

# Aula 1 –Planejamento e Análise de Experimentos

Professores

**Miguel Antonio Sovierzoski, Dr.**

miguelaso@utfpr.edu.br;

**Vicente Machado Neto, Dr.**

vmachado@utfpr.edu.br;

# Apresentação da disciplina e alunos

## **Alunos preencher lista constando:**

Nome – email – formação superior – orientador – tema de pesquisa – dedicação ao programa.

Apresentação dos alunos

## **Objetivos da disciplina:**

Capacitar o aluno em planejar e executar experimentos e analisar os resultados .

Planejamento de um experimento é o plano formal para conduzir o experimento. Inclui a escolha dos fatores, níveis e tratamentos.

# Fatores - níveis - tratamentos

**Fator:** É uma das variáveis cujos efeitos estão sendo estudados no experimento. Pode ser:

- Quantitativo – Ex temperatura em °C, tempo em minutos, etc...
- Qualitativo – Ex. diferentes operadores, diferentes máquinas, ligado ou desligado etc...

**Nível do Fator** – É o valor do fator examinado no experimento.

- Fator quantitativo – cada valor escolhido constitui um nível.

(por exemplo, se o experimento for realizado com 3 tempos diferentes, cada tempo é um nível e o fator tempo tem 3 níveis);

- Fator qualitativo – cada condição diferente escolhida para cada fator constitui um nível. (por exemplo, se o experimento for realizado com 2 máquinas operadoras por 3 operadores, o fator máquina tem 2 níveis, e o fator operador, 3 níveis.)

# Fatores - níveis - tratamentos

**Tratamento** - É um nível único assinalado para um fator durante um experimento. Exemplo: Temperatura a 450°C.

**Combinação do tratamento** – É um conjunto de níveis para todos os fatores num determinado experimento. Exemplo: Experimento usando operador João, máquina A, temperatura de 450°C.

Exemplo – Experimento com 2 fatores (operador e máquina), com os seguintes níveis e tratamentos:

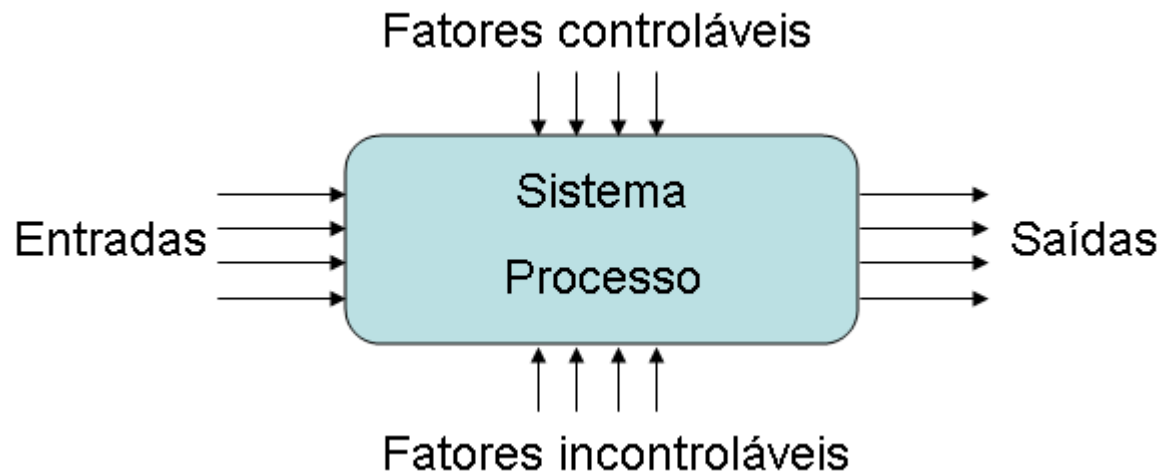
Operador (4 níveis) – tratamentos:

- 1) Operador João;
- 2) Operador Tiago;
- 3) Operador Márcio;
- 4) Operador Odete;

Máquina (2 níveis) – tratamentos:

- 1) Máquina marca PXTO;
- 2) Máquina marca LAMP

# Fatores - níveis - tratamentos



Referência: Felipe Campelo

Dept. Engenharia Elétrica/ Electrical Engineering - UFMG

Disponível em <http://cpdee.ufmg.br/~fcampelo/files/disciplinas/EEE933/2013-1/>

# Fontes de conhecimento

A busca do conhecimento da natureza já era uma característica do homem pré histórico.

