

CLAUDETTE MARIA MEDEIROS VENDRAMINI

**IMPLICAÇÕES DAS ATITUDES E
DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS
NA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE ESTATÍSTICA**

Tese apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Educação, área de concentração Educação Matemática.

CAMPINAS

2000

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

**IMPLICAÇÕES DAS ATITUDES E
DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS
NA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE ESTATÍSTICA**

AUTOR: CLAUDETTE MARIA MEDEIROS VENDRAMINI

ORIENTADOR: MÁRCIA REGINA FERREIRA DE BRITO

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Claudette Maria Medeiros Vendramini e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 31 / 10 / 2000

Assinatura do Orientador: Márcia Regina F. de Brito

COMISSÃO JULGADORA:

[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]

**CAMPINAS
2000**



418-00117

UNIDADE 80
 L. CHAMADA:
TJUNICAMP
V553I
 Ex.
 OMBO, BC/ 44053
 ROC. 16-392/01
 C ☐ ☒
 PREC. R\$ 21,00
 DATA 24/04/01
 1.º CPD

CM-00154016-3

CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP

V553I Vendramini, Claudette Maria Medeiros.
 Implicações das atitudes e das habilidades matemáticas na
 aprendizagem dos conceitos de Estatística / Claudette Maria
 Medeiros Vendramini. -- Campinas, SP : [s.n.], 2000.

Orientador : Márcia Regina Ferreira de Brito.
 Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas,
 Faculdade de Educação.

1. Estatística. 2. Atitudes. 3. Solução de problemas.
 4. Educação matemática. 5. *Habilidades matemáticas.
 I. Brito, Márcia Regina Ferreira. II. Universidade Estadual de
 Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha paixão pelo ensino de Estatística e a necessidade de me capacitar academicamente me levaram a cursar o doutorado em Educação "Estatística". Nesse período que me dediquei ao doutorado muitas vezes sacrifiquei a minha família com a minha ausência nos finais de semana prolongados, nas viagens e em muitas outras ocasiões. O apoio, a força e o incentivo do meu marido e dos meus filhos, sem dúvida nenhuma, foram essenciais para que eu conseguisse finalizar esse trabalho. Assim, agradeço de um modo muito especial:

- Aos meus filhos Maira, José Marcos e Gabriela pelo amor, paciência e apoio constantes e pela digitação das informações contidas nos instrumentos de pesquisa no banco de dados.
- Ao meu marido Marco Antonio pela compreensão, paciência e carinho com que me socorreu nas atividades do dia a dia.
- À minha mãe que sempre me incentivou a estudar e a buscar novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração e conclusão deste trabalho. Em especial, agradeço:

- À amiga e orientadora Professora Doutora Márcia Regina Ferreira de Brito, pela orientação, pela cuidadosa leitura e correção dos meus escritos e pelo empenho em finalizar um trabalho relevante e de qualidade.
- Aos meus colegas de doutorado pela convivência nestes quatro anos e pela troca de experiências.
- Aos alunos que gentilmente participaram da pesquisa e aos professores que colaboraram na aplicação dos instrumentos.
- Aos Professores Doutores James Patric, Luiz Fernando de Lara Campos (em memória) e Ricardo Primi pela leitura cuidadosa deste trabalho e pelas sugestões valiosas dadas na ocasião do exame de qualificação.
- À Professora Doutora Acácia Aparecida Angeli dos Santos pelo constante incentivo, e pelas oportunidades dadas na Universidade São Francisco, sem as quais seria impossível concluir este trabalho.
- À Professora Izabel da Silva Sampaio pela correção ortográfica e sugestões dadas na ocasião do exame de qualificação, que contribuíram para a melhoria da redação do trabalho final.
- À Aparecida Ana França Suzuki pela rapidez e eficiência na correção ortográfica da redação final desse trabalho.
- À amiga Irene Maurício Cazorla pelas sugestões dadas para a análise estatística dos dados, que enriqueceram a redação final dos resultados encontrados na pesquisa.

RESUMO

Para atingir um bom desempenho acadêmico, os alunos universitários necessitam, além das habilidades básicas, dentre as quais as habilidades matemáticas, ter atitudes positivas em relação às disciplinas da sua área de estudo. Na maioria das grades curriculares dos cursos de graduação, as disciplinas Matemática e Estatística estão presentes, fato que motivou vários estudos das atitudes em relação às mesmas. Assim, o presente estudo teve por objetivo verificar as relações entre as atitudes em relação à Estatística, as habilidades matemáticas e a aprendizagem dos conceitos estatísticos, tendo como sujeitos 319 estudantes universitários. Os instrumentos foram: um questionário informativo, uma escala de atitudes em relação à Estatística, uma prova de Estatística e uma prova de Matemática. Os resultados revelaram que poucos sujeitos conseguiram identificar características do conceito de Estatística - apenas 24,5%. Todavia, 80,3% declararam ter um motivo para estudá-la e 90,0% a consideraram uma ferramenta útil. Não foram encontradas diferenças significativas de atitudes em relação à Estatística entre os sujeitos que conseguiram identificar características da definição de Estatística e aqueles que não conseguiram identificar nenhuma característica de sua definição ($p=0,1950$). No entanto, a porcentagem de sujeitos com atitudes positivas, os quais citaram pelo menos uma utilidade para a Estatística, foi significativamente superior à porcentagem de sujeitos com atitudes negativas ($p=0,0044$). A análise das correlações entre o desempenho dos sujeitos em Estatística, a atitude em relação à Estatística, o desempenho na prova de Estatística e na prova de Matemática, revelou associações positivas e significativamente diferentes de zero. A análise de regressão múltipla mostrou que, quanto mais positivas eram as atitudes dos

sujeitos em relação à Estatística e quanto melhor o desempenho na solução de problemas matemáticos, melhor era o desempenho desses sujeitos em Estatística. Esses resultados sugerem que sejam adotadas estratégias de ensino que desenvolvam as habilidades matemáticas e que tornem as atitudes em relação à Estatística mais positivas para, assim, melhorar o ensino-aprendizagem da Estatística, consequentemente melhorando o desempenho desses sujeitos nessa disciplina.

ABSTRACT

To reach a good academic performance, the university students must have, besides their basic skills, like mathematics abilities, positive attitudes towards to their studying subject area. On most of graduation courses curriculum schedule, subjects like Mathematics and Statistics are present, what motivated many attitudes studies toward them. So, the present study had as an objective verify the relations between statistics attitudes, mathematics skills and the learning of statistics concepts, having as subjects 319 university students. The instruments were: an informative questionnaire, a scale of Attitudes toward Statistics, a Statistics test and a Mathematics test. The results showed that a few individuals were able to identify characteristics of the Statistics concept – only 24,5%. However, 80,3% declared having a motive to study it and 90,0% considered it a useful tool. There were not found significant differences of attitude toward Statistics of the subjects that were able to identify the Statistics definition characteristics and of those ones that were not able to find any characteristic of its definition. ($p=0,1950$). Nevertheless, the percentage of individuals with positive attitudes, who mentioned at least one utility for Statistics, was expressively superior to the percentage of individuals with negative attitudes ($p=0,0044$). The analyze of the correlation between the Statistics individuals performance, the attitude toward Statistics, the Statistics test and the Mathematics test, indicated positive associations and significantly different of zero. The multiple regression analysis showed that, the more positive were the individuals attitudes toward Statistics and the better were their performance in the mathematics problem solutions, the better were their performance in Statistics. These results suggest that there must be adopted teaching strategies to develop mathematics skills and to turn attitudes toward Statistics more positive so that, improve the Statistics teaching-learning, consequently improve these individuals performance on this subject.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 - O CONCEITO DE HABILIDADE E DE ATITUDE	13
FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA.....	13
O CONCEITO DE HABILIDADE	17
O CONCEITO DE ATITUDE	37
HABILIDADES MATEMÁTICAS NECESSÁRIAS PARA A APRENDIZA- GEM DE CONCEITOS DE ESTATÍSTICA.....	40
CAPÍTULO 2 - EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA .	47
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	47
EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA.....	49
CAPÍTULO 3 - MÉTODO.....	55
SUJEITOS.....	55
População.....	55
Amostra	55
INSTRUMENTOS	57
Questionário do aluno	58
Escala de Atitudes em relação à Estatística.....	58
Prova de Estatística	62
Prova de Matemática.....	64
PROCEDIMENTOS DA TESTAGEM PRÉVIA	66
PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS	67
DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	68
Variáveis de interesse	69
Variáveis de controle	70
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	71
CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	72
Gênero	72
Idade	72
Frequência anterior em curso de Estatística	75

Reprovação com relação à disciplina Estatística	76
Nível de escolaridade dos pais	77
Preferência dos sujeitos por disciplina	78
ANÁLISE DO CONCEITO E UTILIDADE DA ESTATÍSTICA	80
ANÁLISE DA ESCALA DE ATITUDES EM RELAÇÃO À ESTATÍSTICA	87
Análise descritiva dos itens da escala.....	87
Análise estatística e confiabilidade da escala	92
ANÁLISE DA PROVA DE ESTATÍSTICA.....	101
Análise descritiva das questões da prova de Estatística	101
Análise estatística e confiabilidade da prova de Estatística	104
Análise estatística por tipo de questão da prova de Estatística.....	108
ANÁLISE DA PROVA DE MATEMÁTICA.....	116
Análise descritiva dos problemas matemáticos	116
Análise estatística e confiabilidade da prova de Matemática	130
ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE OS DESEMPENHOS DOS SUJEITOS NOS VÁRIOS SUBGRUPOS DE PROBLEMAS	138
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
REFERÊNCIAS	163
ANEXOS	181
ANEXO 1: QUESTIONÁRIO DO ALUNO	183
ANEXO 2: ESCALA DE ATITUDES EM RELAÇÃO À ESTATÍSTICA	189
ANEXO 3: PROVA DE ESTATÍSTICA.....	193
ANEXO 4: PROVA DE MATEMÁTICA.....	201
ANEXO 5: PLANILHAS DO BANCO DE DADOS.....	229
ANEXO 6: PROBLEMAS MATEMÁTICOS PROPOSTOS POR KRUTETSKII (1976, p.105-111).....	233
ÍNDICE REMISSIVO.....	247

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo do processamento da informação consensual, ressaltando as fontes chaves das diferenças individuais que motivam as distinções do processamento no Modelo CAM (Kyllömen, 1996, p. 54)	30
Figura 2 - Taxinomia das Medidas de Habilidades Cognitivas (Kyllömen, 1996, versão 1, p.55)	31
Figura 3 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o gênero, por área de conhecimento.....	72
Figura 4 - <i>Box-plot</i> das idades dos sujeitos, por área de conhecimento.....	73
Figura 5 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a idade, por área de conhecimento.....	74
Figura 6 - Representação gráfica da atitude em relação à Estatística (pontos por item)	88
Figura 7 - Representação gráfica do total de pontos da atitude em relação à Estatística	91
Figura 8 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a soma de pontos na escala de atitudes em relação à Estatística	92
Figura 9 - Diagrama de dispersão das cargas dos fatores 1 e 2 em cada item.....	100
Figura 10- Distribuição dos sujeitos de acordo com a soma de pontos na prova de Estatística	104
Figura 11- <i>Box-plot</i> das notas dos sujeitos nos problemas matemáticos	118
Figura 12 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota média geral dos sujeitos, em função da nota na prova de Estatística	142
Figura 13 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota média geral dos sujeitos, em função da nota na prova de Matemática	142
Figura 14 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na disciplina Estatística em função da nota na prova de Estatística	143

