

Escola Superior de Educação
Instituto Politécnico de Bragança

Escalas de Medida, Estatística Descritiva e Inferência Estatística

Carlos Mesquita Morais

Bragança

2005

Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística

Carlos Mesquita Morais*

Índice

1. Introdução	3
2. Escalas de medida	4
2.1. Estrutura do processo de medição	4
2.2. Natureza da medida das variáveis.....	4
2.3. Escalas de medida das variáveis	5
2.4. Tipos de escalas	5
3. Estatística descritiva	8
3.1. Interpretação de dados	8
3.1.1. Dados qualitativos	8
3.1.2. Dados quantitativos.....	8
3.2. Organização e apresentação de dados.....	9
3.3. Distribuição de frequências.....	9
3.4. Distribuições de frequências (exemplos).....	9
3.5. Medidas de estatística descritiva.....	11
3.6. Medidas de tendência central.....	12
3.6.1. Média aritmética	12
3.6.2. Moda	12
3.6.3. Mediana.....	12
3.7. Medidas de dispersão.....	13
3.7.1. Desvio absoluto médio.....	13
3.7.2. Variância	13
3.7.3. Desvio padrão	13
4. Inferência estatística	14
4.1. Unidade, amostra, população.....	14
4.2. Amostragem, recenseamento e sondagem	15
4.3. Parâmetros e estatísticas	15
4.4. Estatuto das variáveis na investigação.....	15
4.5. Amostra.....	17
4.5.1. Modelos de amostras.....	17

4.5.2.	Amostras probabilísticas	17
4.5.3.	Amostras não probabilísticas	18
4.6.	Conhecimento científico e tipos de investigação.....	19
4.7.	Hipóteses.....	19
4.8.	Hipóteses estatísticas	20
4.9.	Testes estatísticos.....	21
4.10.	Procedimentos na aplicação de testes estatísticos.....	22
4.11.	Exemplo de tratamento de dados numa situação concreta.....	22
4.11.1.	Contexto	22
4.11.2.	Procedimentos de tratamento de dados	23
4.11.3.	Representação gráfica de dados	23
4.11.4.	Representação de dados em tabelas	24
4.11.5.	Hipóteses estatísticas.....	26
5.	Bibliografia	28

Índice de Figuras

Figura 1:	Estrutura do processo de medição (um exemplo).....	4
Figura 2:	Distribuição de frequência da variável “avaliação final”	10
Figura 3:	Distribuição de frequência da variável “idade”	10
Figura 4:	Observações por classes	11
Figura 5:	Distribuição de frequência da variável “altura”	11
Figura 6:	Fases na definição e investigação de um problema.....	14
Figura 7:	Modelos de amostras probabilísticas.....	17
Figura 8:	Modelos de amostras não probabilísticas	18
Figura 9:	Escalas de medida e procedimentos	21
Figura 10:	Resultados globais dos alunos	23
Figura 11:	Distribuições das pontuações - pós-teste.....	25
Figura 12:	Resultados estatísticos	26

1. Introdução

Com a apresentação deste documento sobre o módulo, fazendo referência aos seus conteúdos pretende-se facultar aos mestrandos algumas designações e conceitos, que para além da sua apreciação e análise no contexto das sessões de trabalho poderão facilitar a sua utilização no contexto da investigação que se proponham realizar. Considerando-se, no entanto, que a estatística é uma ciência recente com muitos dos seus conceitos a admitirem diversas designações e interpretações, pelo que cada designação ou conceito, que figure neste documento, deve ser visto como uma proposta de entendimento, que embora fundamentada, poderá ser sempre aprofundada. Os conteúdos deste módulo fazem parte da Estatística.

A Estatística tem por objectivo fornecer métodos e técnicas para se lidar, racionalmente, com situações sujeitas a incertezas. A Estatística pode ser considerada como um conjunto de técnicas e métodos de pesquisa que entre outros tópicos envolve a planificação de experiências, a recolha e organização de dados, a inferência, o processamento, a análise e a disseminação de informação.

Por vezes, a Estatística, é considerada um ramo da Matemática, que tem como principais objectivos obter, organizar e analisar dados, determinar as correlações entre eles, proporcionando conclusões e previsões. É também uma ciência de desenvolvimento de conhecimento humano através do uso de dados empíricos. Baseia-se na teoria estatística, um ramo da matemática aplicada. Na teoria estatística, o aleatório e a incerteza são modelados pela teoria das probabilidades. Algumas práticas estatísticas incluem, por exemplo, o planeamento, o resumo e a interpretação de observações.

Actualmente os dados estatísticos são obtidos, classificados e armazenados em suportes digitais e disponibilizados em diversos sistemas de informação acessíveis a investigadores, cidadãos e organizações da sociedade que, por sua vez, podem utilizá-los no desenvolvimento das suas actividades. O processo de obtenção, armazenamento e disseminação de informações estatísticas tem sido acompanhado pelo rápido desenvolvimento de novos recursos, técnicas e metodologias de análise de dados.

Os principais conteúdos a desenvolver neste documento estão integrados nos seguintes temas: escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. Embora estes temas não possam ser considerados independentes, serão desenvolvidos tendo em conta as especificidades de cada um, podendo, no entanto, ser abordados conjuntamente tópicos de todos os temas. Não deve ser criada a ideia que existem barreiras bem vincadas entre eles, mas pelo contrário que há todo o interesse em considerar este módulo como um todo coerente, que pode ser útil para os fins a que se destina, entre os quais se salienta o de poder ser um interessante contributo para a investigação que cada mestrando espera realizar, quer no âmbito do mestrado, quer ao longo da vida.

intervalos de números reais. Assim, as variáveis discretas assumem valores inteiros e as variáveis contínuas assumem valores reais.

Em síntese, as variáveis em psicologia podem dividir-se em: a) qualitativas (atributos ou categorias), permitindo apenas descrever sujeitos ou situações; e, b) quantitativas (características mensuráveis e que se podem exprimir em valores numéricos reportados a uma unidade de medida ou de ordem), permitindo já uma avaliação tomando critérios de frequência, de grau ou de intensidade (variáveis intervalares) ou critérios de sequência ou ordem (variáveis ordinais).

2.3. Escalas de medida das variáveis

O registo das ocorrências de um estudo científico necessita de formas para representar os acontecimentos e os fenómenos adequadamente, ou seja, formas de registar os dados, que são valores associados a cada variável. Este registo de valores enquadra-se em escalas de medida. Estas escalas consistem em modos de expressar a qualidade ou a quantidade dos dados. Para que as escalas utilizadas possam responder aos vários tipos de valores que os atributos assumem numa investigação, estas escalas precisam de apresentar duas propriedades:

- Exaustividade: abrangência que permite representar todos os dados possíveis;
- Exclusividade: coerência para que qualquer dado ou acontecimento só possa ser representado de uma única forma.

Em síntese, em cada investigação, cada dado não pode ser integrado, simultaneamente, em mais do que uma escala e a reunião dos dados nas diversas escalas deve englobar a totalidade dos dados considerados para análise.

2.4. Tipos de escalas

As variáveis relativamente à escala de medida podem distribuir-se por escalas: nominais, ordinais, intervalares e proporcionais (ou de razão).

As escalas nominais são meramente classificativas, permitindo descrever as variáveis ou designar os sujeitos, sem recurso à quantificação. É o nível mais elementar de representação, baseado no agrupamento e classificação de elementos para a formação de conjuntos distintos. As observações são divididas em categorias segundo um ou mais dos seus atributos. Assim, têm-se registos, essencialmente, qualitativos, referentes ao tipo de sujeito, de objecto ou de acontecimento. Para que se satisfaça o princípio da exaustividade, é preciso que todos os casos possíveis tenham uma classificação, o que implica, muitas vezes, a definição de uma categoria complementar denominada por "outros".

As variáveis expressas na escala nominal podem ser comparadas utilizando, apenas, as relações de igualdade ou de diferença. Os números atribuídos às variáveis servem como identificação, ou para associar a pertença a uma dada categoria. Exemplos: matrículas de automóveis, códigos postais, estado civil, sexo, cor dos olhos, código de artigo, código de barras.

