



Interação Humano-  
Computador

Lucia Filgueiras  
2019

Teorias da IHC – Parte I  
Engenharia Cognitiva

---



# Teorias da IHC

Explicam os fenômenos da interação e auxiliam na tomada de decisão do design.

# Bibliografia da Engenharia Cognitiva

- J. Rasmussen. Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 13:257--266, 1983.
- Norman, D. The design of everyday things. Currency Doubleday,

# Agenda

- Engenharia Cognitiva
- Percurso cognitivo
- Percurso de recuperabilidade

# A perspectiva cognitiva

- A perspectiva cognitiva estabelece que um sistema deve auxiliar o usuário a atingir suas metas em algum domínio de aplicação.
- O designer deve:
  - Entender as **intenções** como motores da ação humana
  - Projetar **ações** para modificar o mundo
  - Criar condições para alimentar as informações necessárias para o usuário cumprir suas tarefas

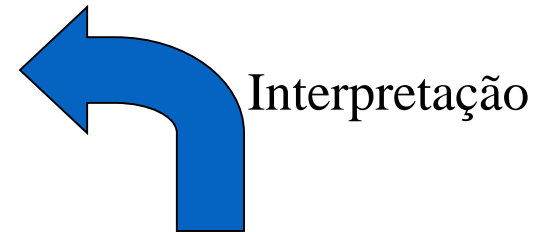
# Modelos da interação baseados na Ciência Cognitiva

- Como a mente é organizada
- Como as ações se organizam para alcançar um objetivo
- Como acontece o aprendizado
- Qual é o desempenho humano

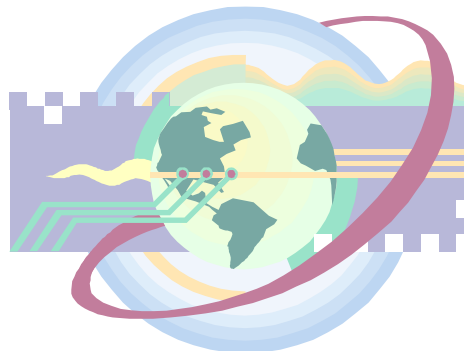
# Modelo da ação humana



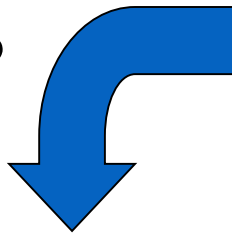
Meta:  
O que deve acontecer?



Avaliação:  
Comparação do que  
acontece com o que  
se esperava



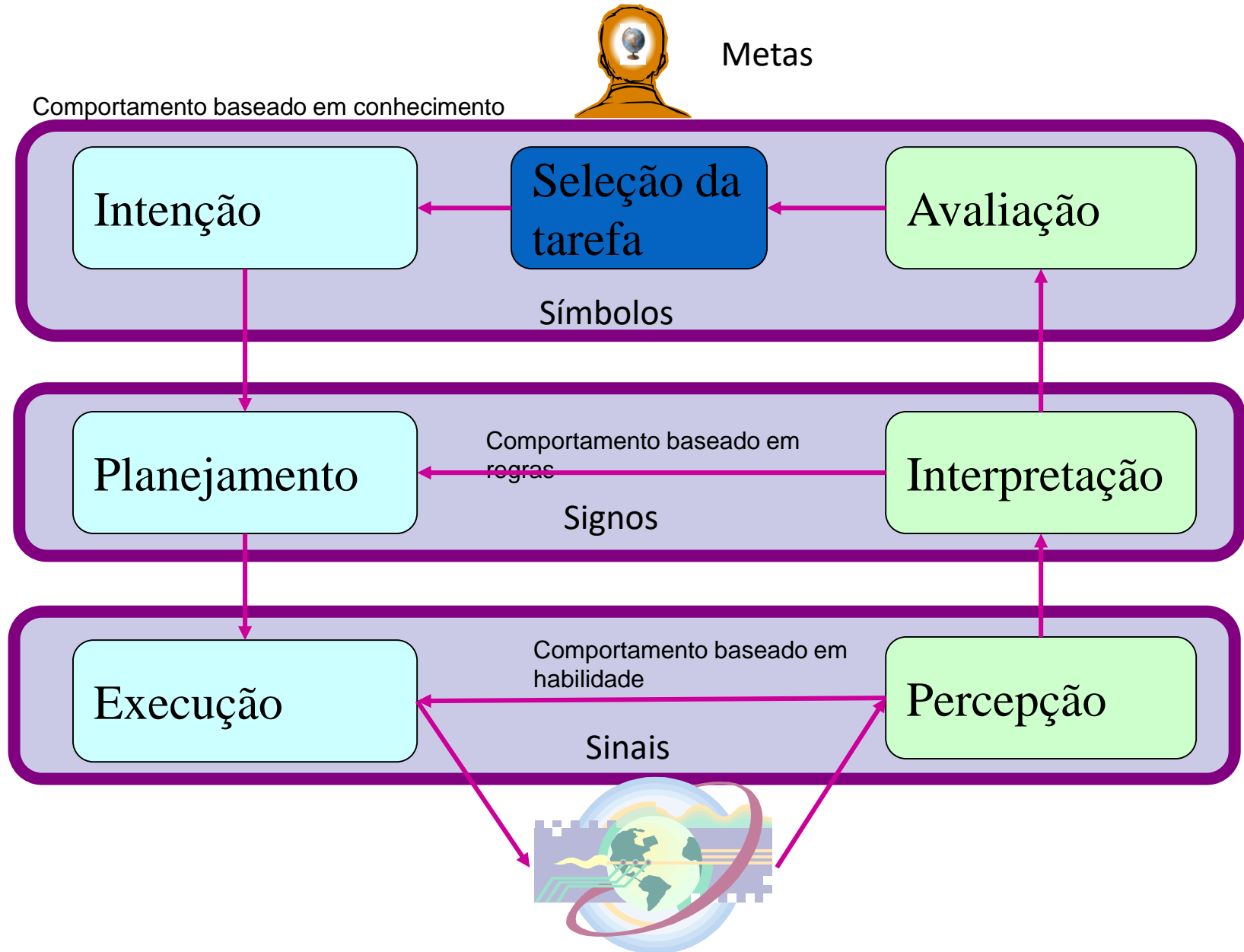
Intenção



Ação:  
O que fazemos com o  
mundo (ou com o  
computador)



