do espaço e referências que apontam de e para qualquer observador, mas nos espaços móveis que entrelaçam imagens, que criam escapando linhas, movendo perspectivas, imagens sequenciais e a tensão é introduzida no conjunto de formas indefinidas. Os modernos espaços urbanos não contemplam as demandas urbanas.

A noção de centralidade desaparece e dá lugar ao contínuo movimento de lugares e atividades. O território não é mais definido por seus limites, mas pela rede e as conexões dentro dele. O território é agora policêntrico. O deslocamento nas cidades e territórios redefine-os como uma rede de fluxo contínuo.



Temos de descartar a velha noção de centralidade e definir a sua relação com um homem abstrato e pensar o mundo como um lugar de aparente desordem topológica, em que novas formas urbanas se espalham por toda a parte, representada pela continuidade e descontinuidade, pelas deformações e bifurcações, pela densidade e heterogeneidade dinâmica em vez dos habituais sistemas limpos e mensuráveis.

Temos necessidade de deslocamento e movimento do espaço do corpo. A simultaneidade de pontos de vista pode até parecer uma relação de instabilidade, mas gera uma visão dinâmica do espaço. A variação de perspectivas cria a atenção permanente e a ambigüidade sensorial em nossa percepção do espaço. A articulação seqüencial de imagens, como distorção linear, desloca e perturba constantemente nosso ponto de vista. Material, iluminação, textura, cores, formas, sombras, tensão, densidade, transgressão, hipertrofia são as ferramentas para criar espaços em que o sentidos são estimulados. A arquitetura e o espaço ocupado são condições de descobertas constantes em que nada está fora das possibilidades do imprevisível.



Data-Driven Forms (1998)  
Marcos Novak  
Fonte: Zellner, 1999: p.130



Hiper-Tension (1993)  
Odile Decq & Benoit Cornette  
Fonte: Melhuish, 1996, p.125

A arquitetura precisa ser avaliada em um amplo ambiente filosófico. Os arquitetos não podem, mais uma vez, correr o risco de permanecerem estáticos, reféns dos pós-clássicos modelos mecanicistas da era pós-industrial, como já o foram, e muitos ainda o são, dos modelos funcionalistas e deterministas da primeira metade do século XX. A relação entre a metafísica e a ciência ofereceu um apropriado modelo filosófico para arquitetura de hoje. A física e a metafísica, são os dois lados da origem dos conceitos. A forma é essencialmente inseparável da dimensão da transformação dos materiais no curso do seu fluxo. Toda a forma ocupa espaço, como ocupa tempo.

Os dois princípios fundamentais que definem os princípios básicos em arquitetura se resumem à capacidade de se transformar e interpretar os comportamentos. As manifestações arquitetônicas e topológicas seguem diferentes padrões para responder às condições inerentes, metafórica ou tipologicamente. Há códigos internos de comportamento, e códigos externos de influência. Seus princípios são interdependentes.

A gravidade ou a expansão podem torcer ou curvar os planos ou os volumes de uma superfície topológica contínua. Da mesma forma, um plano interno, ao emergir, pode romper a malha, ou deformar uma membrana contínua. Uma condição fixa e estática pode acontecer numa condição inicial, um ponto de suspensão, onde os fluxos estão se movendo em vetores contrários. Partir da inflexão, como uma condição ambígua e sem peso, permite uma reversão de propósitos num ponto de turbulência. Volumes arquitetônicos, implodindo ou explodindo, cruzam com as condições topológicas e tornam-se de forma eficaz uma turbulência no fluxo das superfícies contínuas. Nesse paradigma, conceitos morfológicos, topológicos ou arquitetônicos podem ser adequadamente gerados numa estrutura de coordenadas cartesianas. Criar um sistema espaço-temporal de coordenadas, apropriado para a expansão simultânea de espaço e tempo, significa produzir uma condição inevitável de evolução.

É seguindo esses princípios que Tarek Naga (\*1953) está desenvolvendo um sistema de coordenadas de Tetra-Vetores, usando os quatro vetores de um sistema tetraédrico como coordenadas da base vetorial. Nesse sistema espaço-temporal, são imputados valores estimados para cada um dos quatro vetores. Deste modo, cada ponto entra em queda espacial dentro de um tetra-quadrante particular. O quarto vetor leva um potencial intrínseco estimado para que aquele ponto possa vibrar e, quando ativado, entre em movimento. Naqueles vetores, fragmentos arquitetônicos ou quantidades topológicas contínuas criam uma instabilidade e um equilíbrio frágil que penetra o comportamento do espaço. Esta é uma arquitetura que tem como objetivo criar espaços simultaneamente emergentes e convergentes, implodidos e explodidos, carregando-se fisicamente e metafisicamente de transformação, transmutação e transposição.

Sharm Safari Gate (1997)  
Tarek Naga  
Fonte: Migoyrou, 2001: p.287: 288



## Conclusão

Nesta dissertação apresentei a Alta-Tecnologia nos seus diversos aspectos, significados e manifestações. Foram importantes as questões relativas à história e filosofia da ciência e da tecnologia, a sua evolução e a transformação social como contribuintes teóricos e conceituais do desenvolvimento tecnológico na Arquitetura. Nesse conjunto de análises, como desdobramento do desenvolvimento científico, foram analisadas as influências da Ciência Quântica, da Cibernética e da Geometria na produção da Arquitetura contemporânea, em particular, dos espaços virtuais.

Pensar e analisar a tecnologia teve a intenção de lhe expor as qualidades e os significados positivos para o desenvolvimento da arquitetura, o que não deixa de ser tarefa de risco, sobretudo por contrariar argumentos consagrados, convenientes a outras teses.

Foram utilizados os trabalhos de autores, cujas obras compõem um conjunto de análises de ações, teorias, conceitos e leis científicas, que oferecem novas referências e perspectivas. Nesse contexto, encontram-se Donald Cardwel com a história da tecnologia, Regis de Moraes e Milton Vargas com análises de filosofia da ciência e da tecnologia e Márcio Tavares D' Amaral com a organização do conjunto de textos sobre ciências da cognição. Discorrendo sobre a indeterminação, a complexidade e a probabilidade, Stephen Hawking, David Deutsch, James Gleick, David Ruelle, Roger Lewin, Michio Kaku, Leon Glass e Michael C. Mackey mostram como são afetadas as relações naturais, os conceitos de dimensão e espaço, os comportamentos e o desenvolvimento tecnológico, destacando a importância da Ciência Quântica e da Cibernética. Domenico De Masi, Eric Hobsbawm e Nicolau Sevcenko ofereceram referências históricas e sociológicas para analisar as razões das mudanças sociais, identificando as expectativas que acarretam. György Doczi, Robert Lawlor

e Pierre-Alexandre Nicolas, em suas análises da Geometria, e Paul Virilio e Pierre Lévy, com os contextos de espaço-tempo e de Cibernética, deram uma contribuição extremamente importante, pelo elo que os aspectos filosóficos e científicos dos seus trabalhos estabelecem para a compreensão do significado de *espaço* e, em particular, de *espaço virtual*. Com esse conjunto de trabalhos pesquisados e os seus desdobramentos como referências concretas de realização, foi relacionada e analisada a produção arquitetônica que nas três últimas décadas do século XX ofereceu contribuições inovadoras. A seleção desse conjunto de realizações deu-se pelo reconhecimento dos valores filosóficos e científicos que os fundamentam, possibilitando a produção de soluções tecnologicamente avançadas e ambientalmente adequadas, respondendo, assim, às novas exigências comportamentais.

Renzo Piano, Richard Rogers, Norman Foster, Nicholas Grimshaw, Jean Nouvel, Frei Otto, Design Antenna, Future Systems, Ken Yeang, Rem Koolhaas, Peter Eisenman, Bernard Tschumi, Daniel Libeskind, Zaha Hadid, Günter Behnisch, Frank Gehry, Coop Himmelblau, Morphosis e Tarek Naga, entre muitos outros, foram citados por, de alguma forma, terem provocado, com suas intervenções, as mudanças e transformações na Arquitetura contemporânea. Esse conjunto bibliográfico define e ilustra uma seqüência evolutiva esclarecedora das circunstâncias que levaram ao surgimento das soluções tecnológicas avançadas e de significativa sofisticação.

Para o levantamento das obras estudadas, foram pesquisadas as publicações relacionadas com as áreas de interesse e selecionadas após a avaliação dos aspectos que abordavam e da análise dos seus resumos. Procedeu-se, então, ao levantamento de textos e análises críticas, avaliando o seu significado, importância e valor científico para o tema da pesquisa, sendo constante a preocupação com a compreensão do significado e dos objetivos dos postulados dos autores na defesa de seus argumentos. A complexidade e a variedade de áreas do conhecimento e

objetos dos assuntos discorridos foram, por um lado, um fator de dificuldade pelo risco de dispersão e desconexão das relações e referências em análise, mas, por outro lado, permitiu caminhar com a liberdade necessária para não ser condicionado por argumentos viciados e deturpadores das avaliações e dos processos.

