

# MATERIAL DIDÁTICO PARA APLICAÇÃO DE PROCESSOS DE EDUCAÇÃO: OS RESPONDENTES

*Professor Paulo Renato Alves Firmino  
Departamento de Estatística & Informática - UFRPE  
paulo.firmino@deinfo.ufrpe.br*

*Alunos Orientandos:  
Ademir Batista dos Santos  
Graduando em Sistemas de Informação - UFRPE  
Ademir.bsn@gmail.com*

*Nielson Avelino de Santana  
Graduando em Ciência da Computação  
nielsonnas@gmail.com*

*Junho de 2012*

## RESUMO

Este material didático tem por objetivo nortear o respondente (entrevistado, especialista) quando envolvido em um Processo de Educação do Conhecimento (PEC). São apresentados sucintamente os caminhos a serem seguidos, assim como os que não devem ser adotados, pelo respondente. Tais dicas mostram-se importantes uma vez que levarão a opiniões mais acuradas.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	MEDINDO INCERTEZA VIA PROBABILIDADES.....	2
2.1.	Da incerteza para probabilidades: Preliminares .....	2
2.1.1.	Dicas básicas.....	2
2.1.2.	Atuando sobre os níveis intermediários da incerteza .....	3
3.	HEURÍSTICAS EQUIVOCADAS E SEUS REFLEXOS.....	4
3.1.	As Heurísticas.....	4
3.1.1.	Ancoragem.....	4
3.1.2.	Disponibilidade.....	4
3.1.3.	Controle .....	4
3.2.	A Calibração de Opiniões.....	5
3.2.1.	Intervindo contra subpredição .....	6
3.2.2.	Intervindo contra overpredição.....	6
3.2.3.	Intervindo contra subextremidade .....	6
3.2.4.	Intervindo contra superextremidade .....	6
3.3.	Os Scoring Rules .....	6
4.	MÉTODOS DE EDUCAÇÃO (MEC) .....	6
4.1.	Método Direto .....	7
4.2.	Método de Firmino .....	7
4.3.	Método da Bissecção.....	7
4.4.	Resultados da aplicação dos MEC .....	7

# 1. INTRODUÇÃO

Em um Processo de Educação do Conhecimento (PEC), o respondente deve ter em mente dicas de como avaliar níveis de incerteza extremos e intermediários. Sobre os níveis intermediários, o respondente deverá ter ciência de regras básicas da probabilidade e dos reflexos nas suas opiniões da adoção de heurísticas de comportamento inadequadas. Ele deverá ainda ter ciência das alternativas de avaliação adotadas pelo PEC para acompanhar seu desempenho.

## 2. MEDINDO INCERTEZA VIA PROBABILIDADES

Em termos subjetivos, incerteza pode ser entendida como o nível de insegurança (desconforto) do respondente ao emitir opiniões. Em se tratando de um PEC, tais opiniões (decisões) são usualmente voltadas ao resultado de uma variável. Abaixo são apresentadas algumas variáveis que serão usadas neste estudo.

- $X \equiv$  "a cor da próxima bola a ser extraída de uma urna", de forma que
$$X = \begin{cases} 0, & \text{se a próxima bola extraída de uma urna não for preta} \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$$
- $Y \equiv$  "a cor da próxima bola a ser extraída de uma urna", qualquer que seja a cor
- $Z \equiv$  "o nº de extrações com reposição de uma urna até o surgimento de uma bola preta"
- $q \equiv$  "o estado mais populoso, dentre (i) Ceará e (ii) Pernambuco"
- $p \equiv$  "a probabilidade de que uma bola preta seja sorteada de uma urna transparente"

### 2.1. Da incerteza para probabilidades: Preliminares

Uma das principais alternativas para medir incerteza é através de probabilidades. De fato, em PECs, é muito comum que se recorra a uma probabilidade para medir o nível de incerteza do respondente acerca de uma dada opinião. Seguem dicas neste sentido.

#### 2.1.1. Dicas básicas

As dicas a seguir são voltadas para uma dada variável, diga-se  $V$ .

Considera-se que  $V$  pode assumir  $m$  possíveis resultados e que  $V$  assumirá, de fato, exatamente um destes  $m$  possíveis resultados. A incerteza que pode existir é sobre o resultado correto para  $V$ .