# Modelo de Rasmussen (1983)



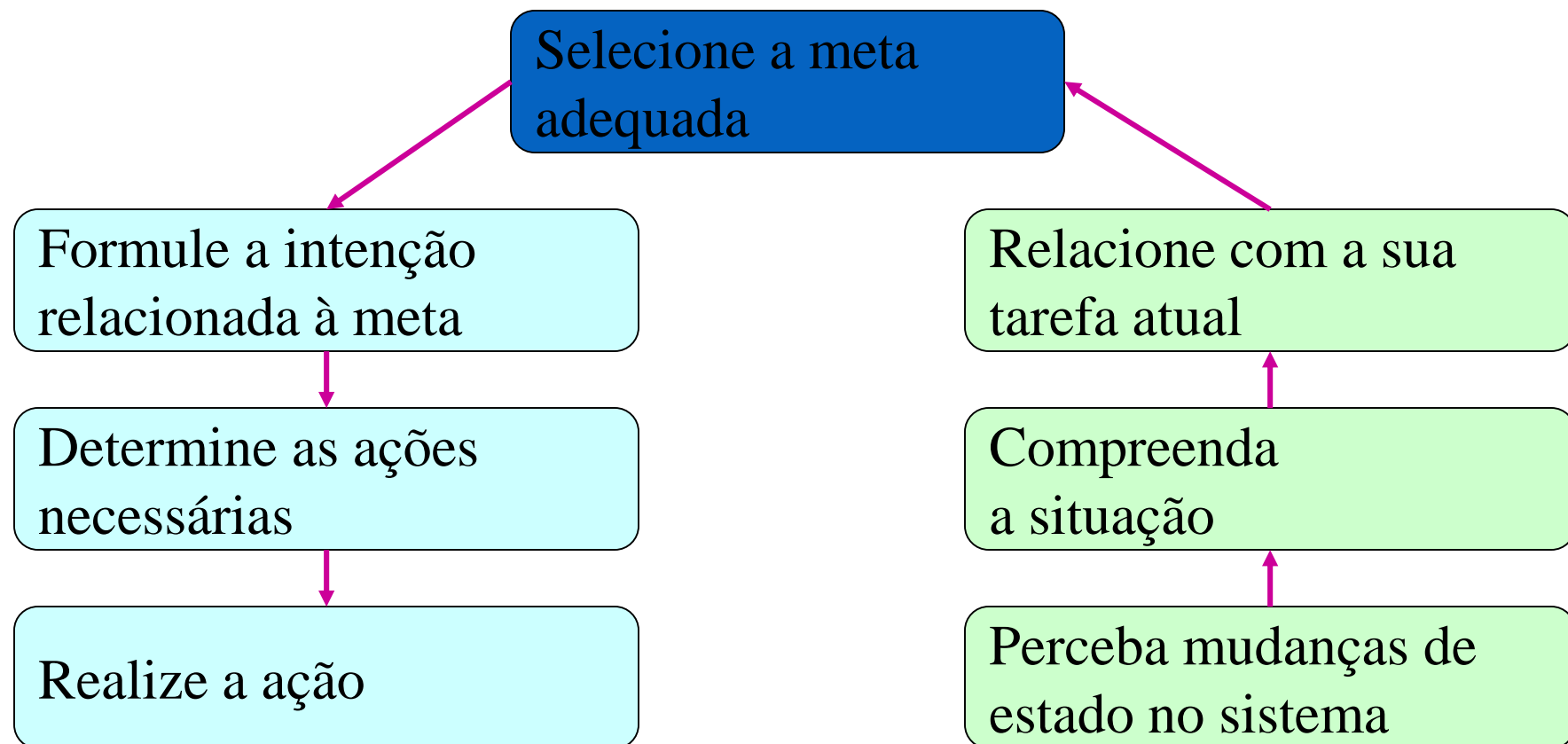
# Algumas definições

- Sinais (signals):
  - Estímulos decorrentes de eventos de qualquer natureza ou origem, ainda destituídos de significado.
  - "representing time-space variables from a dynamical spatial configuration in the environment" (Rasmussen)
- Signos (signs)
  - Entidade a que se pode atribuir significado
  - "related to certain features in the environment and the connected conditions for action"
- Símbolos (symbols)
  - "abstract constructs related to and defined by a formal structure of relations and processes"
  - Informação

# Modelo aproximado

- Não é teoria de psicologia cognitiva
- O ciclo pode começar de qualquer lado
- Nem todas as fases precisam ser executadas sempre
- Ciclo: uma rodada dispara outra; há encadeamento hierárquico

No projeto da interação:  
o projetista deve garantir que o usuário  
facilmente...



# Exemplo: alarme de temperatura alta

4. Seleção: p/ esfriar  
preciso desligar o gás

5. Intenção:  
vou fechar a válvula

6. Planejamento: clicar  
na válvula e botão fechar

7. Execução: usei o mouse

3. Avaliação: tpt.  
não pode ficar alta

2. Interpretação:  
temperatura está alta

1. Percepção: ouvi  
alarme

# Engenharia cognitiva

“ a type of applied Cognitive Science, trying to apply what is known from science to the design and construction of machines.”

