

Métodos quantitativos aplicados à pesquisa em ensino – Seminário 2

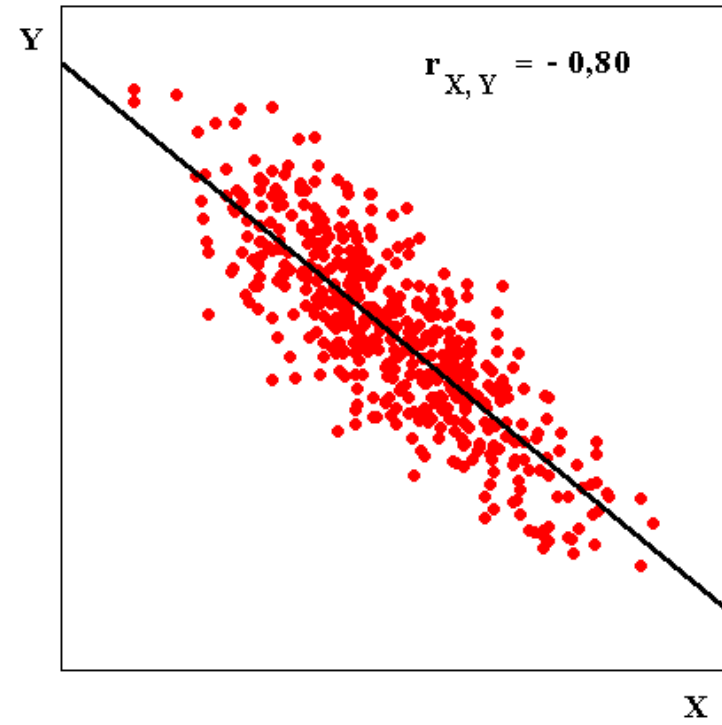
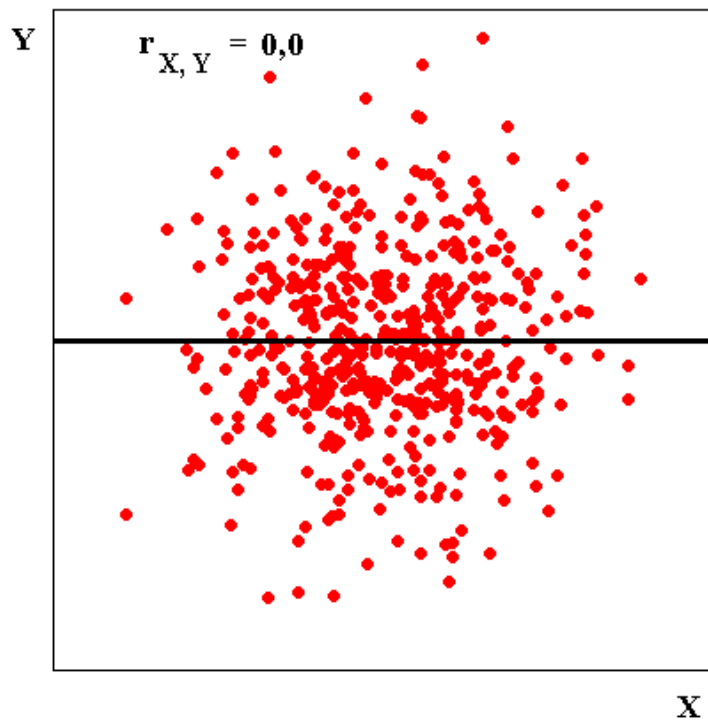
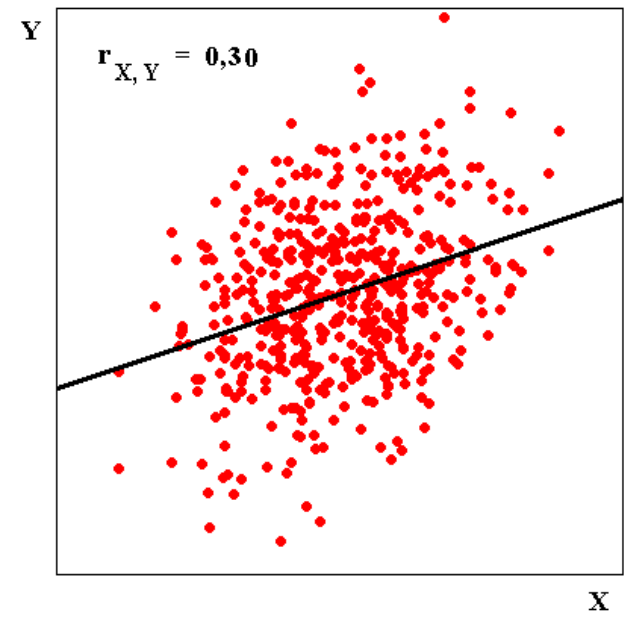
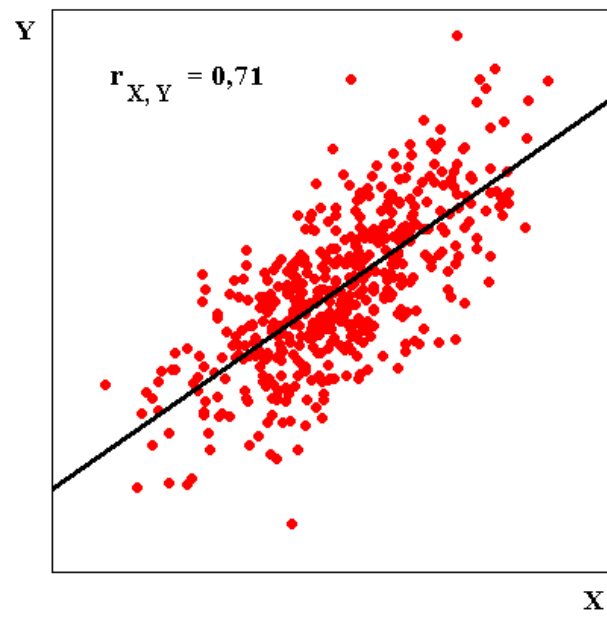
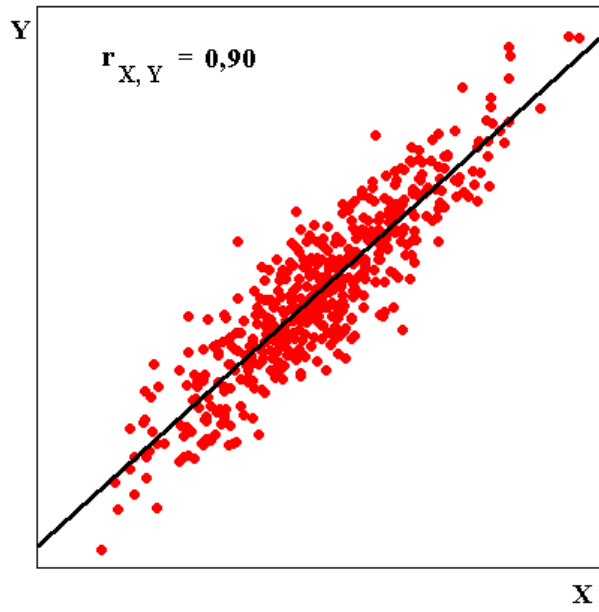
Prof. Fernando Lang da Silveira

