

# A fábrica

*Com máquinas da nova era, os consumidores passarão a ser co-produtores. Por Marshall Burns*

Parece ficção científica, mas tudo indica que não é. Em um futuro não tão distante, as fábricas poderão ter máquinas que, sozinhas, transformarão matéria-prima em objetos desenhados na tela do computador. Na verdade, já faz 45 anos que os homens começaram a trabalhar no desenvolvimento dessas máquinas, que respondem por uma atividade chamada de "fabricação automatizada" – *automated fabrication* ou "autofab", nos EUA – e elas começam a desabrochar agora.

O cenário aqui descrito é, ao mesmo tempo, aterrorizante e paradisíaco, pois, se de um lado implica o fim dos empregos nas indústrias, de outro prevê grandes avanços na medicina e a satisfação ilimitada das necessidades e dos desejos dos clientes, que passariam a ser co-produtores de tudo que fosse criado. Este texto da revista *The Futurist*, baseado no livro *Automated Fabrication: Improving Productivity in Manufacturing* do especialista em tecnologia Marshall Burns, aborda o assunto com profundidade. Segundo Burns, a fabricação automatizada pode dar início a uma nova era da história da humanidade, superando a tão anunciada Era da Informação, e terá um forte impacto sobre a sociedade.

---

■ *Marshall Burns* é presidente da *Ennex Fabrication Technologies*, firma de consultoria especializada em tecnologia com sede em Los Angeles, Califórnia, EUA. É autor de *Automated Fabrication: Improving Productivity in Manufacturing* (ed. Prentice Hall).

Imagine-se em uma feira de automóveis, desenhando o carro de seus sonhos na tela do computador e, dias depois, recebendo em sua casa exatamente esse carro, construído conforme suas especificações.

Talvez esse sonho possa se tornar realidade já no início do próximo século, por meio de um processo conhecido como fabricação automatizada – *automated fabrication* ou "autofab".

A fabricação automatizada é um conjunto de tecnologias que informatiza o processo de construção de objetos tridimensionais sólidos a partir de matéria-prima. Essa atividade, em expansão, utiliza a solidificação controlada de polímeros, pós e outras matérias-primas, guiada por projetos desenhados em microcomputadores comuns. Com a fabricação automatizada, os projetistas podem fazer mudanças

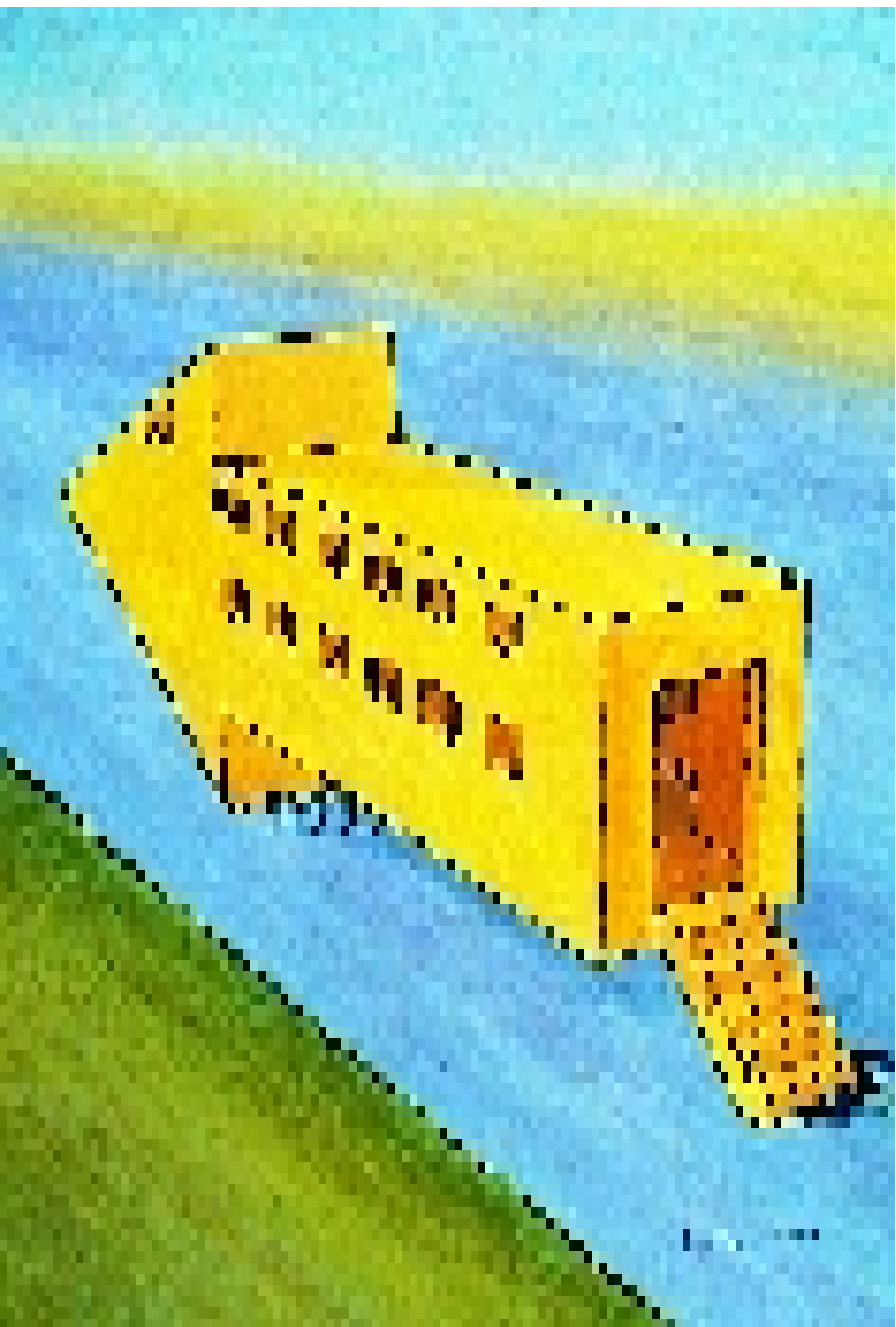
rápidas em seus trabalhos, construir com dimensões precisas e criar produtos com superfícies geométricas complexas.