# Objetivos

- Compreender os princípios fundamentais da ação humana que sejam relevantes para se entenderem os princípios de design
- Projetar sistemas úteis e adequados – a meta é engajamento





Variáveis psicológicas diferem das  
variáveis físicas

Variáveis  
psicológicas

- Intenções, metas, necessidades, preocupações

PROBLEMAS!

- INTERPRETAÇÃO
- MANIPULAÇÃO

Variáveis  
físicas

- Mecanismos, estados do mundo físico

Variáveis  
psicológicas

- Banho agradável: água abundante e morna

PROBLEMAS!

- INTERPRETAÇÃO
- MANIPULAÇÃO

Variáveis  
físicas

- Mecanismos, estados do mundo físico



faf0016 www.fotosearch.com

Variáveis  
psicológicas

- Banho agradável: água abundante e morna

PROBLEMAS!

- Abundância é a soma das duas variáveis
- Temperatura é função da diferença

Variáveis  
físicas

- Mecanismos, estados do mundo físico



Variáveis psicológicas

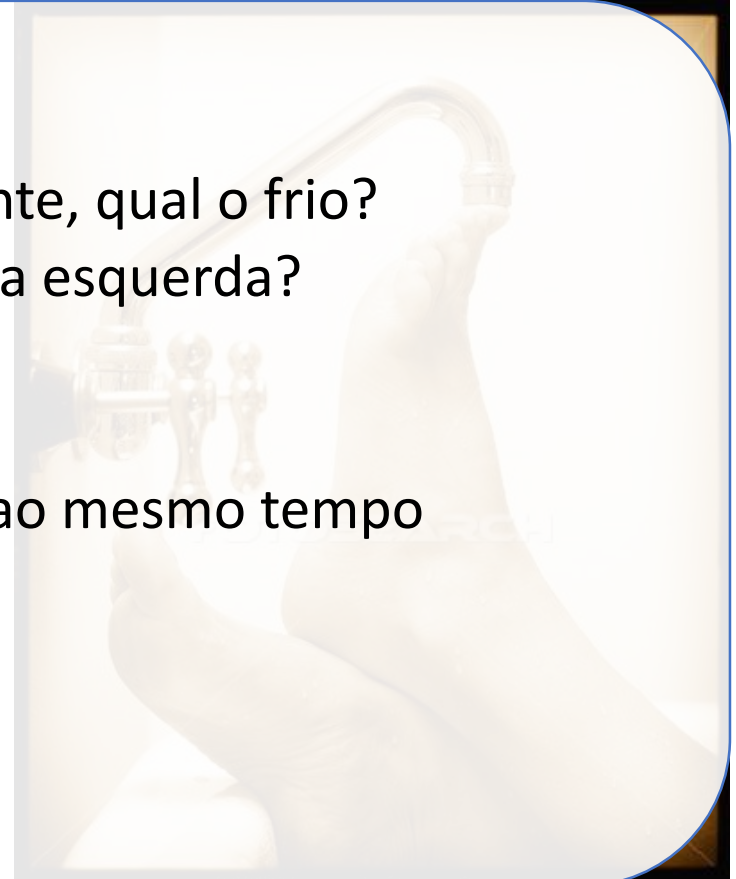
- Banho agradável: água abundante e morna
- Mapeamento:
  - qual controle é o quente, qual o frio?
  - Para a direita ou para a esquerda?

PROBLEMAS!

- INTERPRETAÇÃO
- Facilidade
- MANIPULAÇÃO
  - Controlar 2 torneiras ao mesmo tempo

Variáveis físicas

- Avaliação
- Mecanismos usados do mundo físico
  - Está correto?

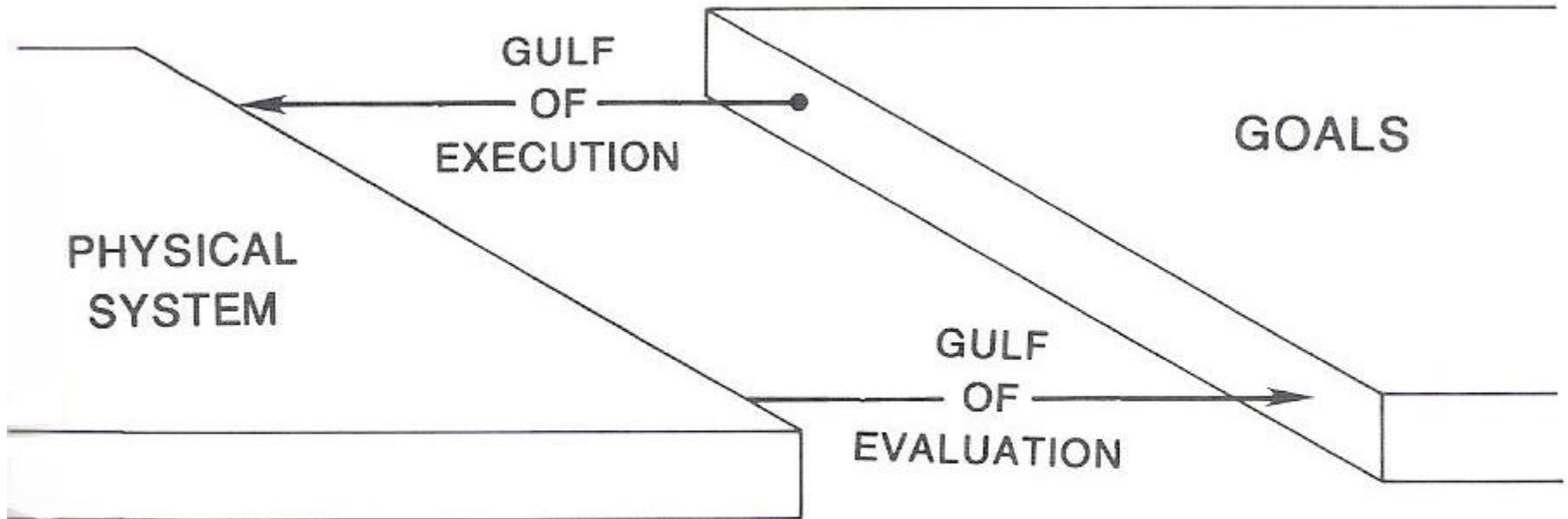




[www.bsbridge.com](http://www.bsbridge.com)