Nas escalas ordinais os indivíduos ou as observações distribuem-se segundo uma certa ordem, que pode ser crescente ou decrescente, permitindo estabelecerem-se diferenciações. A escala ordinal é a avaliação de um fenómeno em termos da sua situação dentro de um conjunto de patamares ordenados, variando desde um patamar mínimo até um patamar máximo. Geralmente, designam-se os valores de uma escala

ordinal em termos de numerais, *ranking* ou rótulos, sendo estes apenas modos diferentes de expressar o mesmo tipo de dados.

Na escala ordinal a variável utilizada para medir uma determinada característica, além de identificar a pertença a uma classe, também pressupõe que as diferentes classes estão ordenadas sob um determinado critério. Cada observação faz a associação do indivíduo medido a uma determinada classe, sem, no entanto, quantificar a magnitude da diferença face aos outros indivíduos. Exemplo: nível social, nível salarial e escalas usadas na medida de opiniões.

A escala intervalar é uma forma quantitativa de registar um fenómeno, medindo-o em termos da sua intensidade específica, ou seja, posicionando-o em relação a um valor conhecido arbitrariamente denominado como ponto zero. Tal aferição é realizada definindo-se a unidade de medida a ser usada nessa comparação a partir da diferença entre o valor no ponto zero e um segundo valor conhecido. Uma propriedade básica da escala intervalar, derivada do modo como ela é definida, é o facto de a variações iguais em termos de medidas intervalares, corresponderem, necessariamente, a variações iguais em termos dos valores que assume a variável. Nas escalas intervalares a diferenciação dos indivíduos ou das observações assume um valor quantitativo constante. Esses valores envolvem classificação, grandeza e unidades de tamanho idêntico. A escala intervalar pode ser considerada como um caso particular das escalas métricas, em que é possível quantificar as distâncias entre as medições mas não existe um ponto zero natural. Exemplos clássicos são as escalas de temperatura, onde não se pode assumir um ponto zero como ausência de temperatura, ou dizer que a temperatura X é o dobro da temperatura Y.

Nas escalas proporcionais ou de razão, em acrescento às intervalares, dispõe-se de um zero absoluto. Tais “pontos zero” (total ausência de uma característica ou propriedade) são difíceis de fixar em psicologia ou em educação (Almeida & Freire: 2000, pp. 62-66). A escala de razão é a mais completa e sofisticada das escalas. Ela é uma quantificação produzida a partir da identificação de um ponto zero que é fixo e absoluto, representando, de facto, um ponto mínimo. Nesta escala, uma unidade de medida é definida em termos da diferença entre o ponto zero e uma intensidade conhecida. A partir disso, cada observação é aferida segundo a sua distância ao ponto zero, distância essa expressa na unidade de medida previamente definida. Um aspecto importante a ser observado é que, nas escalas de razão, um valor "2" indica, efectivamente, uma quantidade duas vezes maior do que o valor "1", o que não acontece, necessariamente, nas outras escalas. Nesta escala, além de ser possível quantificar as diferenças entre as medições, também estão garantidas certas propriedades matemáticas. Isto permite determinar o quociente de duas medições, independentemente da unidade de medida. É possível fazer diferenças e quocientes e, conseqüentemente, conversões entre medidas expressas em unidades diferentes.

A mais simples e limitada das escalas é a escala nominal, permitindo apenas a identificação de categorias. Em seguida, tem-se a escala ordinal, que permite diferenciar patamares. De maior alcance é a escala intervalar, que permite o posicionamento de valores em relação a um ponto arbitrário. Finalmente, a mais poderosa de todas as escalas é a escala de razão, que permite a comparação de valores em termos absolutos.

Existe a possibilidade de se transformarem dados que foram registados num determinado tipo de escala numérica em dados de outro tipo de escala, desde que se respeite a hierarquia e os atributos básicos de cada uma. Assim, os dados de uma escala de razão podem ser transformados em dados intervalares, os intervalares podem ser

transformados em ordinais e os ordinais podem ser transformados em nominais. Tais transformações envolvem, necessariamente, alguma perda de informação.

A escolha de uma escala particular de medida tem como consequências:

- As operações matemáticas que são permitidas com as respectivas variáveis;
- As transformações que se podem fazer com as respectivas variáveis sem perda ou alteração da informação;
- A informação sustentada pela variável e as possíveis interpretações;
- As estatísticas de tendência central ou de dispersão que é possível determinar.

3. Estatística descritiva

“A estatística descritiva consiste na recolha, análise e interpretação de dados numéricos através da criação de instrumentos adequados: quadros, gráficos e indicadores numéricos” (Reis, 1996: 15). Huot (2002: 60) define estatística descritiva como “o conjunto das técnicas e das regras que resumem a informação recolhida sobre uma amostra ou uma população, e isso sem distorção nem perda de informação”.

A estatística descritiva pode ser considerada como um conjunto de técnicas analíticas utilizado para resumir o conjunto dos dados recolhidos numa dada investigação, que são organizados, geralmente, através de números, tabelas e gráficos. Pretende proporcionar relatórios que apresentem informações sobre a tendência central e a dispersão dos dados. Para tal, deve-se evidenciar: valor mínimo, valor máximo, soma dos valores, contagens, média, moda, mediana, variância e desvio padrão.

3.1. Interpretação de dados

“Os dados são o resultado final dos processos de observação e experimentação” (Vairinhos, 1996: 21).

Na interpretação de dados deveremos produzir um resumo verbal ou numérico ou usar métodos gráficos para descrever as suas principais características.

O método mais apropriado dependerá da natureza dos dados, e aqui podemos distinguir dois tipos fundamentais: dados qualitativos e dados quantitativos.

3.1.1. Dados qualitativos

Os dados qualitativos representam a informação que identifica alguma qualidade, categoria ou característica, não susceptível de medida, mas de classificação, assumindo várias modalidades. Exemplo: o estado civil de um indivíduo, é um dado qualitativo que assume as categorias: solteiro, casado, viúvo e divorciado.

Para sumariar dados qualitativos numericamente utilizam-se, entre outras formas, contagens, proporções, percentagens, taxas por 1000, taxas por 1000000, dependendo da escala apropriada. Por exemplo, se soubermos que 40 de 160 estudantes de Matemática são homens, poderíamos traduzir este facto dizendo que 25% dos estudantes de Matemática são homens. Se soubermos que 8 sujeitos de uma amostra de 6000 pessoas são portadores de uma doença rara, podemos traduzir esta informação, dizendo que 0,0013 das pessoas da amostra têm essa doença rara, ou que 0,13% têm a doença, ou ainda, podemos afirmar que existem, aproximadamente, 1,3 casos da doença por cada mil pessoas.

Os dados qualitativos, ou categóricos, podem ser:

- Nominiais, por exemplo o sexo: masculino, feminino;
- Ordinais, por exemplo o desempenho: baixo, médio, alto.

3.1.2. Dados quantitativos

Os dados quantitativos representam informação resultante de características susceptíveis de serem medidas, apresentando-se com diferentes intensidades, que podem ser de natureza discreta (descontínua) ou contínua.

Os dados quantitativos, ou numéricos, podem ser:

- Discretos: salientamos como exemplos - contagens, número de alunos de uma escola; número de ataques de asma no ano passado ou, o número de irmãos de 10 alunos de uma determinada turma, cujos valores são: 3, 4, 1, 1, 3, 1, 0, 2, 1, 2;
- Contínuos: apresentamos como exemplos - medidas numa escala contínua, tais como volume, área, peso, massa ou as alturas de um grupo de 10 alunos representadas, em cm, por: 153, 157, 161, 160, 158, 155, 162, 156, 152, 159.

As distinções dos tipos de dados são menos rígidas do que a descrição apresenta. Por exemplo, em geral trataríamos a idade das pessoas de uma amostra como uma variável contínua, mas se a idade for apresentada pelo número de anos concluídos, podemos tratá-la como discreta, e se separarmos a amostra, em função da classificação, em “crianças”, “jovens”, “pessoas de meia idade” e “velhos”, então temos a idade como uma variável qualitativa. No entanto, em geral é recomendado manter os dados na sua forma original, categorizando-os apenas para propósitos de apresentação.

3.2. Organização e apresentação de dados

A utilidade dos dados estatísticos depende, muitas vezes, da forma como são organizados e apresentados. A apresentação dos dados é feita, muitas vezes, através de quadros, gráficos e de distribuições de frequência.