Quis demonstrar nesta dissertação que a tecnologia, em todas as suas manifestações, na Arquitetura, apresenta-se como um fator de reavaliação e desenvolvimento, jamais alheia aos processos sociais e ao desenvolvimento científico, apesar da frequência com que é mal interpretada e equivocadamente utilizada. As novas possibilidades de projeto foram abertas a partir do momento em que as inovações tecnológicas, a filosofia e a ciência nos permitiram entender a harmonia das formas naturais e dos comportamentos universais, viabilizando a concepção de espaços virtuais e híbridos de Alta Tecnologia.

Não há um modelo para a Alta Tecnologia. Em vez disso, há manifestações específicas que incorporam em cada momento o que de mais avançado é oferecido pela ciência e pela tecnologia, diante das demandas de cada época. Referir os aspectos históricos e científicos teve por objetivo deixar claro que a Alta Tecnologia na Arquitetura não se resume à imagem mais perceptível e mais visível das soluções mecanicistas. Ela abrange expectativas e comportamentos que refletem mudanças significativas, com diversas expressões e critérios.

Esses equívocos de interpretação produziram uma imagem para a Alta Tecnologia, na verdade não tão casual, associada a estruturas em que elementos metálicos, esbeltos e orgânicos sobressaem nas fachadas transparentes de edifícios leves, flexíveis e versáteis, herdeiros naturais do espírito tecnicista da primeira idade da máquina na segunda metade do século XIX, realizados com o objetivo da facilitação construtiva, preservando assim e ainda, o caráter reducionista do funcionalismo, valorizando o domínio das técnicas e consagrando a especialização. Os bons desempenhos das estruturas eram interpretados como

fundamentais, refletindo os valores definidos pelo *tempo-produção*, que expressa a sociedade na era das comunicações. A Alta Tecnologia é um modo de concepção e realização. Nos anos de 1970 apresentou-se com métodos, para a realização dos edifícios relacionados com os da construção de máquinas, em que os detalhes constituíam fatores determinantes, o que pressupõe que os processos de produção dos sistemas construtivos envolviam um grau significativo de repetição de componentes nos edifícios industrializados. No entanto, ao contrário do que parecia, a Alta Tecnologia na Arquitetura não se caracterizou pela produção em série. Os processos de realização dos edifícios preservaram a essência da criação artesanal, sendo a organização e a eficiência das realizações garantida pela racionalização dos projetos e dos processos.

Nessas condições, fica claro que não havia lugar para imprecisões, exibicionismos ou demonstrações gratuitas de habilidades. As soluções tecnologicamente avançadas não abrem mão do rigor, da exatidão e da clareza de definição das soluções e dos processos, como uma atitude de equilíbrio entre os espaços e as estruturas. É isso que permite que, independentemente das condições de cada época, de suas necessidades ou comportamentos, possam ser alterados e reorganizados, funcional e qualitativamente, seus ambientes, mantendo-os adequados e confortáveis.

Com a evolução dos processos e a busca por eficiência, começaram a ter destaque os aspectos ambientais e as soluções necessárias para as condições de conforto, embora, as soluções, ainda confirmando o caráter mecanicista, se limitassem a fatores de desempenho, produtividade, economia, custos operacionais e valor patrimonial. Com esses objetivos, os recursos de automação passaram a controlar os sistemas operacionais, reduzindo a participação humana e incorporando aos edifícios, por um sistemas de informação e comunicação, sistemas de medição, avaliação, controle e correção. Por razões, principalmente mercadológicas, esses edifícios passaram a

ser chamados de *inteligentes*. No entanto, como foi demonstrado posteriormente, os *edifícios inteligentes* não dependem de máquinas e equipamentos, mas da concepção dos projetos, em particular dos aspectos metodológicos, para avaliação dos fatores condicionantes ambientais e tecnológicos.

A grande inovação da Alta tecnologia é metodológica. Se os seus sistemas visam realizações, apoiados em teorias, métodos e processos científicos, a sua essência está no emprego do saber científico para a solução de problemas específicos. Foi o que se verificou nos anos de 1980, quando a sustentabilidade, em virtude da crise de energia, passou a ser uma das metas da arquitetura, baseando os critérios para o desempenho energético na preservação do ambiente natural.

Materiais com alto nível de desempenho e sistemas de controle ambiental passaram a ter a função de prever, prevenir e suportar as condições a que estavam submetidos, respondendo às exigências ambientais, construtivas e de arquitetura. Os desempenhos dos edifícios foram reavaliados, o uso das energias renováveis incentivado e novas possibilidades com sistemas e equipamento: eficientes foram pesquisadas.

A microeletrônica e a biotecnologia passaram a substituir os sistemas mecânicos industriais. No futuro, os edifícios irão interagir dinamicamente com os climas, procurando a melhor condição para satisfazer as necessidades dos usuários e otimizar o uso da energia.

A valorização das soluções mecânicas e dos equipamentos de controle, na década de 1970, deu lugar, na década de 1980, à reconciliação das necessidades e das oportunidades tecnológicas com as preocupações humanas, ambientais e culturais.

Depois da exagerada automação mecânica dos edifícios, as crises despertaram as consciências e permitiram progressos significativos na ciência e na tecnologia com novos recursos e processos. Construir, passou a exigir conhecimentos, atitudes, critérios e mentalidade nova.

As preocupações ambientais estimularam a criação de tecnologias que ultrapassaram os aspectos reducionistas do tecnicismo e o tradicional espírito de recurso facilitador da construção, passando a incluir a avaliação dos ambientes urbanos, das relações sociais e do uso criterioso da energia.

Nos anos de 1990, a *teoria da relatividade* e a *ciência quântica* puseram novamente em dúvida as certezas anteriores. Com isso, fizeram surgir novas utopias e geraram uma *arquitetura evolucionária* que expôs os conflitos escondidos nos comportamentos tradicionalistas. A ciência quântica ofereceu argumentos e os princípios da probabilidade e da virtualidade dos espaços, lançaram novas perspectivas sobre a concepção e a qualificação dos ambientes arquitetônicos.

As novas soluções passaram a ser inspiradas na disposição harmoniosa da ordem e da desordem das formas naturais, alterando-as a partir do seu interior por meio de processos de ruptura, deslocação, deflexão, desvio e distorção. A ortogonalidade foi abandonada, as formas geométricas rotacionadas e as estruturas decompostas até o caos aparente.

A incorporação de novas formas de realização, dos valores da estética e da concepção, dos comportamentos sociais, dos conceitos científicos contemporâneos e dos significados da comunicação, estimularam a experimentação e a pesquisa para a realização de espaços virtuais e híbridos de Alta-Tecnologia. Pode-se então perceber que, nas realizações mais recentes, passou a haver uma tendência à hibridação e uma menor preocupação pelas soluções mecânicas. Projetos contemporâneos, provocadores e de impacto, começaram a oferecer novos caminhos para a era do tempo circular, da simultaneidade e da probabilidade.

O que chamamos de espaço passou a ser interpretado como a luz numa duração, cujo padrão é o tempo *contínuo* sem dimensões físicas, em que a ação da energia e o *ponto* da observação cinematográfica tornam-se as

referências da realidade e cujas separações são passagens para trocas e transferências constantes e incessantes entre os meios e as substâncias.

A localização, o relevo e as distâncias de tempo foram eliminadas. A noção de dimensão física foi abolida pela velocidade como grandeza aquém de toda medida, tanto de tempo como de lugar. Essa mudança da noção de dimensão, como mudança do conceito do espaço homogêneo, passou agir em benefício do espaço acidental e heterogêneo, fazendo com que as transparências tomassem o lugar das aparências e que a profundidade de tempo substituísse a profundidade das perspectivas clássicas. As imagens passaram a ter a duração da persistência retiniana, relacionada com os fenômenos de aceleração e desaceleração das intensidades de iluminação. Assim, a aceleração e a desaceleração, como movimento do movimento, tornaram-se as verdadeiras dimensões do *espaço-velocidade* e polidimensional, *acidental e intensivo*, medido em mudanças de velocidade, instantaneamente transformadas em mudanças de luz e de representação. É a velocidade que dá forma às imagens.

A arquitetura virtual não joga com o visível e o invisível, com o peso, ou com a gravidade. Na sua essência, a Arquitetura é o tempo real, o tempo da luz, virtual e operacional, da visibilidade absoluta e da transparência multiforme e com as mais variadas destinações. Essa Arquitetura tem como objetivo criar espaços simultaneamente emergentes e convergentes, implodidos e explodidos, carregando-se fisicamente e metafisicamente de transformação, transmutação e transposição.

Portanto, com esta dissertação propus-me oferecer contribuições para a discussão de valores, referências e intervenções e, sobretudo, para a revisão de dogmas, sempre causadores de retrocessos e equívocos.