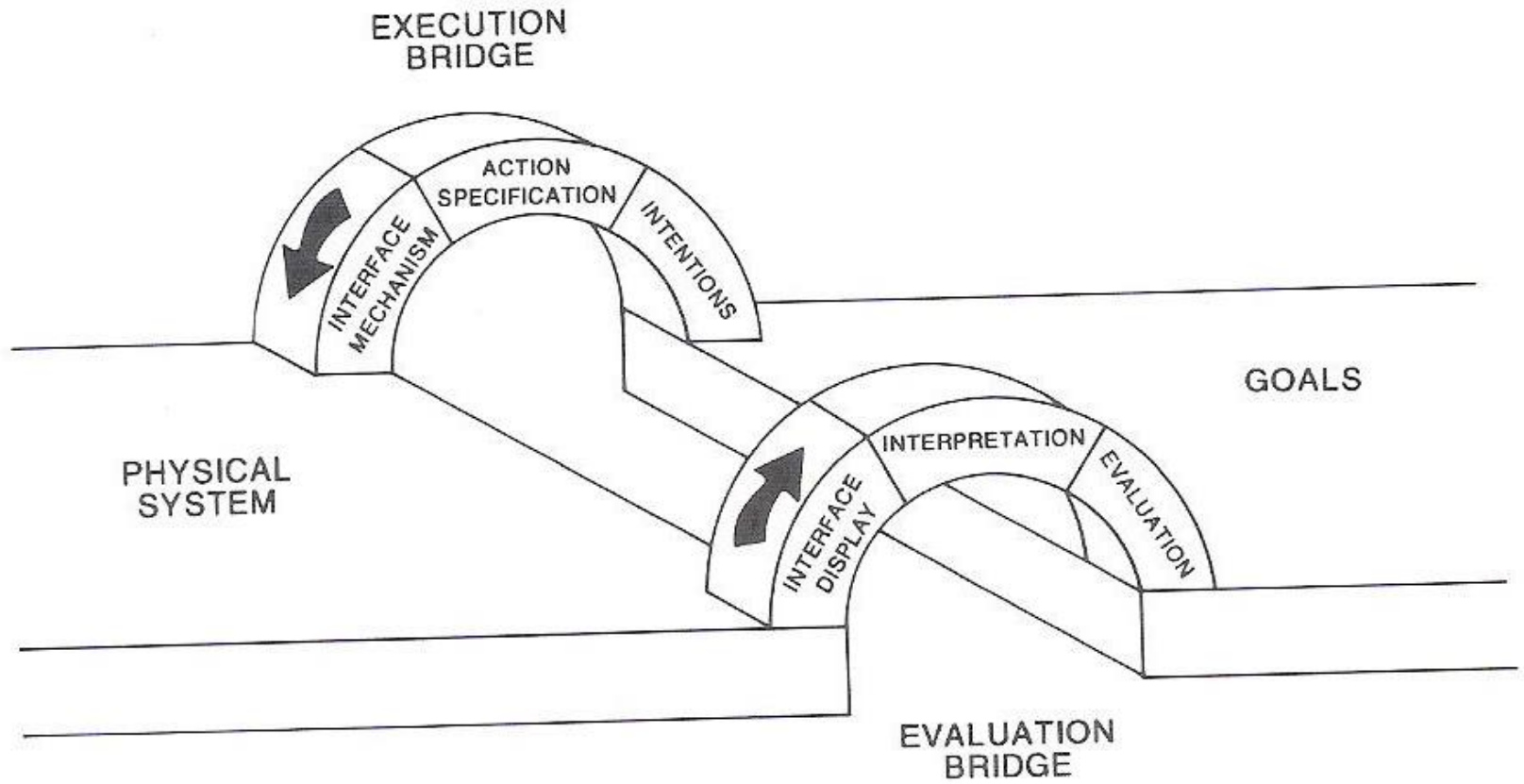
ASPECTO	DESCRIÇÃO
Metas e intenções	Meta: estado que se deseja atingir; Intenção: decisão de agir.
Especificação da seqüência de ações	Processo de determinar a representação psicológica das ações que deverão ser realizadas pelos usuários sobre os mecanismos
Mapeamento: (metas e intenções) -> (seqüência de ações)	Tradução das metas e intenções em estados futuros do sistema; determinação de quais controles atingem esses estados; determinação de como manipular fisicamente esses mecanismos. Resultado: especificação mental das ações a serem executadas.
Estado físico	Valor de todas as variáveis físicas do sistema.
Mecanismos de controle	Os dispositivos que controlam as variáveis.
Mapeamento: (mecanismos) -> (estado do sistema)	A relação entre as funções dos mecanismos de controle e o estado do sistema.
Interpretação do estado do sistema	A relação entre a meta psicológica e o estado físico depende da tradução do estado físico para o estado psicológico (percepção) e interpretação mediante interesse
Avaliação dos resultados	Comparação do estado percebido com as metas desejadas. Em geral, estabelecem-se novas metas e intenções.