Para Reis (1996), os quadros e os gráficos devem apresentar sempre três partes: o cabeçalho, o corpo e o rodapé. No cabeçalho deve ser dada informação sobre os dados, no corpo representam-se os dados e no rodapé deve ser indicada a fonte dos dados e observações pertinentes.

Dos vários tipos de gráficos destacamos: gráfico de linhas, gráfico de barras, gráfico de sectores e pictogramas, os quais podem ser facilmente construídos a partir de diversos programas informáticos ou estatísticos, dos quais destacamos a folha de cálculo Excel e o SPSS, respectivamente.

3.3. Distribuição de frequências

Consideramos que uma variável pode ser representada por um símbolo e que assume valores relativos a determinadas características ou atributos de uma população ou amostra.

Definimos frequência absoluta de um valor da variável como sendo o número de vezes que esse valor ocorre na amostra ou na população.

Definimos frequência relativa de um valor da variável como o quociente entre a frequência absoluta desse valor e o número total de ocorrências de todos os valores da variável na amostra ou na população.

3.4. Distribuições de frequências (exemplos)

Consideremos os 20 alunos de uma turma de 9º ano e as variáveis: avaliação final, idade e altura.

Variável: avaliação final

Vamos considerar que a variável “Avaliação final” pode assumir os valores: “Aprovado (A)” e “Reprovado (R)”. Assim temos a variável qualitativa “Avaliação

final” que assume dois valores A e R, expressos numa escala nominal. Feita a recolha dos dados obtiveram-se as seguintes observações: R-A-A-A-A-A-R-A-A-A-R-A-A-A-A-R-R-A-A-A. A distribuição de frequência é apresentada na figura 2.

Figura 2: Distribuição de frequência da variável “avaliação final”

Valor	Frequência absoluta	Frequência relativa
A	15	$\frac{15}{20}$
R	5	$\frac{5}{20}$
Total	20	1

Variável: idade

Considerando a idade como o número de anos completos de cada aluno, a variável é quantitativa do tipo discreto, que assume valores numa escala proporcional ou de razão. Os dados obtidos são os seguintes: 14-14-13-13-15-15-16-17-14-14-14-14-14-15-15-15-15-14-14-15.

Contagem

13---xx (2); 14---xxxxxxxx (9); 15---xxxxxxx (7); 16---x (1); 17---x (1)

Figura 3: Distribuição de frequência da variável “idade”

Valor	Frequência absoluta	Frequência absoluta acumulada	Frequência relativa	Frequência relativa acumulada
13	2	2	$\frac{2}{20}$	$\frac{2}{20}$
14	9	11	$\frac{9}{20}$	$\frac{11}{20}$
15	7	18	$\frac{7}{20}$	$\frac{18}{20}$
16	1	19	$\frac{1}{20}$	$\frac{19}{20}$
17	1	20	$\frac{1}{20}$	$\frac{20}{20}$
Total	20		1	

Variável: altura

Considerando a altura, expressa em centímetros, podemos admitir esta variável como quantitativa do tipo contínuo, que assume valores numa escala intervalar. Os dados obtidos são os seguintes: 150-165-140-155-145-165-146-157-149-154-154-164-154-165-155-148-163-154-144-150.

Na definição de classes deve-se tentar conseguir aplicar as seguintes regras:

a) Determinar a amplitude de variação (diferença entre os extremos das observações (máximo e mínimo));

b) Determinar o número de classes. Para uma amostra de tamanho n , um critério consiste em considerar o número de classes igual a k , sendo k o menor número natural tal que $2^k \geq n$;

c) Usar classes de igual amplitude.

Atendendo ao critério referido: a amplitude de variação é 25 (165-140); o número de classes é 5, pois, 5 é o menor número natural, tal que $2^5 \geq 20$; a amplitude de cada classe é 5 (25/5). Os intervalos correspondentes às cinco classes são: [140, 145[, [145, 150[, [150, 155[, [155, 160[, [160, 165]. Agrupando os dados em classes, obtemos:

Figura 4: Observações por classes

Classes	Observações
[140, 145[	140, 144
[145, 150[	145, 146, 148, 149
[150, 155[	150, 150, 154, 154, 154, 154
[155, 160[	155, 155, 157
[160, 165]	163, 164, 165, 165, 165

A tabela de frequência que traduz os dados da figura anterior é a seguinte:

Figura 5: Distribuição de frequência da variável “altura”

Classes	Frequência absoluta	Frequência absoluta acumulada	Frequência relativa	Frequência relativa acumulada
[140, 145[	2	2	$\frac{2}{20}$	$\frac{2}{20}$
[145, 150[	4	6	$\frac{4}{20}$	$\frac{6}{20}$
[150, 155[	6	12	$\frac{6}{20}$	$\frac{12}{20}$
[155, 160[	3	15	$\frac{3}{20}$	$\frac{15}{20}$
[160, 165]	5	20	$\frac{5}{20}$	$\frac{20}{20}$
Total	20		1	

3.5. Medidas de estatística descritiva

As medidas de estatística descritiva, designadas por parâmetros quando se referem à população e por estatísticas quando se referem às amostras, permitem sintetizar os dados da população ou da amostra através de um só valor. As medidas descritivas mais utilizadas são: medidas de localização, medidas de dispersão, medidas de assimetria, medidas de curtose e medidas de concentração.

Apenas salientaremos algumas das medidas referidas, nomeadamente, nas medidas de localização salientamos as medidas de tendência central: média aritmética,

mediana e moda e; nas medidas de dispersão: desvio absoluto médio, variância e desvio padrão.

3.6. Medidas de tendência central

As medidas da tendência central são indicadores que permitem que se tenha uma primeira ideia ou um resumo, do modo como se distribuem os dados de uma experiência, informando sobre o valor (ou valores) da variável aleatória.

3.6.1. Média aritmética

A média aritmética é o quociente entre a soma de todos os valores observados e o número total de observações.

Considerando um conjunto n de observações, x_1, \dots, x_n , a média aritmética (\bar{x}) é dada pela expressão: $\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n)$, que pode assumir a forma: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

3.6.2. Moda

A moda de um conjunto de observações é o valor mais frequente, caso exista. Quando existe mais do que um valor com a frequência mais elevada, o conjunto dos valores mais frequentes constituem uma classe modal.

A moda pode ser considerada como o evento ou categoria de eventos que ocorreu com maior frequência, indicando o valor ou categoria mais provável. A moda de um conjunto de dados categóricos é a categoria que tem maior percentagem de dados.

Para um conjunto de dados, define-se moda como sendo: o valor que surge com maior frequência, se os dados são discretos; o intervalo da classe com maior frequência se os dados são contínuos.

Da observação da representação gráfica dos dados, deduz-se, imediatamente, o valor que representa a moda ou a classe modal (conjunto de valores com a mesma frequência máxima). Esta medida é especialmente útil para reduzir a informação de um conjunto de dados qualitativos, apresentados sob a forma de nomes ou categorias.

3.6.3. Mediana

A mediana é uma medida de localização do centro da distribuição dos dados. Após a ordenação dos elementos da amostra de dados, a mediana é o valor (pertencente ou não à amostra) que a divide ao meio, isto é, 50% dos elementos da amostra são menores ou iguais à mediana e os outros 50% são maiores ou iguais à mediana

Para a determinação da mediana de um conjunto de n observações, utiliza-se a seguinte regra, depois de ordenada a amostra das n observações:

- Se n é ímpar, a mediana é o elemento médio;
- Se n é par, a mediana é a semi-soma dos dois elementos médios.

A mediana, bem como a moda, pode ser calculada para dados ordenados. Este valor “médio” é mais comumente utilizado para dados quantitativos.

3.7. Medidas de dispersão

As medidas de dispersão traduzem a variação de um conjunto de dados em torno da média, ou seja, da maior ou menor variabilidade dos resultados obtidos. Permitem identificar até que ponto os resultados se concentram ou não ao redor da tendência central de um conjunto de observações. Incluem, entre outras, o desvio absoluto médio, a variância e o desvio padrão, cada uma expressando diferentes formas de quantificar a tendência que os resultados de uma experiência aleatória têm para se concentrarem em determinados valores. Quanto maior for a dispersão, menor é a concentração e vice-versa.

As medidas mais comuns de variabilidade para dados quantitativos são a variância e o desvio padrão.