Os primeiros contatos do homem com a natureza geraram conhecimento eminentemente sensível. Os recursos limitados permitiam a percepção dos fenômenos apenas através dos sentidos e explicações superficiais. Buscando desvendar o universo, o homem adere ao culto das forças da natureza como forma de conhecimento.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

# Conhecimento empírico

## Conhecimento empírico

A forma ordinária e mais remota do homem criar suas representações e interpretações da realidade é através da experiência do cotidiano e do senso comum. O conhecimento constituído por essas representações surge da necessidade de resolver problemas imediatos. Portanto, esse conhecimento empírico, ou do senso comum, é uma forma espontânea e não sistemática de representar a realidade, sem método apropriado para aprofundar seus fundamentos. Essa forma de geração de conhecimento é motivada pelo interesse prático e as vivências e crenças individuais e coletivas.

# Conhecimento mítico

## Conhecimento mítico

Sem o recurso da escrita, o homem primitivo buscou explicar, narrar e anunciar os fenômenos através de símbolos e alegorias, criando, assim, os mitos. A realidade passou, então, a ser interpretada a partir desses mitos. O conhecimento mítico é um produto da transmissão oral do conhecimento empírico de geração para geração.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf



# Conhecimento teológico

## Conhecimento teológico

A experiência religiosa é tão antiga quanto o homem civilizado. O conhecimento religioso ou teológico é direcionado à compreensão da totalidade da realidade. Seu propósito é a explicação de uma origem e de um fim únicos referentes à gênese e à existência do universo. Atribui a causa de todos os fenômenos a um único ser superior: Deus. Na religião judaico-cristã, Deus é o único criador de tudo que existe. São atribuídos a ele a criação do universo e dos fenômenos naturais, em particular a criação do homem e dos animais, suas existências, transformações e fins.

# Conhecimento filosófico

## Conhecimento filosófico

O conhecimento filosófico teve início com as primeiras tentativas do homem de compreender o mundo através da associação do raciocínio com a observação. A filosofia desenvolveu-se na Pérsia, China, Índia e em outras regiões do Oriente. A filosofia ocidental originou-se seis séculos antes de Cristo, a partir dos ensinamentos principalmente de filósofos gregos, tais como Sócrates (470-399 a.C.), Pitágoras (580-500 a.C.), Aristóteles (384-322 a.C.) e Platão (428-348 a.C.), os primeiros que buscaram interpretar a natureza por observação e lógica, sem interpretação necessariamente sobrenatural.

# Conhecimento filosófico

## Conhecimento filosófico

A filosofia busca o conhecimento das primeiras causas ou princípios. Ela é destituída de objeto particular, mas assume papel orientador da própria ciência na solução de problemas universais. Assim, a filosofia é a expressão da universalidade do conhecimento humano, ou seja, a fonte de todas as áreas do conhecimento humano.

Nesse contexto, a ciência não só depende da filosofia como nela se inclui.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

# O Conhecimento científico

A ciência originou-se da filosofia. A partir de 5.000 anos antes de Cristo, babilônios e egípcios desenvolveram conhecimentos importantes principalmente em matemática e astronomia. Entretanto, os filósofos gregos foram os principais responsáveis pela combinação de conhecimentos dessas duas áreas, que constituiu o ponto de partida da ciência.

O conhecimento científico é um sistema de conhecimentos metódicos sobre a natureza. Distingue-se das outras formas de conhecimento por requerer a verificação empírica objetiva de toda explicação referente a fenômenos, que permite uma compreensão de sua natureza e de suas causas, livres de influências, desejos e preconceitos do observador. O cientista busca o conhecimento das relações existentes entre os fenômenos, isto é, das leis naturais. Ele se apoia no raciocínio lógico para deduzir novos conhecimentos a partir de leis ou conceitos gerais.