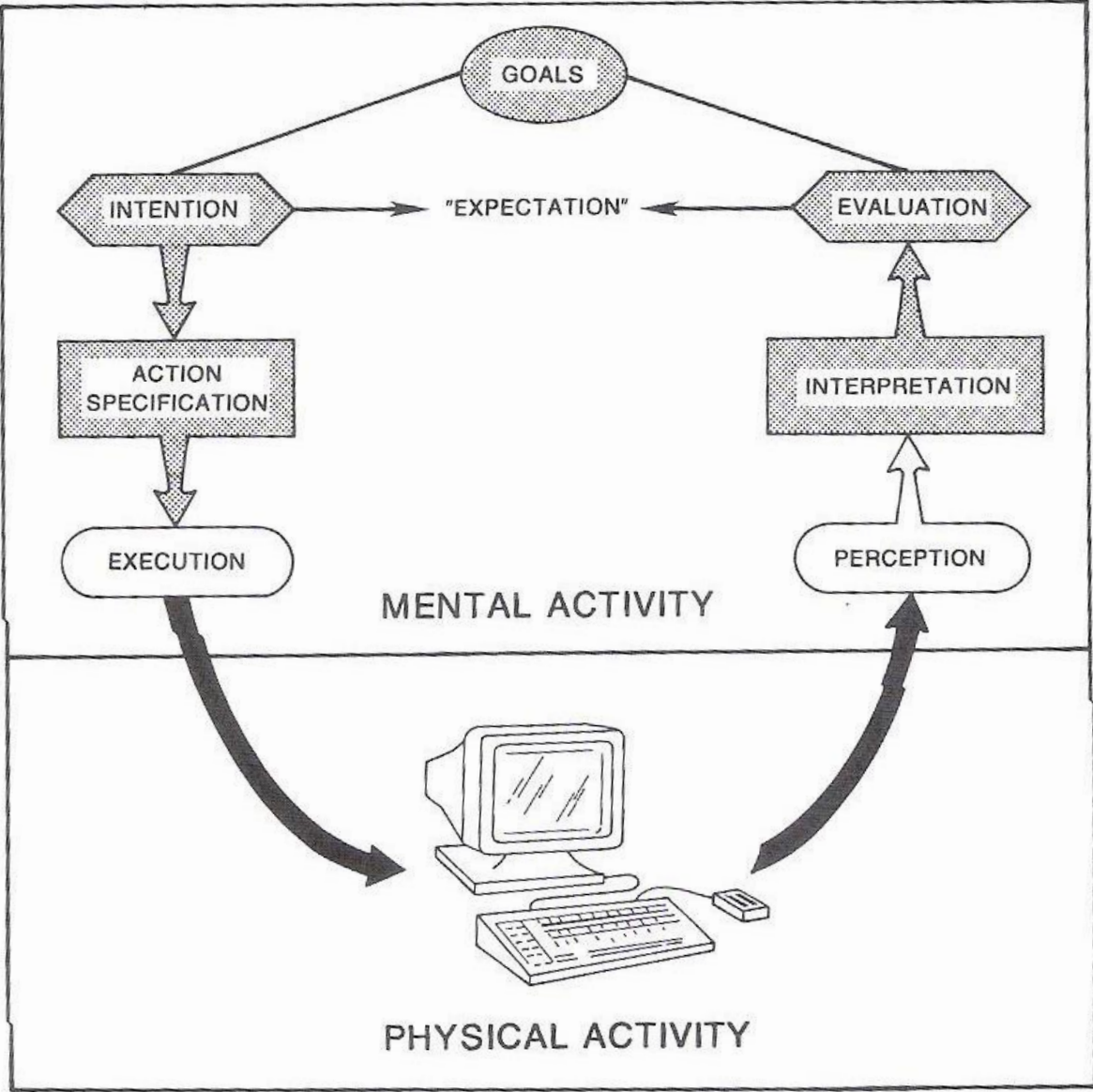
O sistema fornece ações que correspondem às intenções do usuário?



O sistema uma representação física que pode ser percebida e interpretada em termos das intenções do usuário?







# Observação sobre a teoria

- Distingue estágios da atividade
- Distingue aspectos críticos da ação
- Não implica em ordem

# Vencer os golfos

**Trazer o sistema mais perto do usuário: design**



**Trazer o usuário mais perto do sistema: treinamento e experiência**

Frank Chimero



# Visibilidade

- A memória está no mundo, não só na cabeça.



Quais são as opções da primeira tela do caixa automático do seu banco?

# Mapeamento

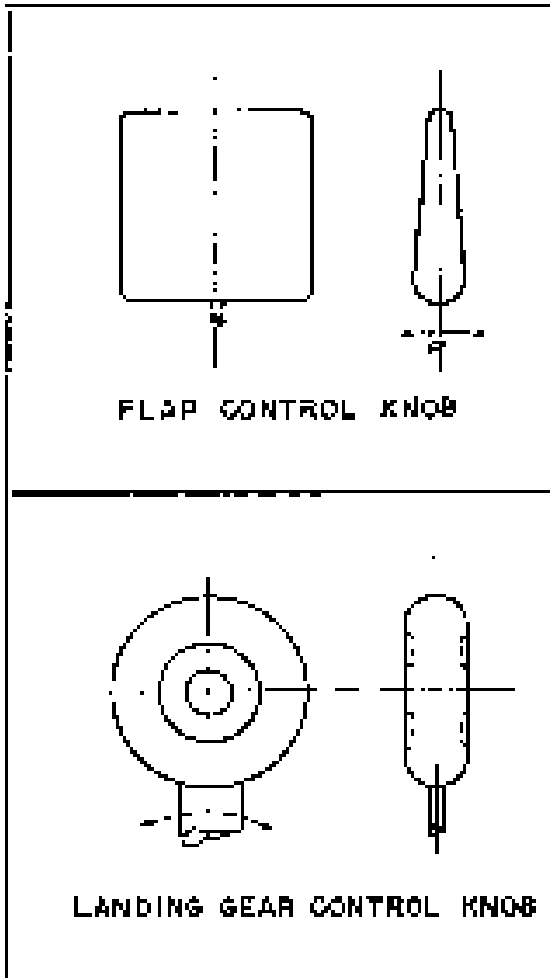
- Entre controles e comportamento do sistema, entre intenções e controles
- “Intuitivo”: quando o mapeamento é natural, imediatamente percebido pelo usuário