O impacto da fabricação automatizada sobre a sociedade e a economia pode ser ainda maior e mais significativo do que o exercido pelos computadores. A introdução e a conseqüente evolução dos computadores têm sido vistas por alguns como prenúncios de uma nova era da história humana, a Era da Informação. Isso supõe que o maior valor da sociedade é a informação, assim como as ferramentas e condições para armazená-la e manipulá-la. Mas é possível que a tal Era da Informação tenha vida curta e seja superada por outra nova era, em que os seres humanos terão poderes hoje desconhecidos para manipular as propriedades da matéria, praticamente da mesma forma que os computadores manipulam a informação.

## Cliente projetista

A fabricação automatizada, junto com os projetos e as simulações feitos em computador, pode dar aos fabricantes a oportunidade de satisfazer necessidades especiais de seus clientes. Para realmente tornar isso possível, no entanto, as empresas precisarão trabalhar junto com os clientes e definir tais necessidades. A participação dos clientes nos processos de projeto, desenvolvimento e produção

# do futuro



*É possível que a Era da Informação tenha vida curta e seja superada por uma nova era, em que os seres humanos terão poderes hoje desconhecidos para manipular a matéria*

provavelmente levará a novos e inesperados produtos, dos quais eles seriam os “co-fabricantes”.

Em uma co-produção, o cliente faria mais do que simplesmente entregar ao fabricante uma lista de especificações; ele participaria dos testes de protótipos de forma contínua. A relação entre a indústria e o consumidor passaria a ser, então, de longo prazo e a lealdade do cliente naturalmente aumentaria – desde que a qualidade fosse mantida. A responsabilidade pelo produto e por outros riscos poderia ser compartilhada, juntamente com os direitos de patente. E, em vez de promover seus produtos, as empresas divulgariam sua “capacidade em processos”.

A co-produção representa uma importante mudança na relação entre empresas e clientes. Mas essa é

Image Bank/Yves Lefevre

apenas a ponta do iceberg da “Revolução da Fabricação Automatizada”.

#### A sociedade do futuro

O impacto da fabricação automatizada sobre a sociedade tende a ser tão ou mais drástico que o verificado na relação empresas-clientes, podendo traduzir-se das seguintes maneiras:

■ **Novas oportunidades de negócios.**

O surgimento da fabricação automatizada criará oportunidades para empreendedores e pequenos fabricantes – e até para consumidores – de participar do desenvolvimento, da fabricação, da distribuição, do uso e dos consertos das máquinas fabricadoras, além dos programas de computador e equipamentos pertinentes.

■ **Menor demanda por trabalhadores qualificados.** As instalações industriais automatizadas já estão conseguindo aumentos significativos de produtividade. Apesar da resistência a essa tendência, verificada em

vários países, existe um declínio inevitável na quantidade de mão-de-obra necessária para a produção de produtos manufaturados. O resultado final disso ainda está por ser determinado.