www.if.ufrgs.br/mpef/Lang/

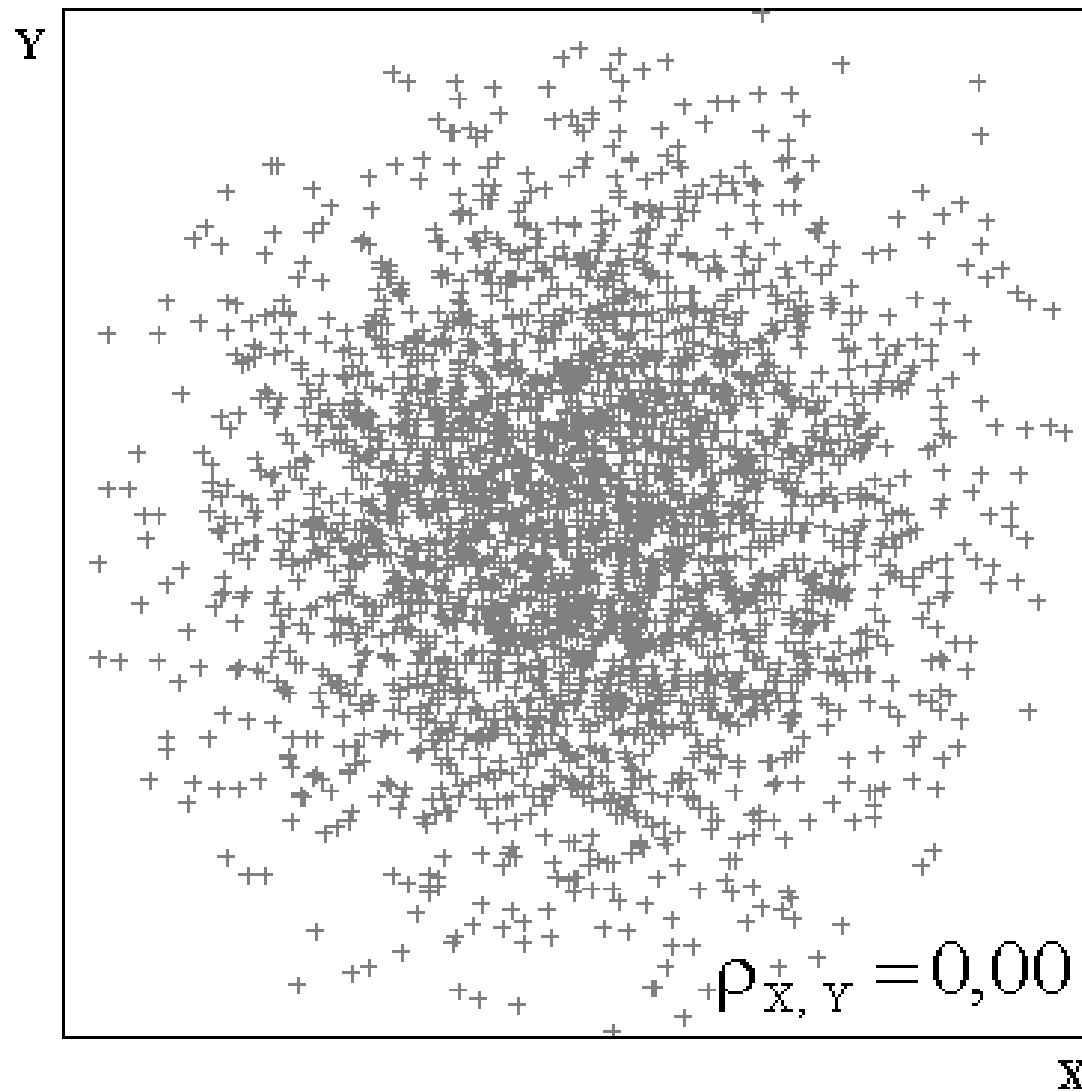
Medindo o grau de relação entre dois conjuntos de escores

O Coeficiente de Correlação de Pearson (coeficiente de correlação linear) :