# Affordance

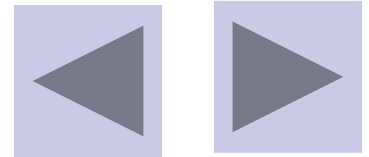
- Possibilidades de ação percebidas num artefato que sugerem como ele pode ser usado.
- *Affordance* depende da adaptação do indivíduo ao seu meio e da percepção deste meio



# Affordances



[hyperlinks](#)



Essa coisa parece que serve para \_\_\_\_\_

<http://www.youtube.com/watch?v=81MgPOIq-Uw>



# Modelos conceituais...



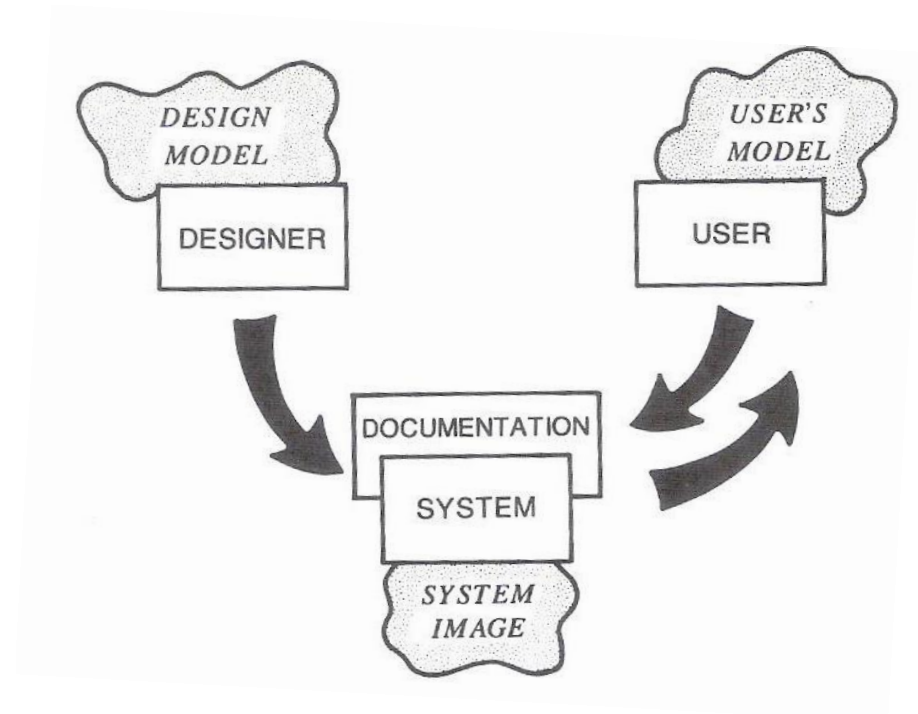
...sustentam a construção das pontes sobre os golfos!

# O projeto do sistema deve...

- Seguir um conceito consistente e coerente
- Permitir ao usuário construir um modelo mental consistente com o modelo de design
- “design model”
- “user model”

# Modelos mentais

- Força prediviva e explicativa
- É construído pela projeção do sistema



# As sete regras de design de Norman

- Use o conhecimento na cabeça e o conhecimento no mundo
- Simplifique a estrutura das tarefas
- Faça as coisas visíveis
- Acerte os mapeamentos
- Explore o poder das restrições – naturais e artificiais
- Projete pensando no erro
- Se nada disso der certo, padronize.

# Avaliações da Engenharia Cognitiva

- Percurso cognitivo
- Percurso de recuperabilidade

# Percurso (walkthrough)

- Processo de revisão em que :
  - o autor de um aspecto do projeto apresenta a proposta de solução
  - o grupo de revisores aprecia em função dos critérios do projeto
- Útil para inspeção de artefatos do processo de desenvolvimento de software:
  - Código fonte
  - Documentos
  - Arquitetura, etc
- Critérios:
  - Segurança (safety/security)
  - Manutenibilidade

# Percurso cognitivo

(*Cognitive walkthrough*, Wharton et al., 1994)

- Percurso sobre o projeto da interação
- Critério: usabilidade
- Aplicável às etapas iniciais do projeto
  - Descrição detalhada
  - Protótipo
- Papéis
  - Autor
  - Revisores
  - Moderador

# História do Percurso Cognitivo

CHI '90 Proceedings

April 1990

---

## **Testing a Walkthrough Methodology for Theory-Based Design of Walk-Up-and-Use Interfaces**

*Clayton Lewis, Peter Polson, Cathleen Wharton, and John Rieman*

Institute of Cognitive Science  
Campus Box 430  
University of Colorado, Boulder CO 80309  
303-492 6657, clayton@sigi.colorado.edu



# Modelo de aprendizado por exploração CE+ (Polson&Lewis)

CHI '90 Proceedings

---

## **THE CE+ MODEL OF EXPLORATORY LEARNING**

Polson and Lewis [19] develop a cognitive theory of initial learning in human-computer interaction and derive from the theory a set of design guidelines to support the development of applications requiring minimal learning on the part of users. The resulting model is similar to ACT\* [1] and SOAR [12]. The model contains a problem-solving component, a learning component, and an execution component. It combines a rule-based representation of procedural knowledge from Cognitive Complexity Theory [11,16], the analysis of system responses from Lewis's work on learning from demonstrations [13], and a model of the problem-solving processes derived from the puzzle-problem literature of the late '70s and early '80s [18].