1. Caso não haja incerteza por parte do respondente de que o resultado correto de  $V$  é  $v^*$ , então ele deve atribuir  $P(V=v^*)= 100\%$ . Assim, ele indiretamente atribui  $P(V \neq v^*)=0$ ;
2. Por outro lado, caso ele decida no "chute", isto é, sem qualquer preferência, ele deve atribuir para cada um dos  $m$  possíveis resultados de  $V$  a mesma probabilidade:  $P(V=v) = 1/m$ ;
3. Caso o respondente altere  $P(V=v)$ , então ele deve alterar ao menos uma outra probabilidade, já que a soma das probabilidades atribuídas deverá sempre equivaler a 100%.

Sobre a dica (3), matematicamente e considerando as probabilidades de ocorrência opinadas para cada um dos  $m$  possíveis resultados ( $p_1, p_2, \dots, p_m$ ):

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1 \tag{1}$$

Em outros termos, considerando o problema de decidir sobre q,  $P(\text{ser a alternativa (i)}) + P(\text{ser a alternativa (ii)}) = 100\%$  e se ele acha que  $P(\text{ser a alternativa (i)}) = 80\%$ , então ele acha, indiretamente, que  $P(\text{ser a alternativa (ii)}) = 20\%$ , ou se ele altera suas crenças para  $P(\text{ser a alternativa (i)}) = 90\%$ , então estará alterando, indiretamente, sobre a alternativa (ii) para  $P(\text{ser a alternativa (ii)}) = 10\%$ .

Note-se assim o desafio que é para o respondente atribuir probabilidades para os casos em que ele não tem nem plena segurança nem total ignorância ao emitir suas opiniões. Como medir tais *níveis intermediários de incerteza*?

### 2.1.2. Atuando sobre os níveis intermediários da incerteza

Um dos principais objetivos de um PEC é treinar bem o respondente para que ele saiba medir suas incertezas nos casos intermediários (entre a segurança plena e a total ignorância). Isto requer que o respondente faça uso de boas heurísticas cognitivas. Uma heurística cognitiva é um mecanismo adotado pelo respondente para formular suas opiniões. Ela é uma regra, um princípio organizador, uma estratégia simplificadora usada para formatar e emitir opiniões. Uma boa heurística cognitiva sempre contemplará:

1. O claro entendimento da variável em questão;
2. A recordação de dados históricos relacionados à variável;
3. A recordação de informações e discussões relacionadas à variável;
4. A ponderação destas diversas fontes ao conceito de incerteza e probabilidade;
5. A formulação de respostas sintonizadas às perguntas.

Note-se que estas etapas requerem que o respondente esteja plenamente imerso no PEC. Mostra-se impossível executá-las bem quando emparelhadas com uma outra atividade externa ao PEC. Concentração é um requisito básico. Além disso, sobre a característica 5, é comum que o respondente tente formular uma resposta mais rica do que aquilo que é requerido pela pergunta. Por exemplo, diante da pergunta " $p < 50\%$ ?" o respondente pode ser tentado a responder "-Digo mais que isso, p é igual a 20%". Este comportamento deve ser evitado.

Com o intuito de converter níveis de incerteza intermediários em probabilidades, é importante que o respondente tenha domínio de duas definições básicas de probabilidade, as ditas clássica e frequentista. A definição clássica é dada por

$$P(V=v) = N_v / N_T \quad (2)$$

onde

$V$  = "variável de interesse";  $v$  = "particular valor de  $V$ ";  $N_T$  = "nº de possíveis resultados de um experimento envolvendo  $V$ " e  $N_v$  = "nº de resultados do experimento favoráveis à ocorrência de  $\{V=v\}$ ".

Assim, se uma urna envolve  $N_T = 10$  bolas das quais  $N_0 = 8$  são não-pretas e considera-se a variável  $X$  (apresentada na página 2), então  $P(X=0) = N_0 / N_T = 80\%$ .

Por sua vez, a definição frequentista é dada por

$$P(V=v) = f_v / n_T \quad (3)$$

onde

$n_T$  = "nº de repetições de um experimento já realizado envolvendo  $V$ ";

$f_v$  = "frequência de ocorrências de  $\{V=v\}$  diante de  $n_T$ ";

Logo, considerando-se uma urna opaca da qual não se sabe o nº de bolas pretas e não-pretas, e extrai-se  $n_T = 100$  bolas das quais  $f_0 = 90$  são não pretas, infere-se que  $P(X=0) = 90\%$ .