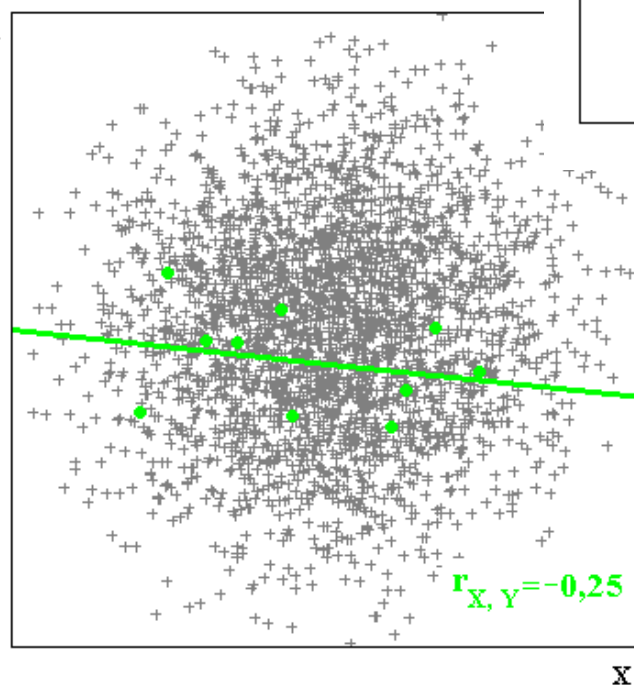
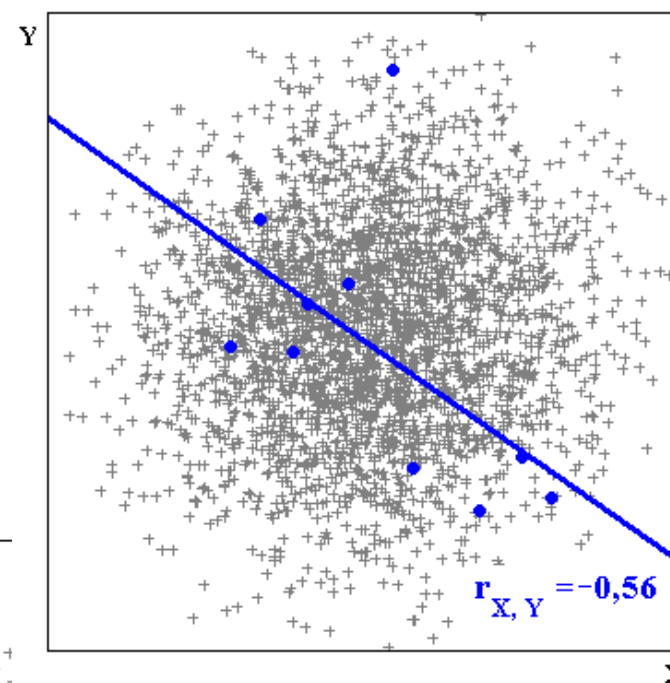
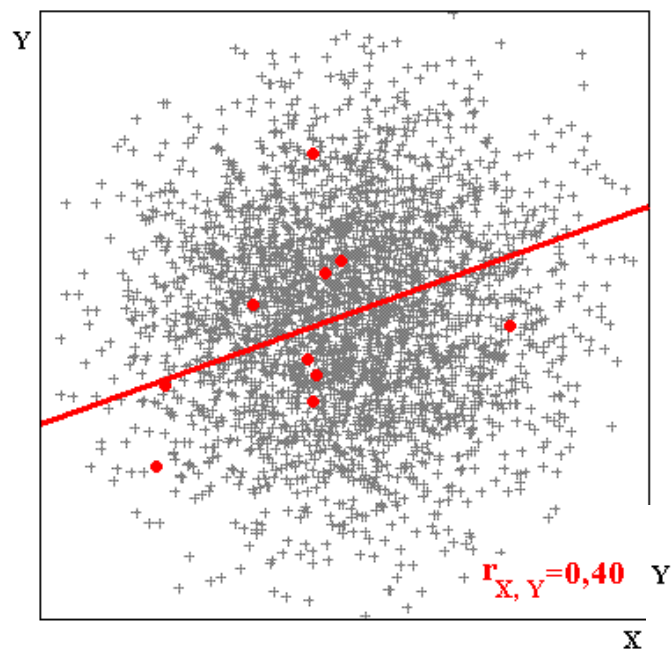
$$r_{X,Y} = Z_X \cdot Z_Y = \frac{\overline{XY} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{S_X \cdot S_Y}$$