The problem-solving component of CE+ predicts that a user will choose among alternative actions based on the similarity between the user's expectation of the consequences of an action and the user's current goal. The comparison process is strongly influenced by the superficial similarity of the descriptions of goal and actions. A match between and command name and a term or phrase in the goal description can cause a user to select that command. The problem-solving process is analogous to hill-climbing, which is a variety of means-ends analysis. This type of problem-solving behavior has been

# Condições mínimas

- Do projeto
  - Protótipo ou proposta de solução
  - Conjunto de cenários de uso
  - Considerações sobre a população de usuários
- Da equipe de revisores:
  - Representante dos projetistas com conhecimento sobre o modelo de interação e suas razões de projeto
  - Revisores com diferentes especialidades e pontos de vista sobre o projeto

# Dinâmica

- Autor descreve seqüência de ações para cumprimento do cenário e a possível reação do usuário à interface
- Moderador faz perguntas pré-estabelecidas e conduz discussão
- Revisores apreciam os recursos cognitivos do usuário para cumprimento das ações/reações do usuário

# Dinâmica

1. O moderador descreve-se um cenário plausível
2. O autor descreve a seqüência de ações esperadas para o protótipo
3. O moderador retoma as ações e para cada passo, faz um conjunto de perguntas aos revisores.
4. Os revisores dão sua opinião quanto às perguntas
5. O moderador registra informações relevantes: requisitos de conhecimento do usuário, efeitos colaterais, mudanças necessárias
6. Os autores podem usar estes resultados para revisar o modelo de interação projetado

---

CE+ Design Walkthrough      Evaluator \_\_\_\_\_      Date \_\_\_\_\_  
Interface \_\_\_\_\_      Task \_\_\_\_\_      Step # \_\_\_\_\_

---

*Actions/choices should be ranked according to what percentage of potential users are expected to have problems: 0 = none; 1 = some; 2 = more than half; 3 = most.*

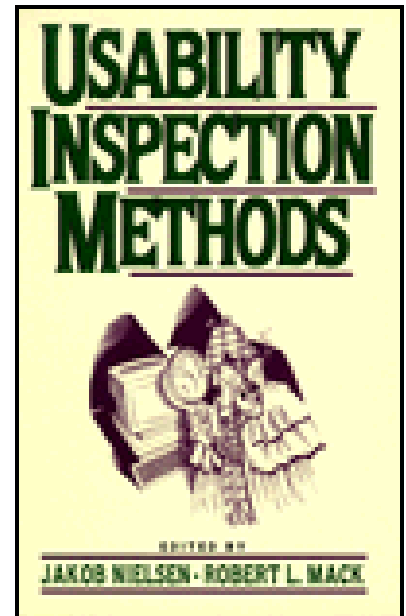
1. Description of user's immediate *goal*:
  2. (First/next) atomic *action* user should take:
    - 2a. Obvious that action is *available* ? Why/Why not?
    - 2b. Obvious that action is *appropriate to goal* ? Why/Why not?
  3. How will user *access description* of action?
    - 3a. Problem accessing? Why/Why not?
  4. How will user *associate* description with action?
    - 4a. Problem associating? Why/why not?
  5. All other available actions *less appropriate* ? For each, why/why not?
  6. How will user *execute* the action?
    - 6a. Problems? Why/why not?
  7. If *timeouts*, time for user to decide before timeout? Why/why not?
  8. Execute the action. Describe *system response*:
    - 8a. Obvious *progress* has been made toward goal? Why/why not?
    - 8b. User can access needed *info. in system response*? Why/why not?
  9. Describe appropriate *modified goal*, if any:
    - 9a. Obvious that *goal should change*? Why/why not?
    - 9b. If task *completed*, is it obvious? Why/why not?
- 

Figure 1. A cognitive walkthrough evaluation form for a single action

# Destilação de Wharton no livro de Nielsen&Mack

---

- o usuário vai tentar atingir o efeito correto?
- o usuário vai notar que a ação correta está disponível?
- o usuário vai associar a ação com o efeito?
- se a ação correta for feita, o usuário verá o progresso de sua meta?



Leitura  
recomendada  
(cap.4)

---

**DESIGN E AVALIAÇÃO DE  
INTERFACES  
HUMANO-COMPUTADOR**

**HELOÍSA VIEIRA DA ROCHA  
MARIA CECÍLIA CALANI BARANAUSKAS**

# Destilação de Spencer (2000)

---

- Apenas 2 questões:
- Os usuários vão saber o que fazer neste ponto?
- Se os usuários fizerem a coisa certa, eles saberão disso e de que estarão progredindo na direção da meta certa?





# Objetivo

---

- Estabelecer uma sequência ótima e ajustar todos os pontos que puderem promover o desvio da sequência ótima.



# Exemplo (Lewis e Rieman)

---

- O esboço do design mostra um painel com um teclado numérico, um botão Copy e um botão power atrás do equipamento.
- A máquina se desliga após 5 min sem atividade.
- A tarefa é copiar uma única página, e a pessoa pode ser qualquer uma do escritório.
- As ações requeridas são:
  1. Ligar o equipamento
  2. Colocar o original na máquina
  3. Pressionar Copy



- Walkthrough: história plausível da motivação do usuário e da usabilidade da interface.
- Passo 1. “O usuário quer fazer uma cópia e sabe que a máquina precisa ser ligada. Então aperta o botão “power” e prossegue para a próxima ação.”

# Questionamento

- **Q1: O usuário vai tentar atingir o efeito correto?** Isto é, o usuário vai querer ligar a máquina? O que leva o usuário a querer ligar a máquina?
- Talvez sim, porque o conhecimento geral sobre equipamentos diz que máquinas desligadas não funcionam.
- No PC, procurarmos por situações que podem acontecer para o usuário NÃO querer ligar a máquina:
  1. O usuário pode assumir que a máquina já está ligada. No desenho da interface, não existe uma indicação de ligada quando ela está dormindo.
  2. A experiência do usuário em escritórios diz que muito provavelmente a máquina já estará ligada, porque outras pessoas já usaram.