■ **O retorno ao “trabalhador artesanal da comunidade”.** Se a produção em massa perder sua vantagem econômica, as grandes fábricas centralizadas podem desaparecer e

ser substituídas por instalações menores baseadas na comunidade. Em um ambiente de “co-produção”, o cliente teria a chance de ser mais bem atendido pelo proprietário e pelo operador local de uma espécie de oficina fabricadora. Na prática, as fábricas seriam descentralizadas. Para fins de marketing, essas oficinas poderiam ser reunidas em redes ou franquias, e as instalações e o conhe-

*Em uma co-produção, a responsabilidade pelo produto e por outros riscos poderia ser compartilhada por empresas e clientes, juntamente com os direitos de patente. Em vez de promover seus produtos, as fabricantes divulgariam sua “capacidade em processos”*



Image Bank/Todd Davidson

## Fábricas espaciais

Quando chegaram à América, os colonizadores europeus trouxeram seus martelos, machados, serras e caixas de pregos. Com essas ferramentas e materiais, eles construíram casas, celeiros e fortes. Mas eles não trouxeram madeira, o material de construção mais importante de que precisariam, porque sabiam que a encontrariam em profusão no novo território.

Quando chegarmos à Lua, a Marte ou ao cinturão de asteróides, não encontraremos árvores ou florestas. Mas haverá uma imensa quantidade de outros materiais industriais e de construção – como aço, alumínio e magnésio –, com os quais poderemos construir abrigos, fábricas e máquinas. A presença desses materiais poderá nos poupar a despesa de transportar vigas de aço e estruturas de alumínio. Porém ainda persistirá um problema: o que substituirá os martelos, os machados e as serras dos colonizadores? Que ferramentas poderemos levar conosco para transformar as pedras e a poeira celestes em paredes e vigas de suporte?

Até bem pouco tempo, isso era um beco sem saída, pois precisamos de refinarias e fundições para beneficiar o minério bruto e transformá-lo em materiais de construção. E as refinarias e fundições são instalações grandes e pesadas, que consomem materiais volumosos para sua própria construção. Então, como os colonizadores da Lua e de outros recantos do espaço poderão utilizar o solo nativo?

A resposta talvez esteja na fabricação automatizada. À medida que a qualidade e a velocidade das máquinas fabricantes forem aumentando, estaremos caminhando gradualmente para um momento em que essas máquinas serão capazes de participar da construção de grandes estruturas e de produzir as peças a ser incorporadas ao maquinário de trabalho. A capacidade de vários processos de trabalhar com metais, com a sinterização do laser, a

extrusão orientada por robôs e a deposição de gotículas poderá viabilizar a criação de uma máquina fabricadora ou de um pequeno conjunto delas para construir uma colônia de terraqueos inteira.

Nem sequer é necessário que as máquinas fabricantes trabalhem exclusivamente com materiais espaciais. Os colonizadores europeus realmente trouxeram pregos para construir seus lares a partir da madeira nativa. Um processo viável poderia exigir o processamento das rochas ou da poeira com um agente químico levado da Terra para essa finalidade. Uma vez que os produtos químicos necessários sejam menos volumosos – em várias ordens de magnitude – do que a quantidade de materiais em que tais produtos precisem ser utilizados, o processo que os utilizar representará um tremendo progresso para a construção e a fabricação espaciais.

### Infância na Terra

Como tecnologia comercial, a fabricação automatizada ainda está na infância na Terra, engatinhando como um bebê. Os vários métodos hoje existentes estão passando, no entanto, por refinamentos e melhoras de forma bastante rápida. Nos próximos anos, é certo que surgirão muitos novos métodos que representarão possibilidades atualmente impensáveis para a construção de objetos a partir dos materiais espaciais disponíveis.

Há muito tempo se reconhece que, para viabilizar a colonização do espaço sideral pelos homens, são necessárias máquinas com a capacidade de produzir bens úteis a partir dos materiais existentes *in loco*. Não é impossível – na verdade, é extremamente provável – que a fabricação automatizada de que tratamos neste artigo seja a tecnologia que faltava para isso. A fabricação automatizada pode, sim, ser o avanço que finalmente derrubará a barreira à moradia no espaço sideral.

cimento técnico distribuídos para atender às necessidades locais.

■ **Melhor qualidade do produto.** A automação dos processos de fabricação combinada aos métodos automatizados de inspeção e montagem já está aumentando a qualidade e a durabilidade dos produtos. Um dos efeitos disso é o fato de que carros, televisores, refrigeradores e tantos outros produtos estão durando muito mais do que os modelos anteriores. Para as empresas, infelizmente, isso significa menor necessidade de substituição de produtos.