- Figura 15 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na disciplina Estatística em função da nota na prova de Matemática.... 143
- Figura 16 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Estatística em função da atitude em relação à Estatística..... 144
- Figura 17 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Matemática em função da atitude em relação à Estatística 144
- Figura 18 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Estatística em função da nota na prova de Matemática 145
- Figura 19 - Correlações mais significativas entre os subgrupos de itens e entre as provas aplicadas aos sujeitos 148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de alunos matriculados no ano de 1998, por área de conhecimento, curso e série	56
Tabela 2 - Objetivo das questões formuladas no Questionário do Aluno	58
Tabela 3 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a faixa etária, por área de conhecimento.....	74
Tabela 4 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a situação de haver (ou não) cursado Estatística, por área de conhecimento.....	75
Tabela 5 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o local onde estudou Estatística, por área de conhecimento	76
Tabela 6 - Distribuição dos sujeitos de acordo com ter ou não reprovação em Estatística, por área de conhecimento	76
Tabela 7 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o nível de escolaridade do pai, por área de conhecimento	77
Tabela 8 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o nível de escolaridade da mãe, por área de conhecimento.....	78
Tabela 9 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a disciplina de que menos gostam, por área de conhecimento	78
Tabela 10 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a preferência por disciplina e área de conhecimento	79
Tabela 11 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição de características do conceito de Estatística.....	82
Tabela 12 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição dos motivos para aprender Estatística	83
Tabela 13 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição da utilidade da Estatística.....	84

Tabela 14 - Diferença entre as áreas de conhecimento quanto aos componentes do conceito de Estatística	85
Tabela 15 - Diferença entre os gêneros quanto aos componentes do conceito de Estatística.	86
Tabela 16 - Diferença entre as séries quanto aos componentes do conceito de Estatística.	86
Tabela 17 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a quantidade de respostas dadas à escala de atitudes em relação à Estatística.	87
Tabela 18 - Distribuição dos sujeitos de acordo com as respostas à proposições da escala de atitudes em relação à Estatística.	89
Tabela 19 - Estatísticas descritivas e confiabilidade da escala de atitudes em relação à Estatística de acordo com os grupos de variáveis.	93
Tabela 20 - Análise de variância das atitudes em relação à Estatística de acordo com os grupos de variáveis.	95
Tabela 21 - Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator	98
Tabela 22 - Distribuição das cargas fatoriais por item da escala e natureza da proposição feita no item	99
Tabela 23 - Matriz de transformação do fator	100
Tabela 24 - Distribuição dos sujeitos de acordo com as respostas às questões da prova de Estatística	102
Tabela 25 - Estatísticas descritivas e índice de confiabilidade da prova de Estatística de acordo com os grupos de variáveis.	105
Tabela 26 - Análise de variância do desempenho na prova de Estatística de acordo com os grupos de variáveis.	106
Tabela 27 - Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e a área de conhecimento.	109
Tabela 28 - Análise de variância para a prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e área de conhecimento.	109

Tabela 29 - Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e a série.	110
Tabela 30 - Análise de variância para a prova de Estatística por tipo de questão e série	111
Tabela 31- Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e gênero.....	112
Tabela 32- Comparação das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e gênero.....	113
Tabela 33- Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator.....	114
Tabela 34- Distribuição das cargas fatoriais por tipo de questão e fator	115
Tabela 35- Critério de pontuação para cada etapa necessária para a solução dos problemas matemáticos	117
Tabela 36- Distribuição das notas obtidas em cada problema matemático	119
Tabela 37- Teste Qui-quadrado referente às diferenças de procedimento de cálculo adotado pelos sujeitos em cada problema matemático.....	121
Tabela 38- Distribuição dos sujeitos de acordo com a identificação da formulação da pergunta no problema.....	122
Tabela 39- Distribuição dos sujeitos que identificaram o tipo de pergunta de acordo com a formulação dessas perguntas	123
Tabela 40- Distribuição dos sujeitos de acordo com o tipo de solução que poderia ser dada ao problema.....	124
Tabela 41- Distribuição dos sujeitos de acordo com a compreensão das relações básicas do problema	126
Tabela 42- Distribuição dos sujeitos de acordo com a compreensão da estrutura formal e solução dos problemas.....	128
Tabela 43- Tipo de resposta dada a cada problema	129
Tabela 44- Estatísticas descritivas e índice de confiabilidade da prova composta por Problemas Matemáticos de acordo com os grupos de variáveis	132

Tabela 45 - Análise de variância do desempenho nos problemas matemáticos de acordo com os grupos de variáveis	133
Tabela 46 - Distribuição dos autovalores e cargas máxima e mínima por fator ..	136
Tabela 47 - Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator.....	137
Tabela 48- Distribuição das cargas fatoriais por tipo de problema matemático ..	138
Tabela 49- Relação entre o “conceito” e a “utilidade” da Estatística com as variáveis de estudo.....	140
Tabela 50- Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis quantitativas ($p < 0,050$)	147
Tabela 51 - Exemplo da planilha do banco de dados com as informações dos instrumentos aplicados no primeiro dia	230
Tabela 52 - Especificação das variáveis contidas na planilha do banco de dados com as informações do primeiro dia de aplicação das provas	231

INTRODUÇÃO

Embora se tenha mantido, no decorrer deste trabalho, um tratamento impessoal em relação a todos os temas abordados, o presente estudo originou-se de minhas próprias e constantes preocupações com o ensino e aprendizagem da Estatística. Há uns breves momentos em que sou obrigada a assumir algumas observações como pessoais, empíricas, pois elas constituem não só a minha motivação, como também a minha contribuição para tudo aquilo que, depois, submeto a um tratamento científico.

Durante mais de vinte anos lecionando Estatística, procurei deixar claro aos alunos que esta disciplina é útil para descrever e interpretar dados específicos das várias áreas de conhecimento, constituindo-se, por conseguinte, numa poderosa ferramenta para a solução de problemas e fundamentação de decisões.

Embora os estudantes universitários reconheçam a importância de dominar técnicas de análise de dados, nem sempre estão preparados para a aprendizagem dos conceitos de Estatística. Ao ministrar aulas em salas com um grande número de alunos, fica difícil para o professor identificar que habilidades esses alunos possuem, e como desenvolvê-las.

Além das habilidades básicas, como compreensão em leitura, boa argumentação verbal e escrita, raciocínio lógico, e outras, dentre as quais se incluem as habilidades matemáticas, todas necessárias a um bom desempenho acadêmico, é preciso também que os alunos universitários tenham atitudes positivas em relação às disciplinas que irão cursar.

No entanto, em muitas ocasiões podem ser presenciadas atitudes negativas em relação à Estatística. Muitas vezes esses alunos declararam ser a Estatística uma disciplina difícil, tediosa e pouco interessante. Estas declarações foram repetidas por alunos que tiveram aulas com diferentes

professores e em diferentes cursos, apresentando-se mais acentuadas em cursos da área de Ciências Humanas. Segundo o depoimento de alguns alunos, eles não gostavam de Estatística porque também não gostavam de Matemática, ou porque encontravam dificuldades em relação à Matemática.

Em pesquisas realizadas por vários professores, afirmações como essas foram constantes, como as de Brito(1996):

“... é comum ouvir afirmações dos alunos a respeito dos sentimentos gerados pelas disciplinas “matemáticas”. Segundo esses alunos, algumas dessas disciplinas são difíceis e aversivas. Um rápido olhar parece mostrar que as pessoas, de um modo geral, e os alunos de segundo grau, em particular, não gostam da Matemática e das atividades que envolvem a Matemática. Aparentemente, esse sentimento se cristalizaria na universidade” (p. i).

De acordo com Brito (1996), a observação do comportamento das crianças em aulas ou em conversas informais no pátio das escolas, e mais o acompanhamento destas em atividades extra-classe, nem sempre mostravam que elas tinham atitudes negativas em relação à Matemática. Em muitas ocasiões, essas crianças demonstravam gostar da Matemática e apreciar os trabalhos propostos, apresentando, na fala, atitudes altamente favoráveis em relação a essa disciplina, fatos esses que motivaram a sua pesquisa sobre *“...atitudes em relação à Matemática em estudantes de 1º e 2º graus”*.

Durante vários anos lecionando Estatística para alunos ingressantes no curso de Psicologia, foi possível constatar que os mesmos tinham uma barreira inicial quanto à disciplina, ou mesmo atitudes negativas em relação a ela. Com o trabalho desenvolvido durante o período letivo, podia-se observar que os alunos passavam a compreender melhor o significado e a importância da Estatística para o desempenho de suas futuras profissões, mas continuavam apresentando dificuldades para atingir um bom desempenho acadêmico na disciplina.

Segundo Gal e Ginsburg (1994), este cenário é familiar a outros pesquisadores como Perney e Ravid (1991), segundo os quais a Estatística é vista como um obstáculo para a obtenção de diplomas de muitos universitários, que retardam o máximo possível a matrícula nesta disciplina. Segundo esses autores, os professores universitários de disciplinas referentes à pesquisa e estatística já estão familiarizados com o alto nível de ansiedade apresentado pelos estudantes.

Estudos de outros pesquisadores mostraram que as atitudes de universitários podiam ser modificadas mediante algumas estratégias utilizadas para o ensino da Estatística. Garfield (1994b) explorou esse aspecto em uma pesquisa realizada sobre as atitudes de 917 alunos de professores treinados nos cursos intensivos de um projeto denominado *Quantitative Literacy Project (QLP)*. Os resultados mostraram que esses alunos tiveram atitudes mais positivas em relação à aprendizagem de Estatística. Um aumento dessas atitudes positivas em vários níveis sugeriu que os tópicos podem ser aceitos mais facilmente e podem, portanto, ser utilizados mais apropriadamente no ensino superior.

Durante a realização de algumas experiências práticas, como ministrar minicursos em encontros de pesquisadores, abordando de forma rápida alguns conceitos de estatística e utilizando recursos e programas computacionais específicos para análise estatística de dados, pude constatar a veracidade da afirmação de Garfield (1994b).

Em alguns momentos de vida profissional, foi-me possível observar que não só os alunos, mas também alguns professores, apresentavam atitudes negativas em relação à Estatística e à Matemática.

Essa aversão pela Matemática, apresentada pelos professores, poderia estar influenciando na escolha profissional dos alunos? Felizmente este fato nem sempre ocorre. Em trabalhos realizados por Moron (1998), com professores de Educação Infantil, e Gonzalez (1995), com professores do Magistério, não foram encontradas evidências neste sentido. Estes estudos

constatarem que as professoras optam pelo Magistério pelo fato de “gostarem de lecionar”, todavia as autoras salientaram a importância de estudos posteriores sobre as atitudes em relação à Matemática, pois os sujeitos das duas pesquisas - professores com menos anos de experiência - apresentaram atitudes mais negativas em relação à Matemática quando comparados com os professores com mais anos de experiência no Magistério.

A necessidade de esclarecer a “aversão”, “dificuldade”, “falta de disposição” em relação à Estatística por parte de alunos universitários foi um dos motivos pelos quais se buscou na literatura existente algumas respostas e esclarecimentos sobre este assunto.

Professores universitários freqüentemente têm declarado que seus alunos não estão preparados para enfrentar as exigências do curso superior, e possivelmente isto pode ser atribuído ao mau aproveitamento escolar nos cursos de primeiro e segundo graus. O bom desempenho acadêmico dos alunos pressupõe o domínio de certas habilidades, como estabelecer relações entre variáveis, distinguir observações de inferências, raciocinar hipoteticamente, capacidade de argumentação, dentre outras. Quando insuficientes, impedem-nos de pensar criticamente e inviabilizam, principalmente, a construção de novos conhecimentos (Pugh e Pawan, 1991).

Tem sido desenvolvida uma série de pesquisas com sujeitos estudantes universitários, buscando identificar falhas no processo de ensino-aprendizagem e encontrar novas estratégias e tecnologias para a solução dos problemas detectados. Isso vem ao encontro da afirmação de Hirsch (1989), ao enfatizar que *“o nível educacional de estudantes ingressantes é tão baixo, que o primeiro e o segundo anos da graduação devem ser largamente devotados a um trabalho remediativo”* (p.29).