3.7.1. Desvio absoluto médio

O desvio absoluto médio (D_M), de um conjunto de n observações x_1, \dots, x_n , é a média dos valores absolutos das diferenças entre as observações e a média, ou seja,

$$D_M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|.$$

3.7.2. Variância

Define-se variância, e representa-se por s^2 , como sendo a medida que se obtém somando os quadrados dos desvios das observações da amostra, relativamente à sua média, e dividindo por n ou por $n-1$, conforme o tamanho da amostra é superior a 20 ou não superior a 20, respectivamente.

$$s^2 = \begin{cases} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \dots, n \leq 20 \\ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \dots, n > 20 \end{cases}$$

3.7.3. Desvio padrão

O desvio padrão s é a raiz quadrada da variância s^2 .

O desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos e quanto maior for, maior será a dispersão dos dados.

Algumas propriedades do desvio padrão, que resultam imediatamente da definição, são:

- O desvio padrão é sempre não negativo e é tanto maior, quanta maior for a variabilidade dos dados.

- Se $s = 0$, então não existe variabilidade, isto é, os dados são todos iguais.

4. Inferência estatística

Inferência estatística é o processo pelo qual é possível tirar conclusões acerca da população usando informação de uma amostra, constituindo questão central, saber como usar os dados da amostra para obter conclusões acerca da população. “A estatística inferencial permite a generalização, a uma população, de informações obtidas a partir de uma amostra representativa e a tomada de decisão” (Huot, 2002: 62).

“A base da Inferência Estatística consiste, assim, na possibilidade de se tomarem decisões sobre os parâmetros de uma população, sem que seja necessário proceder a um recenseamento de toda a população” (Reis et. al., 1999: 21).

Reis (1996), sugere como etapas do método estatístico para a resolução de problemas, as seguintes:

- a) Identificação do problema ou situação;
- b) Recolha de dados;
- c) Crítica dos dados;
- d) Apresentação dos dados;
- e) Análise e interpretação dos resultados. Neste sentido, Almeida & Freire (2000: 39-40) salientam que a necessidade de obter conclusões a partir de uma amostra, por inferência, surge no contexto de investigações, das quais destacamos as seguintes fases.

Figura 6: Fases na definição e investigação de um problema
(Adaptado de Almeida & Freire, 2000: 39-40)

Fases	Caracterização	Estratégia
1. Definição do problema	- Identificar e descrever; - Estabelecer relações; - Apreciar pertinências; - Precisar o objectivo.	- Teoria existente; - Observação directa; - Investigações anteriores; - Problemas anteriores.
2. Revisão bibliográfica	- Situar o problema; - Precisar a metodologia.	- Consulta de bases de dados; - Debates, consulta a especialistas; - Sínteses temáticas.
3. Formulação de hipóteses	- Definir as hipóteses: experimental, nula e alternativa.	- Possíveis explicações para os dados que se venham a obter.
4. Definição das variáveis	- Identificar as unidades a observar e a controlar; - Definir os papéis das variáveis; - Precisar a medida das variáveis.	- Especificar o que se quer controlar, as relações, as influências e o seu sentido; - Indicar a escala de medida por variável.

“O desenvolvimento de metodologias que permitam fazer afirmações gerais acerca do universo dos fenómenos geradores dos dados observados pertence à inferência estatística” (Vairinhos, 1995: 120).

4.1. Unidade, amostra, população

“Unidade estatística: elemento da população estudada” (Huot, 2002: 19).

“População ou universo: conjunto de unidades com características comuns” (Reis et al, 1999: 19). A população pode ser considerada como uma colecção de unidades individuais, que podem ser pessoas ou resultados experimentais, com uma ou mais características comuns que se pretendem estudar. A população refere-se a todos os casos ou situações a que o investigador quer fazer inferências ou estimativas.

Uma amostra é um subconjunto da população usado para obter informação acerca do todo.

4.2. Amostragem, recenseamento e sondagem

Designamos por amostragem a obtenção de informação sobre parte de uma população (Reis et al, 1999: 19).

Recenseamento é uma recolha de dados, sobre certas características da população, obtida directamente a partir do conjunto das unidades da população.

Sondagem é uma recolha de dados, sobre certas características da população, obtida a partir de uma amostra.

4.3. Parâmetros e estatísticas

Designamos por estatística, um número que represente características da amostra. Calcula-se o valor de uma estatística a partir de valores observados na amostra. Utiliza-se uma estatística para estimar um parâmetro, desconhecido, na população.

Designamos por parâmetro, um número que represente características da população. Este número, embora seja fixo, normalmente é desconhecido. Um parâmetro desconhecido pode ser estimado a partir de uma estatística (ou estimador).

Para apreciar a mensurabilidade de uma característica ou comportamento de um população podemos considerar diversos parâmetros. Desses parâmetros destacamos: frequência de ocorrência de uma resposta; probabilidade de ocorrência de uma resposta; duração da ocorrência de uma resposta; duração do intervalo de tempo entre duas ou mais ocorrências repetidas desse fenómeno; intensidade ou grau com que se manifesta uma resposta; e, velocidade e qualidade que as respostas podem assumir (Almeida & Freire, 2000: 58).

Os parâmetros que mostram como as diferentes observações são semelhantes, costumam designar-se por parâmetros de “medidas de tendência central”.

Os parâmetros que mostram como as observações de uma amostra diferem, costumam designar-se por parâmetros de “medidas de dispersão estatística”.

4.4. Estatuto das variáveis na investigação

As características de uma população, que podem diferir de indivíduo para indivíduo, e as quais temos interesse em estudar são chamadas variáveis. Como exemplo referimos: comprimento, massa, idade, temperatura e número de ocorrências. Cada unidade da população, que é escolhida como parte de uma amostra, fornece uma medida de uma ou mais variáveis, chamadas observações.

As amostras que envolvem seres humanos são ricas na quantidade e na qualidade das variáveis que podem influenciar o comportamento dos sujeitos que as constituem. Muitas dessas variáveis são liminarmente ignoradas, outras admite-se que influenciam de forma pouco relevante os resultados esperados, restando apenas um número reduzido de variáveis que são objecto de apreciação e análise. "Uma variável é

uma quantidade que pode tomar vários valores, mas cujo valor numa dada situação é muitas vezes desconhecido. Isto deve ser contrastado com uma quantidade constante" (Paulos, 1991: 242).

Quando em cada objecto a observar, se está apenas interessado num único aspecto, os dados resultantes dizem-se univariados; se pretendemos para cada objecto observado obter simultaneamente valores de dois aspectos relevantes, dizemos que os dados são bivariados; se pretendemos para cada objecto observado obter simultaneamente valores de vários aspectos relevantes, dizemos que os dados são multivariados, mais precisamente se pretendemos obter, simultaneamente, valores de p aspectos diz-se que os dados são p-variados.

"Uma amostra diz-se bivariada quando é constituída por pares ordenados de dados. Em cada par ordenado, o primeiro elemento mede um atributo de um dos objectos em análise e o segundo mede outro atributo do mesmo objecto" (Guimarães e Cabral, 1997: 48).

As variáveis podem ser: independentes, dependentes, moderadoras e parasitas (Almeida & Freire: 2000: 56).

Variável independente: identifica-se com a dimensão ou a característica que o investigador manipula deliberadamente para conhecer o impacto que produz noutra variável. As variáveis independentes permitem a sua manipulação, admitindo-se que a forma como são manipuladas podem condicionar o comportamento dos sujeitos e, conseqüentemente, os resultados no contexto do estudo.

Variável dependente: característica que pode ser influenciada quando se manipula a variável independente.

Variáveis moderadoras ou intervenientes: são geralmente assumidas como variáveis alheias ao estudo que podem influenciar os resultados, situam-se entre as variáveis independentes e as variáveis dependentes, podendo actuar de forma interactiva.

Variáveis estranhas ou parasitas: variáveis associadas à variável independente, que não são consideradas na experiência, mas que podem ter influência nos resultados esperados para a variável dependente.

Como exemplo, salientamos a situação de um estado gripal para o qual se procura cura.

- Variável independente: estado gripal (actua-se relativamente à gripe com medicamentos ou outros tratamentos);
- Variável dependente: a cura, ou a situação de saúde resultante do tratamento;
- Variáveis intervenientes: conforto habitacional, bom tempo;
- Variáveis estranhas: corrente de ar, alimentação, ansiedade.