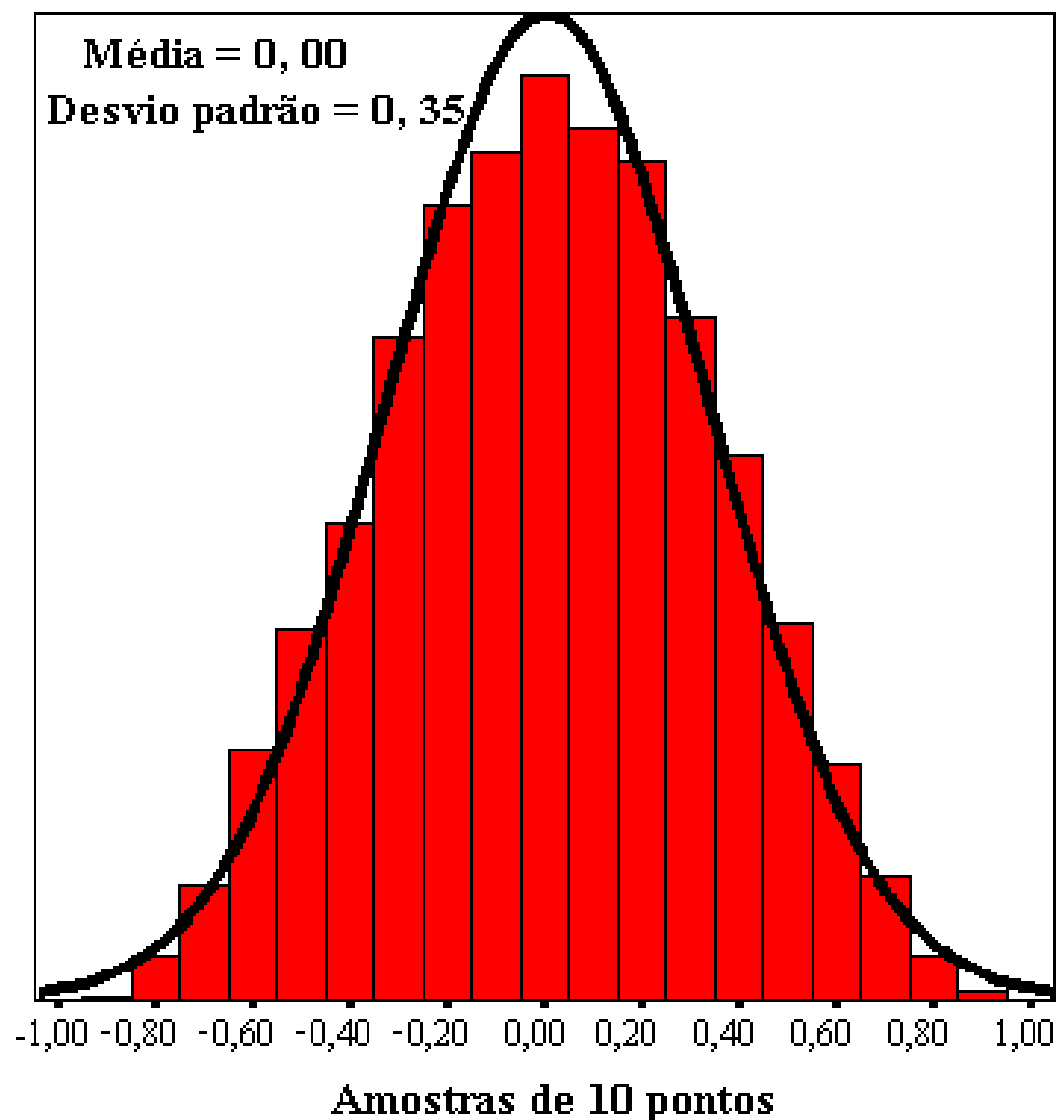
Teoria amostral da correlação



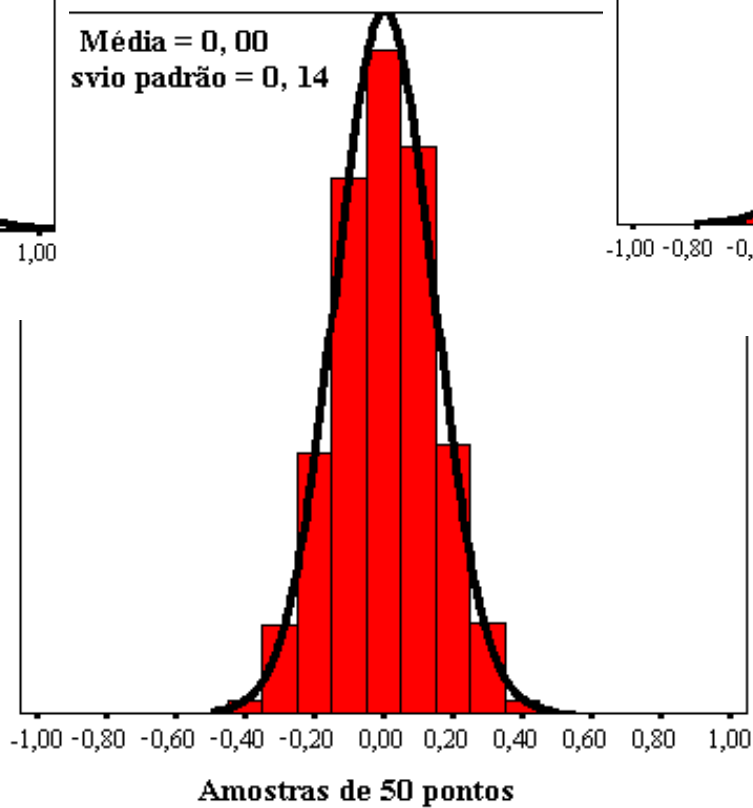
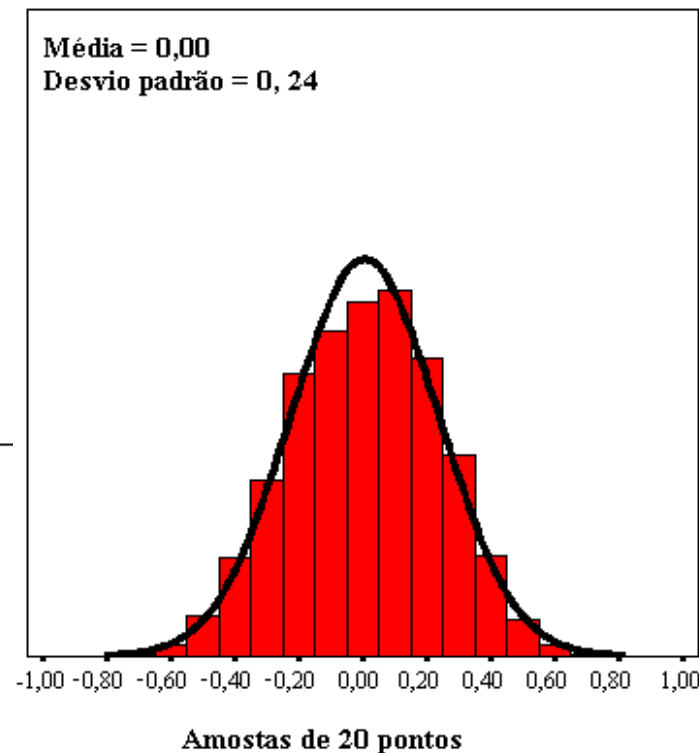
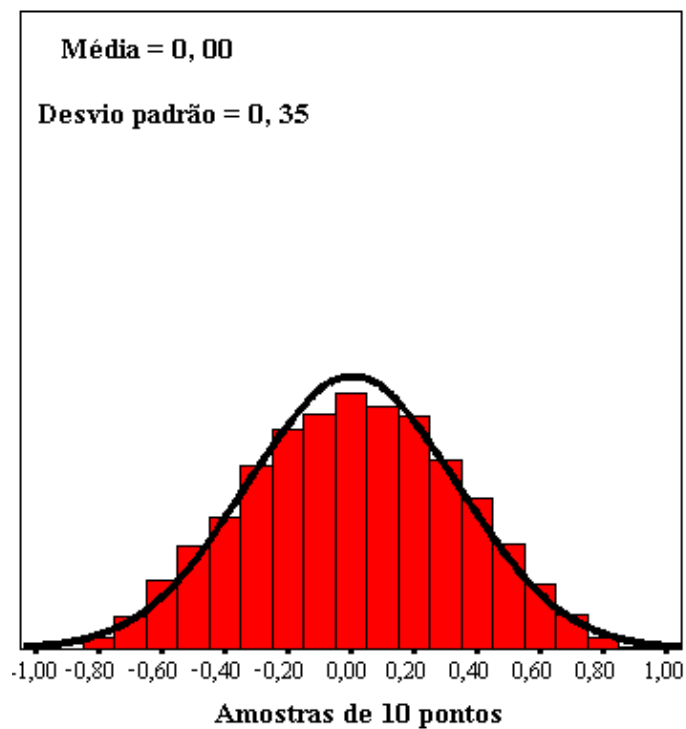
Coeficiente de correlação em amostras de 10 pontos



Coeficiente de correlação em amostras de 10 pontos



Coeficiente de correlação em amostras de n pontos



Teoria amostral da correlação

Sob a hipótese de independência estatística entre duas variáveis (isto é, coeficiente de correlação nulo entre as duas variáveis), a distribuição do coeficiente de correlação em uma amostra de “n” pontos possui média nula e desvio padrão dado por:

$$S_r \cong \frac{1}{\sqrt{n-2}}$$

É pouco provável que, não havendo correlação entre duas variáveis, se obtenha em uma amostra de n pontos um coeficiente de correlação fora do intervalo dado por:

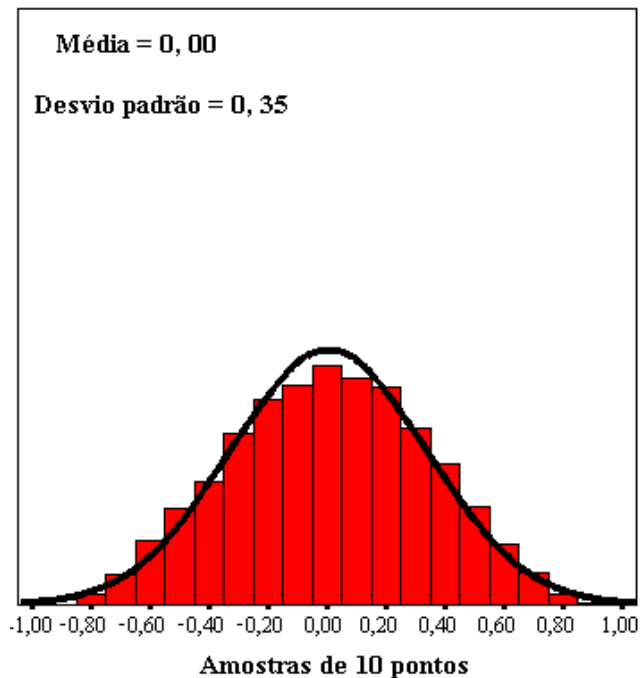
$$\left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{n-2}}, +2 \cdot \frac{1}{\sqrt{n-2}} \right)$$

$$n=10 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10-2}} \right) = (-0,70; 0,70)$$

$$n=20 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{20-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{20-2}} \right) = (-0,47; 0,47)$$

$$n=50 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{50-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{50-2}} \right) = (-0,29; 0,29)$$