Assim, o respondente poderá fazer uso destas duas definições para agregar tanto dados cronológicos quanto conhecimento, na transição de sua incerteza em probabilidades.

Neste percurso, haverá uma chance razoável de que ele termine por recorrer a heurísticas equivocadas. As principais são descritas a seguir e devem ser evitadas.

### **3. HEURÍSTICAS EQUIVOCADAS E SEUS REFLEXOS**

As heurísticas de comportamento são parte componente da incerteza do respondente. Considere-se como exemplo a necessidade de se recorrer a uma heurística quando se tenta opinar sobre a variável Y (cor da bola a ser extraída) quando a urna envolver um nº elevado de bolas. Nestes casos a simples operação de divisão entre o nº de bolas de cada cor e o nº total de bolas requererá simplificações da cognição humana.

Embora as heurísticas sejam úteis e naturalmente indissociáveis do processo decisório humano, elas são susceptíveis a distorções, podendo conduzir a vieses de opinião. Dentre as principais heurísticas, destacam-se a ancoragem, a disponibilidade e o controle, introduzidos a seguir.

#### **3.1. As Heurísticas**

##### **3.1.1. Ancoragem**

Leva o respondente a não se desvincular o suficiente de pontos de partida adotados durante a formulação de opiniões. Esta heurística pode ser usada pelo respondente ao tentar responder à questão de  $P(Y=\text{"vermelha"})$ , citada acima. Embora simples, a percepção baseada na Eq (2) poderia levar o respondente a ancorar nas suas "contas iniciais". Seria muito provável que ele simplificasse, por exemplo, a razão 7/1023. Esta é, inclusive, uma das razões para que se siga a dica 5 da seção 2.1.2 (página 3): ao tentar responder exatamente o que é perguntado, o respondente tende a se distanciar desta heurística.

##### **3.1.2. Disponibilidade**

Leva o respondente a emitir opiniões baseando-se na rapidez e facilidade com que alguns fatos são registrados e vêm à sua mente. Por exemplo, alguém traumatizado recentemente devido a um acidente de trânsito pode julgar que a probabilidade de ocorrência de acidentes dessa natureza é maior do que o que de fato é. Esta heurística pode ser também verificada caso o respondente tenha alguma preferência por dada cor, ao inferir sobre Y (cor da bola ser extraída da urna) após a repetição de extração de bolas por algumas vezes (definição frequentista). Isto poderia levá-lo a superestimar a probabilidade de que a cor preferida seja sorteada. Uma boa dica para se desvincular desta heurística é seguir as dicas 2 e 3 da seção 2.1.2 (página 3): recordar de dados históricos e informações relativas à variável.

A heurística da disponibilidade mostra-se íntima da do controle, descrita a seguir.

##### **3.1.3. Controle**

Esta heurística leva o respondente a achar que impõe algum controle sobre o resultado da variável. Ela assemelha-se à de disponibilidade uma vez que o respondente pode alterar a probabilidade de ocorrência de resultados a depender de estes serem (des)interessantes a ele. Contudo, aqui, o respondente tende a achar que pode controlar o resultado da variável, como se não entendesse não ter condições para tanto. Esta heurística pode ser ilustrada a partir do caso de se inferir sobre X (se a bola extraída é ou não preta) a partir de um esquema de apostas. Após prever que ocorrerá  $\{X=1\}$ , o respondente tenderá a aumentar a probabilidade de que ocorra este evento,

simplesmente por este resultado lhe ser interessante. Novamente, seguir às dicas da da seção 2.1.2 mostra-se como um bom caminho pra se desvencilhar desta heurística.

### 3.2. A Calibração de Opiniões

O uso indevido de heurísticas fatalmente conduzirá o respondente a emitir opiniões equivocadas. Atribui-se a elas a razão para que se observasse vieses tais como elevada autoconfiança de experientes climatologistas, por exemplo. Por não se concentrarem nem refletirem suficientemente acerca das condições climáticas as quais eram convidados a prever, eles tendiam a errar mais (ou menos) do que o esperado.