A inteligência não existe apenas para controlar os eventos físicos, mas para duvidar e escolher.

# ANEXOS

## CRONOLOGIA

## ANO

## CIÊNCIA

- 1845 Cayley: matriz  
Adams: fornece primeiras hipóteses de um oitavo planeta (Netuno)
- 1846 Le Verrier calcula posição de Netuno que Galle observará 1 mês depois  
Faraday pressente a natureza eletromagnética da luz  
Primeira anestesia geral
- 1847 Lei de Kirchhoff  
Kummer: noção de ideal em matemática  
Boole: análise matemática da lógica
- 1849 Foucauld & Fizeau: diferença da velocidade da luz na água e no ar  
Weierstrass: função contínua nunca derivável
- 1850** Kelvin & Clausius: segundo princípio da termodinâmica  
Gerhardt: teoria dos tipos químicos
- 1851 Riemann: função variável complexa  
Experiência do pêndulo de Foucault
- 1852 Bunsen descobre o magnésio
- 1853 J. Thomsem: nascimento da termoquímica  
Gerhardt: tratado de química orgânica  
Gerhardt: aspirina
- 1854 Helmholtz: sobre a radiação térmica do Sol.  
Riemann: integral, geometria não-euclidiana.
- 1855 Perkin: primeiro corante artificial  
Berthelot: investiga a síntese do álcool.
- 1856 Vilmorin: criação do "método genealógico" de seleção de sementes.  
Descoberta do homem de Néanderthal.  
Wallace propõe uma teoria da evolução.
- 1857 Pasteur: sobre a fermentação láctea.  
Kirchhoff: espectografia dos astros.  
Riemann: trabalha no que será a topologia.
- 1858 Kékulé: teoria da valência em química  
Plücker: radiação catódica
- 1859 Síntese da Geometria não-euclidiana
- 1860** Berthelot: química orgânica fundada na síntese  
Síntese do acetileno
- 1861 Pasteur desenvolve a teoria dos micróbios que geram as doenças  
Weierstrass: relação contínua e derivadas
- 1864 Maxwell: Teoria dinâmica dos campos eletromagnéticos  
Weierstrass: função de uma variável complexa
- 1865 Mendel: investigação sobre a hibridação das plantas  
Pasteur: patente sobre a conservação dos vinhos
- 1868 Fabricação do celulóide, primeira matéria plástica.  
Kronecker: Teoria dos números
- 1869 Mendeleiev: tabela periódica dos elementos químicos
- 1870** Jordan: grupos de substituição para as equações algébricas.
- 1871 Maxwell: Teoria do calor  
Pasteur: patente sobre a conservação da cerveja
- 1872 Klein: programa de Erlangen para a geometria.  
Dedekind: sobre os irracionais  
Haeckel: hipótese do pitecantropus

## CRONOLOGIA

## ANO

## CIÊNCIA

- 1873 Hermite: "e" é um número transcendente  
Golgi: estudo das fibras nervosas  
Kelvin e W.Thomson: calculador analógico para equações diferenciais
- 1874 Kirchhoff: análise espectral dos elementos.  
Le Bel, Van't Hoff: estereoquímica e química molecular
- 1875 W. Flemming descobre os cromossomas  
O. Hertwig estabelece a ligação entre o núcleo celular e a fecundação
- 1876 Ramsay: estuda o movimento browniano das moléculas
- 1877 Boltzmann: teoria cinética dos gases
- 1878 Schiaparelli observa os canais de Marte  
Kuhne: propõe o termo "enzima".
- 1879 Baeyer: Síntese do indigo  
Crookes: tubo catódico (descarga elétrica num gás rarefeito)
- 1880** P. e J. Curie: piezoelectricidade do quartzo.  
Hermite: função elíptica, teoria dos números.  
Charcot: sobre as doenças do sistema nervoso.
- 1881 Pasteur: vacina contra o carbúnculo  
Definições internacionais das unidades de electricidade  
Poincaré: funções fushianas.
- 1882 Lindemann: demonstra a transcendência de  $\pi$   
Koch reconhece o bacilo da tuberculose  
Bertillon (1853-1914): antropometria
- 1883 Telsa estuda a corrente alternada  
Koch: bacilo da cólera  
Cantor: fundamentos da teoria dos conjuntos  
Van Beneden: constância do número de cromossomas.
- 1884 Seda artificial  
Weismann: distinguindo o soma do germe, acredita na não transmissão dos caracteres adquiridos
- 1885 Pasteur trata J.Meister (1876-1941) da raiva  
Charcot: centros funcionais do cérebro.
- 1886 Hertz: primeiros trabalhos sobre as ondas eletromagnéticas (rádio)  
Goldstein: descobre os raios positivos
- 1887 Volterra: análise funcional  
Kronecker: fundamentos da aritmética  
Forbes: estudo ecológico de um lago  
Arrhenius: teoria iônica dos electrólitos  
Weismann: estudo sobre os cromossomas
- 1888 Dedekind: aritmetização da análise  
S. Lie: teoria dos grupos contínuos de transformações  
Marey descobre o princípio do cinema
- 1889 Behring: antitoxina  
Branly: inventa o coesor necessário para a recepção das ondas de rádio
- 1890** Behring, Kitasato: soro antitetânico  
Primeiro vôo do Eolo de C. Ander (1841-1925)  
A tuberculina de Koch provoca hecatombes.
- 1894 Roux, Yersin: soro antipeste.

## CRONOLOGIA

ANO	CIÊNCIA
1895	Röntgen descobre os raios-X Lorentz: Teoria Eletrônica da Matéria Liquefação do ar
1896	Holerith (1860-1929): cria a TMC (futura IBM) H. Becquerel descobre radioatividade Hadamard e La Vallée Poussin: trabalhos sobre os números primos Zeemann: efeito do campo magnético sobre a luz.
1897	Hilbert: sobre os corpos dos números algébricos J.Thomson, Wein, Weichert: medida da relação carga/massa do eletrão Larmor: cálculo da radiação do eletrão Primeira T.S.F. sobre a Mancha (15km/h)
1898	Pierre e Marie Curie observam a radioatividade e isolam o rádio Dewar liquefaz o hidrogênio
1899	Industrialização da produção da aspirina (Bayer) Fecundação química (ovo de ouriço-do-mar) Retherford: radiações Alfa e Beta
1900	Planck desenvolve a teoria dos quanta "A interpretação dos sonhos" de Freud - início da psicanálise De Vries, Tschermak, Correns: formulam as leis da hibridação
1901	Levi-Civita, G. Ricci: investigação sobre o cálculo tensorial. Lansteiner: primeira hormona (adrenalina), dos grupos sanguíneos Primeiro Mercedes
1902	Mensagem T.S.F. sobre o Atlântico (Marconi) Integral de Lebesque De Vries: mutação hereditária. Lei de Mendel estendida ao reino animal Retherford: trabalho sobre a radioatividade
1903	J. A. Fleming: inventa o diodo Os cromossomas são reconhecidos como suporte da hereditariedade Eletrocardiograma
1904	Zermelo: axioma da escolha Lorentz: grupo de transformação
1905	Teoria da Relatividade de Einstein
1906	Hopkins descobre o que se chamará de vitaminas. Fréchet: espaço abstrato, topologia geral
1907	Markow: elabora o conceito de probabilidade em cadeia Harrison: obtém a primeira cultura de tecidos
1908	Liquefação do hélio
1910	Desenvolvimento dos plásticos TNT
1911	C.T.R. Wilson: câmara de ionização para detectar trajetórias de partícula Rutherford prova a existência do núcleo do átomo. C. Funk descobre a vitamina B
1912	V.F. Hess observa as radiações cósmicas. Brouwer aprofunda a topologia algébrica.