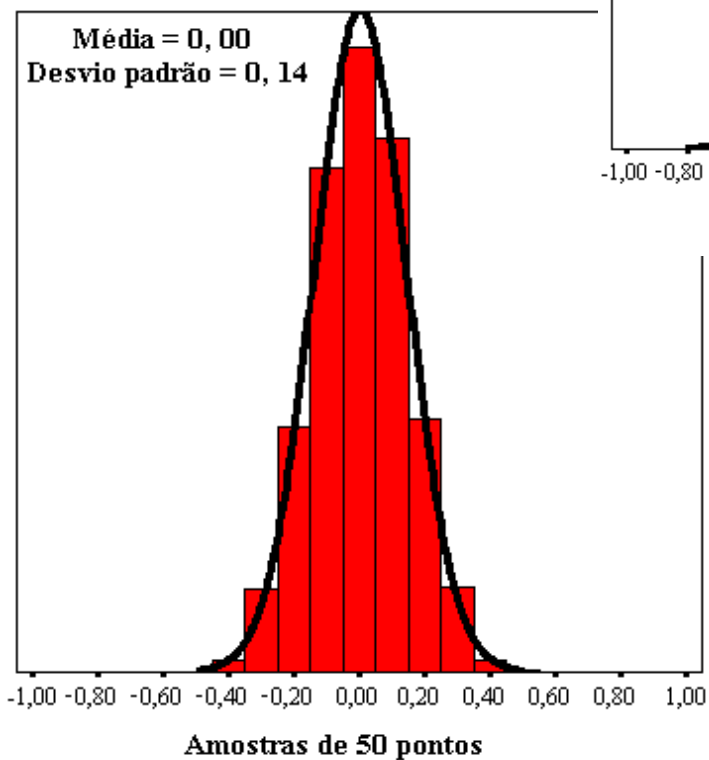
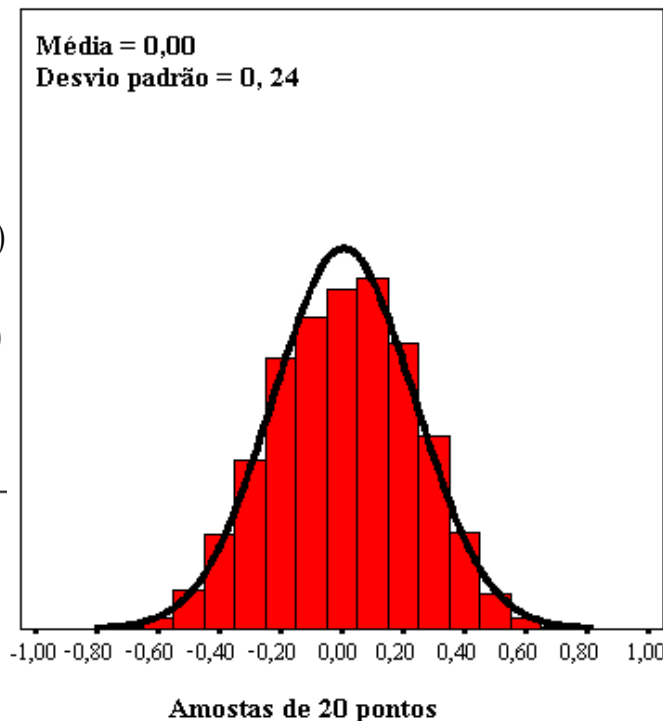
Coeficiente de correlação em amostras de n pontos



$$n=10 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{10-2}} \right) = (-0,70; 0,70)$$

$$n=20 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{20-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{20-2}} \right) = (-0,47; 0,47)$$

$$n=50 \Rightarrow \left(-2 \cdot \frac{1}{\sqrt{50-2}}; 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{50-2}} \right) = (-0,29; 0,29)$$



Medida de atitude

As atitudes referem-se aos sentimentos acerca de certos objetos sociais: objetos físicos, tipos de pessoas, instituições, ...

O *método de Likert* consiste em propor uma série de enunciados, expressando opiniões que sejam indicadoras de atitude *positiva* e *negativa* em relação ao objeto em pauta. O sujeito respondente posiciona-se em relação a cada enunciado, *expressando o seu grau de concordância ou discordância com ele.*

Medida da atitude em relação a disciplinas de Física Geral

Silveira, F. L. Construção e validação de uma escala de atitude em relação a disciplinas de Física Geral. *Revista Brasileira de Física*, 9:3, 871-878, 1979.

http://www.if.ufrgs.br/mpef/Lang/Atitude_Fisica.pdf

Você deve posicionar, em uma escala de cinco pontos, a extensão da sua concordância ou discordância com cada afirmação. Os cinco pontos são: CONCORDO FORTEMENTE (CF); CONCORDO (C); INDECISO ou SEM OPINIÃO (I); DISCORDO (D); DISCORDO FORTEMENTE.

Posicione-se em todas as afirmações com a máxima sinceridade, evitando marcar muitas vezes INDECISO. Não há respostas corretas ou erradas!

- 1) Sempre aprendi coisas interessantes em disciplinas de Física. **CF C I D DF**
- 2) Os problemas da Física aguçam minha curiosidade. **CF C I D DF**
- 5) Minha mente fica em branco e eu sou incapaz de pensar claramente quando estudo Física. **CF C I D DF**
- 20) Ser aprovado é o único objetivo que tenho em disciplinas de Física. **CF C I D DF**
- 22) Quando me deparo com um problema difícil de Física sinto-me desafiado a resolvê-lo. **CF C I D DF**
- 23) A Física faz-me sentir como se estivesse perdido em uma selva e não encontrasse o caminho. **CF C I D DF**
- 30) Desejo aprender Física pois julgo que ela é necessária e útil. **CF C I D DF**

Quantificação da resposta em cada item

Item indicador de atitude positiva ou favorável

CF => 5 C => 4 I => 3 D => 2 DF => 1

Item indicador de atitude negativa ou desfavorável

CF => 1 C => 2 I => 3 D => 4 DF => 5

1) Sempre aprendi coisas interessantes em disciplinas de Física. **CF C I D DF**
5 4 3 2 1

5) Minha mente fica em branco e eu sou incapaz de pensar claramente quando estudo Física.