# Relação da Ciência com a Filosofia

O método científico é algumas vezes contrastado com outras abordagens para a geração de conhecimento. Surge, então, a questão natural da credibilidade do conhecimento científico, em contraste com conhecimento de outras origens.

Particularmente, são algumas vezes questionados o caráter filosófico e a estrutura lógica do conhecimento científico.

Em primeiro lugar, deve ser observado que a ciência é um método e não uma filosofia. Como tal, ela não está comprometida com qualquer teoria ou filosofia particular de conhecimento.

# Relação da Ciência com a Filosofia

De fato, a ação do cientista revela certas preferências mentais e consistências de seu método que são algumas vezes relacionadas com pontos de vistas de escolas filosóficas conhecidas pelas designações de:

- racionalismo,
- empirismo,
- positivismo,
- pragmatismo e
- determinismo.

Um exame breve do significado filosófico dessas designações é útil para esclarecer a distinção da posição do cientista em relação a esses pontos de vista, que implicam em diferenças nas perspectivas referentes ao conhecimento.

# Relação da Ciência com a Filosofia

O **racionalismo** refere-se à convicção filosófica de que a razão humana é o principal instrumento e a autoridade última na busca da verdade. O racionalismo não nega o valor da experiência sensorial como uma fonte de conhecimento, mas sustenta que apenas a operação lógica da mente pode determinar a verdade de qualquer experiência ou ideia.

Por sua aderência às regras de lógica estabelecidas, o cientista poderia ser taxado de racionalista. Entretanto, esta designação seria imprópria, dado que ele não acredita apenas na razão pura como um guia para o conhecimento válido. A base racional do método científico é fundamentada no sistema de lógica empregado no raciocínio científico, mas o método de análise científica requer muito mais do que apenas fé na razão.

# Relação da Ciência com a Filosofia

O **empirismo** fundamenta-se na convicção de que a experiência sensorial deve ser considerada como a fonte mais confiável de conhecimento. Certamente, a ciência é, em parte e em certas áreas, um método empírico, tanto como um método lógico, isto é, racional. Todavia, o aspecto empírico da ciência relaciona-se ao modo como os dados são percebidos e não à fé na validade exclusiva de experiências sensoriais. O raciocínio sobre as impressões empíricas é tão importante como as sensações recebidas.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf



# Relação da Ciência com a Filosofia

A evidência empírica é básica à ciência, mas ela só tem significado se interpretada por noções particulares sobre seus atributos, efeitos, etc. De fato, uma grande parte da estrutura do conhecimento científico é composta de abstrações, isto é, de ideias sobre fenômenos e suas inter-relações, não de evidência empírica. A ciência é empírica no sentido de que seu último recurso para o estabelecimento da credibilidade de qualquer conhecimento particular é o fato empírico, a demonstração empírica, ou a predição empírica. Mas sustentar que a ciência é apenas ou basicamente empírica é limitar inadequadamente sua estrutura teórica.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

# Relação da Ciência com a Filosofia

Estas duas escolas filosóficas têm mais de três séculos de história. O **positivismo lógico** é uma escola mais moderna que tem sido relacionada à ciência. Ele se refere à crença de que afirmações têm significado fatural apenas quando são confirmadas por evidência empírica. Na realidade, o positivismo lógico é um movimento de alguns filósofos da ciência para uma unificação dos vários ramos da ciência pelo esclarecimento de idéias e desenvolvimento de precisão metodológica através de análise lógica. É uma derivação do empirismo que enfatiza o desenvolvimento de comunicação objetiva, especialmente através da lógica simbólica e da matemática. Alguns cientistas têm algo de positivistas lógicos, por buscarem, constantemente, uma unidade comum de método, princípios básicos e comunicação. Entretanto, mesmo entre os poucos “neopositivistas” de hoje, a atitude restritiva original referente à credibilidade de certos tipos de conhecimento foi muito modificada.