No Brasil, várias pesquisas - a maioria de caráter descritivo - têm sido realizadas com o objetivo de identificar dificuldades pontuais dos universitários. Assim, algumas delas apontam para deficiências existentes na

linguagem dos vestibulandos (Carone, 1976; Rocco, 1981). Há estudos que se referem à inadequação das condições de estudo, tanto pessoais quanto temporais e espaciais (Carelli, 1996; Mercuri, 1992). Existem também várias pesquisas que, sistematicamente, têm detectado sérios problemas de compreensão em leitura e produção de textos (Marini, 1986; Pellegrini, 1996; Pereira, 1983; Santos, 1989). Outros estudos, ainda, demonstram a falta de habilidades matemáticas necessárias para um bom desempenho acadêmico (Brito, Fini e Neumann García, 1994).

Entre os fatores que contribuem para o bom desempenho acadêmico dos alunos, a motivação para a aprendizagem também ocupa lugar importante. Tais fatores têm sido repensados recentemente por educadores e psicólogos (Boruchovitch, 1994). As teorias recentes sobre motivação para a aprendizagem abrem novas perspectivas nessa área. Ao não conceber mais a motivação para aprender como um traço imutável de personalidade, essas teorias cognitivas reconhecem que o sucesso e o fracasso escolares são fenômenos muito mais complexos e multideterminados do que haviam sido considerados até então, e tornam evidente que a inteligência e a capacidade intelectual não se constituem em fatores suficientes para a compreensão dos motivos que levam alguns alunos a obterem sucesso na escola, enquanto outros não o alcançam.

Como mencionam Silva e Sá (1993) não é incomum que, mesmo alunos com capacidade intelectual média, apresentem um baixo rendimento escolar devido a problemas afetivos e motivacionais. A motivação para a aprendizagem vem sendo definida como iniciação e manutenção de um determinado comportamento, com o objetivo de se atingir um fim. Ela é inferida principalmente de comportamentos como investimento de esforço e persistência.

Além das pesquisas voltadas aos aspectos de ensino-aprendizagem na universidade, outros movimentos têm ocorrido no campo educacional (expressas no *National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]* e

Quantitative Literacy Project [QLP]) e no campo empresarial (como a implantação da *Total Quality Management [TQM]* e a elaboração de normas universais pela *International Organization Standardization [ISO]* (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1990) para atender às exigências da atual sociedade. Muitas pesquisas e estudos têm sido efetuados, relativos à Educação Estatística e às habilidades específicas para realizar com sucesso uma atividade (Austin, 1992; Burrill, 1990; Garfield, 1994b; Gordon, 1993; Guth, 1990; Jones, 1992; Krehbiel e McClure, 1993; Lan, 1993; Mackay, 1994; Morton, 1994; Parker e Widmer, 1992; Paas, 1992; Prybutok, 1991; e muitos outros).

Diversos estudos têm evidenciado que indivíduos com alto potencial para realizações acadêmicas de alto nível em matemática e ciência são geralmente considerados estudantes habilidosos, particularmente com elevada habilidade matemática (Davis, 1965; Green, 1989; Walberg, Strykowski, Rovai, e Hung 1984; Werts, 1976).

No campo profissional, esses estudantes devem estar motivados e preparados para mudanças de comportamento. Segundo Campos (1995), quase todos os ramos de atividade humana estão em mudança devido à crescente concorrência, em termos globais, pela melhor qualidade de produtos e serviços e pela necessidade incontestável de acompanhar as transformações sociais, políticas e econômicas com a mesma velocidade e intensidade com que ocorrem. As empresas estão propondo mudanças fundamentais em suas organizações, sistemas de trabalho e também no comportamento das pessoas em relação à educação, para enfrentar e vencer o desafio deste mundo globalizado pela competitividade.

Os trabalhadores do futuro devem estar preparados para entender a complexidade das tecnologias e da comunicação, fazer perguntas, assimilar informações novas e trabalhar em equipamentos de forma solidária (*Office of Technology Assessment*, 1988).

De acordo com Pollak (1987), este novo mercado de trabalho busca indivíduos com as seguintes características quanto à Matemática: (1) capacidade de planejar problemas com as operações adequadas; (2) conhecimento de técnicas diversas para planejar e solucionar problemas; (3) compreensão das implicações matemáticas de um problema; (4) condição de trabalhar em grupo na solução de um problema; (5) possibilidade de aplicar idéias matemáticas a problemas comuns e complexos; (6) preparo para analisar problemas reais que, na maioria da vezes, não estão bem formulados, e (7) crença na utilidade e na validade da Matemática.

Esta preocupação com a preparação para o futuro e para a competitividade do mercado está obrigando as empresas e o comércio a se preocuparem com o padrão de qualidade de seus serviços, preparando-se e profissionalizando-se para o desafio da seleção pela excelência. Para isso, muitas vezes é necessária a adequação a normas técnicas universalmente aceitas (Valeixo, 1993).

Para enfrentar tal desafio, é de fundamental importância que pessoas sejam preparadas, desde pequenas, para acompanhar tal ritmo de desenvolvimento. Dentro desse contexto, a capacidade de agrupar, organizar e interpretar dados e de analisar informações é cada vez mais necessária a todos, e não somente àquelas pessoas que possuem algum talento em Matemática. A Estatística era (e ainda continua sendo para alguns) um vasto campo de símbolos, fórmulas e regras muito pouco relacionadas com a realidade.

As recentes preocupações com a Educação Matemática e Estatística, desde a pré-escola até a universidade, têm motivado a utilização da Probabilidade e Estatística nos currículos escolares de Matemática (*NCTM*, 1989, 1995), buscando atender, entre outras, à necessidade atual de desenvolver, nos estudantes, habilidades que os auxiliem na interpretação e crítica de informações, como também na solução de problemas matemáticos (Artzt e Newman, 1993; Charles, Lester e O'Daffer, 1994).

De acordo com o *NCTM* (1981), a estatística e a probabilidade são tópicos apropriados para serem trabalhados na matemática do currículo escolar porque: (1) mostram aplicações importantes da Matemática em todos os níveis; (2) suprem métodos para tratar com a incerteza; (3) ensinam a lidar com bons e maus argumentos estatísticos, com os quais o sujeito se defronta com freqüência; (4) auxiliam os consumidores a distinguir o uso de procedimentos estatísticos consistentes dos inconsistentes; e (5) são tópicos altamente motivadores e de grande interesse para a maioria dos estudantes.

Como pode ser percebido, esses tópicos têm como objetivo desenvolver, nos alunos, algumas habilidades que auxiliem na análise, na interpretação e na crítica de informações retiradas de situações cotidianas e que chegam até eles através dos mais variados meios de comunicação.

O crescimento desse movimento resultou na formação de um comitê conjunto da *American Statistical Association (ASA)* e do *NCTM*, que ajudou a estabelecer os pré-requisitos necessários para que os estudantes possam atingir alguns objetivos com a finalidade de entender probabilidade e estatística (Garfield, 1994a).

Esses objetivos incluem: (1) possibilitar a compreensão dos dados - o que significam e qual a sua origem; (2) usar técnicas gráficas e numéricas simples para sintetizá-los; (3) criar um modelo matemático para descrevê-los e (4) fazer inferências sobre uma população usando amostras oriundas da mesma (Burrill, 1990).

Entre os princípios apontados pela *NCTM* (1989) para o ensino de probabilidade e estatística, devem estar presentes a comunicação de problemas estatísticos, o questionamento e a discussão de soluções, com utilização de problemas do cotidiano no desenvolvimento de conceitos e experiências práticas, mostrando como a estatística pode ser usada numa variedade de contextos e disciplinas.

Uma metodologia que pode ser utilizada para introduzir conceitos estatísticos para os estudantes é a aproximação exploratória, que além de fácil e interessante possibilita a criatividade, sendo também um modo de iniciar os estudantes na investigação científica (Scheaffer, 1990). A análise exploratória de dados, introduzida por Tukey (1962, 1970), tem-se expandido como filosofia de aplicação da Estatística, devido principalmente à disponibilidade de instrumentos e *softwares* estatísticos com possibilidades de representação gráfica e tratamento de dados variados (Batanero, 1999). As possibilidades didáticas da análise exploratória de dados podem ser atribuídas: (1) à simplicidade do aparato matemático requerido; (2) à importância dada na estatística, hoje em dia, aos sistemas matemáticos de representações múltiplas e à solução de problemas; (3) às conexões com outros temas do currículo; (4) ao trabalho em equipe e (5) à possibilidade de desenvolver projetos por parte dos alunos (Batanero, Estepa e Godino, 1992).

Um estudo mais formal dos problemas de pesquisa pode ser feito utilizando-se técnicas da análise confirmatória de dados, que consiste em confirmar, ou não, hipóteses levantadas sobre os dados. A análise confirmatória é usada para avaliar o poder da análise exploratória e para decidir qual é o melhor modelo que se ajusta aos dados. As análises exploratória e confirmatória podem despertar nos alunos a investigação científica, que começa com a observação dos resultados de algum fenômeno de interesse. Estas observações retornam então à teoria, e a teoria envolve um modelo da realidade. O modelo teórico é checado outra vez através de observações e depois aceito ou modificado, dependendo de quão bem o modelo e os dados estejam combinados (Scheaffer, 1990).

Entre as pesquisas que discutiram a importância da Estatística, suas aplicações e as habilidades necessárias para compreendê-la, Huberty, Dresden e Bak (1993) sugeriram que os estudantes sejam testados em três domínios da disciplina: os cálculos, o conhecimento proposicional e a compreensão conceitual. Os resultados de seus estudos mostraram que os estudantes têm uma fraca compreensão conceitual de Estatística e que, por conseguinte, é

necessário que os professores os encorajem a realizar conexões entre idéias e habilidades que os levem a desenvolver maior habilidade para utilizar métodos estatísticos no futuro.

Gal e Ginsburg (1994) ressaltaram a preocupação que professores e pesquisadores em educação estatística devem ter não só com questões cognitivas, tais como habilidades e conhecimento, mas também com questões não-cognitivas, como: sentimentos, atitudes, opiniões, interesse, expectativa e motivação dos estudantes.

Frente ao exposto, o presente estudo foi realizado com o objetivo principal de pesquisar atitudes em relação à Estatística, habilidades matemáticas e suas relações com a aprendizagem de conceitos estatísticos, pretendendo contribuir com os seus resultados para a orientação tanto de professores de Estatística, como também de outras áreas, na busca de novas metodologias de ensino que atendam às necessidades atuais da sociedade.

As habilidades matemáticas de escolares de quinta a oitava séries foram amplamente estudadas por Krutetskii (1976). O autor utilizou um sistema de problemas experimentais composto por 26 séries contendo 79 testes de pesquisa subdivididos em aritméticos, algébricos, geométricos e de outros tipos variados, sistema esse que motivou e orientou grande parte desta pesquisa.

A partir destas considerações, foram formuladas as seguintes questões: (1) Os estudantes universitários possuem as habilidades matemáticas necessárias para a aprendizagem dos conceitos de Estatística? (2) Os estudantes universitários das séries mais avançadas são mais habilidosos matematicamente do que alunos de séries iniciais? (3) Existem diferenças na aprendizagem de conceitos estatísticos entre universitários de diferentes áreas do conhecimento (Ciências Exatas, Ciências Humanas e Ciências Biológicas)? (4) Quais são as diferenças, nos procedimentos de solução dos problemas matemáticos, que podem ser apontadas entre os diferentes grupos citados?

Esse conjunto de questões permitiu formular o seguinte problema:

Quais as relações existentes entre: (1) o desempenho na solução de problemas estatísticos, (2) a aprendizagem de conceitos estatísticos, (3) as atitudes em relação à Estatística e (4) a obtenção da informação matemática, que é um dos componentes da habilidade matemática, de acordo com Krutetskii (1976)?

Inicialmente buscou-se coletar dados que permitissem descrever: (1) o aluno universitário e seu desempenho acadêmico; (2) quais os motivos alegados, capazes de explicar as dificuldades encontradas na aprendizagem de conceitos matemáticos ou estatísticos; (2) as atitudes em relação à Matemática e Estatística; (3) a solução de problemas matemáticos e estatísticos; (4) quais as diretrizes atuais para o ensino de Estatística que visam atender às necessidades do campo profissional e, posteriormente, direcionam o estudo para os dois importantes componentes do processo ensino-aprendizagem: as atitudes e as habilidades.