4.5. Amostra

Designamos por tamanho de uma amostra o número de unidades que a constituem.

O tamanho da amostra não determina se ela é de boa ou má qualidade, mais importante do que o seu tamanho é a sua representatividade, ou seja, o seu grau de similaridade com a população em estudo. Considera-se que a dimensão mínima de uma amostra deve ser de 30 unidades estatísticas. No entanto, o tamanho da amostra depende basicamente:

- Do grau de confiança que se quer obter nos resultados;
- Do grau de pormenor desejado na análise;
- Dos recursos e tempo disponíveis.

4.5.1. Modelos de amostras

De acordo com Huot (2002) as amostras podem ser: probabilísticas e não probabilísticas. Apresentamos, baseados no mesmo autor, uma breve definição destes tipos de amostras e das suas modalidades. Uma amostra diz-se probabilística quando as unidades que a constituem tiveram a mesma probabilidade de serem seleccionadas na população, e considera-se amostra não probabilística nas outras situações.

4.5.2. Amostras probabilísticas

As amostras probabilísticas podem ser: aleatórias simples, aleatórias sistemáticas, aleatórias estratificadas e agregados.

Figura 7: Modelos de amostras probabilísticas

Modelos de amostras	Características
Aleatória simples	- As unidades são seleccionadas, uma a uma, ao acaso, a partir de um conjunto.
Aleatória sistemática	- Selecciona-se uma única unidade ao acaso, as outras são extraídas com intervalos fixos.
Aleatória estratificada	- As unidades são seleccionadas ao acaso, no seio de subgrupos homogéneos. Geralmente, uma amostra estratificada de dimensão n é constituída a partir das várias amostras simples, sendo cada unidade obtida num dos subgrupos que constituem a amostra.
Agregados ou cachos	- É constituída por subgrupos homogéneos seleccionados ao acaso. Não se seleccionam unidades mas grupos.

4.5.3. Amostras não probabilísticas

As amostras não probabilísticas podem ser: voluntárias, intencionais (por acerto), acidentais (ao acaso) e por quotas.

Figura 8: Modelos de amostras não probabilísticas

Modelos de amostras	Características
Voluntárias (ou por conveniência)	- Constituídas por unidades que se disponibilizam voluntariamente para integrar a amostra. Neste método selecciona-se a amostra em função da disponibilidade e acessibilidade dos elementos da população.
Intencionais (por acerto)	- Constituídas a partir das intenções ou necessidades do investigador para estudar uma situação particular, baseiam-se em opiniões de uma ou mais pessoas que conhecem características específicas que se pretendem analisar da população em estudo.
Acidentais (ao acaso)	- As unidades são seleccionadas respeitando a ordem com que aparecem. O método consiste em seleccionar inicialmente os inquiridos de modo aleatório e, em seguida, escolher unidades adicionais a partir da informação obtida dos primeiros.
Quotas	- A característica principal de uma amostra por quotas é a necessidade de se qualificar o respondente "a priori"; - Têm as vantagens da economia de tempo e de dinheiro; - São estratificadas com a locação proporcional ao número de sujeitos de cada estrato.

Os modelos de amostras não probabilísticos são bastante criticados pelos teóricos por não se pautarem em moldes probabilísticos, ou seja, na ideia de que todos os elementos da população têm a mesma probabilidade de serem seleccionados.

Cada vez mais agilidade, criatividade e sobretudo racionalidade em termos da relação custo benefício são exigidas por todos aqueles que tomam decisões. Neste sentido, obtêm-se amostras para fazer inferências da população. Essas inferências são válidas somente se as amostras são representativas da população. Na prática não existe forma de garantir essa representatividade sem ter informação da população inteira para comparar com a amostra. E, em tais circunstâncias não haveria necessidade de amostra.

Podemos assegurar que não existem vícios sistemáticos na amostra através de uma selecção aleatória nos membros da população. Uma amostra aleatória independente é uma amostra seleccionada de tal forma que:

- Todos os membros da população têm a mesma probabilidade de serem seleccionados;
- Cada combinação possível de um dado número de membros tem a mesma probabilidade de ser seleccionada.

Em princípio, a melhor forma de obter uma amostra aleatória de tamanho n é ter uma lista de todos os elementos da população, numerar os elementos de 1 a N , e então seleccionar aleatoriamente n números, no conjunto $\{1, \dots, N\}$. Depois de seleccionados os n números, basta fazer corresponder a cada número o respectivo elemento, que

passará a constituir um elemento da amostra. Na prática, este processo não é exequível, especialmente quando a população é infinita.

Sempre que uma amostra é obtida, o processo de amostragem deve estar bem documentado de tal forma que quaisquer inferências retiradas acerca da população possam ser avaliadas à luz da estratégia amostral.

Das muitas razões que poderiam ser evocadas para a utilização de uma amostra, em vez de uma população, salientamos:

- Custos muito elevados para obter informação de toda a população;
- Demasiado tempo para obter informação de toda a população;
- Por vezes é impossível obter dados de toda a população;
- Por vezes é condição impossível testar a população. Como exemplo, dessa impossibilidade, salientamos: testar todos os fósforos que produz uma fábrica para averiguar a sua qualidade.

4.6. Conhecimento científico e tipos de investigação

Almeida & Freire (2000) consideram a psicologia como uma ciência que procura descrever, explicar, predizer e controlar o comportamento humano. Neste sentido, sugerem três tipos de investigação, designando-os por: investigação descritiva (descrever fenómenos, identificar variáveis e inventariar factos), investigação correlacional (relacionar efeitos de variáveis, apreciar interações e diferenciar grupos) e, investigação experimental (procurar relações causais, predizer e controlar fenómenos e, estabelecer leis).

Acerca do conhecimento científico, Almeida & Freire (2000: 21-22), referem que é um conhecimento obtido através do método científico, salientando como principais características as seguintes:

- Objectivo, descreve a realidade como é e não como se gostaria que fosse;
- Empírico, baseado nos fenómenos (ocorrências) e nos factos (realidades);
- Racional, mais assente na razão e na lógica do que na intuição;
- Replicável, as mesmas condições, em diferentes locais e com diferentes experimentadores, devem proporcionar resultados idênticos;
- Sistemático, deve constituir um todo coerente e integrado em sistemas mais amplos;
- Metódico, obtido através de procedimentos e de estratégias fiáveis mediante o cumprimento de planos rigorosos;
- Comunicável, conhecido, claro, preciso e, reconhecido pela comunidade científica;
- Analítico, procura entrar na complexidade dos fenómenos;
- Cumulativo, constrói-se e estrutura-se a partir de conhecimentos científicos anteriores.

4.7. Hipóteses

Relativamente ao processo da sua formulação as hipóteses podem classificar-se em: dedutivas e indutivas (Almeida & Freire, 2000). As hipóteses dedutivas decorrem de um determinado campo teórico e procuram comprovar deduções implícitas das mesmas teorias. As hipóteses indutivas surgem da observação ou reflexão sobre a realidade. Os mesmos autores, relativamente ao nível de concretização dividem as hipóteses em: a) conceptuais (estabelecem uma relação entre variáveis ou entre teorias),

b) operativas (indicam as operações necessárias para a sua observação), e c) estatísticas (expressam a relação esperada em termos quantitativos).

“A hipótese de investigação é a resposta temporária, provisória, que o investigador propõe perante uma interrogação formulada a partir de um problema de investigação” (Huot, 2002: 53).

4.8. Hipóteses estatísticas

As decisões, acerca das características da população, baseiam-se em hipóteses que, de um modo geral, são afirmações suportadas pelas distribuições dos dados relativas às características da amostra que se pretendem testar.

Utilizamos estatísticas de uma amostra para estimar os verdadeiros valores populacionais. Exemplos são a média amostral, o desvio padrão amostral, a mediana amostral, os quais permitem estimar a verdadeira média, desvio padrão e mediana da população (que são desconhecidos). Os verdadeiros valores populacionais (desconhecidos) são chamados parâmetros.

Para cada característica a testar definem-se duas hipóteses. Uma, designada por hipótese nula (H_0), consiste em admitir que a acção experimental realizada com a amostra não provocou alterações nas suas características. A outra, designada por hipótese alternativa (H_1), consiste numa afirmação relativa às alterações que se espera que ocorram nas características da amostra em função da acção experimental realizada, cuja aceitação depende dos resultados da aplicação do teste estatístico e do nível de significância adoptados (Morais, 2000).