■ **Mais reciclagem.** Em vez de comprar o último modelo de um carro ou de uma torradeira e jogar fora os antigos, os clientes devolverão os modelos antigos ao local de fabricação, que os utilizará para produzir os novos modelos. As empresas que produzem objetos a partir de plásticos e metais fundidos ou reprocessados tornarão a reciclagem deles mais prática.

■ **Comércio baseado em processo.** Em vez de ir até uma loja para comprar produtos, o cliente do futuro provavelmente os escolherá em uma simulação por computador. Para serviços mais complexos e maiores – como o novo formato da van da família ou de um teclado para computador com teclas personalizadas –, o cliente poderá recorrer a uma oficina ou a um empreiteiro locais.

■ **Novos tratamentos médicos.** As empresas serão capazes de fabricar instrumentos médicos menores do que a molécula de um medicamento. Esses nanoinstrumentos permitirão a investigação e o tratamento não-invasivos de doenças, a reversão da degeneração natural dos tecidos e até a reconstrução artificial de tecidos inatos da constituição genética de uma pessoa. A expectativa de vida deverá aumentar, a saúde dos idosos melhorará e as pessoas adquirirão a capacidade de redesenhar seu corpo de maneira bastante simples.

### A revolução da indústria

A fabricação automatizada já contabiliza 45 anos de desenvolvimento, mas está apenas começando

a desabrochar. É possível vislumbrar no horizonte a tecnologia da fabricação automatizada se tornando mais refinada em termos de precisão, para em seguida se transformar no tipo de máquina profetizado para a assim chamada nanotecnologia – uma máquina que pode fabricar objetos usando um átomo ou uma molécula de cada vez.

Quando o processo de fabricação tiver avançado a esse nível, a forma das matérias-primas utilizadas será irrelevante. Tais máquinas serão capazes de reorganizar as estruturas moleculares para gerar praticamente qualquer objeto concebível a partir delas. As embalagens plásticas de leite e as latas de cerveja poderiam ser reorganizadas molecularmente para formar, por exemplo, um novo abajur. Além de constituir o mais avançado método de fabricação, isso também resolveria nossos problemas de reciclagem.

Poderiam surgir muitos prestadores de serviços de fabricação, como já dissemos, que funcionariam de maneira semelhante à das antigas oficinas mecânicas ou, o que é mais provável, na forma de redes ou franquias. Assim, uma oficina chamada “Fabricators-R-Us” poderia estar em qualquer cidade, como hoje há o McDonald’s.

Entretanto, com o uso fácil e tão

## *A tecnologia da fabricação automatizada vai se tornando mais refinada em termos de precisão até chegar à máquina que poderá fabricar objetos usando um átomo ou uma molécula de cada vez*

difundido dessa tecnologia, os problemas também devem aparecer. Da mesma maneira que os programas de computador atualmente são pirateados e distribuídos com uma eficiência estonteante, é provável que um dia seja possível fabricar cópias não autorizadas de um relógio Rolex, de uma máquina de fax Panasonic, de um Cadillac, ou mesmo das próprias máquinas industriais. Isso poderá criar a necessidade de introduzir restrições e licenciamentos de vários tipos.

Máquinas de fabricação do tipo pessoal podem acabar ficando disponíveis para todo mundo. Esses equipamentos de mesa fabricariam tudo, de aparelhos de jantar personalizados a peças de reposição para lavadoras de louça, e custariam praticamente o mesmo preço de um carro.

Nesse cenário, à medida que a tecnologia da fabricação automatizada se aprimorasse – e atendesse à maioria de nossos desejos materiais –, o fim de várias necessidades poderia conduzir a uma nova idade do ouro nas artes, na música e na ciência. Mas a questão é: será que as pessoas realmente desejam isso? Na vida, é comum descobrirmos que nossa maior satisfação não vem da realização de alguma coisa, mas sim do esforço para consegui-la.

O maior desafio para a humanidade é descobrir, enquanto caminhamos para a Era da Fabricação Automatizada, o que fazer de nós mesmos quando as máquinas assumirem a responsabilidade pela satisfação do atendimento de nossas necessidades e desejos materiais. ♦

© *The Futurist*

*Máquinas de fabricação do tipo pessoal fariam tudo, de aparelhos de jantar a peças de reposição para lavadoras de louça, e custariam quase o mesmo que um carro*



Image Bank/Fernando Bueno