CAPÍTULO 1

O CONCEITO DE HABILIDADE E DE ATITUDE

FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

Como definiram Klausmeier e Goodwin (1977, p. 312), um conceito é uma informação ordenada sobre as propriedades de uma ou mais coisas - objetos, eventos ou processos - que torna qualquer coisa ou classe de coisas capaz de ser diferenciada de, ou relacionada com, outras coisas ou classes de coisas.

Do ponto de vista tradicional,

“a criança forma um conceito quando é capaz de ‘discriminar’ ou ‘diferenciar’ entre as propriedades dos acontecimentos ou objetos com os quais se defronta e ‘generalizar’ suas constatações no que tange a qualquer característica comum que se possa encontrar” (Lovell, 1988, p. 12).

Segundo Lovell (1988), a formação de conceitos depende da percepção da realidade, da interpretação dada aos estímulos externos que são recebidos pelos órgãos dos sentidos. É a percepção do mundo externo, a qual está em grande parte afetada pelas atitudes, emoções, expectativas ou desejos do momento. Um conceito bem formado permite generalizar dados relacionados, respondendo a estímulos específicos ou percepções. Por isso é importante salientar que os conceitos não se desenvolvem repentinamente em sua forma final, sendo aprofundados ao longo da vida.

Uma das formas de um indivíduo capacitar-se a conhecer e interpretar o mundo ao seu redor é por meio das atividades de solução de problemas, em cuja busca está presente, assim como na formação de conceitos, uma certa quantidade de ensaio e erro. Existe uma verdade que deve ser aprendida e colocada em prática por todos os professores da área de Matemática, e que consiste no fato de ser esta uma atividade mental, na qual escrever no papel

deve ser apenas um auxílio (Lovell, 1988). Na sociedade moderna, onde se utilizam novas tecnologias para a solução de problemas, essa verdade também se verifica, uma vez que tais tecnologias são apenas auxiliares no processo de formação de conceitos.

De acordo com Lovell (1988), existem sistemas inteiros de conceitos envolvidos em Matemática, como por exemplo os conceitos numéricos e os espaciais, sendo que a Matemática estuda as relações entre estes e as operações (ou manobras) mentais que podem ocorrer entre eles. Para ajudar a criança a desenvolver os conceitos matemáticos, também é preciso ensinar a linguagem e os símbolos correspondentes. Entretanto, a incorporação dos conceitos matemáticos à estrutura cognitiva não é o começo nem o fim da capacidade matemática. Essa capacidade exige, além da compreensão do conceito, o conhecimento da linguagem matemática, dos símbolos, dos métodos e das provas. Esses precisam ser combinados com outros conceitos, símbolos, métodos e provas, e processados em conjunto, culminando com o uso destes na solução de tarefas matemáticas. O pensamento matemático é essencial ao sujeito. Embora muitas vezes alguém seja capaz de realizar operações, pode ser que *“não seja capaz de formular uma definição do conceito em termos verbais”* (Lovell, 1988, p. 19).

É necessário recordar alguns princípios psicopedagógicos gerais para se conseguir uma aproximação necessária entre as estruturas lógico-matemáticas do professor e as do aluno, tendo em vista os seus diferentes níveis de desenvolvimento. Não se aprende nada a não ser por uma conquista ativa: o aluno deve reinventar a ciência em vez de repetir suas formas verbais. A verdadeira compreensão, aquela que se manifesta por meio de novas aplicações espontâneas - ou, dito de outro modo, por uma generalização ativa - supõe que o sujeito seja capaz de encontrar por si mesmo as razões daquilo que tenta compreender e que, portanto, ele mesmo, pelo menos parcialmente, o reinvente (Piaget, 1970).

Compete ao professor, além de apresentar as “lições”, organizar situações que estimulem a investigação, utilizando para tanto os dispositivos apropriados.

Uma das áreas de conhecimento que necessita do domínio dos conceitos matemáticos é a Estatística, pois, como afirmava Castro(1949), ela

“é tão antiga como o primeiro homem, pois a necessidade de enumerar as coisas surgiu com ele. A vontade de saber é uma das tendências congênitas ao ser humano, o qual, vendo constantemente ao redor de si acontecimentos cuja grandeza e cuja causa desconhece, experimenta um sentimento de *admiração* e, a seguir, de *curiosidade*. Para quem aspira à verdadeira ciência, não basta a constatação dos fenômenos (*admiração*), é preciso esquadrinhar as causas (*curiosidade*), e que daí se chegue à determinação das leis segundo as quais uma certa causa produz um determinado efeito” (p.3).

Podem ser utilizadas várias técnicas de ensino para que os alunos aprendam os conceitos de estatística e, dentre elas, o método da descoberta¹, cuja finalidade é desenvolver a capacidade de investigação, de crítica e de independência intelectual dos estudantes. Bloom (1972) observou a necessidade de os alunos se tornarem capazes de aplicar a informação em novas situações e problemas, como também de demonstrar a capacidade de fazer algo com o conhecimento adquirido.

Ronca e Escobar (1980) descreveram algumas características que devem ser ressaltadas para os professores que pretendem utilizar o método da descoberta, dentre elas o processo indutivo, que

“refere-se à aprendizagem de conceitos e princípios por meio da apresentação de casos concretos, que permitam àquele que aprende

¹ A aprendizagem por descoberta refere-se à situação de ensino na qual o professor não explicita para os alunos os conceitos e princípios que deverão ser aprendidos, mas lhes fornece exemplos e problemas a partir dos quais os estudantes poderão deduzir estes conceitos e princípios (Gage, 1969).

estabelecer a generalização entre casos concretos de uma mesma classe, e discriminar entre aqueles que são e os que não são desta classe” (Glaser, 1974, citado por Ronca e Escobar, 1980,, p.21).

Para que haja a indução, Ronca e Escobar (1980) citam os seguintes passos como indispensáveis:

- “(1) Identificar as características essenciais e não essenciais do conceito ou princípio a ser aprendido, a partir de casos concretos, ou por aproximação sucessiva de níveis de abstração cada vez mais complexos.
- (2) Discriminar, isto é, distinguir o conceito ou princípio de outros.
- (3) Generalizar, isto é, aplicar as características essenciais e não essenciais a outros exemplos ou situações (p.22).”

O procedimento indutivo pode ser utilizado para a aprendizagem de Estatística. Através dele o aluno pode aprender a resolver problemas, a transcender informações e a trabalhar de acordo com uma metodologia científica.

O professor deve criar condições para que seus alunos desenvolvam habilidades, tais como: *“levantar hipóteses, distinguir fatos de hipóteses, identificar as conclusões e os fundamentos que servem de suporte para as hipóteses, distinguir no material de aprendizagem o que é relevante do que não é, sintetizar as informações recebidas, etc.”* (Ronca e Escobar, 1980, p.26).

Quanto mais o aluno tiver desenvolvido estas habilidades, mais capacitado ele estará para descobrir coisas por si mesmo e solucionar problemas.

Os conceitos estatísticos ou matemáticos devem ser ensinados nas escolas desde o primeiro e segundo graus, preparando os alunos para enfrentar o desafio da sociedade globalizada quanto à interpretação, crítica de informações e análise de dados.

É fundamental que os alunos de hoje, profissionais de amanhã, estejam preparados para enfrentar uma vida profissional, planejando, resolvendo problemas, trabalhando em grupo, utilizando métodos estatísticos que fundamentem a tomada de decisões.

O CONCEITO DE HABILIDADE

Muitos dos estudos iniciais das habilidades humanas surgiram a partir de considerações relativas à natureza da inteligência e à estrutura dessas habilidades.

A discussão sobre a inteligência humana tem sido controvertida com grande diversidade de opiniões. Apesar da popularidade ganha por seu estudo, a inteligência permanece como um conceito muito genérico, ambíguo e de difícil definição (Richardson, 1991). Vários autores têm feito referência a esta ambigüidade do conceito e à dificuldade na sua definição (Almeida, 1994).

Dois autores podem ser citados entre aqueles que iniciaram o estudo da inteligência na Psicologia: Galton (1869), que definiu a inteligência como “*força ou poder mental*”; e Spearman (1904), que definiu inteligência como “*capacidade de aprender relações*” e acreditava na existência de um fator geral “g” da inteligência dominante, medido por tarefa em um teste de inteligência.

Estudos posteriores revelaram a divergência que existe entre os autores a respeito da definição de inteligência, como cita Almeida (1994). Alguns autores defenderam que a inteligência é um atributo inerente à estrutura neurológica e, como tal, uma característica interna da mente (Eysenck, 1981), e outros consideraram a inteligência como mero atributo do comportamento (Howe, 1988; Mackintosh, 1987; Valsiner, 1984).

No sentido de elucidar os esforços dos autores para definir a “inteligência” com base nas suas manifestações ou atributos, Almeida (1994) citou os três conceitos de inteligência apontados por Eysenck (1988):“(1) a

inteligência biológica (próxima da teoria de Galton, ou a inteligência reportada à estrutura e fisiologia do cérebro, aos processos bioquímicos e genéricos), a qual, segundo Eysenck, “*é a mais fundamental e a mais pura de todas, e a menos adulterada pelos fatores sociais*”, facilmente avaliada através dos registros eletro-encefalográficos, dos potenciais evocados, da resposta galvânica da pele ou de alguns tempos de reação; (2) a *inteligência psicométrica* ou o QI, determinada pela inteligência biológica, mas incluindo igualmente a influência dos fatores culturais, contextos familiares, nível sócio-econômico, educação e outros fatores externos; e (3) *inteligência social*, ou seja, a aplicação pelos indivíduos das duas inteligências anteriores aos seus problemas e situações cotidianas (aqui são considerados também os fatores não cognitivos como saúde, interesses, nutrição, estratégias, personalidade, entre outros).

Almeida (1994) citou também os três conceitos mais freqüentes na teoria, apontados por Howard (1993): (1) a inteligência como um *fator g* (podendo este conceito ser assumido de um modo mais biológico, mais psicológico ou, ainda, mais matemático); (2) a inteligência como *propriedade do comportamento*, nomeadamente o comportamento adaptativo (podendo ser mais um adjetivo que um substantivo, mais uma designação do que uma propriedade); e (3) a inteligência como um *conjunto de aptidões* (aqui uns incluem as aptidões ligadas ao conhecimento e outros não).

Outrossim, Almeida (1994) apontou três grandes correntes de abordagem das múltiplas definições da inteligência: a abordagem fatorial (ou psicométrica), a abordagem desenvolvimentalista e a abordagem cognitivista.

A teoria fatorial identifica-se com os psicólogos defensores da inteligência como entidade simples ou complexa de fatores, traços ou aptidões mentais componentes da mente humana, referindo-se a um fator geral *g* ou a fatores específicos. Os defensores do fator geral *g* seguem a linha conceitual de Spearman (1904; 1927) numa leitura que pode ser fisiológica (Eysenck,

1988; Jensen, 1987) - quando este fator é definido como “energia mental” - ou psicológica (Sternberg, 1985; Howard, 1993) - quando é definido de acordo com as leis de produção do conhecimento (apreensão de significados, das relações e dos correlatos) (Almeida, 1994).

Outros autores propuseram uma mente humana constituída por diversas aptidões distintas e independentes (Thurstone, 1938 e Guilford, 1959). O primeiro autor propôs sete fatores ou aptidões mentais diferenciadas como: a compreensão verbal, a fluência verbal, a aptidão numérica, a velocidade perceptiva, a aptidão espacial, a memória, o raciocínio, a dedução e a indução. O segundo autor propôs um conjunto muito mais elevado de aptidões de acordo com o seu modelo denominado *Structure of the intellect (SOI)*.