Perante o resultado da aplicação do teste estatístico, considerado adequado, pode-se tomar a decisão de rejeitar ou de não-rejeitar a hipótese nula (Guimarães e Cabral, 1997: 340). Em função da rejeição da hipótese nula admite-se a hipótese alternativa; caso contrário, ou seja, a não-rejeição da hipótese nula implica que não se possa tomar qualquer decisão acerca da hipótese alternativa.

Sabemos que o valor estimado, para um parâmetro da população, na maior parte das vezes não é exactamente igual ao valor verdadeiro. Então, tem interesse encontrar um intervalo de confiança que forneça um intervalo de valores plausíveis para o parâmetro baseado nos dados amostrais. Um intervalo de confiança de 95% para um parâmetro populacional fornece um intervalo no qual estaríamos 95% confiantes, que integra o verdadeiro valor do parâmetro. Tecnicamente, 95% de todos os intervalos de confiança que construirmos conterão o verdadeiro valor do parâmetro (desde que todas as suposições envolvidas estejam correctas).

Formulada uma hipótese acerca do comportamento da população, considera-se que um teste de hipóteses é uma regra de decisão que permite aceitar ou rejeitar essa hipótese, com base na informação obtida na amostra (Vairinhos, 1995).

Quando se formulam hipóteses estão-se a identificar variáveis e as suas relações, ou seja está-se a definir o papel das variáveis na investigação. A explicitação das variáveis e das suas relações é essencial na definição de um modelo para a investigação que se pretende efectuar.

A rejeição ou não-rejeição de uma hipótese depende da probabilidade de erro admitida (nível de significância) para cada situação, que nas investigações no âmbito da educação é, geralmente, de 0,05.

Na aceitação ou rejeição da hipótese nula, podem ser cometidos dois tipos de erro: erro tipo I e erro tipo II.

O erro tipo I comete-se quando se opta por rejeitar a hipótese nula H_0 , sendo esta verdade.

O erro tipo II comete-se quando se opta por não rejeitar a hipótese nula H_0 , sendo esta falsa.

4.9. Testes estatísticos

Para testar hipóteses é necessário escolher o teste estatístico apropriado para cada design experimental. A selecção do teste estatístico depende sempre do *design* experimental escolhido para testar a hipótese experimental.

“Existem fundamentalmente dois tipos de testes estatísticos, designados por testes paramétricos e não-paramétricos. A principal diferença entre eles é a sofisticação das medidas utilizadas para calcular a variabilidade dos resultados” (D`Oliveira & Green, 1991: 69). Para os mesmos autores uma das vantagens dos testes não-paramétricos é que podem ser utilizados quando os dados experimentais apenas podem ser medidos numa escala ordinal, admitindo-se ainda a sua utilização em algumas situações, em que os dados são medidos numa escala nominal.

Na figura seguinte apresentamos possíveis relações entre a escala de medida e o tipo de teste que se pode utilizar em algumas situações experimentais.

Figura 9: Escalas de medida e procedimentos

(adaptado de Almeida & Freire: 2000: 66)

Nível	Escala	Características	Estatística (Modelo)	Procedimentos (Exemplos)
1	Nominal	- Classificação; - Contagem.	- Não Paramétrico	- Frequências; - % Acumuladas; - Qui-quadrado; - r-bisserial; - Rhô de Spearman; - t-Wilcoxon; - Teste de sinais-Mann-Whitney.
2	Ordinal	- Valores ordenados; - Diferenças tomando os postos.		
3	Intervalar	- Intervalos iguais; - Zero não absoluto.	- Paramétrico	- Média; - Desvio padrão; - Frequência; - Análise de variância; - r de Pearson; - Regressão.
4	Proporcional (ou de razão)	- Intervalos iguais; - Zero absoluto; - Razão entre quantidades.		

Segundo D`Oliveira & Green (1991) a função dos dois tipos de testes, paramétricos e não-paramétricos é idêntica, com qualquer um deles o investigador pretende verificar se os resultados de uma experiência ocorreram devido a flutuações aleatórias causadas por variáveis desconhecidas. Assim, o investigador poderá decidir se esta probabilidade aleatória é suficientemente baixa para rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese experimental. A diferença entre testes, paramétricos e não-paramétricos diz respeito ao método de cálculo destas probabilidades.

4.10. Procedimentos na aplicação de testes estatísticos

Os principais procedimentos que devem preceder a aplicação de um teste estatístico são:

- Definir a hipótese nula H_0 e a hipótese alternativa H_1 ;
- Decidir qual o teste a ser usado, analisando se este é válido para o problema;
- Encontrar a probabilidade (p-valor);
- Avaliar a força da evidência contra H_0 (quanto menor for p-valor, maior é a força para rejeitar a hipótese nula);
- Estabelecer as conclusões e interpretação dos resultados.

O p-valor é a probabilidade que permite decidir sobre a hipótese nula. Seguem-se algumas interpretações acerca de p-valores:

- Se $p \geq 0,1$, não existe evidência contra a H_0 , não é possível rejeitar a hipótese nula;
- Se $p < 0,1$, fraca evidência contra a H_0 ;
- Se $p < 0,05$, evidência significativa contra a H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula;
- Se $p < 0,01$, evidência altamente significativa contra a H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula;
- Se $p < 0,001$, evidência muito altamente significativa contra a H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula.

Deve-se ter em atenção a diferença entre a significância estatística e a significância prática. Um efeito pode ser estatisticamente significativo mas não ter qualquer importância prática e vice-versa.

4.11. Exemplo de tratamento de dados numa situação concreta

4.11.1. Contexto

Contexto: comparar os resultados de desempenho em Matemática de dois grupos de alunos de 7º, um designado por grupo experimental (GE), sujeito a uma estratégia experimental, e o outro, designado por grupo de controlo (GC).

- Dados: pontuações obtidas pelos alunos dos grupos experimental e de controlo em cada uma das aplicações do teste de avaliação de conhecimentos, ou seja, no pré-teste administrado antes do processo formal de ensino e aprendizagem e no pós-teste administrado depois deste ter terminado.

- Instrumento de recolha de dados: teste de avaliação de conhecimentos.

- Amostras de dados: pontuações dos alunos do grupo experimental no pré-teste e no pós-teste; e pontuações dos alunos do grupo de controlo no pré-teste e no pós-teste.

- Apresentação dos dados: gráficos e tabelas;

- Tratamento estatístico dos dados: Para efectuar o tratamento estatístico dos resultados de desempenho em Matemática fez-se corresponder aos objectivos, que precederam a realização dos testes de conhecimentos, variáveis que assumiram as pontuações obtidas pelos alunos nesses testes. Assim, as pontuações relativas às questões subjacentes ao objectivo:

a) "Resolver problemas que envolvem equações", foram assumidas pela variável "resolução de problemas que envolvem equações";

b) "Resolver equações", foram assumidas pela variável "resolução de equações";
c) "Resolver problemas", foram assumidas pela variável "resolução de problemas".

No tratamento estatístico utilizou-se o teste t de Student para comparar a diferença entre as médias das pontuações obtidas pelos alunos dos dois grupos, relativas a cada uma das variáveis consideradas. Para averiguar se tais diferenças foram significativas foi necessário conhecer os resultados da aplicação do referido teste.

"O teste t é um método que permite decidir se a diferença observada entre as médias de duas amostras se pode atribuir a uma causa sistemática ou se pode ser considerada como efeito de flutuações devidas ao acaso" (D'Hainaut, 1990: 192). Segundo o mesmo autor, para que o teste t possa ser aplicado, a distribuição da população dos dados de cada amostra não pode diferir muito da normal, as variâncias das populações de que se extraem as amostras e os seus tamanhos não podem ser excessivamente diferentes. Neste sentido, embora estes critérios apontem para uma certa flexibilidade, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se a distribuição de cada amostra de dados é normal e o teste de Levene para verificar se as variâncias das amostras de dados a comparar não são significativamente diferentes.

Os resultados da aplicação dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e t de Student foram fornecidos pelo programa estatístico SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Sciences).