## CRONOLOGIA

## ANO

## CIÊNCIA

- 1913 Correia transportadora (Henry Ford) p/ produção do "Modelo T" (Detroit)  
Pavlov : reflexos condicionados. Formula a distinção genótipo-fenótipo  
N. Bohr e Rutherford propõem modelo de estrutura planetária do átomo.  
Moseley: espectro raios X dos elementos.
- 1914 Soddy cria a noção de isótopos  
Hausdorff: princípio da topologia geral  
Kendall: isola a hormona tiroideia
- 1915 Sommerfeld: teoria do átomo  
Primeiro emprego dos gases asfixiantes (Alemanha).  
M. Curie: veículos radiológicos
- 1916 Von Frisch mostra que as abelhas percebem algumas cores  
Borel: sobre o calculo de probabilidade
- 1917 Hardy e Ramanujan: teoria dos números.  
P. Langevin: detector ultra-sonoro.
- 1918 Reconhecimento nos genes dos cromossomas
- 1919 Rutherford (1871-1937) quebra o átomo  
Observação da curvatura dos raios do Sol  
Eccles e Jordan conceptualizam o primeiro circuito eletrônico
- 1920 H. Standinger funda a química das macro moléculas  
Catalogo do espectro de 250 000 estrelas  
Início da radiodifusão  
Criação da SDN.
- 1921 Langmuir: modelo da estrutura do Hélio.  
O influxo nervoso é concebido como uma troca química  
F. Dahl: Fundamentos de uma Geografia Ecológica  
Primeira Vacina antituberculose
- 1922 E. Cartan: generalização geometria riemanniana (espaços relativistas),  
teoria dos espaços generalizados  
Banting e Best descobrem a insulina.
- 1923 Desenvolvimento da vacina contra a tuberculose  
Zwornik (1889-1982) concebe um tubo catódico  
para produzir imagens ( televisão – iconoscópio)  
S. Banach : nova teoria da medida  
P. M. Blacket: primeira transmutação (azoto-oxigênio)
- 1924 Desenvolvimento dos métodos em física – matemática  
(i. e. Heisenberg para mecânica quântica, matrizes de Cayley)  
Levene e Mori identificam o ADN  
L. de Broglie: mecânica ondulatória
- 1925 Aparecimento do conceito de spin para o electrão  
O Schreier trabalha na teoria dos grupos topológicos gerais .  
Morgan: *Genética das Drosófilas*
- 1926 Schrodinger propõe a síntese das mecânicas quânticas e ondulatória
- 1927 Artin: teoria abstrada da algebra  
Dirac: generaliza a noção de spin e introduz a relatividade restrita na  
mecânica quântica  
5º conselho Solyay (electrão e fotão)  
Invenção do caucho sintético.

## CRONOLOGIA

ANO	CIÊNCIA
1928	Hubble observa o efeito Doppler da radiação das galáxias e deduz daí a lei da recessão Einstein propõe uma teoria do campo unitária.
1929	A. Fleming descobre a penicilina Lyot inventa o coronógrafo para a observar a coroa solar. Herbrand: trabalhos de lógica matemática
1930	Van der Waerden faz a síntese da álgebra das estruturas Descoberta de Plutão Trumpler: sobre os aglomerados de estrelas.
1931	Primeiro rádio - telescópio. Urey: deutério. Teorema da incompletude de Godel. W. Pauli põe a hipótese do neutrino. A Pauli põe a hipótese do neutrino A Piccard atinge 16 000 em balão estratosférico Garothers: neopreno. W. Bush: analisador diferencial
1932	Anderson põe a hipótese do pósitron (anti-elétron de carga positiva). Morgan: primeira mutação experimental.
1933	Yukawa: hipótese do méson Kolmogorov: teoria abstrata das probabilidades
1934	Dam: vitamina K I. e F. Joliot - Curie: primeira radioatividade artificial C. F. Cori e G. Cori fazem a síntese do cogénio. Citroen (1878-1935) produz a primeira tração a frente.
1935	1935 V. Volterra e U. d'Anconna Propõe um modelo matemático das relações de população presa-predador 1935 G. Domagk descobre as sulfamidias.
1936	1936 Gentzen : investigação lógica sobre a coerência da aritmética. A experiência confirma a existência dos mésons de Yukawa. Londres: primeiro emissor de Londres
1937	criação da poliamina 6-6 (nylon): Invenção do nylon Shannon: relação entre as lógicas binárias e contactos eléctricos Turing elabora o conceito de máquina universal H. Aiken: plano para uma calculadora eletrônica Catástrofe do dirigível <i>Hindenburg</i> depois de um ano de utilização.
1938	E. D. Kendall fabrica cortisona O. Hahn, L. Meitner, Strassmann: cisão do urânio. H. A. Bethe: a energia das estrelas é termonuclear O iodo permite explorar as glândulas (tiroideia)
1939	Desenvolvimento da penicilina Desenvolvimento do DDT Rabi: método de ressonância magnética N. Bourbaki: primeiro fascículo dos elementos matemáticos L. Brillouin: difração da luz por ultra-som G. G. Pincus consegue a primeira partenogênese de um mamífero G. Stibitz: computador do Bell Laboratory

## CRONOLOGIA

ANO	CIÊNCIA
1940	Lansteiner descobre o factor Rhésus. A equipe Joliot - Halban - Kowarski mostra a possibilidade em cadeia e da produção de neutrões O radar tornar-se utilizável Helicóptero e televisão a cores experimental nos E.U.A.
1941	Laudau : análise quantica do hélio líquido Utiliza-se a penicilina
1942	Laudau : análise quantica do hélio líquido Fermi faz funcionar a primeira pilha atômica de Chicago (urânio-grafite) Aiken põe ao serviço o Mark 1 (calculadora automática) G.D. Birkoff: teoria das grades Interpretação quantitativa das trocas energeticas num ecossistema.
1944	Walsmann e Schatz inventam a estreptomycin. Inauguração do ASCO (calculadora automática) Equipe do Rockefeller Institute reconhece o papel do ADN no genotipo
1945	McMillan e Veksler: principio do sincrotrão
1946	Von Frisch descobre a significação da dança das abelhas Batiscafo de A. Piccard (1884-1962) que atingira 10 600m
1947	Gamow defende que o universo começou com uma explosão primordial: o BIG BANG C. Yager ultrapassa a barreira do som
1950	
1951	
1952	Desenvolvimento da pílula anticoncepcional
1953	Crick e Watson explicam a estrutura do DNA
1960	
1961	É determinada a estrutura da molécula de DNA (código genético)
1970	
1979	
1980	Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida (AIDS)
1989	
1990	
1989	

## CRONOLOGIA

ANO	TECNOLOGIA
1845	Telescópio gigante permitindo descobrir as nebulosas espirais
1846	Primeira máquina de costura
1847	
<b>1850</b>	
1851	Primeiro elevador hidráulico
1852	
1853	Primeira ferrovia e linhas telegráficas na Índia
1854	Preparação industrial do alumínio
1856	O processo de Bessemer possibilita a produção industrial do aço
1859	E.Drake(1819-1880): Perfura o primeiro poço de petróleo na Pensilvânia
<b>1860</b>	Abertura do Canal de Suez
	Primeiro refrigerador a amoníaco
1861	
1862	Motor de explosão
1863	Primeiro Metrô - Londres
	Solvay: processo de fabricação da soda
1864	
1865	Criação do velocípede
1866	Nobel descobre o dinamite
	Primeiro cabo transatlântico
1869	Conclusão da primeira ferrovia transcontinental
	Canal do Suez
<b>1870</b>	
1871	
1874	Primeiro Bonde elétrico - Nova York
1875	
1876	Bell: patente do telefone
1877	Fonógrafo de cilindro de Edison
	Idéia teórica de uma televisão
1878	Primeira iluminação elétrica de rua - Londres
	Construção do primeiro petroleiro
	Criação da Kodak, película de gelatina-brometo
1879	Edison: lâmpada elétrica
	Locomotiva elétrica (Siemens).
<b>1880</b>	Início do Canal do Panamá
	Ascensor elétrico
1881	
1882	Primeira usina hidrelétrica - Wiscosin
	Iluminação elétrica das ruas de Nova Iorque.
1883	Primeiro automóvel (5t, 12 lugares, 40km/h)
1884	Metralhadora automática
	Primeiro rolo de película fotográfica
1885	Daimler e Benz abrem caminho para a fabricação do automóvel
	Ferrovia na África e na Ásia
	Estátua da Liberdade
1886	Construção da estrada de ferro Transcontinental Canadian Pacific
	A tonelagem mundial dos navios a vapor ultrapassa a dos veleiros.
1887	Início da Torre Eiffel (1887-1889)
	Primeiro automóvel com motor a gasolina a 4 tempos.

## CRONOLOGIA

## ANO

## TECNOLOGIA

- 1888 Dunlop inventa a câmara de ar
- 1889
- 1890** Primeiro submarino
- 1891 Início da construção da estrada de ferro Transiberiana
- 1892 Primeiro trator a gasolina
- 1893 Primeiro motor diesel  
Behring: soro antidiftérico  
Invenção da célula fotoelétrica na Alemanha
- 1894
- 1895 Marconi inventa o telégrafo sem fio.
- 1896
- 1899 Primeiro submarino moderno
- 1900** Primeira linha de metrô em Paris  
Zeppelin (1838-1917): primeiro dirigível
- 1903 Primeiro voo com êxito em avião com motor a gasolina (irmãos Wright)
- 1904 Princípio do Radar
- 1905
- 1906 Invenção da lâmpada de três eletrodos (o tríodo)  
Primeira turbina a gás.
- 1910**
- 1912 Primeira e última viagem do Titanic  
Primeira passagem do canal do Panamá
- 1913
- 1914 Abertura do Canal do Panamá
- 1915
- 1916 Primeiro Tanque (inglês).
- 1919 Primeira travessia aérea do Atlântico (Alcock e Brown)  
Primeira travessia transatlântica em avião
- 1920**
- 1923 Primeiro Electrofone
- 1926 Primeiro foguete com combustível líquido.  
Fabricação da primeira lente eletrônica  
Baird, primeira demonstração de uma televisão
- 1930**
- 1932 E. O Lawrence e M. S. Livingstone constroem o primeiro ciclotrão
- 1933 Primeiro microscópio eletrônico  
Primeiro relógio astronômico de quartzo.
- 1936 G. Reber: primeiro radiotelescópio.
- 1937 Primeiro teste do motor a jato
- 1938 Invenção da esferográfica com esfera  
Primeira travessia aérea comercial do Atlântico Norte  
K. Zuse computador Z1
- 1939 Produção industrial do Nylon
- 1940**
- 1941
- 1942 Fermi constrói o primeiro reator nuclear  
Fermi faz funcionar a primeira pilha atômica de Chicago (urânio-grafite)
- 1943 A Inglaterra fabrica o computador Colossus sob o impulso dos Serviços de )  
Estatísticas (A Turing