Outros autores, ainda, assumiram uma posição mais conciliadora, referindo-se tanto ao fator geral *g* quanto aos fatores de grupo (Cattell, 1971; Vernon, 1965). O primeiro defendeu um modelo hierárquico, onde, após um fator geral, surgem dois fatores de grande grupo: o verbal-educativo e o perceptivo-mecânico; seguidos de fatores de pequeno grupo (próximo aos fatores de Thurstone, 1938) e de fatores específicos, já inerentes a cada tarefa (próximos aos fatores específicos de Spearman). O segundo defendeu que a inteligência se subdivide numa *inteligência fluida (gf)* ligada à capacidade mental mais básica e associada ao raciocínio, e numa *inteligência cristalizada (gc)* associada à aprendizagem e aos conhecimentos adquiridos pelos sujeitos.

Diferentemente da abordagem fatorial, a abordagem desenvolvimentalista da inteligência tem-se preocupado com as estruturas ou esquemas mentais de funcionamento, como unidades de análise internas, assumidas como construções ou níveis de processamento da informação de complexidade crescente (Almeida, 1994). Nesta abordagem, pode ser citado o trabalho de Piaget (1970) que descreveu quatro estádios de desenvolvimento da inteligência: sensório-motor (0-2 anos), pré-operatório (2-7 anos), operatório concreto (7-12 anos) e operatório formal (12-16 anos).

A terceira abordagem, a cognitivista, introduziu na análise da inteligência o seu próprio processamento ou o estudo do seu próprio exercício, centrando-se no manuseio de símbolos por parte do cérebro na solução de problemas, isto é, no *processamento da informação* que ocorre. O termo cognitivista dado nesta abordagem pretendeu salientar um método mais experimental de análise, como alternativa à metodologia mais correlacional da abordagem psicométrica ou à mais qualitativa dos autores desenvolvimentalistas (Almeida, 1994).

As três grandes abordagens teóricas da inteligência citadas por Almeida (1994) permitiram-lhe concluir que:

“a evolução verificada na investigação teve a ver com a passagem progressiva da identificação da inteligência com os traços internos (aptidões) e com os testes, ou com os resultados neles obtidos, para os processos mentais, para o funcionamento da inteligência e para formas mais globais contextualizadas de avaliação”(p.46).

Esse autor sugeriu que se tomasse as orientações proferidas por Resnick (1976) para a investigação em torno da definição da inteligência. Uma investigação que deve ser dirigida para os processos cognitivos e não para os traços, devendo-se nela tentar uma integração de metodologias correlacionais e experimentais de análise, dirigindo-se mais à capacidade de diagnóstico do que à capacidade de predição dos desempenhos, devendo passar a incluir maiores referências à modificabilidade cognitiva, e dando origem a testes mais referenciados a critérios, alternativos aos tradicionais testes referenciados a normas de grupo.

A teoria do processamento da informação (ou cognitivista) pode ser agrupada em dois tipos de estudos: (1) os que analisam os correlatos fisiológicos, e (2) os que analisam os correlatos cognitivos da inteligência. O primeiro tipo pode ser subdividido em três grandes linhas de pesquisa: os tempos de reação, que estuda a velocidade de processamento da informação (Carlson e Widaman, 1987; Eysenck, 1988; Galton, 1869; Jensen, 1982;

Richardson, 1991; Vernon, 1987; entre outros), os registros da atividade elétrica do cérebro, que estuda os perfis dos potenciais evocados (Ertl e Schafer, 1969; Hendrickson, 1982; Vernon e Mori, 1992; Weiberg, 1969), e a ligação entre as zonas cerebrais e determinadas funções cognitivas ou tipos específicos de tratamento da informação, como a “teoria das inteligências múltiplas” de Gardner (1983).

Gardner (1994) denominou “inteligências múltiplas” as diversas competências intelectuais humanas *relativamente autônomas* denominadas por ele “estruturas da mente”. Buscou ultrapassar a noção comum de inteligência como “*uma capacidade ou potencial geral que cada ser humano possui em maior ou menor extensão*”(p. ix) e ao mesmo tempo questionou a suposição de que “*a inteligência, independentemente de quão definida esteja, possa ser medida por instrumentos verbais padronizados como testes de respostas curtas realizados com papel e lápis.*” (p. ix). Definiu uma inteligência como “*a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais*” (p.x). Baseando-se em evidências biológicas e antropológicas introduziu oito critérios distintos para uma inteligência e propôs sete competências (habilidades)² humanas.

A teoria de dois fatores é uma outra forma de entender a estrutura da inteligência, considerando os padrões entre correlações e testes de habilidade.

Segundo Spearman (1927):

“Cada medida de habilidade individual pode ser dividida em duas partes com as seguintes propriedades: a primeira pode ser chamada de ‘*fator geral*’ e denotada por *g*; assim chamada porque, embora varie livremente de indivíduo para indivíduo, ela permanece a mesma para cada indivíduo relativamente a todas as outras habilidades correlacionadas. A segunda tem sido chamada de ‘*fator específico*’ e denotada pela letra *s*. Ela não somente varia de indivíduo para indivíduo como também de uma

² Os termos “capacidade” e “habilidade” foram usados com o mesmo sentido no livro *Estruturas da Mente* (Gardner, 1994) traduzido por Sandra Costa.

habilidade para outra em um mesmo indivíduo (Dennis e Tapsfield, 1996, pp. xi-xii).”

Mais sucintamente, Spearman afirmou que *“todas as ramificações da atividade intelectual têm em comum uma função fundamental (ou grupo de funções), enquanto que os elementos específicos parecem ser, em cada caso, totalmente diferentes uns dos outros”* (Dennis e Tapsfield, 1996, p. xii).

O trabalho que conduziu Spearman (1927) à teoria fatorial deu início ao desenvolvimento e aplicação da análise fatorial para habilidades humanas.

Carroll (1996) apresentou uma exaustiva revisão da literatura sobre habilidades humanas e a aplicação da análise fatorial exploratória ao estudo dessas habilidades. Esse autor comentou que muitos investigadores, tais como L. L. Thurstone, P. E. Vernon, R. B. Cattell e J. P. Guilford, discutiram as idéias de Spearman, propondo mudanças que, na sua opinião, apenas refinaram e elaboraram a visão de Spearman.

Carroll (1993) formulou, a partir dos dados obtidos em seu trabalho, a chamada *teoria do três estratos*, segundo a qual o domínio total das habilidades intelectuais é mostrado em três níveis ou estratos. Este trabalho seguiu, em grande parte, o pensamento expresso nos vários trabalhos de Spearman, tais como *“A Natureza da Inteligência e os princípios da Cognição”* (1923) e *“As Habilidades do Homem: sua natureza e medida”* (1927).

A *teoria dos três estratos* considera que, no nível superior, existe um único fator, o Estrato III, identificado por 3G, referindo-se à inteligência geral, que conceitualmente equivale ao g de Spearman. No Estrato II, sete fatores mais abrangentes, incluindo a inteligência fluida (Gf) e a inteligência cristalizada (Gc), entre vários outros fatores de habilidade. As habilidades do Estrato II estão sob o domínio do fator g da inteligência geral (Estrato III), variando a extensão de seu domínio, isto é, as medidas fenotípicas de

habilidades do segundo estrato estão correlacionadas com as medidas fenotípicas do fator g em maior ou em menor extensão.

Cada fator do Estrato II domina uma série de fatores *específicos* do Estrato I, que geralmente aparecem na primeira ordem da análise; alguns deles, por exemplo, são os fatores *primários* considerados por Thurstone (1938).

Todos os fatores podem aparecer em cada uma de suas formas, dependendo da natureza das matrizes que contêm as cargas das variáveis sobre os fatores ou as cargas dos fatores sobre outros de ordem superior. Aqueles chamados de fatores fenotípicos são geralmente oblíquos a cada um dos outros, significando que estão correlacionados com cada um deles. Aqueles chamados de fatores genotípicos são ortogonais a cada um dos outros, sendo as correlações entre tais fatores iguais a zero.

A proposição de Carroll (1993) é análoga àquilo que, em outros campos da pesquisa educacional e psicológica, é chamado de *meta-análise*. Nesse sentido, tenta-se estabelecer ou estimar a “verdadeira” estrutura das habilidades intelectuais, que poderia ser revelada se houvesse um modo de examinar um conjunto ilimitado de medidas ideais a serem consideradas na análise fatorial. É necessário que a análise fatorial seja expandida e refinada de forma a tornar possível uma maior aproximação à verdadeira estrutura das habilidades cognitivas.

Os resultados estatísticos obtidos pelo método da fatoração consistem de (1) um fator geral, (2) um número ilimitado de fatores específicos, e (3) fatores de ordem mais abrangente, interpretados por Carroll (1993) como a teoria dos três estratos das habilidades cognitivas.

O termo *fator específico* tem apresentado pelo menos três versões diferentes:

- (a) como usado originalmente: o conteúdo total de alguma habilidade é de algum modo sua parte geral;

- (b) a parte não repetida: a parte de uma habilidade que não se repete em alguma outra de um conjunto de habilidades; e
- (c) alguma habilidade que não se pode repetir em qualquer outra habilidade (Spearman e Wynn Jones, 1950, citado por Carroll, 1996 p. 7).

O termo *fator específico* é descrito por outros autores, incluindo Thurstone (1938), como “*uma habilidade que é independente de algum erro, como também independente de algum fator comum identificado num conjunto particular de medidas de habilidade*” (Carroll, 1996, p. 7).

O fator geral *g* é interpretado por Spearman (1927) como uma “energia mental”, enquanto que os fatores específicos são como “máquinas” promovendo a aplicação desta energia mental, fazendo o autor, para explicar o domínio da atividade mental, analogia com conceitos fundamentais da física, tais como força, gravidade, temperatura, entre outros.

Muitos estudos foram realizados no sentido de interpretar os fatores específicos e o fator geral da inteligência. Alguns desses estudos foram discutidos por Carroll (1993) e dentre eles destacaram-se os propostos por Matarazzo (1992), que mostrou os vários tipos de indicadores biológicos que teriam relações interessantes e significativas com a inteligência, ou mais especificamente com o fator *g*; o de Wolman (1985), que apresentou teorias e questões conceituais relacionadas à inteligência; o de Vandenberg e Vogler (1985), que escreveram sobre determinantes genéticos da inteligência; o de Hynd e Willis (1985), que trataram a inteligência como “uma classe geral do comportamento”, sendo *g* um “elemento unificador”; o de Guilford (1985), que sugeriu uma “estrutura do intelecto” (*SOI*) constituída por “*uma coleção sistemática de habilidades ou funções para o processamento de informação de diferentes tipos em várias formas*” (Dennis e Tapsfield, 1996, p. xii); o de Horn (1985), que considerou a inteligência como “uma mistura de coisas totalmente diferentes”, rejeitando a existência do fator *g*, mas aceitando a

idéia da existência de, no mínimo, quatro ou cinco fatores amplos, necessários para relatar a diversidade de resultados da análise fatorial da inteligência.

Irvine e Berry (1988) referiram-se à “Lei da diferenciação cultural”, originada da afirmação de Ferguson (1956) de que *“os fatores culturais prescrevem o que poderia ser aprendido e em qual idade; conseqüentemente, diferentes ambientes culturais levam ao desenvolvimento de diferentes padrões de habilidades”*(p. 121). Embora esta posição tenha enfatizado variações na experiência cultural e na aprendizagem diferencial resultante, ela surgiu das adaptações culturais e biológicas em diferentes populações e da transmissão de características entre gerações, através de mecanismos culturais e biológicos.