Os dados a testar, pontuações obtidas no pós-teste pelos alunos dos grupos experimental e de controlo, foram organizados em tabelas de acordo com as variáveis, já referidas, resolução de problemas que envolvem equações, resolução de equações e, resolução de problemas.

4.11.2. Procedimentos de tratamento de dados

Vamos apresentar uma parte de um estudo, que teve como objectivo avaliar o efeito da utilização de uma estratégia de ensino no desempenho, em matemática, de um grupo de alunos de 7º ano (grupo experimental).

Na apresentação dos dados considerou-se que as variáveis: "resolução de problemas que envolvem equações" assume valores, no intervalo [0, 100]; "resolução de equações" assume valores no intervalo [0, 50] e "resolução de problemas" assume valores no intervalo [0, 50].

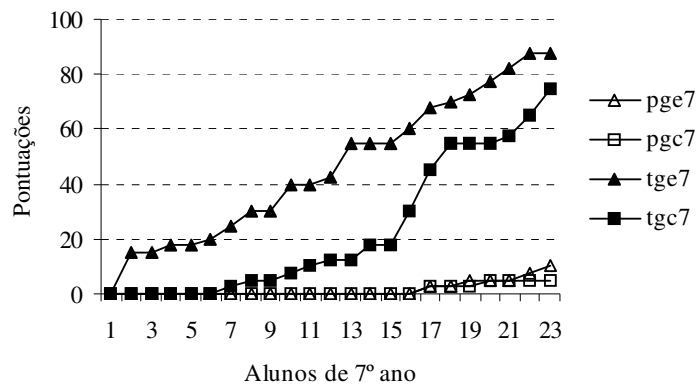
A análise e discussão dos dados obedeceram à seguinte sequência: representação gráfica das amostras de dados relativas às pontuações obtidas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste, apresentação de uma tabela com as distribuições das pontuações obtidas no pós-teste e apresentação dos resultados provenientes da aplicação dos testes estatísticos.

4.11.3. Representação gráfica de dados

Começou-se por apresentar na mesma figura, as representações gráficas relativas às distribuições das pontuações totais obtidas pelos alunos dos grupos experimental e de controlo no pré-teste e no pós-teste.

Figura 10: Resultados globais dos alunos

Pré-teste (p) e teste (t)



pge7 - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo experimental obtidas no pré-teste
 pgc7 - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo de controlo obtidas no pré-teste
 tge7 - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo experimental obtidas no pós-teste
 tgc7 - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo de controlo obtidas no pós-teste

As representações da figura anterior evidenciam que as pontuações relativas ao pré-teste foram idênticas nos dois grupos e que as relativas ao pós-teste foram mais elevadas no grupo experimental.

4.11.4. Representação de dados em tabelas

Enquanto que para representar os dados graficamente houve a preocupação de os ordenar e de igualar o tamanho das amostras, de acordo com um critério definido para o efeito, nas tabelas apresentam-se a totalidade dos dados de cada grupo de sujeitos de acordo com a sequência com que foram recolhidos.

Como as pontuações obtidas no pré-teste foram muito baixas e idênticas nos dois grupos, na tabela seguinte e no tratamento estatístico a realizar, consideraram-se apenas as distribuições das pontuações obtidas pelos alunos no pós-teste.

Figura 11: Distribuições das pontuações - pós-teste

Grupo Experimental	Pontuações (%)			Grupo de Controlo	Pontuações (%)		
	O71ge	O72ge	O7ge		O71gc	O72gc	O7gc
E7T1	42,5	35	77,5	C7T1	10	2,5	12,5
E7T2	7,5	10	17,5	C7T2	32,5	22,5	55
E7T3	42,5	45	87,5	C7T3	10	2,5	12,5
E7T4	0	0	0	C7T4	5	0	5
E7T5	35	20	55	C7T5	0	0	0
E7T6	42,5	40	82,5	C7T6	25	5	30
E7T7	32,5	37,5	70	C7T7	0	0	0
E7T8	10	5	15	C7T8	17,5	0	17,5
E7T9	7,5	12,5	20	C7T9	25	20	45
E7T10	15	25	40	C7T10	5	2,5	7,5
E7T11	42,5	45	87,5	C7T11	30	35	65
E7T12	25	30	55	C7T12	15	2,5	17,5
E7T13	15	10	25	C7T13	0	0	0
E7T14	25	17,5	42,5	C7T14	10	0	10
E7T15	22,5	37,5	60	C7T15	0	0	0
E7T16	32,5	35	67,5	C7T16	2,5	0	2,5
E7T17	2,5	12,5	15	C7T17	32,5	22,5	55
E7T18	17,5	22,5	40	C7T18	0	0	0
E7T19	15	15	30	C7T19	40	35	75
E7T20	5	25	30	C7T20	32,5	22,5	55
E7T21	15	2,5	17,5	C7T21	0	0	0
E7T22	27,5	27,5	55	C7T22	5	0	5
E7T23	37,5	35	72,5	C7T23	30	27,5	57,5
E7T24	47,5	22,5	70	C7T24	12,5	2,5	15
E7T25	42,5	40	82,5				

O7ge - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo experimental relativas à variável resolução de problemas que envolvem equações

O71ge - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo experimental relativas à variável resolução de equações

O72ge - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo experimental relativas à variável resolução de problemas

O7gc - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo de controlo relativas à variável resolução de problemas que envolvem equações

O71gc - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo de controlo relativas à variável resolução de equações

O72gc - pontuações dos alunos de 7º ano do grupo de controlo relativas à variável resolução de problemas

Na tabela anterior verifica-se que o valor mínimo assumido por cada variável nos dois grupos é zero. O valor máximo assumido na variável: "resolução de problemas que envolvem equações" é de 87,5 no grupo experimental e 75,0 no grupo de controlo; na variável "resolução de equações" é de 47,5 no grupo experimental e 40,0 no grupo de controlo; e na variável "resolução de problemas" é de 45,0 no grupo experimental e 35,0 no grupo de controlo. O valor máximo que cada variável assumiu nos dados do grupo experimental foi superior ao valor correspondente, nessa variável, nos dados do grupo de controlo.

Conhecidos os resultados de desempenho, em termos de pontuações, coloca-se o problema de saber se existirão diferenças significativas entre os resultados dos dois grupos, em cada uma das variáveis.

4.11.5. Hipóteses estatísticas

A comparação, ao nível estatístico, dos resultados de desempenho em Matemática dos dois grupos foi efectuada, tendo como orientação as seguintes hipóteses:

- H₁1: Os alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador, no apoio às actividades lectivas, obtêm resultados de desempenho mais elevados na “resolução de problemas que envolvem equações” do que aqueles que a não utilizam;

- H₁2: Os alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador, no apoio às actividades lectivas, obtêm resultados de desempenho mais elevados na “resolução de equações” do que aqueles que a não utilizam;

- H₁3: Os alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador, no apoio às actividades lectivas, obtêm resultados de desempenho mais elevados na “resolução de problemas” do que aqueles que a não utilizam.

Os dados utilizados para a verificação de cada uma das hipóteses anteriores foram as pontuações, relativas a cada variável, obtidas pelos alunos de cada grupo de 7º ano. Para averiguar se as diferenças entre as pontuações dos dois grupos foram significativas, utilizou-se o teste t de Student. Este teste permite verificar se a diferença entre as médias das pontuações associadas a cada variável é significativa.

A análise e discussão dos dados, em função dos procedimentos estatísticos realizados, foram efectuada a partir dos resultados constantes na tabela seguinte. Dela fazem parte, para além da identificação das variáveis e das amostras de dados, o valor da média e do desvio padrão de cada amostra, bem como a diferença entre as médias e os resultados da aplicação dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov, de Levene e de Student.

Figura 12: Resultados estatísticos

(Comparação das pontuações no pós-teste)

Variáveis	Amostras de dados (*)	Média	Desvio Padrão	Teste de Kolmogorov-Smirnov (1)		Teste de Levene (2)		Teste t de Student (3)		
				Z	Nível de signif.	F	Nível de signif.	t	Nível de signif.	Difer. entre médias
Resolução de problemas que envolvem equações	O7ge	48,60	26,66	0,604	0,859	0,294	0,590	3,524	0,001	26,00
	O7gc	22,60	24,90	1,214	0,105					
Resolução de equações	O71ge	24,30	14,76	0,678	0,747	0,402	0,529	2,520	0,015	10,13
	O71gc	14,17	13,30	0,839	0,482					
Resolução de problemas	O72ge	24,30	13,49	0,731	0,660	0,201	0,656	4,297	0,000	15,86
	O72gc	8,44	12,29	1,725	0,005					

(*) As amostras de dados são as pontuações apresentadas na tabela anterior e o tamanho das amostras O7ge, O71ge e O72ge é 25 e das amostras O7gc, O71gc e O72gc é 24

(1) - Teste para verificar se a distribuição é normal;

(2) - Teste para verificar a igualdade de variâncias;

(3) - Teste para verificar a igualdade das médias.

