

Algumas Observações sobre Modelos Mentais

Donald A . Norman

Universidade da Califórnia, San Diego

A função desse capítulo é trabalhar o óbvio; as visões das pessoas sobre o mundo, delas mesmas, de suas próprias capacidades e das tarefas que são solicitadas a realizar ou assuntos que elas devem aprender. Tudo isso depende muito das concepções que elas trazem.

Na interação com o ambiente, com as outras pessoas e com os artefatos tecnológicos, as pessoas formam internamente modelos mentais delas mesmas e das coisas com as quais interagem.

Esses modelos possuem um poder de explicação e de previsão para o entendimento dessas relações. Essas afirmações precisam ser expressadas, pois são consistentes com aquilo que nós temos aprendido sobre os processos cognitivos e que, nesse livro, representa o mais importante tema. Entretanto, não há mal em repetir ou estender esse assunto, porque o escopo de implicações dessa visão é muito maior do que se pode imaginar.

Em relação aos modelos mentais, nós precisamos considerar quatro elementos diferentes:

O *sistema alvo*, o *modelo conceitual* do sistema alvo, o *modelo mental* do sistema alvo construído pela pessoa e o *modelo do cientista* deste modelo mental. O sistema que a pessoa está aprendendo ou usando é, por definição, o **sistema alvo**. Um **modelo conceitual** é inventado para proporcionar uma representação apropriada do sistema alvo, apropriado no sentido de ser preciso, consistente e completo.

Modelos conceituais são inventados por professores, projetistas, cientistas e engenheiros.

Os **Modelos mentais** são naturalmente modelos em evolução. Isto é, através da interação com o sistema alvo, as pessoas formulam modelos mentais daquele sistema. Esses modelos mentais não precisam ser tecnicamente precisos (e geralmente não o são), mas eles devem ser funcionais. Uma pessoa, através da interação com o sistema, continuará modificando o seu modelo mental no sentido de obter um resultado viável.

Os modelos mentais tornam-se limitados por fatores como o conhecimento técnico do usuário, suas experiências prévias com sistemas similares e pela estrutura do sistema de processamento de informações humano. O **modelo do cientista** de um modelo mental é, obviamente, um modelo de um modelo.

Algumas Observações sobre Modelos Mentais

Minhas observações sobre uma variedade de tarefas, com uma grande variedade de pessoas, levaram-me a algumas generalizações sobre os modelos mentais:

1. Os modelos mentais são incompletos.
2. As habilidades das pessoas em rodar seus modelos são muito limitadas.
3. Os modelos mentais são instáveis: as pessoas esquecem detalhes dos sistemas que elas estão usando, especialmente quando esses detalhes (ou esse sistema) não são usados por certo tempo.
4. Os modelos mentais não possuem limites rígidos: dispositivos e operações similares ocasionam confusão.
5. Os modelos mentais não são científicos: as pessoas mantêm comportamentos supersticiosos mesmo sabendo que estes não são necessários, isto porque esses comportamentos custam pouco em esforço físico e evitam o esforço mental.
6. Modelos mentais são parcimoniosos: freqüentemente as pessoas preferem fazer operações físicas extras ao invés de planejamentos mentais para evitar essas ações; elas estão dispostas a realizar um esforço físico extra em troca de um modelo mental menos complexo. Isso é especialmente verdade onde ações extras proporcionam regras simplificadas para serem aplicadas em uma variedade de dispositivos, minimizando assim, chances de confusões.

Deixe-me agora, desenvolver um pouco essas generalizações. Em meus estudos de erro humano e interação homem-máquina, fiz extensivas observações de interações de pessoas com dispositivos tecnológicos.

"Eu não o faço porque freqüentemente quando você utiliza a memória e o botão CLEAR, se você não está certo sobre o que no momento está sendo apagado, você pode limpar a memória e o valor eu sou muito cuidadosa com isso. Eu tenho medo de perder os dados da memória."

Todas as pessoas que eu observei têm crenças particulares sobre suas máquinas e sobre suas próprias limitações, e como resultado, elas tem desenvolvido padrões de comportamento que as fazem sentir mais seguras em suas ações, mesmo que elas saibam que o que fazem não seja sempre necessário.

O padrão mais importante, que parece se aplicar a todos meus estudos sobre as calculadoras, era a necessidade de limpar os registros e displays. A calculadora de quatro operações precisa ser zerada antes de se começar um novo problema, mas as outras calculadoras, não precisam. No entanto, essas pessoas sempre zeravam suas calculadoras, independente do tipo.