CF C I D DF
1 2 3 4 5

A **medida da atitude** é o escore total (somatório dos escores nos itens) obtido das respostas a todos os itens do instrumento.

$$T = \sum_{i=1}^k X_i \quad \text{onde } X_j \text{ é o escore no } j\text{-ésimo item}$$

Sendo **k** o número de itens, uma atitude favorável será identificada por um escore total maior do que **3 vezes k**.

Uma atitude desfavorável será identificada por um escore total menor do que **3 vezes k**.

Avaliação do desempenho do professor pelo aluno

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. Avaliação do desempenho do professor pelo aluno: evidências de validade de um instrumento. *Ciência e cultura*, 36(3), 1984.

Características do professor quanto a:

2) Dominar o conteúdo que está ensinando.

A) Parece ter domínio excepcional.

B) Parece ter domínio firme.

C) Parece ter domínio adequado.

D) Parece ter algumas deficiências.

E) Parece não ter domínio.

8) Dar aulas com entusiasmo.

A) Altamente entusiástico.

B) Geralmente entusiástico.

C) Ocasionalmente entusiástico.

D) Mostra pouco entusiasmo.

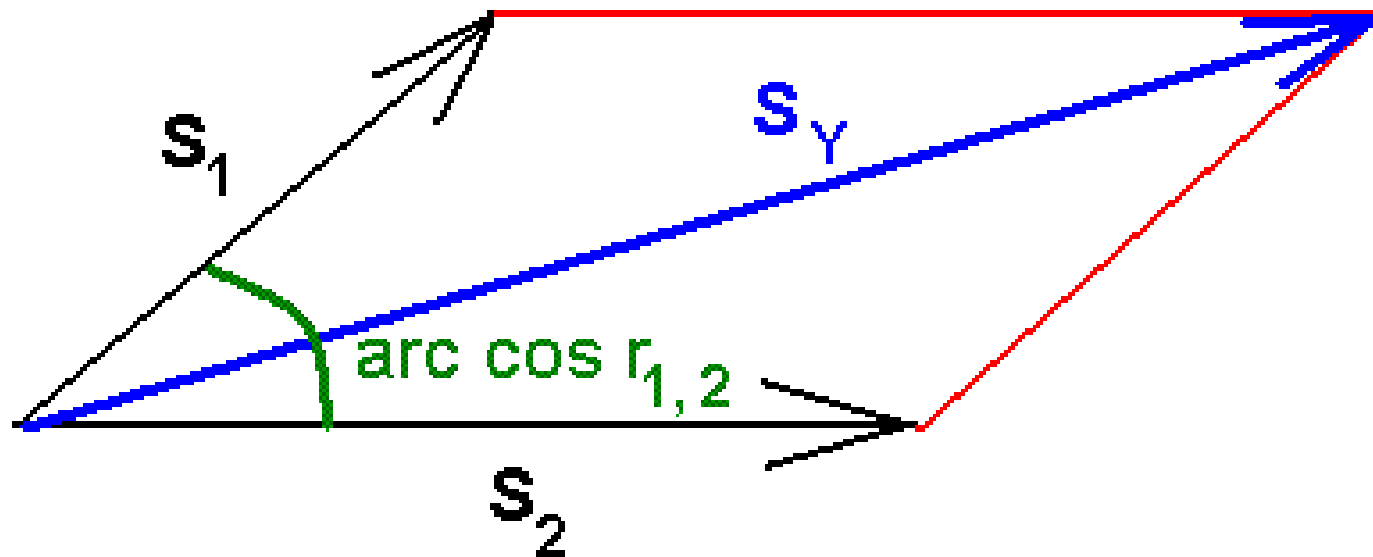
E) Parece não ter entusiasmo.

Variável compósita (Y): variável obtida da soma de diversas variáveis (X_i)

$$Y = \sum_i^n X_i$$

Média e desvio padrão de uma variável compósita

$$Y = X_1 + X_2 \begin{cases} \bar{Y} = \bar{X}_1 + \bar{X}_2 \\ S_Y^2 = S_1^2 + S_2^2 + 2S_1 S_2 r_{1,2} \end{cases}$$

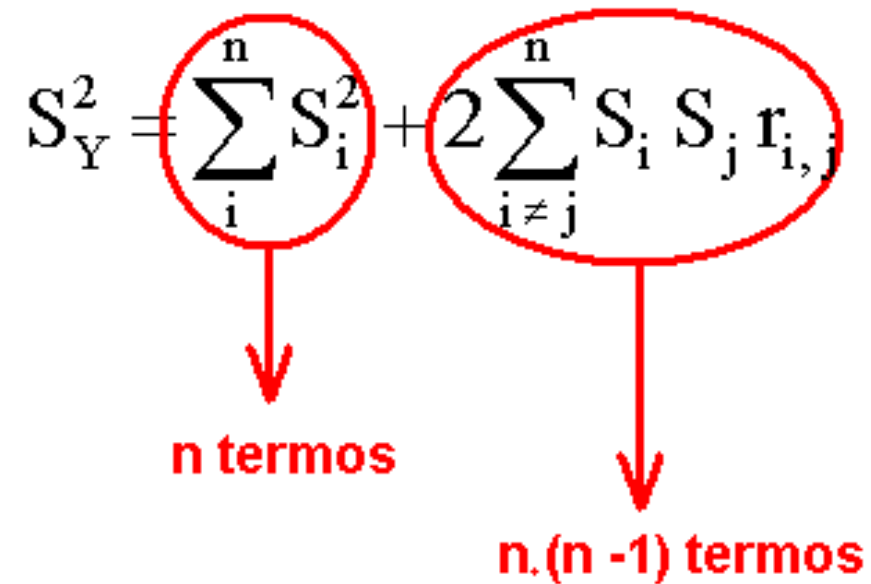


Média e desvio padrão de uma variável compósita

$$Y = \sum_i^n X_i \begin{cases} \bar{Y} = \sum_i^n \bar{X}_i \\ S_Y^2 = \sum_i^n S_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n S_i S_j r_{i,j} \end{cases}$$

Os desvios padrão se compõem como vetores em um espaço n-dimensional. Os coeficientes de correlação entre as componentes estão relacionados com os ângulos que as componentes guardam entre si.

$$S_Y^2 = \sum_i^n S_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n S_i S_j r_{i,j}$$



n termos

n.(n -1) termos

A variância do compósito cresce “rapidamente” com a adição de mais componentes se as componentes forem correlacionadas positivamente.