## CRONOLOGIA

## ANO

## TECNOLOGIA

- 1944
- 1945 Primeira explosão da bomba atômica  
A primeira bomba atômica explode em Alamogordo (2 bilhões de dólares)
- 1946 Desenvolvimento do primeiro computador eletrônico  
O computador ENIAC funciona.  
Bikini: explosões experimentais de bombas A
- 1947 Primeiro voo supersônico  
Invenção do tubo de vácuo  
Produção do EDVAC primeira máquina eletrônica c/ programa pré-gravado  
Descoberta do transistor  
Invenções: Polaróide, disco-microsulco  
Primeira plataforma de perfuração petrolífera no mar
- 1948 Invenção do transistor
- 1949
- 1950**
- 1951 Primeiras usinas nucleares
- 1952 Primeira explosão da bomba de hidrogênio
- 1953 Computadores eletrônicos  
Nasce na Madeira Antonio Gil da Silva Andrade
- 1954
- 1957 Lançamento do primeiro satélite espacial
- 1960**
- 1961 Primeiro homem no espaço: Gagarin
- 1968
- 1969 Chegada do primeiro homem à lua: Armstrong
- 1970**
- 1975
- 1976 Primeiro voo comercial supersônico com o Concorde
- 1979
- 1980** Popularização dos computadores
- 1981 Primeiro voo de uma nave espacial reutilizável
- 1986 Primeira estação espacial permanente dirigida pelo homem
- 1989

## CRONOLOGIA

ANO	CULTURA
1849	Morre Chopin(1810-1849) Apogeu da música romântica: Berlioz(1803-69); Liszt(1811-86) Wagner(1813-83); Brahms(1833-97); Verdi(1813-1901)
1850	Dumas (1802-1870): <i>O Visconde de Bragelone</i>
1851	Exílio de Vitor Hugo em Jersey Exposição Universal em Londres
1852	Beecher-Stowe (1811-1896): <i>A Cabana do Pai Tomás</i>
1853	
1854	Boole: <i>As Leis do Pensamento</i> Mommsen (1817-1903): <i>História Romana</i>
1855	Verdi (1813-1901): <i>As Tardes Sicilianas</i> Exposição Universal de Paris Fabre: primeira publicação sobre os insetos C. Bernard: <i>Lições de Fisiologia Experimental</i>
1856	Liszt (1811-1886): <i>Rapsódias Húngaras</i> Ibsen (1828-1906): <i>A Festa em Solhaug</i>
1857	Baudelaire (1821-1867): <i>As Flores do Mal</i> Flaubert (1821-1880): <i>Madame Bovary</i>
1858	
1859	Darwin publica <i>A Origem das Espécies</i> Victor Hugo: <i>A Lenda dos Séculos</i>
1860	Grande período do romance europeu: Dickens(1812-1870); Dumas(1802-1870); Flaubert(1821-1880); Turgenev(1818-1883); Dostoiévski(1821-1881); Tolstói(1828-1910)
1861	Dostoiévski (1821-1881): <i>Humilhados e ofendidos</i>
1862	Victor Hugo (1802-1885): <i>Os Miseráveis</i> Catálogo de Argelander de 324 000 estrelas do hemisfério norte.
1863	Lyell: <i>Antiguidade do Homem Provada pela Geologia</i>
1864	Spencer: <i>Princípios da Biologia</i>
1865	C. Bernard: <i>Introdução ao estudo da medicina experimental</i> Wagner (1813-1883): <i>Tristão</i> Manet (1832-1883): <i>Olympia</i> Lewis Carroll (1832-1898): <i>Alice no País das Maravilhas</i>
1866	Haeckel cria o termo ecologia Larrousse (1817-1875): <i>Grande Dicionário Universal do Século XX</i>
1867	Marx publica " <i>O Capital</i> " vol. I Zola (1840-1902): <i>Teresa Raquin</i>
1868	
1869	Tolstói (1828-1910): <i>Guerra e Paz</i> Zola (1840-1902): estabelece o plano dos <i>Rougon-Macquart</i>
1870	
1871	Schliemann (1823-1890) encontra Tróia.
1872	Tchaikovski (1840-1893): <i>Sinfonia n.2</i>
1873	Rimbaud (1854-1891): <i>Uma Temporada no Inferno</i> Nietzsche (1844-1900): <i>Considerações Inatuais</i> Charcot (1825-1893): em <i>Salpêtrière</i>

## CRONOLOGIA

ANO	CULTURA
1874	Escola de Pintura Impressionista: Monet(1840-1926); Renoir(1814-1919) Degas(1834-1917) Monet(1840-1926): <i>Impressão, Sol Nascente</i> Julio Verne(1828-1905): <i>A Ilha Misteriosa</i>
1875	Suess: <i>A Formação dos Alpes</i> Bizet (1818-1875): <i>Carmen</i>
1876	Wallace: <i>Distribuição Geográfica dos Animais</i>
1877	Gibbs: <i>Teoria de Química-Física</i>
1878	Pasteur: <i>Os Micróbios, teoria dos germes e aplicações na medicina</i>
1879	Berthelot: <i>Ensaio de Mecânica Química</i>
1880	Dostoevski (1821-1881): <i>Os irmãos Karamazov</i> C. Flammarion (1842-1915): <i>Astronomia Popular</i> Balfour: <i>Embriologia Comparada</i>
1883	Brahms (1833-1914): <i>Sinfonia N.3</i> Mach: <i>A Mecânica</i> Convenção sobre a proteção industrial
1884	Van 't Hoff: sobre os equilíbrios químicos
1885	Appel: sobre as funções abelianas Zsigmondy: <i>A Travessia dos Alpes</i>
1886	Rodin (1840-1917): <i>O Beijo</i> Fauré (1845-1924): <i>Requiem</i>
1887	Debussy (1862-1918): <i>A Primavera</i> Krafft-Ebing (1840-1902): <i>Psicopatologia Sexual</i>
1888	Berthelot: edita os alquimistas gregos Van Gogh (1853-1890): <i>auto-retrato com orelha cortada</i> Cézanne (1839-1906): <i>A montanha Santa Vitória</i>
1889	Peano: <i>Axiomatização da Aritmética</i> Bergson (1859-1941): <i>Dados Imediatos da Consciência</i> Maupassante (1850-1893): <i>Forte como a Morte</i>
1890	Cristophe: <i>O Sabotador Camember</i> Curva de Peano passando por todos os pontos de um quadrado;
1891	Dubois descobre em Java um pitecantropo.
1892	H. Poincaré: <i>Novos Métodos da Mecânica Celeste (1892-1895)</i> Frege (1848-1925): <i>Lógica Matemática</i>
1893	Durkheim (1858-1919): <i>Da Divisão do Trabalho Social</i> H. Poincaré: <i>Curso sobre as probabilidades</i> Primeiro filme de Edison e dos irmãos Lumière
1894	E. Cartan: Tese sobre as álgebras de Lie.
1895	Primeira exibição pública de um longa metragem
1896	Primeiro filme de Méliès (1861-1938) Irmãos Lumière: primeira exibição pública de cinema Hertz (1860-1904) publica <i>O Estado Judeu</i>
1897	E. Rostand (1868-1918): <i>Cyrano de Bergerac</i> Tchekhov (1860-1904): <i>Tio Vânia</i>
1898	Zola: <i>Acuso!</i>
1899	Ravel (1875-1937): <i>Pavana para uma Infanta Defunta</i> Hilbert: <i>Fundamentos da Geometria</i>