Mais ainda, elas apertavam o botão CLEAR várias vezes dizendo coisas como "você nunca sabe algumas vezes ela não limpa os registros" ou, explicando que "existem vários registros que tem de ser zerados e algumas vezes a segunda e a terceira pressionada no botão limpa esses registros." (A calculadora de quatro operações utilizada na pesquisa, requer que o botão CLEAR seja pressionado duas vezes para limpar todos os registros.)

Num interessante complemento ao excessivo pressionamento do CLEAR para assegurar que tudo foi limpo, durante um problema com uma calculadora de quatro operações onde é necessário limpar o display durante a solução de um problema, uma pessoa interrompeu suas ações ao pressionar a tecla, incerta de que também pudesse ter limpadado os registradores.

Todas as pessoas que observei, expressaram dúvidas sobre o que exatamente tinham ou não apagado com cada aperto no botão ou botões (uma das calculadoras tinha 3 diferentes botões CLEAR). As pessoas tendiam para o seguinte cuidado: apertar excessivamente o botão CLEAR quando fosse necessário reiniciar a calculadora, e evitar o uso do CLEAR durante um problema com medo de zerar todas as informações.

Um padrão similar aparece no uso do botão ENTER de certas calculadoras. As pessoas apertam este botão várias vezes, freqüentemente comentam que sabem ser isso excessivo, mas foi isso que aprenderam a fazer. Elas explicam suas ações dizendo que "Não faz mal pressionar mais uma vez" ou "Eu sempre aperto duas vezes quando eu tenho de entrar uma nova sentença é apenas uma superstição, mas isto me faz sentir mais confortável."

Esses comportamentos parecem refletir algumas das propriedades dos modelos mentais, especialmente a facilidade de gerar regras que tenham grande precisão e de manter separadas as regras para um número de muitos similares, mas diferentes dispositivos.

A regra de apertar o botão CLEAR excessivamente, proporciona ao usuário a dispensa de uma conta precisa da operação. Além do mais, isso torna-se uma regra que é funcional em todas as calculadoras, independente do modelo, e faz com que os usuários fique menos sujeitos aos erros causados por esquecimento ou interferência de outras atividades. Logo, isso parece uma sensível simplificação que facilita e generaliza o que de outra forma poderia ser mais complexo, um conjunto de conhecimento sobre uma máquina específica.

Quando as pessoas atribuem suas ações à superstição, elas parecem estar fazendo afirmações diretas sobre as limitações em seus próprios modelos mentais. Essas afirmações implicam em incertezas no mecanismo, mas experiência com as ações e conseqüências. Assim, nesse contexto, comportamentos supersticiosos indicam que a pessoa, ao encontrar dificuldades, acredita que uma seqüência particular de ações reduzirá ou eliminará essa dificuldade.

Finalmente, parece existir uma diferença na relação entre operações na calculadora e operações mentais que as pessoas que estudei estavam empregando. Para problemas do tipo que estava estudando, a calculadora de quatro operações era a mais difícil de usar. Um planejamento considerável era necessário para assegurar que as respostas parciais provenientes das etapas do problema fossem armazenadas na memória da máquina (muitas das calculadoras de quatro operações tem apenas uma memória).

Como resultado, os usuários parecem preferir escrever as somas parciais e fazer simples cálculos em suas mentes que utilizar as máquinas.

Com os outros tipos de calculadoras, a situação é outra. Embora seja difícil de aprender a utilizar essas máquinas, uma vez aprendido, os usuários experts sentem-se confiantes que podem resolver qualquer problema sem planejamento: eles olham para o problema e imediatamente começam a apertar os botões.

Modelando um Modelo Mental

Considere o problema de modelagem de um determinado modelo mental de uma pessoa sobre algum sistema alvo particular. Vamos chamar esse determinado sistema alvo de t . Antes de nós podermos entender como a pessoa interage com o sistema alvo, nós precisamos de uma boa concepção daquele sistema. Em outras palavras, nós necessitamos de um modelo conceitual do sistema: chame o modelo conceitual de t , de $C(t)$. E agora chame o modelo mental do usuário sobre o sistema alvo de $M(t)$.

Nós devemos distinguir nossa concepção de um modelo mental, $C(M(t))$, do atual modelo mental que nós pensamos que uma pessoa em particular possa ter $M(t)$. Para se ter uma idéia dos modelos que os usuários possuem no momento, são necessárias experimentações psicológicas e observações.

Com intuito de efetivamente realizar tais observações e experimentos, nós precisamos considerar as propriedades representacionais e funcionais desses modelos. Deixe-me discutir três propriedades necessárias: sistemas de crenças, relações observáveis e poder de previsão.