# Relação da Ciência com a Filosofia

Observe-se que o positivismo lógico tem apenas conexão tênue com o positivismo, uma escola filosófica do século 19 que esperava arranjar todo o conhecimento em uma organização inter-relacionada de modo completo e coeso para a solução racional de todos os problemas humanos.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

# Relação da Ciência com a Filosofia

A quarta escola filosófica que algumas vezes é relacionada à ciência é o pragmatismo, que consiste na crença de que o último teste do valor de uma ideia é sua utilidade na solução de problemas práticos. Certamente, o cientista é um homem prático que busca a solução de problemas reais. Entretanto, como uma posição filosófica, o pragmatismo é de pouco valor na ciência moderna. De fato, muito conhecimento científico é puramente teórico, sem valor prático por si. Todavia, esse conhecimento teórico tem papel vital na estrutura da ciência. O conjunto de teorias abstratas que fundamenta toda ciência, que constitui a usualmente designada “ciência pura”, é altamente não pragmático.

# Relação da Ciência com a Filosofia

A última ligação filosófica à ciência é o determinismo, ou seja, o argumento de que nada tem lugar na natureza sem causas naturais. O determinismo na ciência não é um “credo” mas um “postulado” que é empregado na análise de causalidade. A ciência também já foi relacionada ao materialismo, isto é, à doutrina filosófica de que todo o conhecimento pode ser derivado do estudo da matéria. Entretanto, hoje a ciência é materialista, mecanicista ou determinista apenas na medida em que ela se fundamenta em uma base de fatos demonstráveis objetivamente, com o auxílio de instrumentos físicos de observação e mensuração.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

# Relação da Ciência com a Filosofia

Ademais, o determinismo não deve ser confundido com “fatalismo”, ou seja, a inevitabilidade natural dos eventos. A ciência busca compreender as regularidades dos fenômenos, mas tais regularidades não são imputadas a qualquer agente causal inevitável. Um “postulado de regularidade na natureza” é pressuposto pelo cientista como um princípio, com o propósito de obter conhecimento fidedigno. Entretanto, tal princípio não é assumido como uma “lei da natureza”. Este termo não tem significado importante nas explicações científicas modernas da causalidade.

Ref: SILVA2007 – Estatística Experimental.pdf

---

## METODOLOGIA

Método Científico

Conhecimento: • VULGAR  
• CIENTÍFICO

**Vulgar:** desconhece as verdadeiras causas dos fenômenos.

**Científico:** obedece a um método nas investigações, nas análises, nas pesquisas etc.

**Método:** conjunto de meios dispostos convenientemente para chegar a um fim que se deseja.

Método científico: alguns pontos a destacar

- Método Dedutivo;
- Método Indutivo;
- Método Experimental;
- Método Estatístico.

**Método Dedutivo:** É o que procede do geral para o particular. O raciocínio dedutivo parte de princípios gerais considerados como verdadeiros e indiscutíveis para chegar a conclusões de maneira puramente formal, i.e., em virtude unicamente de sua lógica.

**Método Indutivo:** Procede inversamente ao dedutivo: parte do particular e coloca a generalização como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares.

**Método Experimental:** consiste em manter constantes todas as causas (variáveis), exceto uma, e varia esta causa de modo que o pesquisador possa descobrir seus efeitos, caso existam.

**Método Estatístico:** face à impossibilidade em manter as demais variáveis constantes, admite todas essas variáveis (causas) presentes variando-as, registrando essas variações e procurando determinar, no resultado final, que influências cabem a cada uma delas.

**Estatística:** exprime por meio de números as observações que se fazem de elementos, com pelo menos, uma característica comum. (ex.: os alunos do sexo masculino de uma cidade), obtemos os chamados DADOS referentes a esses elementos. logo, Estatística: é uma parte da Matemática Aplicada que fornece métodos para a coleta, a organização, a descrição, a análise e a interpretação de dados quantitativos e a utilização desses dados para a tomada de decisões.

---

# Conceito de população e amostra

## **População e amostra**

Designa-se de população o conjunto de todos os dados que pretendemos estudar. Por exemplo, se eu quisesse uma informação completamente confiável sobre a idade dos madeirenses teria que saber a idade de todos.