## CRONOLOGIA

## ANO

## CULTURA

- 1900 Exposição Universal de Paris  
Freud (1856-1939): *A Ciência dos Sonhos*  
Hilbert: *Fundamentos da Geometria*  
M. Planck: "Quantum de ação"
- 1901 M. Weber (1864-1920): *Ética Protestante e Espírito do Capitalismo*
- 1902 Ostwald: *Lições sobre a Natureza da Filosofia*  
Méliès: *A Viagem à Lua*  
Debussy (1862-1918): *Pélèas et Mélisande*  
H. Poincaré: *A Ciência e a Hipótese*
- 1903 J. Conrad (1857-1924): *Typhon*
- 1904 Hesse (1877-1962): *Peter Comenzind*
- 1905 Einstein: *Probabilidade e Movimento Browniano*  
Einstein: *Luz e Fotão*  
Einstein: *Relatividade Restrita, Relação Massa Energia ( $E=mc^2$ )*  
Picasso (1881-1973): período Rosa até 1907  
Consagração do Fauvismo na pintura.
- 1906 Lagërlof (1858-1940): *Nils Holgerson*
- 1907 Exposição cubista em Paris: Picasso(1881-1973), Braque(1882-1963)  
Maeterlinck (1862-1949): *A Inteligência das Flores*
- 1908
- 1909 Balets russos em Paris
- 1910 Pintura abstrata: Kandinsky(1866-1944); Mondrian(1872-1944)  
Péguy (1873-1914): *Jeanne D'Arc*
- 1911 M. Curie recebe o seu segundo Prêmio Nobel  
Kandisky (1866-1944): *Composição*
- 1912 F. W. Taylor: *Princípios da Administração Científica*  
1912 C. G. Jung (1875-1922): *Metamorfose e Símbolos da Libido*
- 1913 J. Perrin: *Os Átomos*  
M. Proust (1871-1922) publica *À procura do tempo perdido*.  
Stavinski (1882-1971) *A Sagração da Primavera*  
P. Duhem (1861-1916) *O Sistema do Mundo (... 1959)*
- 1914
- 1915 Wegener: *Deriva dos Continentes*
- 1916 Einstein: *Relativada Geral*  
*Nascimento de uma Nação*, filme de D. W. Griffith (1875-1948)  
R. Rolland (1866-1944) recebe o Prêmio Nobel de Literatura
- 1917
- 1918 O Spengler (1880-1936): *O Declínio do Ocidente*
- 1919 E. Noether: *Teoria Aritmética das Funções Algébricas*
- 1920 Primeiros programas de rádio  
Surge o Jazz: L. Armstrong(1900-71); D. Ellington(1899-1974); C. Basie(1904-84)  
Paul Valéry (1871-1945): *O Cemitério Marinho*.
- 1921 Rorschach (1884-1922) *Psicodiagnóstico*.  
Husserl (1859-1938): sobre a filosofia da intersubjectividade
- 1922 Pirandello(1867-1941): *Henrique IV*.  
Wittgenstein (1889-1951) : *Tractatus logico-philosophicus*  
Joyce (1882-1941) publica *Ulisses*.
- 1923 Primeiro Salão de Artes Oficinas em Paris.

## CRONOLOGIA

ANO	CULTURA
1924	A. Breton (1896-1966): <i>Manifesto Surrealista</i> . Puccini (1850-1924): <i>Turandot</i> Berg (1885-1935): <i>Kammerkonzert</i> . M Mauss (1873-1950): <i>Ensaio sobre o Dom</i> .
1925	Franz Kafka (1883-1924) publica "O Processo" Adolf Hitler publica "Minha Luta" Eisenstein (1898-1948): <i>O Couraçado Potemkin</i> Kafka (1883-1924): <i>O Processo</i> Hitler (1889-1945) escreve <i>Mein Kampf</i> na prisão Chaplin (1889-1977): <i>A quimera do ouro</i>
1926	Abel Gance (1889-1921) acaba o seu <i>Napoleão</i> . F. Lang (1870-1976): <i>Metropolis</i> J. Renoir (1894-1979): <i>Nana</i>
1927	Primeiro filme sonoro: <i>O canto do Jazz</i> Heidegger (1889-1976): <i>Ser e Tempo</i> B. Traven: <i>O Tesouro da Sierra Madre</i> S. Zweig (1881-1942): <i>Volpone</i>
1928	Alain (1868-1951) <i>Proposta sobre a felicidade</i> . Camp (1891-1971): <i>Estrutura lógica do mundo</i> D.H. Lawrence (1885-1937): <i>O amante de Lady Chatterley</i> Lovecraft (1891-1937): <i>O Apelo de Cthulhu</i> .
1929	Herge(1907-1983): <i>Tintin nos Países dos Sovietes</i> Malinowki (1884-1942) <i>A vida sexual dos selvagens</i>
1930	Musil (1880-1942): <i>O homem sem qualidades</i> Von Stenberg (1894-1969) <i>O Anjo Azul</i> .
1931	H. Broch (1886-1951) <i>Os Sinambulos</i> M. Planck: <i>Positivismo e Mundo Real</i> .
1932	Céline (1894-1961): <i>Viagem ao Fim da Noite</i> A. L. Huxley (1894-1963): <i>O melhor dos mundos</i> Exposição colonial de Vincennes.
1933	Thomas Mann (1875-1955) : <i>José e os Irmãos</i> (1943 A. N. Whitehead: <i>Aventura das Ideias</i>
1934	Einsten: <i>como vejo o mundo</i>
1935	Hartmann (1882-1950): <i>Fundamento da Ontologia</i> Hitchcock (1899-1980) <i>Sabotagem</i>
1936	Primeiras transmissões de programas de televisão ao público
1937	Cassier (1874-1945) <i>Determinismo e Indeterminismo em Física</i>
1938	J. P. Sartre (1905-1980): <i>A Náusea</i>
1939	E. Junger (1895) : <i>Sobre as Falesias de Marmore</i> B. Bartok (1881-1945): <i>Quartetos de Cordas</i> .
1940	Descobertas das grutas Lascaux.
1941	
1942	Albert Camus (1913-1960): <i>O Estrangeiro</i> Vercos (1902): <i>O Silencio do Mar</i> Bertold Brecht (1898 -1956): <i>Galileu Galilei</i> M. Ernst (1891-1976): <i>Antipapa</i>
1943	J.P.Sarte: <i>O Ser e o Nada</i> M. Carné (1899-1985): <i>As crianças do paraíso</i>

## CRONOLOGIA

### ANO

### CULTURA

- 1944 L. Schwarz :*Teoria das Distribuições*.  
 Anouilh (1910-1987): *Antígona*  
 Morte de Kandinski (1866), Mailol (1861)  
 Mondrian (1872), E. Murch (1863), Giraudox (1882),  
 Sanit-Exuéry (1900), R. Rolland (1866)
- 1945 R Brensson (1907) : *As Senhoras do Bosque de Bolulagne*  
 C. Levi (1902-1975) *Cristo parou de Eboli*.
- 1946 Frenkel: *Teoria Cinética dos Fluidos*  
 Truman(1884-1972)*declara:uma cortina de ferro cai sobre a Europa*
- 1947 Von Neumann e Morgenstein: *Teorias dos Jogos e do*  
*Comportamento Econômico*  
 Shannon: *Teoria da Informação*  
 A. Toynbee (1889-1975): *Um Estudo de Historia*  
 De Chirico (1888-1978): *Perseu e Andromeda*  
 H. Moore (1898-1986) : *Albert Herring*
- 1950**
- 1953 Nasce na Madeira Antonio Gil da Silva Andrade
- 1956 Início do "Rock and Roll"; Elvis Presley (1935-1977)
- 1959
- 1960**
- 1963
- 1964 Publicação de "*Pensamentos de Mao-Tsé-Tung*"
- 1969
- 1970**
- 1979
- 1980** Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida (AIDS)
- 1989
- 1990**
- 1989

## CRONOLOGIA

## ANO

## SÓCIO-POLÍTICA

- 1845 Crise agrícola provoca êxodo para EUA de 2 milhões de irlandeses
- 1846 EUA estende o seu território do Pacífico ao Atlântico
- 1847 Lei do trabalho na Inglaterra proíbe que mulheres e crianças trabalhem mais de 10h/dia.  
Submissão de Abd el-Kader (1807-1883)
- 1848 "Manifesto Comunista" Marx(1818-1883) Engels(1820-1895)  
Movimentos revolucionários na Europa  
Proclamação da Segunda República na França  
Abolição da escravatura na França  
Constituição federal suíça.
- 1849 Proclamação de uma república romana (1ano)  
Fim de dois séculos de monopólio britânico do comércio marítimo entre as suas ilhas.
- 1850 Grande corrida ao ouro na Austrália.  
6.000km de ferrovias na Inglaterra.
- 1851 Aumento da população australiana em 150%/ano
- 1852 Queda da República Francesa; Napoleão III torna-se imperador  
Segundo Império
- 1853 Guerra da Criméia (1853-1856)
- 1854
- 1857 O Grande Motim na Índia. Revolta dos Cipayos
- 1858 B. Juarez (1806-1876) Presidente do México (1858-1863)  
Lourdes: "Aparecimento da Virgem"
- 1859 Início da unificação italiana
- 1860 Expansão francesa na África  
Garibaldi (1821-1881), Cavour (1810-1861)  
Unidade Italiana
- 1861 Primeiro voto feminino  
Lincoln (1809-1865) presidente dos EUA. Guerra da Secessão  
Abolição da servidão na Rússia
- 1862 Bismark (1815-1898). Primeiro-ministro.
- 1863
- 1864 Guerra das Índias  
Primeira Internacional Operária
- 1865 Fim da Guerra Civil Americana  
Abolição da escravidão nos EUA  
Guerra do Paraguai (restará um homem para cada 28 mulheres)
- 1868 Fim do Shogunato Tokugawa e restauração do período Meiji no Japão  
Queda do Gabinete de Disraeli (1804-1881)
- 1869
- 1870 Declaração da infalibilidade do Papa  
Primeiro Ministério da Indústria do Japão
- 1871 Proclamação do Império Alemão  
Comuna de Paris
- 1872 Sabóia ligada à França
- 1873 Crise econômica na Alemanha, Inglaterra e EUA
- 1874
- 1875 Crescimento dos Partidos Trabalhistas/Socialistas na Europa  
Constituição da Terceira República