Esse três fatores funcionais aplicam-se ao modelo mental e a nossa concepção de modelo, ao $M(t)$ e $C(M(t))$. Eles podem ser sintetizados do seguinte modo:

Sistema de crenças: Um modelo mental de uma pessoa reflete suas convicções, suas crenças, sobre um sistema físico, adquiridas através de observações, instruções ou inferências. O modelo conceitual do modelo mental $C(M(t))$, deve conter um modelo das partes relevantes do sistema de crenças da pessoa.

Relações observáveis: Deve existir uma correspondência entre os parâmetros e estados do modelo mental que são acessíveis à pessoa e os aspectos e estados do sistema físico que a pessoa pode observar. No modelo conceitual, isso significa que deve existir uma correspondência entre os parâmetros e estados observáveis de $C(M(t))$ e os aspectos e estados observáveis de t (sistema alvo).

Poder de previsão: A finalidade de um modelo mental é proporcionar à pessoa o entendimento e a previsão do comportamento de um sistema físico. Isso significa que o modelo deve ter poder de previsão, aplicando regras de inferência ou por derivação processual (de qualquer maneira essas propriedades podem ser realizadas em uma pessoa); em outras palavras, deve ser possível para pessoa "rodar" seus modelos mentalmente.

Isso significa que o modelo mental conceitual deve também incluir um modelo dos importantes processamentos de informações e estruturas de conhecimentos humanos que tornam possível à pessoa, através de seu modelo mental, prever e entender o sistema físico.

Relação entre os Modelos Conceitual e Mental

Os modelos conceituais são projetados como ferramentas para o entendimento ou o ensino de um sistema físico. Os modelos mentais são os que as pessoas têm realmente em suas mentes e o que as guia no uso dos objetos. Idealmente, deveria existir uma relação direta e simples entre o modelo conceitual e o modelo mental. No entanto, esse não é o caso.

Que um modelo mental reflete as convicções de um usuário sobre um sistema físico parece óbvio e tinha já sido discutido. O que não é óbvio é a correspondência que deve relacionar o modelo mental e o modelo conceitual do sistema físico, isto é, a relação entre $M(t)$ e $C(t)$.

Na literatura sobre o aprendizado de modelos matemáticos, Greeno e Steiner (1964) introduziram a noção de *identificação*. Isto é, eles assinalaram que um modelo útil incluirá uma correspondência entre os parâmetros e estados do modelo e a operação do sistema alvo. Eu acho que essas afirmações aplicam-se bem aos problemas dos modelos mentais. É importante que exista uma correspondência entre os parâmetros e estados do modelo e as coisas que ele tenta descrever.

Essa restrição impõe limitações à natureza dos modelos mentais. Certos tipos de modelos serão descartados se a identificação não for facilmente realizada.

A finalidade básica de um modelo mental é habilitar um usuário a prever a operação de um sistema alvo.

Como resultado, o poder de previsão de tal modelo é de considerável importância. Embora grande ênfase tenha sido dada à noção de "rodar" um modelo conceitual ou mental, este deve ter a capacidade de fazer previsões através de inferências diretas, uma forma declarativa de previsão, em vez de rodar o modelo de uma forma processual.

Qualquer que seja o mecanismo, está claro que a previsão é um dos maiores aspectos dos modelos mentais e essa característica deve fazer parte de qualquer de suas descrições.

O Sistema Imagem

Numa situação ideal, quando um sistema for construído, o projeto será baseado num modelo conceitual. Esse modelo conceitual deve governar todo relacionamento humano com o sistema, de forma que **a imagem desse sistema seja para o usuário consistente, coerente e inteligível.**

Eu chamo essa imagem de *sistema imagem* para distinguir do modelo conceitual no qual está baseada e do modelo mental que se deseja que o usuário construa do sistema.

Os manuais de instrução e todas as operações e ensinamentos sobre o sistema, devem então ser consistentes com essa imagem.

Assim, os instrutores do sistema devem ensinar o modelo conceitual para o usuário e, se o sistema imagem é consistente com este modelo, o modelo mental do usuário será também consistente.

Para que isso aconteça, o *modelo conceitual* que é ensinado para o usuário deve preencher *três* critérios:

1. Que possa ser *aprendido*
2. Que seja *funcional*
3. Que seja *útil*

Quão bom é um modelo conceitual que é muito difícil de aprender?

Ou um modelo que tem pouca funcionalidade, falhando na correspondência com o sistema imagem ou falhando nas previsões ou explicações de importantes aspectos do sistema alvo?