Na prática nem sempre é possível ter tal informação. De fato, num laboratório como posso realizar sempre mais uma medição a população em estudo é ilimitada. Temos que nos contentar em ter apenas dados sobre um subgrupo: a amostra.



# Conceito de população e amostra

## População e amostra

No caso da idade dos madeirenses em vez de perguntar a idade a todos os madeirenses poderia perguntar apenas a 1000. A escolha da amostra pode ser um processo complicado. Porquê? Suponhamos que realizava a amostragem num lar da terceira idade. Os resultados da medição seriam mais altos que os da população.

A amostra deve ser representativa do todo. Ou seja deve haver em termos relativos tantos idosos como no todo, tantas crianças como no todo, etc.. Por isso deve ser recolhida de forma aleatória.

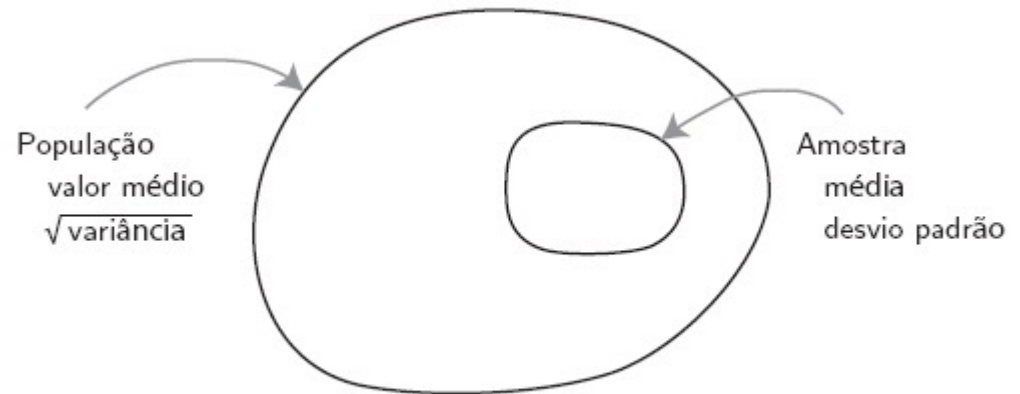


Figura 5.1: População e amostra

# Conceito de população e amostra

A média irá tender para o valor médio e o desvio padrão irá tender para a raiz quadrada da variância à medida que a amostra tender para a população. Se a amostragem for bem feita a média será uma boa estimativa do valor médio e o desvio padrão uma boa estimativa da raiz quadrada da variância mesmo para uma amostra pequena.

Tudo isto para vermos que no laboratório as medidas estatísticas que obtemos são aquelas que resultam da amostra (e.g. média, desvio padrão, etc.). Veremos em seguida como são definidas.

# Média

## Média

Quando calculamos a média entre dois valores buscamos um valor que esteja a igual distância dos dois:



Figura 5.2: Média entre 15 e 19

Este valor é calculado somando os valores e dividindo por dois:

O valor 17 está a igual distância de 15 e de 19 porque atribuímos igual importância aos valores 15 e 19. Onde é que está quantificada a importância de cada um dos valores na equação (5.1)? Para responder a esta pergunta vamos modificar a equação para:

$$\bar{x} = \frac{1}{2} \cdot 15 + \frac{1}{2} \cdot 19$$

# Média

Os coeficientes de  $\frac{1}{2}$  em cada uma das parcelas indicam que ambos os valores têm uma importância igual à qual chamaremos peso. Neste caso o peso de ambos os valores é de 50%.

Suponhamos que queríamos atribuir um peso maior ao valor 15 (e.g. 75%). A média passa a designar-se de média ponderada e seria calculada de acordo com:

$$\bar{x} = \frac{3}{4} \cdot 15 + \frac{1}{4} \cdot 19 = 16$$

É de notar que o valor da média está agora mais próximo do valor com maior peso:



Figura 5.3: Média ponderada entre 15 e 19

# Média

De fato está a uma distância de 15 de 14 da distância de 15 ao 19 e a uma distância de 19 de 34 da distância de 15 ao 19. Quanto maior for o peso atribuído a um valor mais próximo estará o resultado final desse valor.

