

Curso Introductório sobre Avaliação de Incerteza em Medição, 03 a 07 de dezembro 2007			
<i>Programa elaborado por WB + IL + HS + GK 2007-06-26</i>			
Item	Data/Instrutor	Descrição	Notas
Introdução ao GUM			
1	03/12 Walter Bich	Guia para a expressão da incerteza em medição (GUM).	Um curso sobre o GUM com forte embasamento em probabilidade e estatística.
Conceitos de matemática e estatística			
2	03/12 Walter Bich	Derivadas parciais. Integrais. Expansão de séries de Taylor. Probabilidade (de um evento). Variável aleatória (discreta e contínua). Distribuições (uma e várias variáveis) e suas propriedades (momentos, momentos misturados, covariâncias, etc.). Histogramas.	
Derivação da LPU			
3	03/12 Walter Bich	A medição indireta. Modelo de medição. Resultados de medição como variáveis aleatórias. Derivação da lei de propagação de incertezas. Limites de validade.	Demonstrar a lei clássica de propagação de incertezas (LPU).
4	03/12 Walter Bich	Um apanhado histórico sobre erros aleatórios e sistemáticos. Dificuldades envolvidas com aquele método. Probabilidade como “grau de confiança”. O método Bayesiano e suas vantagens. Tudo é “aleatório”. Pdfs e informação. Variância como uma medida de incerteza.	Mostrar as razões para a adoção da LPU tanto para efeitos sistemáticos quanto para efeitos aleatórios.
Uma visão mais profunda da LPU. Aplicação da LPU para variáveis não correlacionadas.			
5	03/12 Walter Bich	Modelos comuns e derivados. Modelos lineares e não lineares. Coeficientes de sensibilidade. Contribuições de segunda ordem.	Descrição de alguns mal entendidos com respeito ao GUM atual. Ajuste de um polinômio de segunda ordem não é um problema não linear.
6	03/12 Walter Bich	Distribuições assimétricas. Erro de coseno, etc.	
7	03/12 Walter Bich	Incertezas relativas: vantagens e um aviso.	
8	03/12 Walter Bich	Avaliação de parâmetros de uma amostra (Tipo A) e descrição subjetiva do grau de confiança em um valor (Tipo B). Variância e desvio padrão experimentais. Estimativas enviesadas e não enviesadas. Desvantagens.	
9	03/12 Walter Bich	Incerteza expandida, intervalos de confiança e intervalos de credibilidade. Confiabilidade de componentes de entrada e graus de liberdade, estatística e subjetiva. Distribuição de Student, convoluções e Teorema Central do Limite. Graus de liberdade efetivos e fórmula de Welch-Satterthwaite.	Descrição de alguns mal entendidos com respeito ao GUM atual. Diferença entre 95% e $k=2$.

Inferência Bayesiana aplicada à metrologia			
10	04/12 Ignacio Lira	Modelo de medição relacionando as grandezas de entrada – sobre as quais informação está disponível – a uma ou mais grandezas de saída – sobre as quais informação é requerida.	Apresenta uma estrutura comum para o tratamento da informação disponível sobre as grandezas de entrada e saída.
11	04/12 Ignacio Lira	Modelagem do conhecimento de medição a respeito de uma grandeza em termos de uma distribuição de probabilidade. O Princípio de Entropia (de Informação) Máxima.	Em quais casos devem várias distribuições de probabilidade ser usadas?
12	04/12 Ignacio Lira	Uso de nova informação para atualizar uma função de densidade de probabilidade de entrada. Teorema de Bayes.	Uma explanação deste teorema fundamental da estatística Bayesiana.
13	05/12 Ignacio Lira	Determinação da distribuição para uma grandeza de saída (ou a distribuição conjunta para mais do que uma grandeza de saída) usando a propagação de distribuições.	Várias aplicações do teorema de Bayes são discutidas como exemplos da estatística Bayesiana. Entre eles: avaliação de incerteza do tipo A, incerteza devida à resolução, comparações interlaboratoriais.
Introdução ao Suplemento 1 do GUM			
16	06/12 Walter Bich	Dificuldades do método do GUM relacionadas a um intervalo de confiança. Intervalos de abrangência. Método frequentista vs. método Bayesiano. Inconsistências internas no GUM. A solução. Suplemento 1 (descrição sumária). O caso de conhecimento anterior sobre o mensurando. Métodos de Monte Carlo via cadeias de Markov (MCMC).	Mostrar as dificuldades inerentes no tratamento de intervalos de confiança e a solução proposta pelo Suplemento 1 (isto pode ser largamente tomado da aula de Varenna, ou de algum artigo similar – veja minha apresentação no 2006 IMEKO World Congress).
Suplemento 1 do GUM; exemplos com o Método de Monte Carlo			
17	06/12 Helio Schechter	Conceitos. Atribuição de funções de densidade de probabilidade aos valores das grandezas de entrada. A propagação de distribuições.	
18	06-07/12 Helio Schechter	Cálculo usando simulação de Monte Carlo. O número de tentativas de Monte Carlo. Amostragem de distribuições de probabilidade. Avaliação do modelo. Função de distribuição para o valor da grandeza de saída. Estimativa e incerteza padrão. Intervalo de abrangência. Relatório de resultados. Tempo de computação. Procedimento de Monte Carlo adaptativo.	
19	07/12 Helio Schechter	Validação da LPU usando simulação de Monte Carlo. Exemplos: Modelo aditivo simples. Calibração de massa. Perda de comparação na calibração de medidores de potência de microondas.	

O caso de variáveis correlacionadas (como uma introdução ao Suplemento 2)			
20	07/12 Walter Bich	Uma recordação da LPU geral. Uma visão melhor das covariâncias que aparecem na LPU. Coeficiente de correlação. Notação matricial. LPU na notação matricial. Matriz jacobiana. Matrizes de variância-covariância e correlação. A matriz de incerteza.	Colocar os participantes a par da existência de correlações escondidas e permitindo identificá-las e avaliá-las.
21	07/12 Walter Bich	O impacto das covariâncias na avaliação de incerteza: sobre-estimativas e sub-estimativas. Casos de correlação total, positiva e negativa. Exemplos.	
22	07/12 Walter Bich	Como avaliar covariâncias e correlações. Correlação entre grandezas, que podem ser modeladas analiticamente. Um exemplo clássico de calibrações por comparação.	
Mesa Redonda sobre a evolução do GUM			
23	07/12 Walter Bich Ignacio Lira Hélio Schechter Gregory Kyriaxis	Discussões sobre o presente e o futuro do GUM. A nova edição do VIM. Medição como inferência. O papel da informação. O uso crescente de métodos numéricos.	Este tempo também pode ser usado para responder questões específicas dos participantes.