Quando o respondente recorre a heurísticas adequadas a proporção de acertos dele tende a se assemelhar aos níveis de credibilidade que ele atribui ao longo de uma série de questões aplicadas pelo analista. Quando isso ocorre, diz-se que as opiniões do respondente estão calibradas. Caso contrário, a curva de calibração do respondente diagnosticará o uso de heurísticas equivocadas, dando margem para a intervenção do analista.

O atual trabalho se baseia em modelos de gerenciamento dinâmico que possibilitam diagnosticar o padrão de calibração do respondente à medida que ele opina durante a etapa de treinamento. Dentre os principais padrões destacam-se os esboçados na Figura 1. Note-se que quando as opiniões estão calibradas a probabilidade emitida pelo respondente deverá se aproximar da esperada. Quando as opiniões são superpreditas, a probabilidade emitida tenderá a ser maior que a esperada, e assim por diante.

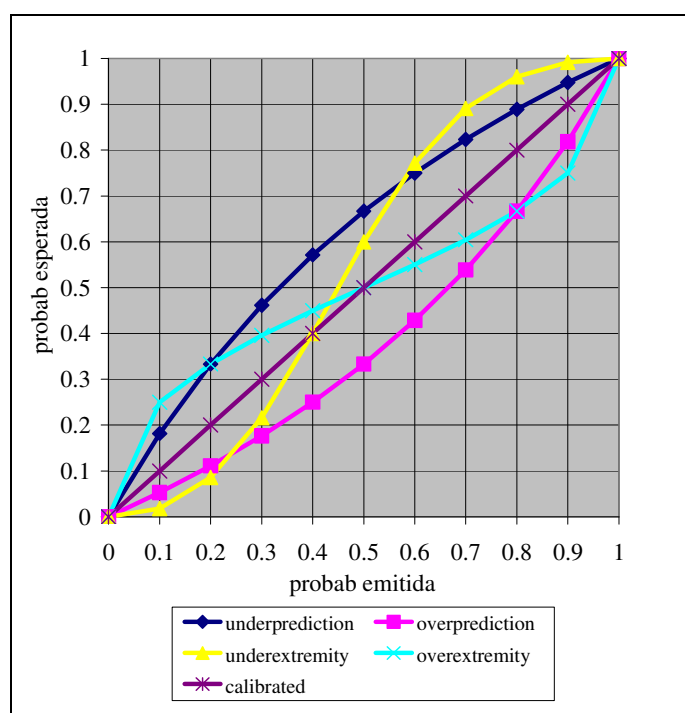


Figura 1- Padrões clássicos de calibração

Uma vez diagnosticado que o padrão de calibração do respondente está fora do ideal, o analista deverá intervir dando-lhe *feedback* a partir da apresentação da curva de calibração oriunda das suas respostas e de como ela deve ser interpretada. Isto é ilustrado a seguir.

### **3.2.1. Intervindo contra subpredição**

Deve ser explicado que o respondente tem tendido a ser pouco autoconfiante em suas opiniões. Esta curva indica que quando ele atribui uma probabilidade  $p$ , tem sido possível esperar uma probabilidade maior de ocorrência do evento em questão. Assim, ele não está sendo fiel às suas reais crenças. Ele deve trabalhar melhor sua heurística.

### **3.2.2. Intervindo contra overpredição**

Deve ser explicado que o respondente tem tendido a ser muito autoconfiante em suas opiniões. Esta curva indica que quando ele atribui uma probabilidade  $p$ , tem sido possível esperar uma probabilidade menor de ocorrência do evento em questão. Assim, ele não está sendo fiel às suas reais crenças. Ele deve trabalhar melhor sua heurística.

### **3.2.3. Intervindo contra subextremidade**

Deve ser explicado que o respondente tem tendido a ser muito autoconfiante ao emitir probabilidades inferiores a 40%, por um lado, e , por outro, pouco autoconfiante ao emitir probabilidades superiores a 40%. Assim, ele não está sendo fiel às suas reais crenças, principalmente quando seu nível de incerteza diminui em relação à ocorrência do evento em questão. Note-se que quanto menor a incerteza sobre a ocorrência de um evento, mais próximo de 1 (ou 0) é a credibilidade atribuída pelo respondente. Ele deve trabalhar melhor sua heurística.