Berry (1996) discutiu a psicologia transcultural, cujo objetivo é descrever e esclarecer a diversidade psicológica humana como uma função da diversidade cultural, considerando a *“psicologia transcultural como o estudo de similaridades e diferenças no funcionamento psicológico individual em várias culturas e grupos étnicos, de relações entre variáveis psicológicas e variáveis sócio-culturais, ecológicas e biológicas e mudanças contínuas nestas variáveis”* (Berry, Poortinga, Segall e Dasen, 1992, p. 2). Estes autores apresentaram um esquema ecológico e cultural para o entendimento do desenvolvimento psicológico, fazendo distinção entre o nível populacional e o nível individual, em que variáveis do primeiro influenciam os resultados do segundo (a psicologia transcultural). Para estudar as diferenças nas características psicológicas individuais e de grupos, como uma função de fatores de nível populacional, foram consideradas duas classes principais de influência: (a) variáveis antecedentes, de conteúdo ecológico e sócio-político, e (b) características psicológicas, que geralmente são focos da pesquisa psicológica (incluindo características de comportamento observáveis e características inferidas, tais como motivação, habilidades, traços e atitudes). São consideradas também variáveis de processo, representando as várias formas de transmissão ou influência de variáveis populacionais nos

indivíduos. Os fatores biológicos e culturais, geralmente, são incluídos na psicologia transcultural.

Algumas questões conceituais têm surgido a respeito das habilidades humanas. Uma dificuldade encontrada para conceituar habilidade originou-se no fato de existir mais de uma maneira de empregar a palavra *habilidade*. Primeiro, a palavra pode ser usada com referência àquilo que uma pessoa pode fazer. Por exemplo, uma pessoa que toca piano tem habilidade musical, ou pelo menos habilidade de tocar piano. Neste caso a palavra *habilidade* está sendo usada de um modo puramente descritivo. Segundo, a palavra *habilidade* é usada como referência à causa que leva uma pessoa a fazer algo. Então é possível que alguém toque piano porque tem habilidade musical ou, alternativamente, habilidade para tocar piano (Howe, 1996, p. 40).

A definição da palavra *habilidade* é mais problemática que a sua mera descrição. Embora Spearman tenha olhado para as habilidades (e, especialmente, para a inteligência geral) como sendo qualidades causais, atualmente não existe segurança a respeito dessa característica. A distinção entre o uso das conotações descritiva e explicativa da palavra *habilidade* não é sempre clara, e algumas vezes elas se sobrepõem. O importante é que, mesmo ao escolher concepções alternativas de *habilidade*, este constructo não pode ser explicativo e descritivo ao mesmo tempo, sendo importante o uso de palavras específicas e conceitos claramente definidos. (Howe, 1996) .

Um ponto de concordância a respeito das habilidades é que uma habilidade não é algo palpável como algumas pessoas tendem a afirmar. Um exemplo seria o enfoque psicológico não científico, enfoque este que parece persistir quando são tratadas questões psicológicas (Howe, 1996) .

Esse autor comentou que uma habilidade não pode ser tocada ou ter descrita sua natureza física, mas pode ser feito um esforço para defini-la. Por outro lado, a menos que se aceite a noção de dualismo, pode-se concordar com a existência de uma personificação física correspondente a qualquer

capacidade psicológica. Mesmo que a habilidade não seja um elemento visível, não seria correto afirmar que não existe um evento material ou um mecanismo que corresponda à noção de habilidade (no uso explicativo do conceito). O autor comentou ainda que, às vezes, surgem evidências claras dos aspectos materiais de uma habilidade, por exemplo, quando as capacidades desaparecem em consequência de um dano no cérebro.

Alguns sistemas de processamento que contribuem para as atividades instruídas do cérebro são, pelo menos em parte, modulares, e operam com um certo grau de independência e autonomia, e os mecanismos computacionais necessários para as várias capacidades mentais são localizados fisicamente em áreas particulares do cérebro. Embora as habilidades não sejam “coisas”, no sentido de que não se pode visualizá-las, os processos psicológicos correspondentes a elas têm natureza física.

Ao fazer analogia entre os computadores e seus programas e as habilidades humanas, Howe (1996) faz referência a duas questões que surgem ao se tentar compreender melhor o conceito de habilidade. Uma delas é a dificuldade para decidir “como” e “onde” colocar os limites entre habilidades diferentes, e a outra diz respeito às relações entre as capacidades psicológicas e os eventos físicos correspondentes no cérebro. Computadores e cérebro operam em mais de um nível, dois dos quais estão no nível de desempenho (tipo de fenômenos que os psicólogos examinam e medem) e no nível físico (correspondente ao *hardware* do computador e à anatomia e fisiologia do cérebro). Isso não significa que existe união entre eles ou, correspondentemente, que conhecimento e entendimento em um nível contribuam necessariamente para o conhecimento e entendimento em outro nível.

Já Kyllonen (1993) estudou a capacidade da memória de trabalho, retomando as contribuições de Spearman, enfatizando o fator geral da cognição humana. Spearman desenvolveu numerosos métodos, analisando escores de teste de habilidade, incluindo fidedignidade e análise fatorial.

Métodos como a análise fatorial levaram Spearman a estabelecer a necessidade de um fator geral da cognição, isto é, um fator que realmente influenciasse todo o desempenho cognitivo.

Kyllonen (1994) apresentou uma revisão das teorias de processamento da informação propostas para o estudo da inteligência humana e desenvolvidas nos últimos 20 anos, enfatizando que os parâmetros de processamento, tais como a codificação e a comparação, além de outras variáveis estratégicas, poderiam, futuramente, substituir os fatores psicométricos tradicionalmente conhecidos, tais como o verbal, o espacial, o numérico e as habilidades de raciocínio. Segundo esse autor, o modelo de habilidade humana convencional, algumas vezes também chamado de modelo fatorial, está baseado em uma metodologia de análise estrutural exploratória, interpretada a partir de uma matriz de intercorrelações entre os escores computados a partir dos vários testes de habilidade. Os métodos de análise estrutural, tais como a análise fatorial, a análise de cluster e as escalas multidimensionais, são destinados a revelar a regularidade dos dados correlacionados.

Ainda segundo Kyllonen (1996), a metodologia exploratória, principalmente a análise fatorial, revela uma ilustração robusta da organização das habilidades, mostrando duas características principais. A primeira é que as habilidades são organizadas hierarquicamente, o que significa que o escore do desempenho sobre algum teste dado pode ser determinado por um fator geral e por um fator mais específico (como, por exemplo, o fator verbal), e talvez por um fator ainda mais específico (por exemplo, um fator de fluência verbal). Tem existido controvérsia entre alguns autores quanto ao número de estratos ou camadas nesta hierarquia: por exemplo, Carroll (1993), sugeriu três estratos, enquanto outros autores sugeriram um número maior de estratos. A segunda característica é que o modelo convencional de habilidades refere-se à identidade destes fatores mais específicos (tais como o verbal, o espacial e o quantitativo) e estes são apresentados na literatura, de diferentes formas.

As conclusões tiradas da psicometria tradicional, como: a organização hierárquica das habilidades e a existência de fatores, tais como o verbal, o quantitativo e o espacial, foram descobertas legítimas que deveriam ser conciliadas com alguma teoria geral de habilidades. No entanto, a psicologia cognitiva e as teorias do processamento de informação têm prendido a atenção de muitos pesquisadores, porque eles perceberam a fraqueza das conclusões da psicometria. Uma delas seria porque, embora estas proposições tenham identificado dimensões de desempenho robusto, não fazem referências às questões do significado de tais dimensões. Uma crítica comum tem sido a de que as proposições psicométricas não estariam integradas com a psicologia cognitiva, embora os dois campos meçam, essencialmente, o mesmo fenômeno. A psicometria não poderia descobrir fatores de desempenho que tenham sido deixados fora de um estudo. O uso do modelo cognitivo ou do processamento da informação pode evitar alguns destes problemas, pois um deveria complementar o outro (Kyllonen, 1996).

Embora haja muitos debates sobre o processamento de informação, as teorias estão de acordo com as linhas gerais do sistema. Kyllonen (1996) apresentou um “modelo de processamento de informação consensual” que é composto de uma memória de trabalho a curto prazo e de duas memórias a longo prazo, uma contendo o conhecimento declarativo e a outra o conhecimento de procedimento, como está apresentado na Figura 1.

O conhecimento declarativo é representado por três arquivos (verbal, quantitativo e espacial) contendo pastas; o conhecimento de procedimento é representado por disquetes (também agregados por conteúdo).

A memória de trabalho é o local onde ocorre o pensamento imediato, contendo duas pastas e um disquete. Isso indicava a capacidade limitada do sistema da memória de trabalho, junto com a idéia de que os limites referiam-se à quantidade de material (pastas) que podiam ser processadas (disquetes) em algum tempo.

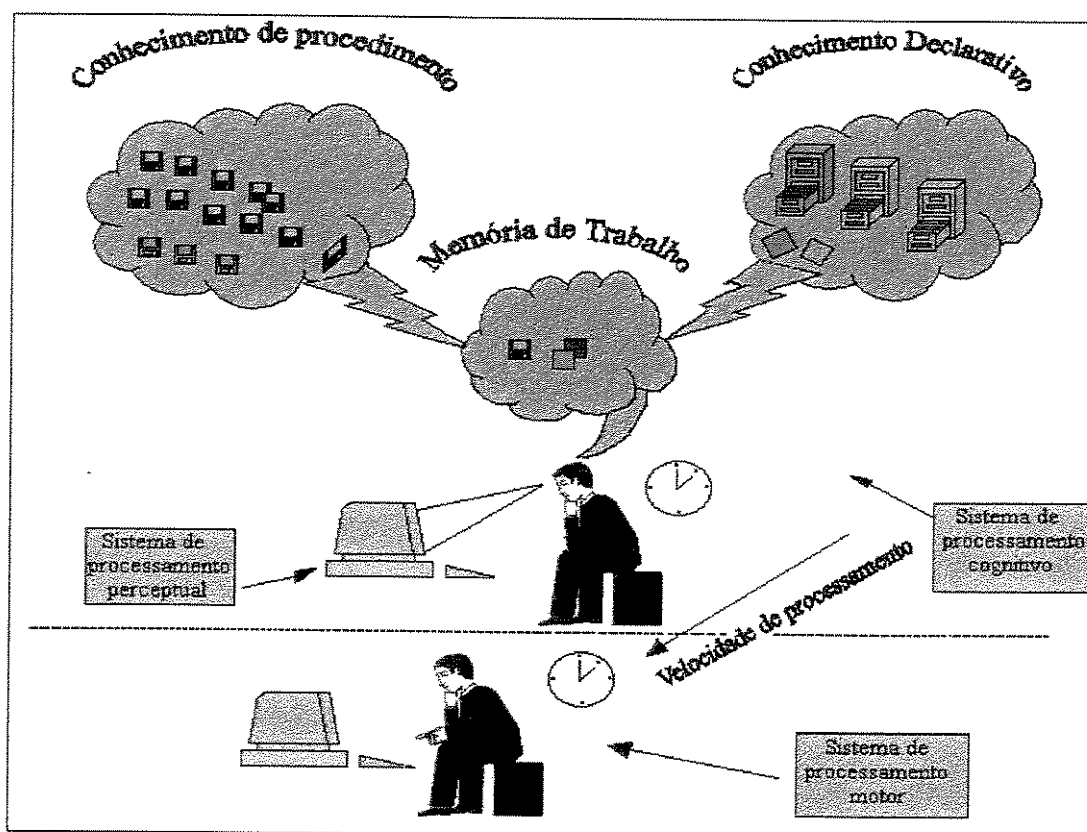


Figura 1 - Modelo do processamento da informação consensual, ressaltando as fontes chaves das diferenças individuais que motivam as distinções do processamento no Modelo CAM (Kyllonen, 1996, p. 54)

Uma outra característica é que a atividade de processamento ocupa um lugar no tempo real (representado por um relógio na Figura 1), e que os vários sistemas ou processamentos trabalham juntos para transformar entradas percebidas em algum tipo de resposta motora.

Os componentes principais deste sistema de processamento de informação consensual poderiam servir como fonte de diferenças individuais.

A taxionomia denominada *Cognitive Abilities Measurement (CAM)*, proposta por Kyllonen (1996), mediu e descreveu as habilidades cognitivas a partir de quatro fatores (memória de trabalho, velocidade de processamento, conhecimento declarativo e conhecimento de procedimento), ponderados em

três áreas de domínio (verbal, quantitativo e espacial), como apresentado na Figura 2, a seguir.