Teoria da medida psicológica e educacional

O escore X que um sujeito obtém em um instrumento de medida é composto por seu escore verdadeiro V_X e por um escore de erro de medida E_X .

$$X = V_X + E_X$$

Os escores verdadeiro e de erro são estatisticamente independentes.

$$r_{V_X, E_X} = 0$$

$$S_X^2 = S_V^2 + S_E^2 + 2S_V S_E r_{V,E} = S_V^2 + S_E^2$$

Coeficiente de fidedignidade (f_X):

$$f_X \equiv \frac{S_V^2}{S_X^2} = \frac{S_V^2}{S_V^2 + S_E^2} = 1 - \frac{S_E^2}{S_X^2}$$

$$0 \leq f_X \leq 1$$

O coeficiente de fidedignidade da Escala de Atitude em relação à Física, para um grupo de 200 alunos de Física Geral da UFRGS e da PUCRS, resultou ser 0,92.

Desta forma, 92% da variância observada nos escores de atitude pode ser atribuída a diferenças “verdadeiras” entre os alunos em sua Atitude em relação à Física.

Um coeficiente de fidedignidade é sempre relativo a um determinado instrumento de medida em um determinado grupo de respondentes.

$$f_X \equiv \frac{S_V^2}{S_X^2} = \frac{S_V^2}{S_V^2 + S_E^2} = 1 - \frac{S_E^2}{S_X^2}$$

Teorema da atenuação do coeficiente de correlação entre duas variáveis

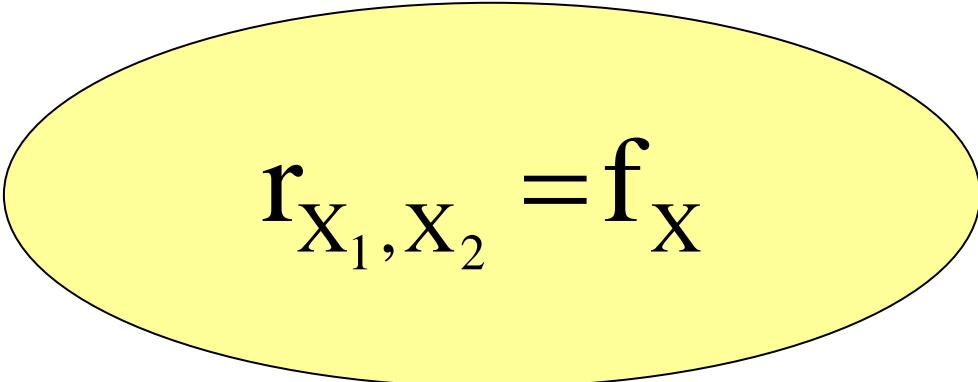
$$r_{X,Y} = \sqrt{f_X f_Y} r_{V_X, V_Y}$$

$$r_{X,Y} = \sqrt{f_X f_Y} (r_{X,Y})_{\text{Verdadeiro}}$$

Sendo X_1 e X_2 são **medidas alternativas ou paralelas** da mesma variável então decorre do **“teorema da atenuação”** que

$$r_{XY} = \sqrt{f_X f_Y} r_{V_X, V_Y}$$

$$r_{X_1, X_2} = \sqrt{f_{X_1} f_{X_2}} \cdot 1$$


$$r_{X_1, X_2} = f_X$$

Estimando o coeficiente de fidedignidade de um instrumento em um grupo de respondentes

http://www.if.ufrgs.br/mpef/Lang/Validacao_de_testes.pdf

Matriz dos resultados

Sujeito	q01	q02	q03	q05	q06	q07	q08	q09	q10
1	3	4	1	3	5	4	1	2	1
2	4	5	3	2	1	4	2	1	2
3	3	4	1	3	5	4	1	2	3
4	3	4	1	3	5	2	1	3	3
5	3	4	1	3	5	2	2	1	2
6	3	4	1	5	5	2	2	1	5
7	3	4	1	3	5	2	1	2	3
8	3	4	1	2	5	2	1	2	4
9	4	2	2	1	3	2	2	1	1
10	3	4	1	4	5	2	1	3	2
11	3	4	1	3	5	2	1	2	4

Estimando o coeficiente de fidedignidade pelo “Método da Consistência Interna”

Pressuposto: cada item ou questão do instrumento é uma medida alternativa ou paralela da mesma variável.

O coeficiente de fidedignidade do escore total T (T é a soma dos escores nos k itens) é dado por

$$f_T \cong \alpha_{\text{Cronbach}} \equiv \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right)$$

$$f_T \cong \alpha_{\text{Cronbach}} \equiv \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right)$$

$$S_T^2 = \sum_i^n S_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n S_i S_j r_{i,j}$$

$$f_T \cong \alpha_{\text{Cronbach}} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right)$$

$$S_T^2 = \sum_{i=1}^k \left(r_{i,T} S_i \right)^2$$

Análise de consistência interna da escala de atitude em relação a disciplinas de Física

Item	$r_{i,T}$		Item	$r_{i,T}$
1	0,53		16	0,66
2	0,59		17	0,50
3	0,52		18	0,21
4	0,54		19	0,68
5	0,49		20	0,49
6	0,65		21	0,51
7	0,69		22	0,48
8	0,53		23	0,58
9	0,53		24	0,57
10	0,53		25	0,52
11	0,52		26	0,69
12	0,64		27	0,64
13	0,51		28	0,58
14	0,53		29	0,25
15	0,54		30	0,48

18) Creio que as pessoas dão excessiva importância à Física.

29) Eu me sinto inseguro quando tento utilizar a Física.

$$\alpha_{30\text{itens}} = 0,91$$

$$\alpha_{28\text{itens}} = 0,92$$

1) Sempre aprendi coisas interessantes em disciplinas de Física.

2) Os problemas da Física aguçam minha curiosidade.

5) Minha mente fica em branco e eu sou incapaz de pensar claramente quando estudo Física.

11) Física é a disciplina que mais me interessa.

13) Quando tento resolver um problema de Física logo me sinto desestimulado a continuar.

18) Creio que as pessoas dão excessiva importância à Física.

29) Eu me sinto inseguro quando tento utilizar a Física.

Um instrumento é **multidimensional se for constituído por grupos de questões ou itens que medem variáveis diferentes.**

Em instrumentos multidimensionais cada grupo de itens deve ser submetido a uma “Análise de Consistência Interna”.