A média das pontuações dos alunos do grupo experimental foi superior à média das pontuações do grupo de controlo em todas as variáveis. É de salientar, no entanto, que as médias das pontuações dos dois grupos foram bastante baixas em todas as

variáveis. Mesmo a média mais elevada (48,60), obtida pelo grupo experimental na variável resolução de problemas que envolvem equações, é baixa atendendo a que a máxima pontuação possível para esta variável é de 100 pontos.

Para efectuar a análise da diferença entre as médias recorreu-se à aplicação do teste t de Student. Como a aplicação deste teste pressupõe que as distribuições dos dados não difiram muito da distribuição normal, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para averiguar se tais distribuições satisfazem a característica referida.

Atendendo aos resultados da tabela anterior, com excepção da distribuição dos dados do grupo de controlo relativos à variável “resolução de problemas”, todas as outras distribuições podem ser consideradas como normais.

Para testar a diferença entre as médias das pontuações dos dois grupos de 7º ano assumidas pela variável “resolução de problemas que envolvem equações” formulou-se a seguinte hipótese nula, associada à hipótese alternativa H_1 1:

H_0 1: Não é significativa a diferença entre as médias das pontuações, obtidas na resolução de problemas que envolvem equações, dos alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador no apoio às actividades lectivas e aqueles que a não utilizam.

Esta hipótese foi testada a partir das pontuações obtidas pelos alunos de 7º ano na totalidade do teste, correspondentes à variável “resolução de problemas que envolvem equações”, assumindo valores no intervalo [0, 100].

Pela observação da tabela anterior pode-se concluir que o valor de t é significativo para um nível de significância de 0,001, portanto inferior a 0,05, pelo que pode-se rejeitar a hipótese nula e admitir a hipótese alternativa. Assim, pode-se admitir que há diferenças significativas entre os resultados de desempenho do grupo experimental e os do grupo de controlo de 7º ano, relativamente à variável “resolução de problemas que envolvem equações”.

Procedeu-se de modo análogo para analisar a diferença entre as médias das pontuações dos dois grupos relativas à variável "resolução de equações". A hipótese nula, associada à hipótese alternativa H_1 2, é a seguinte:

H_0 2: Não é significativa a diferença entre as médias das pontuações, obtidas na resolução de equações, dos alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador no apoio às actividades lectivas e aqueles que a não utilizam.

A hipótese H_0 2 foi testada a partir das pontuações obtidas pelos alunos nas questões do teste relativas a equações, correspondentes à variável “resolução de equações” que assume valores no intervalo [0, 50].

O valor da média das pontuações, relativas à variável “resolução equações”, do grupo experimental foi superior ao valor da média das pontuações do grupo de controlo. Pelos resultados provenientes da aplicação do teste t de Student, pode-se rejeitar a hipótese nula a um nível de significância de 0,015, ou seja, inferior a 0,05. Portanto admite-se que existem diferenças significativas entre os resultados de desempenho dos dois grupos, relativos à variável "resolução de equações".

Para verificar se a diferença entre as médias, relativa à variável “resolução de problemas”, foi significativa utilizaram-se os resultados da aplicação do teste t de Student, tendo por base a seguinte hipótese nula, subjacente à hipótese alternativa H_1 3:

H₀₃: Não é significativa a diferença entre as médias das pontuações, obtidas na resolução de problemas, dos alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador no apoio às actividades lectivas e aqueles que a não utilizam.

Esta hipótese foi testada a partir das pontuações, obtidas pelos alunos de 7º ano nas questões do teste relativas a problemas, correspondentes à variável “resolução de problemas” que assume valores no intervalo [0, 50].

Atendendo aos resultados constantes na tabela anterior não se pode concluir que existam diferenças significativas entre os resultados de desempenho do grupo experimental e os do grupo de controlo de 7º ano, relativos à variável “resolução de problemas”. Embora o valor de t permitisse rejeitar a hipótese nula, mas atendendo aos resultados da aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov pode-se rejeitar a hipótese de que “a distribuição dos dados do grupo de controlo relativos à variável resolução de problemas é normal”. Assim, nesta situação não estão garantidas as condições de aplicabilidade do teste t de Student e, portanto, não se podem aceitar os resultados provenientes da sua aplicação. Pelo exposto, apenas se pode afirmar que o valor da média das pontuações, relativas à variável “resolução de problemas”, obtidas pelo grupo experimental de 7º ano, foi superior ao valor da média das pontuações obtidas pelo grupo de controlo desse ano.

Em síntese, de acordo com os procedimentos estatísticos realizados, poderemos afirmar que:

- Os alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador, no apoio às actividades lectivas, obtêm resultados de desempenho mais elevados na “resolução de problemas que envolvem equações” do que aqueles que a não utilizam;

- Os alunos de 7º ano de escolaridade que utilizam comunicação mediada por computador, no apoio às actividades lectivas, obtêm resultados de desempenho mais elevados na “resolução de equações” do que aqueles que a não utilizam.

5. Bibliografia

- Almeida, L. & Freire, T. (2000). *Metodologia da investigação em psicologia e educação* (2º ed.). Braga: Psiquilíbrios.
- D’Ancona, M.ª Ángeles (1999). *Metodología cuantitativa: Estratégias y técnicas de investigación social*. Madrid: Editorial Síntesis, S. A.
- D’Hainaut, L. (1990). *Conceitos e Métodos da Estatística*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Delgado, J. & Gutiérrez (org.) (1999). *Metodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales* (3ª ed.). Madrid: Editorial Síntesis, S. A.
- Green, J. & d’Oliveira, M. (1991). *Testes estatísticos em psicologia*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Guimarães, R. & Cabral, J. (1997). *Estatística*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Guimarães, R. & Cabral, J. (1999). *Estatística (Edição Revista)*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Herrero, F. & Cuesta, M. (s/d). *Escalas de medida y estadística*. http://www.psico.uniovi.es/Dpto_Psicologia/metodos/tutor.2/Medida.html. (acedido em 16-06-2005)

- Hill, M. Magalhães & Hill, A. (2002). *Investigação por questionário* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- http://alea.ine.pt/html/nocoos/html/cap1_1_0.html (acedido em 20-06-2005)
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_%28estat%C3%ADstica%29 (10-06-05)
- <http://www.est.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node2.html> (10-06-20005)
- <http://www.manhanelli.com.br/pesquisas.html#tipos> (21-06-20005)
- <http://www.vademecum.com.br/iatros/estdiscritiva.htm> (10-06-20005)
- Huot, Réjean (2002). *Métodos quantitativos para as ciências humanas* (tradução de Maria Luísa Figueiredo). Lisboa: Instituto Piaget.
- Morais, C. (2000). *Complexidade e comunicação mediada por computador*. Tese de Doutoramento em Educação – Área do Conhecimento de Metodologia do Ensino da Matemática. Braga: Universidade do Minho.
- Paulos, J. (1991). *O circo da matemática: Para além do inumerismo*. Mem Martins: Publicações Europa - América Lda..
- Reis, E. (1996). *Estatística descritiva*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Reis, E., Melo, P., Andrade, R., & Calapez, T. (1999). *Estatística aplicada* (Vol. 2). Lisboa: Edições Sílabo.
- Reis, E., Melo, P., Andrade, R., & Calapez, T. (1999). *Estatística aplicada* (Vol. 1). Lisboa: Edições Sílabo.
- Spigel, M. (1978). *Probabilidade e estatística* (traduzido por Alfredo Faria). São Paulo: McGraw - Hill Ltda.
- Vairinhos, V. M. (1995). *Estatística*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Vairinhos, V. M. (1996). *Elementos de probabilidade e estatística*. Lisboa: Universidade Aberta.