FATORES FONTE	DOMÍNIO		
	Verbal (V)	Quantitativo (Q)	Espacial (E)
Velocidade de Processamento (VP)	 VPV	 VPQ	 VPE
Memória de Trabalho (MT)	 MTV	 MTQ	 MTE
Conhecimento Declarativo (CD)	 CDV		
Conhecimento de Procedimento (CP)	 ←	 CP →	 →

 Tipos de testes em cada célula; total de 25 testes com 15 minutos cada

Figura 2 - Taxionomia das Medidas de Habilidades Cognitivas (Kyllonen, 1996, versão 1, p.55)

Kyllonen (1996) construiu uma bateria de 25 testes, com duração de 6 horas e a aplicou a um grupo de 350 sujeitos. Este estudo fez parte de um outro, de maior abrangência, sobre as relações entre as variáveis de aptidão e as variáveis de aprendizagem de programação de computadores. Para cada teste foram calculadas as porcentagens de respostas corretas ou, no caso da velocidade, as porcentagens de respostas corretas divididas pela quantidade de tempo gasto em cada item. Estes escores foram computados em uma matriz de covariância 25x25 e analisados a partir de métodos de análise fatorial confirmatória, que é uma extensão da análise fatorial na qual são testadas hipóteses específicas sobre a estrutura das cargas fatoriais e intercorrelações.

Os vários modelos sugeridos pela taxionomia *CAM* estão descritos a seguir, sendo que os três primeiros são modelos “puros” e os três últimos são

modelos “combinados”; os modelos de (a) a (e) são categóricos e o (f) é hierárquico:

- (a) modelo de um fator (presume-se que cada um dos 25 testes tem uma carga sobre um único fator geral g);
- (b) modelo de três fatores-conteúdo (presume-se que as correlações entre os testes podem ser atribuídas aos conteúdos (verbal, quantitativo e espacial) separados, os quais estão intercorrelacionados);
- (c) modelo de quatro fatores (presume-se que as correlações entre os testes podem ser atribuídas somente aos *fatores-fonte*, os quais são correlacionados entre si);
- (d) combinação entre os modelos que utilizam o *fator-conteúdo* e os *fatores-fonte* (cada um dos três *fatores-conteúdo* são correlacionados com cada um dos outros; cada um dos quatro *fatores fonte* são correlacionados com cada um dos outros, mas os *fatores conteúdo* e *fonte* são ortogonais, correspondendo ao modelo multimétodo-multitratamento; numa estrutura formal;
- (e) modelo *fator-célula* (para cada célula da taxionomia *CAM* existe um fator: velocidade de processamento verbal(VPV), memória de trabalho espacial (MTE), entre outros. Deve ser notado que existe apenas uma célula de conhecimento declarativo e que os três domínios são combinados no fator de conhecimento de procedimento;
- (f) modelo *hierárquico* (consiste de um fator geral g e outros fatores primários, onde o fator geral não é correlacionado com os fatores primários).

Para identificar os fatores no modelo hierárquico, geralmente é necessário identificar ou designar um dos modelos primários como fator geral.

Neste modelo, os três *fatores-célula* de memória de trabalho são identificados como o fator geral, por dois motivos: primeiro, em pesquisas anteriores, Kyllonen e Christal (1990) encontraram altas correlações entre capacidade de memória de trabalho e o fator geral e, segundo, porque a memória de trabalho mostrou-se melhor que os outros fatores na função de ser identificada como fator geral, no momento da representação dos dados.

A partir da matriz de correlações, Kyllonen (1996) testou a adequação dos modelos mencionados acima, além de vários outros, usando os procedimentos da análise fatorial confirmatória, tendo obtido os seguintes resultados: os modelos menos adequados foram aqueles que incluíram os fatores de conteúdo ou fonte isoladamente, significando que ambos os fatores são necessários; os modelos mais adequados foram aqueles de fator-célula e fator fonte-mais-conteúdo (ou $4 + 3$); os modelos hierárquicos foram ligeiramente mais adequados que os categóricos.

Segundo Kyllonen (1996), estes modelos são consistentes com a estrutura *CAM*, são bons ajustes e podem ser usados para levantar diferentes tipos de questões. Por exemplo, os modelos hierárquicos que, por definição, incluem o fator geral, descrevem os dados ligeiramente melhor que os modelos categóricos, que não incluem um fator geral. Isto permitiu discutir a existência de um fator geral. Por outro lado, pode-se considerar que os modelos categóricos são virtualmente equivalentes e podem ser considerados na exploração da natureza dos fatores.

Para esse autor, a controvérsia sobre a existência de um sistema de memória de trabalho único ou múltiplo, ou sistemas de memória de trabalho independentes, pode ser encontrada na literatura a respeito das teorias cognitivas. Algumas dessas teorias revelam a existência de sistemas de memória de trabalho separados para as várias áreas de conteúdo. O autor salienta também que não existe razão para esperar que estes sistemas separados sejam todos altamente correlacionados.

Sternberg (1996) discutiu as dificuldades que as pessoas encontram quando, ao ir à escola, acabam sendo vítimas da confusão que existe entre habilidades, ensino e avaliação. O autor exemplificou com o seu próprio caso: tirou um “C” na disciplina Introdução à Psicologia, pois era exigida a memorização do livro-texto e ele confessou nunca ter sido muito bom para memorizar textos. Isto foi suficiente para convencê-lo a estudar Matemática em vez de Psicologia, apesar de, mais tarde, ter descoberto que era mesmo pior em Matemática e, assim, ter decidido voltar para o curso de Psicologia.

De acordo com Sternberg (1996), tanto professores quanto alunos têm pago o custo da confusão entre os conceitos de habilidades, ensino e avaliação. Em Ciências, os alunos que são muito criativos e engenhosos podem receber notas baixas em disciplinas que requerem memorização. Em História, os estudantes hábeis em reconhecer as implicações dos eventos históricos do passado nos conflitos de políticas estrangeiras presentes, podem não ser hábeis para lembrar datas e nomes de tratados requeridos, com alto grau, em testes de múltipla escolha. Na aprendizagem de Língua Estrangeira, os estudantes que não conseguem captar a linguagem do contexto estão sujeitos a métodos de memorização e mímica de apresentação, que é mais estrangeiro do que a língua estrangeira. Em Matemática, os estudantes que não conseguem visualizar facilmente relações complexas, são forçados a aprender algebricamente as técnicas matemáticas, apesar da utilidade dos isomorfismos geométricos.

Com base nos dados obtidos em suas pesquisas, Sternberg (1996) discutiu as seguintes questões: existe compatibilidade entre habilidades, ensino e avaliação? Se existe, como se daria esta compatibilidade? Uma vez que se sabe como se dá esta compatibilidade, qual a vantagem disso? A hipótese proposta por esse autor é de que esta compatibilidade existe, que não é difícil de ser constatada, e que tanto professores quanto alunos podem tirar proveito disso, mas está longe de ser aceita universalmente.

Autores como Cronbach e Snow (1977), tratando dessa mesma questão, fizeram uma extensa revisão dos estudos sobre a interação aptidão-tratamento, e concluíram que, para a maioria dos investigadores, havia problemas em mostrar convincentemente que tais interações existiam e, na maioria das vezes, quando isto podia ser feito, os investigadores não chegavam a demonstrar uma interação com a habilidade geral.

Sternberg (1996), baseado na sua Teoria Triádica da Inteligência, elaborou instrumentos de ensino e avaliação com o objetivo de mostrar a utilidade de sua abordagem, tanto na prática, quanto na teoria.

Um dos instrumentos elaborado por Sternberg (1993) com o objetivo de relacionar habilidades, ensino e aprendizagem, foi aplicado a sessenta e cinco universitários, considerados inteligentes e que se encontravam matriculados em uma disciplina de Psicologia Introdutória. Os estudantes foram selecionados e avaliados segundo os aspectos de desempenho analítico, criativo e prático. Foram divididos, aleatoriamente, em três grupos, sendo que no primeiro foi enfatizado o pensamento analítico, no segundo o pensamento criativo e no terceiro o pensamento prático. Os alunos dos três grupos foram avaliados quanto ao mérito nos três aspectos considerados. O delineamento básico foi o de três tratamentos, $3 \times 3 \times 3$. O teste foi dividido em relação a “processo” e “conteúdo”, sendo considerados três níveis de processo (analítico, criativo e prático) e quatro níveis de conteúdo (verbal, quantitativo, figural – todos de múltipla escolha –, e experimental) que, combinados, totalizavam 12 subconjuntos de testes. Cada subconjunto de múltipla escolha continha dois itens práticos e quatro ou mais itens dos demais. A variável tempo não era controlada. Todos os alunos tiveram aulas expositivas e receberam textos que enfatizavam a discussão nos seguintes sentidos: *analítico*, dando ênfase à análise teórica, crítica de experimentos e avaliação de conceitos em Psicologia; *criativo*, dando ênfase à geração de novas teorias, pensamento sobre novos experimentos, imaginando como as teorias podem ser mudadas se certas suposições forem mudadas; *prático*,

dando ênfase ao uso de conceitos psicológicos, teorias e dados para informar e melhorar a vida cotidiana.

A análise dos dados desse estudo de Sternberg (1996) mostrou que os resultados obtidos para o grupo de habilidade criativa estavam de acordo com as predições do autor. Os estudantes identificados como criativos e que participaram das sessões de ensino com ênfase na criatividade, superaram todos os sujeitos dos outros grupos quando eram avaliados quanto a este aspecto. Os resultados foram similares para o grupo de habilidade prática. Os resultados do grupo de habilidade analítica foram diferentes e mostraram que os sujeitos muito analíticos foram os menos eficientes quando avaliados em relação a este aspecto. Esse resultado teve um efeito principal em uma direção errada, o qual foi esclarecido posteriormente a partir de entrevistas feitas com os alunos. Os estudantes deste grupo eram aqueles que sempre se saíam bem nos testes padronizados escolares, pois os dois pólos, o escolar e o dos testes, são baseados em habilidades mais analíticas do que criativas e práticas. Muitos dos alunos com habilidade analítica já tinham sido rotulados como “dotados para a carreira acadêmica” e estavam preparados para receber o grau “A” nas disciplinas, colocando pouco esforço nisso. Estes resultados levaram os autores a introduzir notas regulares nas disciplinas cursadas por aqueles sujeitos e isto foi feito com o objetivo de levar os alunos a estudarem com maior frequência.

Ao longo da vida escolar, o estudante é submetido a várias situações de ensino e muitas modificações podem ocorrer em seu pensamento, sentimento e ações. Embora o funcionamento da mente de uma pessoa e os processos internos que nela ocorrem não possam ser visualizados e analisados, determinados aspectos de seu intelecto ou de sua habilidade podem ser inferidos a partir da observação de seus comportamentos, desempenho ou realizações.

Nessa perspectiva, compreender como se relacionam as atitudes, as habilidades e o desempenho dos estudantes pode auxiliar no planejamento e avaliação do ensino-aprendizagem de uma disciplina. Desta maneira, conceituar o termo “atitude” poderá permitir uma análise mais fundamentada desses relacionamentos.

O CONCEITO DE ATITUDE

O conceito de atitude é visto por Vinacke (1974) como um processo mediacional que precisa ser diferenciado de conceito.

“Os conceitos têm a função de selecionar e organizar os efeitos de estímulos extrínsecos (por exemplo, experiência, conhecimento e informação), enquanto as atitudes têm a função de selecionar e regular as respostas. Assim, os conceitos referem-se aos *significados* dos objetos, enquanto que as atitudes se referem à *escolha e decisão*. Em sentido mais amplo, conceitos e atitudes não são independentes um do outro, mas representam componentes dos sistema cognitivo complexo” (Vinacke, 1974, conforme citado por Brito, 1996, p. 1).

Brito (1996) destacou ainda que a

“atitude, enquanto um tema da Psicologia, é também um conceito, pois refere-se ao conhecimento organizado que foi acumulado a seu respeito, podendo ser classificado em constructo mental (a concepção de cada indivíduo sobre o que é atitude) e entidade pública (o conhecimento acadêmico acumulado a respeito desse conceito)” (pp. 1-2).