## CRONOLOGIA

## ANO

## SÓCIO-POLÍTICA

- 1876 Sitting Bull esmaga Custer em Little Big Horn
- 1877 A rainha Vitória é proclamada imperatriz da Índia
- 1878 Revolta nihilista na Rússia
- 1879 Primeira Convenção Internacional sobre Patentes
- 1880**
- 1881 Ministério J.Ferry(1832-1893), depois Gambetta(1838-1882): Leis sobre escolaridade obrigatória, liberdade de imprensa, liberdade de reunião.
- 1882 Ocupação Britânica no Egito
- 1883
- 1884 A Alemanha adquire o sudoeste da África, Togo e Camarões  
Lei sobre as associações profissionais
- 1885 O Rei da Bélgica adquire o Congo  
Fundação do Congresso Nacional Indiano
- 1886 A Alemanha e a Grã-Bretanha dividem a África Oriental
- 1889 Fundação da Segunda Internacional
- 1890** Colonização da Rodésia pelos Ingleses
- 1891
- 1892 Questão do Canal do Panamá
- 1893
- 1894 Início da questão Dreyfus (1859-1935)  
Nicolau II (1868-1918) torna-se Czar.
- 1895 Criação da África Ocidental Francesa  
Fundação da Confederação Geral dos Trabalhadores
- 1896 Reinício dos Jogos Olímpicos em Atenas
- 1897
- 1898 Guerra do Sudão (Fachoda)  
Corrida ao ouro no Alasca
- 1899
- 1900** O Japão anexa a Manchúria  
Insurreição dos Boxers na China
- 1901 A Austrália passa a fazer parte da Commonwealth  
Lei sobre as associações
- 1902 Ministério Combe (1835-1921)
- 1903 Primeira Volta à França em bicicleta
- 1904 Retomada dos trabalhos do Canal do Panamá  
Guerra Russo-Japonesa
- 1905 Primeira Revolução Russa  
Separação da Igreja e do Estado
- 1906 Terremoto em São Francisco
- 1907 Convenção de Haia sobre conflitos internacionais
- 1908 O Estado Belga toma o Congo do rei Leopoldo  
Gigantesca explosão de um provável núcleo de cometa na Sibéria  
Puyi torna-se imperador da China aos dois anos.  
Action française
- 1909 Peary (1856-1920) chega ao Pólo Norte  
Blériot (1872-1936) atravessa a Mancha em avião
- 1910** Criação da União Sul-Africana  
Queda da Monarquia e implantação da República em Portugal

## CRONOLOGIA

## ANO

## SÓCIO-POLÍTICA

- 1911
- 1914 Deflagração da Primeira Guerra Mundial
- 1915
- 1916 Primeiro centro de aconselhamento p/ controle da natalidade (N.York)
- 1917 Revolução Russa: primeiro Estado Socialista  
EAU declaram guerra às principais potências  
A "Declaração de Balfour" promete aos judeus uma pátria na Palestina
- 1918 Fim da primeira Guerra Mundial
- 1919 Os tratados de Paris redesenham o mapa da Europa
- 1920** Estabelecimento da Liga das Nações (Genebra)  
EUA recusam-se a ratificar os Tratados de Paris e se isolam
- 1921
- 1922 Mussolini toma o poder na Itália
- 1923
- 1924 Morte de Lênin
- 1925
- 1926 Instala-se a ditadura militar em Portugal  
Chiang Kaishek dá início à reunificação da China
- 1929 A bancarrota de Wall Street precipitam a depressão mundial
- 1930** Revolução militar no Brasil: Vargas é eleito presidente
- 1931 A falência dos Bancos Centrais Europeus dá início à grande recessão
- 1932
- 1933 Hitler torna-se Chanceler Alemão: revolução nazista  
Franklin D. Roosevelt, presidente dos EUA, apresenta o New Deal
- 1934 Início da Grande Marcha na China
- 1935
- 1936 Segunda Guerra Mundial  
Início da Guerra Civil Espanhola  
Revolta Árabe na Palestina contra a imigração judaica
- 1937 Guerra total entre o Japão e a China
- 1938
- 1939 Grã-Bretanha e França declaram guerra à Alemanha
- 1940**
- 1941 Os EUA entram em guerra contra a Alemanha e o Japão  
O Japão ataca Pearl Harbor
- 1942 O Japão invade o sudeste da Ásia  
Gandhi e líderes do Congresso Indiano são Presos
- 1945 EUA lançam bombas atômicas sobre o Japão  
Fim da Segunda Guerra Mundial: derrota alemã e suicídio de Hitler  
Estabelecimento das Nações Unidas (sede em Nova York)
- 1946 Peron assume o poder na Argentina  
Início da guerra civil na China
- 1947 Início da "Guerra Fria"  
Plano Marshall para a reconstrução econômica da Europa  
Independência da Índia e do Paquistão
- 1948 Estabelecimento da Organização dos Estados Americanos  
Estabelecimento do Estado de Israel

## CRONOLOGIA

## ANO

## SÓCIO-POLÍTICA

- 1949 Formação da OTAN e do COMECON  
Início do apartheid na África do Sul  
Vitória Comunista na China. Fim da guerra civil.  
Independência da Indonésia
- 1950**
- 1951
- 1952 Revolta militar no Egito
- 1953 Morte de Stálin  
Proclamação da República no Egito
- 1954 Revolta nacionalista na Argélia (até 1962)
- 1955 Assinatura do Pacto de Varsóvia
- 1956
- 1957 Tratado de Roma: formação da Comunidade Econômica Européia  
Independência da Costa do Ouro (Gana)
- 1958 Quinta República Francesa: De Gaulle é eleito presidente
- 1959 Revolução Cubana
- 1960** Independência de vários Estados Africanos
- 1961 Construção do Muro de Berlim  
Independência da África do Sul  
EUA invadem o Vietnã
- 1962 O Segundo Conselho do Vaticano reforma a liturgia e os dogmas  
Independência da Argélia  
Crise dos mísseis cubanos
- 1963 Assassinato de J. F. Kennedy
- 1964 Golpe militar no Brasil
- 1965 Independência da Rodésia  
Início da Revolução Cultural na China
- 1966 Crescimento do poder negro  
"Guerra dos Seis Dias"
- 1967
- 1968 Manifestação estudantil mundial  
Assassinato de Martin Luther King
- 1969
- 1970** Allende é eleito presidente do Chile
- 1971 Os EUA iniciam política de distensão com a China e a União Soviética  
Os EUA abandonam o padrão ouro e desvalorizam o dólar
- 1972
- 1973 Crise do petróleo  
Derrota dos EUA no Vietnã do Sul
- 1974 Queda da ditadura em Portugal
- 1975 Morte de Franco: fim da ditadura na Espanha  
Portugal confere independência às suas Colônias
- 1976 Morre Mao Tse-tung
- 1979 Cai o Xá da Pérsia. Aiatolá Khomeini assume o poder
- 1980** Morre o Marechal Tito
- 1981 Grécia torna-se membro da CE
- 1984 Indira Gandhi é assassinada
- 1985
- 1986 Portugal e Espanha tornam-se membros da CE

**CRONOLOGIA****ANO****SÓCIO-POLÍTICA**

- 1987 A população mundial atinge 5 bilhões  
Eliminação das armas nucleares de alcance intermediário (EUAxURSS)  
Quebra da Bolsa de valores dos Estados Unidos
- 1988
- 1989 Demolição do Muro de Berlim  
EUA invadem o Panamá  
Morre o Aiatolá Khomeini
- 1990 Unificação da Alemanha  
Independência da Namíbia
- 1991 Desintegração da União Soviética  
Desintegração da Jugoslávia  
Fim do Apartheid  
Guerra do Golfo
- 1992 Guerra civil na Bósnia - Herzegóvina  
República Tcheca e Eslováquia se separam
- 1999
- 2000