Note-se que a soma dos pesos é igual a 1. Caso contrário, seria possível que a média desse fora do intervalo entre 15 e 19!

A forma geral da equação é:

# Média

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Equação geral da média.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \cdot x_i$$

Equação geral da média em outra forma.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i$$

Equação geral da média ponderada.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

A soma das probabilidades é igual a 1

# Exemplos de Média

Ao adicionar 100 g de água à temperatura de 30 °C com 100 g de água à temperatura de 90 °C a temperatura da mistura será de:

$$\frac{30^{\circ}C + 90^{\circ}C}{2} = 50\%.30^{\circ}C + 50\%.90^{\circ}C = 60^{\circ}C$$

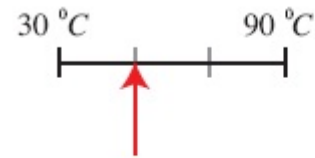
Ambas as temperaturas têm igual peso (50%) porque misturamos iguais massas de água.

# Exemplos de Média

Ao adicionar 200 g de água à temperatura de 30 °C com 100 g de água à temperatura de 90 °C a temperatura da mistura será de:

$$\frac{200g}{200g + 100g} \cdot 30^{\circ}C + \frac{100g}{200g + 100g} \cdot 90^{\circ}C = \frac{2}{3} \cdot 30^{\circ}C + \frac{1}{3} \cdot 90^{\circ}C = 50^{\circ}C$$

A temperatura final estará mais próxima de 30 °C do que de 90 °C porque a massa à temperatura de 30 °C é maior. O peso atribuído à massa a 30 °C será igual a 2/3 porque representa 2/3 da massa total. A massa à temperatura de 90 °C é menor e representa 1/3 da massa total logo o peso atribuído a esta massa será de 1/3. Tal como previsto pela equação:  $\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = 1$ .



Representação gráfica do cálculo da temperatura final



# Desvio padrão

## Desvio padrão

O desvio padrão é uma medida estatística da dispersão em relação à média dos valores medidos.

Esta dispersão é avaliada a partir da distância entre cada um dos valores  $x_i$  e a média  $\bar{x}$  e do número de dados  $n$  segundo a equação:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$



Figura 5.5: Dados menos dispersos

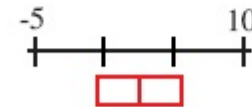


Figura 5.6: Dados mais dispersos

# Desvio padrão

## Desvio padrão

À partida temos um sistema de  $n$  equações ( $x_i = \text{valor}$ ). Para o cálculo da média reduzimos uma equação no sistema. Isto quer dizer que para o cálculo do desvio padrão dispomos de  $n - 1$  graus de liberdade. É esta a razão para termos raiz de  $(n - 1)$  em vez de raiz de  $(n)$  no denominador da equação.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Se  $x$  tem uma distribuição normal, à medida que o número de medições da amostra aumenta o valor de  $\sigma_x$  tende para um valor constante positivo. Ou seja, para grandes amostras o desvio padrão é independente de  $n$  (a largura da distribuição não se altera com  $n$ ).

Como a soma dos desvios é nula, ou seja,  $\sum (x_i - \bar{x}) = 0$ , existem  $n-1$  desvios independentes, isto é, conhecidos  $n-1$  desvios o último está automaticamente determinado, pois a soma é zero.

# Coeficiente de Variação

## Coeficiente de Variação - CV

Na estatística descritiva o **desvio padrão** por si só tem grandes limitações. Assim, um desvio padrão de 2 unidades pode ser considerado pequeno para uma série de valores cujo valor médio é 200; no entanto, se a média for igual a 20, o mesmo não pode ser dito.

Além disso, o fato de o **desvio padrão ser expresso na mesma unidade dos dados** limita o seu emprego quando desejamos comparar duas ou mais séries de valores, relativamente à sua dispersão ou variabilidade, quando expressas em unidades diferentes.