# Questionamento

- **Q2: O usuário vai notar que a ação correta está disponível?** Isto é, o usuário vai usar o botão POWER? O que leva o usuário a querer usar este botão?
- Talvez sim, porque o conhecimento geral sobre equipamentos diz que POWER significa ligar a máquina.
- O que pode acontecer para ele não usar o botão?
  1. O usuário não vai encontrar o botão atrás do equipamento. O equipamento está sobre a mesa do usuário; ele terá que se levantar para acionar.
  2. O botão é pequeno, não tem formato convencional.
  3. O texto POWER não é compreendido pelos usuários que estão acostumados com o português brasileiro.

# Questionamento

- **Q4: Se a ação correta for feita, o usuário verá o progresso de sua meta?** O que leva o usuário a perceber que conseguiu ligar a máquina?
- Talvez sim, porque o conhecimento geral sobre equipamentos diz que eles mudam de estado quando estão ligados e estes estados são observáveis.
- O que poderia fazer com que o usuário não percebesse a mudança de estado?
  1. A máquina é silenciosa; ao ligar, o usuário não vai ouvir nenhum ruído, e vai mudar a chave novamente de posição.
  2. Na posição em que o usuário se encontra, atrás da máquina, ele não vai ver nenhum painel se acender.

# Questionamento

- **Q3: O usuário vai associar a ação ao efeito?** O que leva o usuário a perceber que conseguiu ligar a máquina?
- Talvez sim, porque o conhecimento geral sobre equipamentos diz que ao apertar o botão ele muda de posição.
- O que poderia fazer com que o usuário não percebesse o efeito de sua ação?
  1. O botão não tem estados diferentes.
  2. Não há indicadores luminosos na proximidade do botão.

# Continuação...

- Supor que os problemas foram corrigidos, e prosseguir para a próxima ação.



Percurso de  
recuperabilidade

# Descrição original da técnica Recoverability walkthrough

**Recoverability walkthrough: an alternative to evaluate digital inclusion interfaces**

Lucia Filgueiras, Stefan Martins  
Escola Politécnica  
Universidade de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
{lucia.filgueiras, stefan.martins}@poli.usp.br

Claudia Tambascia, Robson Duarte  
Diretoria de TV Digital  
Fundação CPqD  
Campinas, Brasil  
{claudiat,robsond}@cpqd.com.br



**CLiHC 2009**  
the computer of the next billion

DOI: [10.1109/LA-WEB.2009.32](https://doi.org/10.1109/LA-WEB.2009.32)

# Aplicação



## Resultados da avaliação de um protótipo para inclusão digital usando Avaliação de Recuperabilidade

Claudia Tambascia  
Robson Duarte



Lucia Filgueiras  
Stefan Martins



Se...

os usuários escolhem uma opção pela similaridade entre a expectativa do resultado da ação e a meta do usuário, (Polson&Lewis, 1990)

o que acontece se **não há** expectativa?

# Comportamento de usuários com baixo letramento digital

- Não têm metáfora de IHC para interagir
- Precisam compreender diversos símbolos novos
- Depois de aprender a clicar, clicam em tudo
- É a forma de absorverem o modelo de interação

O resultado do aprendizado por exploração é, em  
(n-1) situações,

o **erro!**

# Avaliação de recuperabilidade

*(recoverability walkthrough)*

Q1. Os usuários vão saber o que fazer neste ponto?

Q2. Se os usuários fizerem a coisa certa, eles saberão disso e de que estarão progredindo na direção da meta certa?

Q3. Se os usuários **não** fizerem a coisa certa, **eles saberão que estão no caminho errado?**

Q4. Se os usuários perceberem que estão no caminho **errado**, **eles conseguirão recuperar seu caminho correto?**

Por que o método é  
adequado para sistemas  
críticos?



- Porque exercita a hipótese de “*scrambled control*”
- Porque permite avaliar as respostas do sistema mediante o erro postulado

# Outras características do método

- Usuários são expressos por *Personas*
- Os avaliadores são especialistas no comportamento da população de usuários
- Os avaliadores fazem o papel de advogados das personas.
- Gravação em vídeo da discussão



Continuando  
com a avaliação  
de  
recuperabilidade



- Walkthrough: história plausível da motivação do usuário e da usabilidade da interface.
- Passo 1. “O usuário quer fazer uma cópia e sabe que a máquina precisa ser ligada. Então aperta o botão “power” e prossegue para a próxima ação.”

# Questionamento

- Q3. Se os usuários **não** fizerem a coisa certa, **eles saberão que estão no caminho errado?** Isto é, se o usuário não usar o botão de Power, o que ele fará alternativamente? O que isso acarreta?
  1. O usuário pode assumir que a máquina está com defeito e vai procurar o manual ou alguma indicação.
  2. O usuário vai tocar nos demais controles da máquina. Nenhum desses controles vai operar, porque a máquina estará desligada.
  3. O usuário pode pressionar repetidamente o botão power, até quebrá-lo. Ocasionalmente, o estado final pode ser “ligado”.

# Questionamento

- Q4. Se os usuários perceberem que estão no caminho **errado, eles conseguirão recuperar seu caminho correto?** Isto é, em todos os caminhos alternativos existe opção para o caminho correto?
  1. Se o usuário procurar o manual ou alguma indicação no corpo da máquina, estes documentos deverão indicar onde está o botão Power.
  2. Se o usuário tocar nos demais controles da máquina, ela poderá se ligar ao primeiro toque, se estiver desligada.