# BIBLIOGRAFIA

- AMERY, Colin, ed.. *Architecture, Industry and Innovation: The Early Work of Nicholas Grimshaw & Partners*. London: Phaidon Press, 1995
- Amsonleit, Wolfgang. *Contemporary European Architects – vol.I*. Köln: Taschen, 1990
- ARCHITECTURAL DESIGN. *Deconstruction II*, London: Academy Group, 1989.
- ARCHITECTURAL DESIGN. *Reconstruction Deconstruction*, London: Academy Group, 1989.
- ARCHITECTURAL REVIEW. London: The Architectural Press, nº1076, Outubro 1986.
- ARCHITECTURAL REVIEW. *Special issue: Hongkong & Shanghai Bank*. London: The Architectural Press, nº1070, Abril 1986.
- ARCHITECTURE IN DETAIL. *Renault Centre – Norman Foster*. London: Architecture Design and Technology Press, 1991
- ARNHEIM, Rudolf. *Arte & Percepção Visual*. São Paulo: Pioneira, 1980
- BEHLING, Sophia. *Sol Power*. Munich: Prestel, 1996
- BLASER, Werner. *Mies van der Rohe*. São Paulo: Martins Fontes, 1998
- BOISSIÈRE, Olivier. *Jean Nouvel*. São Paulo: Martins Fontes, 1998
- BUCHANAN, Peter. *Renzo Piano Building Workshop Complete Works vol.1*. London: Phaidon, 1993
- BUCHANAN, Peter. *Renzo Piano Building Workshop Complete Works vol.2*. London: Phaidon, 1995
- BUCHANAN, Peter. *Renzo Piano Building Workshop Complete Works vol.3*. London: Phaidon, 1997
- BUCHANAN, Peter. *Renzo Piano Building Workshop Complete Works vol.4*. London: Phaidon, 2000
- BURRY, Mark (intr.). *Cyberspac – the world of digital architecture*. Victoria: Images, 2001
- CARDWEL, Donald. *Historia de la Tecnologia*. Madrid: Alianza Editorial, 1996
- COOK, Peter, RAND, George. *Morphosis, Buildings and Projects*. New York: Rizzoli, 1989
- D'AMARAL, Márcio Tavares (org.). *Contemporaneidade e Novas Tecnologias*. Rio de Janeiro: Sette Letras, 1996
- DAVIS, Colin. *Hopkins, the Work of Michael Hopkins and Partners*. London: Phaidon, 1993
- DAVIS, Colin. *Hopkins, the Work of Michael Hopkins and Partners*. London: Phaidon, 1993
- DE MASI, Domenico. *A Emoção e a Regra*. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1999
- DE MASI, Domenico. *A Sociedade Pós-Industrial*. São Paulo: Senac, 1999
- DEUTSCH, David. *A Essência da Realidade*. São Paulo: Makron Books, 2000
- DOCZI, György. *O Poder dos Limites*. São Paulo: Mercuryo, 1990
- DROSTE, Magdalena. *Bauhaus*. Köln: Taschen, 1994

- EL CROQUIS. *Daniel Libeskind, 1987-1996*. Madrid: El Croquis, nº80, 1996
- EL CROQUIS. *Jean Nouvel, 1987-1994*. Madrid: El Croquis, nº65/66, 1994
- EL CROQUIS. *Zaha Hadid, 1983-1991*. Madrid: El Croquis, nº52, 199
- EL CROQUIS. *Zaha Hadid, 1996-2001*. Madrid: El Croquis, nº103, 2000
- ENGEL, Heino. *Sistemas de Estruturas*. São Paulo: Hemus, 1977
- FROMM, Erich. *A Revolução da Esperança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1965
- FURTER, Pierre. *Dialética da Esperança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974
- GA DOCUMENT EXTRA 02. *Richard Rogers*. Tokyo: A.D.A., 1995
- GLASS, Leon, MACKEY, Michael C.. *Dos Relógios ao Caos*. São Paulo: Edusp, 1997
- GLEICK, James. *Caos - a criação de uma nova ciência*. Rio de Janeiro: Campus, 1991
- GÖSSEL, Peter, LEUTHÄUSER, Gabriele. *Architecture in the Twentieth Century*. Köln: Taschen, 1991
- GYMPEL, Jan. *História da Arquitetura*. Colônia: Könemann, 2001
- HAWKING, Stephen. *Buracos Negros, Universos-Bebês*. Rio de Janeiro: Rocco, 1995
- HOBSBAWM, Eric. *O Novo Século*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000
- JAN, Cejka. *Tendências de la Arquitectura Contemporânea*. Barcelona: Gustavo Gili, 1995
- JODIDIO, Philip. *New Forms: Architecture in the 1990s*. Köln: Taschen, 1997
- JODIDIO, Philip. *Santiago Calatrava*. Köln: Taschen, 1997
- JOHNSON, Philip, WIGLEY, Mark. *Arquitetura Deconstructivista*. Barcelona: Gustavo Gili, 1988
- KAUFMANN, Edgar. *Fallingwater, a Frank Lloyd Wright Country House*. New York: Abbeville, 1986
- L'ARCA. Milano: L'Arca, spa nº120, Novembro 1997
- L'ARCA. Milano: L'Arca, spa nº15, Abril 1988
- LAWLOR, Robert. *Geometria Sagrada*. Madrid: Prado, 1996
- LEACH, Neil (ed.). *Rethinking Architecture*. London: Routledge, 1997
- LEWIN, Roger. *Complexidade - a vida no limite do caos*. Rio de Janeiro: Rocco, 1994
- LIGHTMAN, Alan. *Sonhos de Einstein*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001
- MELHUIH, Clare. *Odile Decq Benoit Cornette*. London: Phaidon, 1998
- MIGAYROU, Frédéric, BRAYER, Marie-Ange (ed.). *Archilab-Radical Experiments in Global Architecture*. London: Thames and Hudson, 2001
- MIRALLES, BenedettaTagliabue. *Enric Miralles, Works and Projects 1975-1995*. New York: Monacelli, 1996
- MOORE, Rowan, ed.. *Structure, Space and Skin: The Work of Nicholas Grimshaw & Partners*. London: Phaidon, 1993
- MORAIS, Regis de. *Filosofia da Ciência e da Tecnologia*. São Paulo: Papirus, 1988
- MUTHESIUS, Angelika. *Contemporary European Architects - vol.III*. Köln: Taschen, 1995
- MUTHESIUS, Angelika. *Contemporary European Architects, vol.II*. Köln: Taschen, 1994

- NICOLAS, Pierre-Alexandre. *O Segredo das Catedrais*. São Paulo: Triom, 1990
- OTTO, Frei , RASH, Bodo. *Finding Form*. Felbach: Edition Axel Menges, 1995
- PEARMAN, Hugh. *Equilibrium: The Work of Nicholas Grimshaw & Partners*. London: Phaidon, 2000
- PRIX, Wolf D.. *Eric Owen Moss, Buildings and Projects*. New York: Rizzoli, 1991
- RICHARDS, Ivor. *Ecology of the sky*. Victoria: Images, 2001
- RUELLE, David. *Acaso e Caos*. São Paulo: Editora Unesp, 1993
- SCHWARTZ, Eugene. *A Inflação da Técnica*. São Paulo: Melhoramentos, 1975
- SEVCENKO, Nicolau. *A Corrida para o Século XXI*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001
- SLESSOR, Catherine. *Eco-Tech, Sustainable Architecture and High Technology*. London: Thames and Hudson, 1997
- SMITH, Elizabeth A.T.. *Techno Architecture*. London: Thames and Hudson, 2000
- SOMOL, R.E.. *Peter Eisenman, Diagrams Diaries*. London: Thames and Hudson, 1999.
- STEELE, James. *Museum Builders*. London: Academy Editions, 1994
- STEELE, James. *Arquitectura y Revolucion Digital*. México: Gustavo Gili, 2001
- THE MASTER ARCHITECT SERIES. *Eisenman Architects, Selected and current Works*. Victoria: Images, 1995.
- THE MASTER ARCHITECT SERIES. *Eisenman Architects, Selected and current Works*. Victoria: Images, 1995
- VALLÉE, Sheila de. *Architecture for the Future*. Paris: Pierre Terrail, 1996
- VARGAS, Milton. *Para uma Filosofia da Tecnologia*. São Paulo: Alfa-Omega, 1994
- VIDLER, Anthony. *Eric Owen Moss, Buildings and Projects 2*. New York: Rizzoli, 1996
- VIRILIO, Paul. *O Espaço Crítico*. São Paulo: Editora 34, 1993
- WEINSTEIN, Richard. *Morphosis, Buildings and Projects, 1989-1992*. New York: Rizzoli, 1994
- ZELLNER, Peter. *Hybrid Space*. London: Thames and Hudson, 1999
- ZERBST, Rainer. *Antoni Gaudí*. Köln: Taschen, 1993

40504

724.9  
An24a

Andrade, Antonio Gil da Silva

40504

724.9  
An24a

Andrade, Antonio Gil da Silva  
Alta tecnologia: a arquitetura de 1970 ...

24 23