# Coeficiente de Variação

## Coeficiente de Variação - CV

Para contornar essas dificuldades e limitações, podemos caracterizar a dispersão ou variabilidade dos dados em termos relativos a seu valor médio, medida essa denominada de **CV: Coeficiente de Variação (É A RAZÃO ENTRE O DESVIO PADRÃO E A MÉDIA REFERENTES A DADOS DE UMA MESMA SÉRIE)**.

$$CV = (S/\bar{x}). 100$$

O **resultado** neste caso é **expresso em percentual**, entretanto pode ser expresso também através de um fator decimal, desprezando assim o valor 100 da fórmula.

# Erro padrão

## Erro padrão

É razoável aceitar que quanto maior for uma amostra mais confiança terei na inferência de que a média obtida é uma boa estimativa do valor médio. De fato é possível demonstrar que quanto maior for o número de medições ( $n$ ), mais próxima estará a média do valor médio (desde que  $x$  tenha uma distribuição normal :

# Erro padrão

Na figura ao lado vemos que a média ( $\mu_x$ ) converge para o valor médio (10) à medida que o número de medições aumenta. A distância entre os dois valores diminui com  $1/\sqrt{n}$ .

Podemos então definir como erro padrão ou erro da média a seguinte quantidade:

$$\mu_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

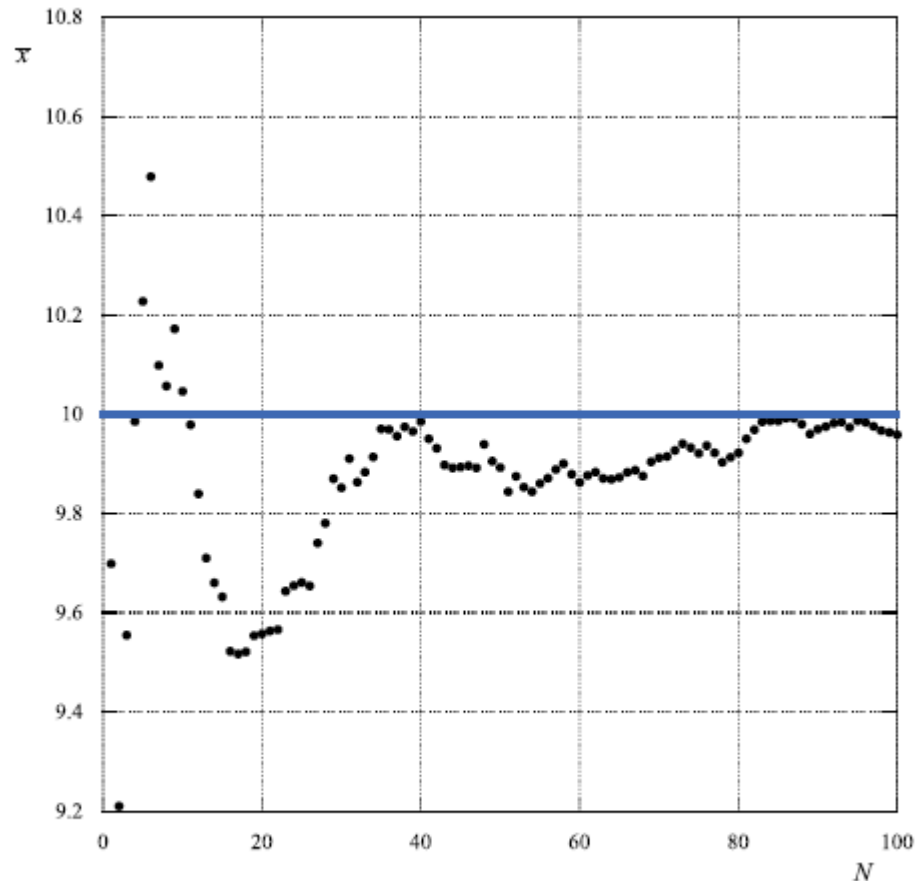


Figura 5.7: Exemplo da variação da média com o número de medições

# Erro padrão

Este erro será então uma medida do erro estatístico cometido quando afirmamos que a média de  $n$  medições da grandeza  $x$  coincide com o valor real ( $x_R$ ) dessa grandeza.