O que dizer de um modelo conceitual que não pode ser utilizado facilmente, dadas as propriedades da estrutura de processamento de informações humano com sua limitada memória e sua limitada habilidade computacional?

Freqüentemente, não há correspondência entre o modelo conceitual do sistema que guiou o projeto, o sistema imagem que é apresentado ao usuário, o material nos manuais instrucionais que é ensinado ao usuário e os modelos mentais que são criados por este.

Na verdade, para muitos sistemas alvos, não existe um único modelo conceitual que foi seguido durante o projeto.

As calculadoras que registram os dados em pilhas nos deram um bom e positivo exemplo onde um projeto conceitual foi elegantemente implementado num dispositivo físico, com as operações e instruções todas baseadas num mesmo modelo básico. Não é de se estranhar, então, que em meus estudos, os usuários dessas calculadoras estavam mais confiantes de suas habilidades.

Resumo

A moral dessa história é que é importante para nós distinguirmos os diversos tipos de modelos e concepções.

Nossas concepções de um sistema alvo não devem ser confundidas com o modelo mental que um usuário cria do sistema. As concepções envolvidas num projeto de um sistema podem ser diferentes da imagem que o sistema apresenta ao usuário.

Numa situação ideal, o sistema imagem será consistente com as concepções do projeto e o modelo mental do usuário será consistente com ambos.

Os modelos mentais das pessoas são propensos a possuir várias deficiências, talvez incluindo contraditórios, errados e desnecessários conceitos.

Como projetistas, nossa função é desenvolver sistemas e materiais instrucionais que ajudem os usuários a desenvolver modelos mentais mais coerentes e úteis.

Como professores, nossa função é desenvolver modelos conceituais que ajudem o aprendiz a desenvolver adequados e apropriados modelos mentais.

Como cientistas, interessados no estudo dos modelos mentais das pessoas, nós devemos desenvolver métodos experimentais adequados e descartar a esperança de encontrar concisos e elegantes modelos mentais, mas em vez disso, aprender a entender as incompletas, incoerentes e desarrumadas estruturas que as pessoas atualmente têm.

Notas

- (1) A inspiração para estes estudos veio das análises de Richard Young sobre operação de calculadoras, apresentadas na conferência que conduziu à este livro. No entanto, seu trabalho não inclui qualquer estudo sobre o que as pessoas de fato sabem das calculadoras e como elas as utilizam: como em minhas investigações. Eu realizei problemas que necessitavam apenas de operações aritméticas - adição, subtração, multiplicação e divisão - mas alguns exigiam a utilização dos registros, escrever os resultados parciais ou um planejamento de uma seqüência para evitar a necessidade de escrever ou armazenar. Desde a realização desses estudos e publicação do artigo, eu me instruí das observações e análises realizadas por Mayer e Bayman (1981).
- (2) Deixe-me advertir aos não psicólogos que descobrir como é um modelo mental de uma pessoa, não é de fácil execução. Por exemplo, você não pode simplesmente ir à pessoa e perguntar. Protocolos verbais tomados enquanto uma pessoa realiza uma tarefa serão informativos, mas incompletos. Além disso, eles podem fornecer informações erradas por pessoas que podem declarar que elas acreditam em uma coisa (e que de fato acreditam) , mas agem de uma maneira diferente. Todas as estruturas de crenças das pessoas não são disponíveis para inspeção, especialmente quando algumas destas crenças podem ser de uma natureza processual. E finalmente, existem problemas com o que é chamado de "estrutura de demanda" da situação. Se você pergunta às pessoas por que ou como elas fizeram alguma coisa, elas são compelidas a dar uma razão, mesmo que elas não tenham uma para sua questão. Elas vão dizer aquilo que elas acreditam que você quer ouvir (usando seus modelos mentais de suas expectativas). Tendo então gerado uma razão para você, elas podem então acreditar nela, embora ela tenha sido criada no momento para responder sua questão. Protocolos on-line gerados enquanto se resolve o problema e que fornecem as descrições das atividades ao invés das explicações são muito mais seguros.

Referências

- Greeno, J. G., & Steiner, T. E. Markovian processes with identifiable states: General considerations and applications to all-or-none learning. *Psychometrika*, 1964, 29, 309-333. (Um tratamento fácil é dado no capítulo sobre identificação em Restle, F & Greeno, J. G., *Introduction to mathematical psychology*. Readin, Mass.: Addison - Wesley, 1970.)
- Mayer, R. E., & Bayman, P. Psychology of calculator languages: A framework for describing differences in users' knowledge. *Communications of the ACM*. 1981, 24, 511-520.