### **3.2.4. Intervindo contra superextremidade**

Deve ser explicado que o respondente tem tendido a ser pouco autoconfiante ao emitir probabilidades inferiores a 50%, por um lado, e , por outro, muito autoconfiante ao emitir probabilidades superiores a 50%. Assim, ele não está sendo fiel às suas reais crenças, principalmente quando seu nível de incerteza diminui em relação à ocorrência do evento em questão. Note-se que quanto menor a incerteza sobre a ocorrência de um evento, mais próximo de 1 (ou 0) é a credibilidade atribuída pelo respondente. Ele deve trabalhar melhor sua heurística.

## **3.3. Os Scoring Rules**

*Scoring rules* são indicadores a partir dos quais busca-se avaliar a qualidade das opiniões emitidas pelo respondente. Neste trabalho eles serão usados como estatísticas para avaliação dos PECs de forma geral. Assim, um bom indicador reflete uma boa opinião e um indicador ruim reflete uma opinião viesada.

## **4. MÉTODOS DE EDUCAÇÃO (MEC)**

Os MEC são o principal veículo através do qual o analista efetivamente eduza as opiniões do especialista. São descritos sucintamente a seguir os MEC considerados no atual estudo. Todos eles têm como pergunta inicial quais seriam os valores mínimo e máximo que a variável de interesse (quando quantitativa) poderia assumir. Estas perguntas requerem cuidado do responde, uma vez que ele será fortemente penalizado pelos escores caso desconsidere intervalos que, mesmo pouco provavelmente, possam envolver o resultado da variável. Desta forma, o respondente deve fixar como valores mínimo e máximo números realmente extremos, já que os MECs o permitirão detalhar sua incerteza neste intervalo ao nível por ele desejado.

#### **4.1. Método Direto**

Nesta classe de métodos, o respondente é convidado a opinar diretamente sobre a probabilidade de que a variável de interesse assuma um dos seus  $m$  possíveis resultados. De maneira a facilitar a compreensão das perguntas, o entrevistador recorrerá a histogramas, permitindo ao especialista visualizar a magnitude das probabilidades que atribui. Este método pode ser aplicado a qualquer tipo de variável.

#### **4.2. Método de Firmino**

Trata-se de um método indireto de educação. Ele sempre convida o respondente a opinar sobre qual dentre duas alternativas será a verdadeira (como que em um problema de previsão). Após escolher a alternativa, o respondente emite uma probabilidade que reflita sua incerteza sobre estar certo na sua escolha. O método, de maneira recursiva, adentra na alternativa escolhida pelo respondente e elabora uma pergunta nela baseada, até que o respondente não se sinta a vontade para continuar respondendo. Este método requer que a variável em questão assuma valores ao menos ordenáveis. Assim, ele não seria aplicado para se estudar a variável  $Y$ , por exemplo, mas poderia ser usado para se inferir sobre  $Z$  e  $p$  (descritos na página 2).

#### **4.3. Método da Bisseção**

Trata-se de mais um método indireto. Semelhantemente ao de Firmino, ele sempre convida o respondente a decidir dentre duas alternativas. O respondente o fará até que se alcance uma zona de indiferença que o impeça de preferir dentre as duas alternativas. Note-se assim que, diferentemente do de Firmino, o respondente não é convidado a emitir probabilidades. Este método, a exemplo do de Firmino, só pode ser aplicado a variáveis cujos valores são, ao menos, ordenáveis.

#### **4.4. Resultados da aplicação dos MEC**

Durante e ao final da aplicação dos MEC, o respondente pode acompanhar a modelagem da sua incerteza acerca da variável em questão a partir de histogramas que esboçam a distribuição de probabilidades correspondente. Além desta distribuição, são emitidos valores tais como a média, a mediana, a moda e o desvio-padrão da variável de interesse.

A média representa o valor esperado pelo respondente para a variável, enquanto que a mediana representa aquele valor cuja probabilidade da variável não ultrapassá-lo é de 50%. Por sua vez, a moda representa o valor mais provável a ser assumido pela variável. Por fim, o desvio-padrão reflete o nível de incerteza do respondente, de forma que quanto menor ele for, menor será a incerteza expressa pelo respondente.