A estimativa de  $x(x_{est})$  será dada por:

$$x_{est} = \bar{x} \pm \mu_x$$

Se todas as medições de  $x$  são independentes e igualmente distribuídas então as médias obtidas para amostras de vários tamanhos têm uma distribuição normal em torno do valor médio com um desvio padrão igual a  $\sigma_x/\sqrt{n}$ . Logo podemos dizer que temos um grau de confiança de 68% de que  $x_R$  estará entre  $\bar{x} - \mu_x$  e  $\bar{x} + \mu_x$ .

# Erro padrão

Não há dúvida de que uma amostra não representa perfeitamente uma população. Ou seja, a utilização de uma amostra implica na aceitação de uma margem de erro que se denomina ERRO AMOSTRAL.

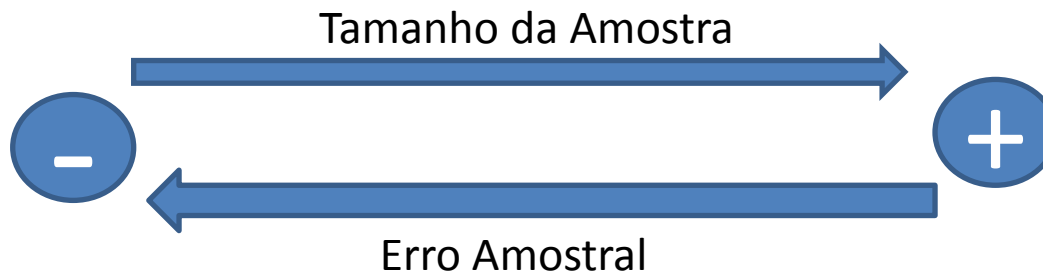
**Erro Amostral é a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional; tais erros resultam de flutuações amostrais aleatórias**



# Erro padrão

Não podemos evitar a ocorrência do ERRO AMOSTRAL, porém podemos limitar seu valor através da escolha de uma amostra de tamanho adequado.

Obviamente, o ERRO AMOSTRAL e o TAMANHO DA AMOSTRA seguem sentidos contrários. Quanto maior o tamanho da amostra, menor o erro cometido e vice-versa.



# Tamanho da Amostra

## DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DE UMA AMOSTRA COM BASE NA ESTIMATIVA DA MÉDIA POPULACIONAL

A determinação do tamanho de uma amostra é problema de grande importância, porque:

- \* Amostras desnecessariamente grandes acarretam desperdício de tempo e de dinheiro;
- Amostras excessivamente pequenas podem levar a resultados não confiáveis.

Maiores detalhes sobre tamanho da amostra vide [MODULO2 – NOCOES DE ESTATISTICA.pdf](#)

# Histograma

Vide material [Apostila\\_EB.pdf](#) - Piana, Machado e Selau –  
pagina 27

# Exercícios

1) Utilizando o software excel gerar 1000 números randômicos

Equação para gerar números randômicos:

$$=((\text{RAIZ}(-2*\text{LN}(\text{ALEATÓRIO}()))*\text{COS}(2*\text{PI}()*\text{ALEATÓRIO}()))*\$B\$27)+\$B\$28$$

Sendo \$B\$27 o desvio padrão e \$B\$28 a média

Adote como média o valor 100 e desvio padrão o número 10.

Para contar o números de valores de um determinado intervalo use:

$$=(\text{CONT.SE}(\$D\$29:\$D\$1028;">109"))$$

Sendo 109 o limite inferior da última faixa estabelecida no exemplo.

Ou

$$=(\text{CONT.SE}(\$D\$29:\$D\$1028;">108"))-\text{SOMA}(\text{AH}27)$$

Sendo AH27 a soma dos intervalos anteriores.

Fazer um histograma dos valores gerados. Obs: O histograma não pode ser gerado diretamente por funções mais elaboradas do excel, mais sim discretamente utilizando-se as funções básicas do excel acima.

Comente o tipo de distribuição gerada.

# Exercícios

- 2) Calcular o desvio padrão e média dos valores randômicos gerados no exercício anterior.
- 3) Varie o desvio padrão e observe oque acontece com o histograma.