Teste sobre as concepções relativas à força e movimento

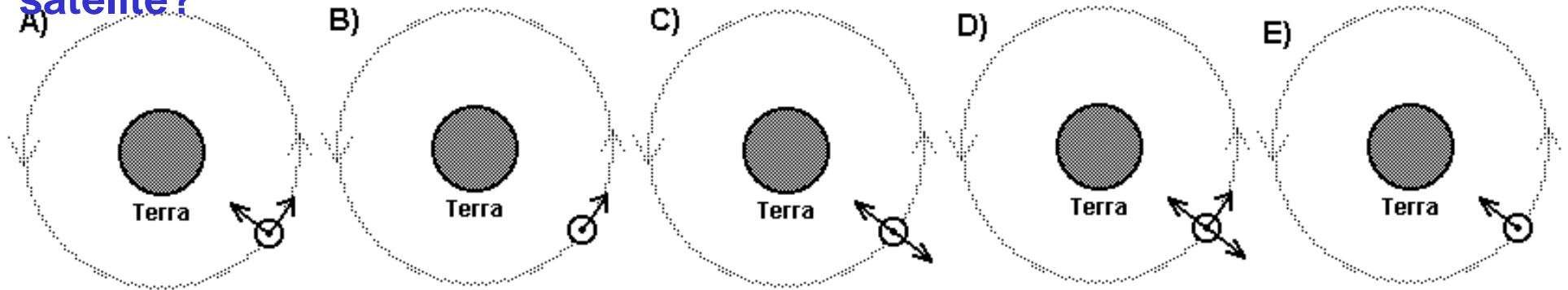
SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M.A. e AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em Mecânica. Enseñanza de las Ciencias, 10(2), 187-194, 1992.

http://www.if.ufrgs.br/mpef/Lang/Teste_Mecanica.pdf

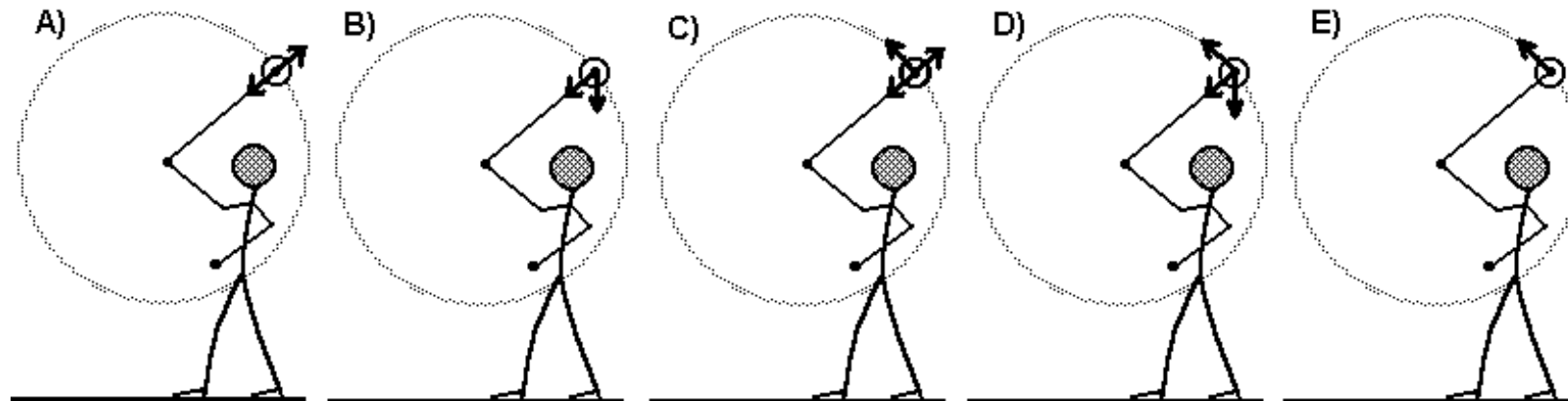
O teste é constituído por 19 questões ou itens. Destas, 11 questões investigam se o respondente é capaz de reconhecer as forças envolvidas em um determinado sistema mecânico. As outras 8 questões investigam se o respondente associa força com velocidade ou com aceleração (2ª Lei de Newton).

A análise a seguir foi conduzida a partir das respostas de 191 alunos de Física da UFRGS e professores de ensino médio.

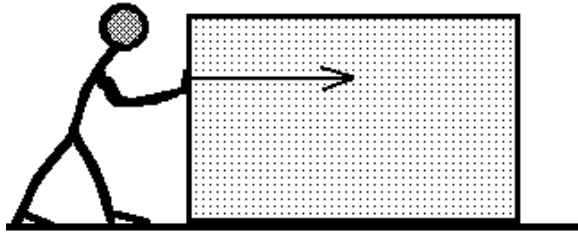
5) As figuras se referem a um satélite descrevendo movimento circular uniforme em torno da Terra. As setas simbolizam as forças exercidas sobre o satélite. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre o satélite?



6) As figuras se referem a um menino que faz girar, em uma trajetória circular em um plano vertical, uma pedra presa ao extremo de um fio. Em qual das figuras a(s) força(s) sobre a pedra está(ão) melhor representada(s) pela(s) seta(s)?



As questões 7, 8 e 9 referem-se ao seguinte enunciado:



A figura se refere a um indivíduo exercendo uma força horizontal sobre uma caixa. A caixa está sobre uma superfície horizontal com atrito. É desprezível a força de resistência do ar sobre a caixa.

7) Inicialmente o indivíduo realiza uma força com intensidade um pouco maior do que a força de atrito. Portanto a caixa se movimentará:

- A) com velocidade que aumenta.
- B) com velocidade pequena e constante.
- C) com velocidade grande e constante.

8) A caixa está sendo empurrada por uma força com intensidade muito maior do que a da força de atrito. Então o indivíduo diminui a intensidade da força mas ela continua sendo um pouco mais intensa do que a da força de atrito. Portanto a velocidade da caixa:

- A) diminui.
- B) aumenta.
- C) permanece constante.

**F
A
T
O
R
1**

	Fator1
Questão01	0,82
Questão02	0,76
Questão03	0,63
Questão04	0,60
Questão05	0,75
Questão06	0,69
Questão15	0,82
Questão16	0,71
Questão17	0,88
Questão18	0,88
Questão19	0,82

$$\alpha_1 = 0,93$$

**F
A
T
O
R
2**

	Fator2
Questão07	0,71
Questão08	0,76
Questão09	0,77
Questão10	0,71
Questão11	0,74
Questão12	0,80
Questão13	0,74
Questão14	0,49

$$\alpha_2 = 0,86$$

**F
A
T
O
R
1**

	Fator1	Fator2
Questão01	0,82	0,52
Questão02	0,76	0,50
Questão03	0,63	0,40
Questão04	0,60	0,40
Questão05	0,75	0,43
Questão06	0,69	0,47
Questão15	0,82	0,48
Questão16	0,71	0,38
Questão17	0,88	0,49
Questão18	0,88	0,45

$$\alpha_1 = 0,93$$

**F
A
T
O
R
2**

	Fator1	Fator2
Questão07	0,39	0,71
Questão08	0,39	0,76
Questão09	0,51	0,77
Questão10	0,42	0,71
Questão11	0,35	0,74
Questão12	0,49	0,80
Questão13	0,40	0,74
Questão14	0,39	0,49

$$\alpha_2 = 0,86$$

$$r_{F1, F2} = 0,58$$