A autora ressaltou que “*não existem dúvidas entre os autores da literatura psicológica de que as atitudes estão internamente relacionadas à motivação, mas nem por isso devem ser vistas como o mesmo fenômeno*” (Brito, 1996, p. 2). Comentou ainda que vários autores trataram da evolução do termo “atitude” e é interessante notar como o emprego do termo foi, gradativamente, sendo alterado: evoluindo de uma concepção mais ligada ao

somático para uma concepção mais relacionada aos aspectos cognitivos e afetivos.

Na análise dos textos referentes às atitudes, Brito (1996) concluiu que *“além de não existir concordância com relação à definição de atitudes, também existe dificuldade em separar conceitos que são semelhantes, mas não sinônimos de atitudes. Muitas vezes, por serem conceitos próximos, eles são, erroneamente, tratados como a mesma coisa”* (p. 7). A autora faz referência ao trabalho de Shrigley, Koballa e Simpson (1988), que também buscaram diferenciar os vários termos que podem ser confundidos com as atitudes. Esses autores destacaram, como conceitos relacionados às atitudes, as crenças, as opiniões e os valores. De acordo com esses autores, se fossem tomadas em um *continuum*, as crenças estariam mais próximas dos componentes cognitivos, ao passo que as atitudes estariam mais próximas do componente afetivo. Tanto as atitudes quanto as crenças são aprendidas, bi-direcionais (gostar/não gostar) e estão mescladas ao impulso-para-a-ação. Entretanto, as crenças são mais estáveis, duradouras e resistentes que as atitudes, sendo que algumas crenças são observáveis, enquanto as atitudes, não. Muitas vezes, as atitudes podem ser inferidas a partir do comportamento.

Com relação a atitudes em relação à Matemática, a análise da literatura feita por Brito (1996) mostrou que os termos atitudes, crenças e valores são, muitas vezes, empregados como sinônimos, o que gera confusão e obscurece ainda mais a compreensão do significado do conceito. A autora afirmou que os indivíduos apresentam *opiniões* e *crenças* com relação à matemática (por exemplo, emitem opiniões baseadas na crença de que a Matemática é uma disciplina “mental”, isto é, treina a mente para várias atividades). Segundo a autora, professores com esse tipo de crença atribuem um valor exagerado a essa disciplina, acreditando que a memorização “treina” a mente e com isso podem influenciar as atitudes de seus alunos, levando-os a gostar menos de

resolver problemas matemáticos e a apresentar um baixo desempenho (comportamento) na disciplina.

Dentre as várias definições de atitudes, Brito (1996) destacou a de Guilford (1954) como uma definição importante a ser considerada. Assim, a atitude seria uma disposição pessoal, presente em todos os indivíduos, podendo apresentar variados graus, sendo que, segundo aquele autor, o ser humano reage de maneira favorável ou desfavorável (positiva ou negativa, em outros termos) a objetos, situações, fatos, indivíduos, proposições, etc. (Brito, 1996).

Ainda de acordo com a autora, as atitudes estão relacionadas à motivação, sendo esta a responsável pela natureza bipolar da atitude, quando esta é vista como um *continuum*. Como a motivação se manifesta em termos de apetites ou aversões, os indivíduos desenvolvem inclinações favoráveis ou desfavoráveis em relação a objetos ou classes de objetos. A maneira como as atitudes são formadas e desenvolvidas é determinada através de aprendizagens de discriminação e generalização com relação aos objetos de atitudes.

Brito ressaltou também a definição de Stagner (1937), que contém vários elementos de uma definição posterior de Guilford, e foi básica para o seu trabalho, assim como para este:

“A atitude é sempre caracterizada por (1) um objeto, (2) uma direção e (3) intensidade. O objeto pode ser considerado o aspecto cognitivo ou intelectual da experiência; a direção é dada pelo grau predominante de sentimento de prazer ou desprazer em relação a esse objeto, entendido cognitivamente; a intensidade pode ser pensada em relação à tensão ou grau de atividade que vai ser liberada por situações que envolvem as atitudes” (Stagner, 1937, como citado por Brito, 1996, p. 10).

A autora comentou que se a atitude com relação à Matemática fosse adaptada à definição de Stagner (1937), poderia ser dito que essa atitude em particular se caracterizaria por um objeto (a Matemática), uma direção (positiva ou negativa) e uma intensidade (gostar da ou ter aversão à

Matemática). A definição de *atitude* apresentada pela autora é baseada nas várias definições previamente apresentadas por outros autores, e aponta a atitude como sendo “*uma disposição pessoal, idiossincrática, presente em todos os indivíduos, dirigida a objetos, eventos ou pessoas, que assume diferente direção e intensidade de acordo com as experiências do indivíduo. Além disso, apresenta componentes do domínio afetivo, cognitivo e motor*” (Brito, 1996, p. 11).

No presente trabalho o interesse está focado na atitude com relação à Estatística, e neste caso o objeto Matemática poderia ser substituído por Estatística. Os subsídios teóricos que constituíram o trabalho desenvolvido por Brito foram também considerados, aqui, como essenciais para a compreensão da influência das atitudes no processo ensino-aprendizagem.

HABILIDADES MATEMÁTICAS NECESSÁRIAS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE ESTATÍSTICA

Klausmeier e Goodwin (1977) definiu que o termo habilidade refere-se:

“ao nível de proficiência numa tarefa unitária ou numa configuração de tarefas. As habilidades são adquiridas com vários níveis de aperfeiçoamento. Adquirindo cada uma dessas habilidades, o indivíduo aprende uma seqüência de atividades e as executa rápida e precisamente. Envolvidas no desempenho de cada habilidade, entretanto, estão as capacidades mais básicas” (p. 69).

Já Krutetskii (1976), a partir do estudo longitudinal realizado com crianças altamente capazes em Matemática, afirmou que as habilidades são qualidades internas de uma pessoa para o desenvolvimento de uma atividade definida. Porém, uma definição de habilidade deve ilustrar o tipo de fenômeno a que se referem essas qualidades, tendo em vista que nem todos os processos internos fazem parte das habilidades. Para esse autor, os seguintes processos fazem parte das habilidades: os processos sensoriais, os processos motores, o

pensamento, a memória, a atenção e a imaginação, uma vez que eles permitem o desenvolvimento bem sucedido de uma determinada atividade (Neumann García, 1995).

Ao fazer referência ao “conjunto de condições que permitem realizar uma atividade com sucesso”, Krutetskii (1976) propõe o conceito de prontidão (*readiness*), o qual reúne habilidades, personalidade, estado mental, atitudes, conhecimentos, destreza e hábitos.

Dentro do contexto das variáveis mentais, as habilidades seriam condições necessárias, mas não suficientes, para a execução bem sucedida de uma atividade, e nenhuma atividade isolada, mesmo sendo muito desenvolvida, garante o sucesso de uma tarefa ou atividade. Esse aspecto pode ser verificado em Brito, Fini e Neumann García (1994), cujo estudo mostrou que a habilidade verbal era uma condição necessária, mas não suficiente, para a solução de problemas matemáticos propostos àquele grupo.

A solução de problemas destaca-se como um ponto central durante a vida escolar, de forma que os estudantes possam explorar, criar, acomodar-se a condições modificadas e recriar, de forma ativa, os conhecimentos com os quais se defronta durante a vida. Por essa razão, as habilidades envolvidas na solução de problemas têm sido estudadas por inúmeros pesquisadores ao longo desse século e em diferentes partes do mundo (Brito, Fini e Neumann García, 1994).

Neumann García (1995) mostrou como Krutetskii (1976) resumiu as habilidades, destacando os seguintes pontos:

- (1) as habilidades são específicas: são sempre habilidades para uma determinada classe de atividades;
- (2) a habilidade é um conceito dinâmico: surgem e se desenvolvem durante a realização da atividade adequada;

(3) há alguns períodos na vida dos indivíduos que são mais favoráveis para o desenvolvimento de uma habilidade, sendo que algumas habilidades são transitórias e provisórias;

(4) o progresso e o sucesso na execução de uma atividade dependem de um complexo de habilidades e não de uma habilidade tomada isoladamente;

(5) um alto desempenho em uma atividade pode ser produzido por diferentes combinações de habilidades; em princípio, pode-se falhar em diferentes classes de habilidades, por exemplo, em distintas classes de habilidades matemáticas;

(6) dentro de limites muito amplos, uma deficiência em uma habilidade pode ser compensada por outra habilidade; portanto, é possível obter um desempenho excepcional mesmo que o indivíduo apresente fraquezas ou deficiências em relação a alguma habilidade.

Em um estudo exploratório sobre as relações entre solução de problemas que evidenciavam o raciocínio matemático e o desempenho verbal de 60 estudantes de 1º e 2º anos de um curso noturno de Licenciatura em Matemática, da Universidade Estadual de Campinas, Brito, Fini e Neumann García (1994) concluíram que as habilidades envolvidas nas atividades de solução de problemas foram as mais importantes dentre as aptidões matemáticas; além disso, a compreensão da natureza do problema foi tão importante para a sua solução quanto a exigência de um conjunto de habilidades matemáticas; o raciocínio verbal apresentou alguma relação com o fator matemático geral, mas não foi um elemento de primeira importância; é necessário um mínimo de habilidade verbal para possibilitar a compreensão da natureza matemática do problema, e esse mínimo foi alcançado pela maioria dos estudantes universitários, sujeitos da pesquisa.

Krutetskii (1976) sugeriu a existência de três estágios básicos na atividade mental durante a solução de problemas matemáticos: a obtenção da informação matemática, o processamento matemático da informação e a

esquemas internos. Um esquema é um conjunto de conhecimentos relacionado com um fenômeno ou acontecimento “padrão”, que é elaborado com base na experiência prévia. Assim, um “bom” solucionador de problemas é o sujeito que possui esquemas adequados que possibilitam a identificação da informação relevante, o estabelecimento de relações entre os elementos e a orientação do pensamento e da ação para a solução do problema (Littlefield e Rieser, 1993; Morales, Shule e Pellegrino, 1985; Schoenfeld e Herrmann, 1982). Por outro lado, parece que esta habilidade pode melhorar com um ensino adequado (Sigurdson e Olson, 1992; Sweller, 1989; Weaver e Kintsch, 1992).

Brito (1993), em artigo publicado em 1993, fez referência às habilidades matemáticas básicas e à importância da preparação dos estudantes nestas habilidades. Entre outros, citou o estudo desenvolvido por Israel Scheffler (1991), no qual o autor discute o significado das habilidades matemáticas básicas e o ensino dessas habilidades, relacionando-as com as atitudes em relação à Matemática e a prática dos professores dessa disciplina.

Do ponto de vista da autora, não existe acordo sobre quais seriam as habilidades matemáticas básicas e quais poderiam ser listadas como sendo básicas para a aprendizagem de Matemática. No entanto, os educadores matemáticos concordam sobre a necessidade de melhoria no ensino das habilidades básicas (Brito, 1993).

Dentre os objetivos cognitivos que levam ao desenvolvimento das habilidades básicas, aqueles que encontram maior consenso, baseados nas dez habilidades cognitivas selecionadas pelo *National Council of Supervisors of Mathematics [NCSM]* (1978), são as seguintes: solução de problemas; aplicação da Matemática em situações cotidianas; prontidão para a “racionalidade dos resultados”; estimativa e aproximação; habilidades apropriadas de cálculo; geometria; medidas; tabelas, diagramas e gráficos;

retenção da informação matemática. A cada um desses estágios corresponde uma ou várias habilidades matemáticas.

No estágio da obtenção da informação matemática há necessidade da habilidade para formalizar a percepção do material matemático e para compreender a estrutura formal do problema.

No estágio do processamento da informação matemática é necessário possuir a habilidade para pensar logicamente na área das relações espaciais e quantitativas, números e símbolos alfabéticos; habilidade para pensar em símbolos matemáticos; habilidade para generalizar de forma abrangente e rápida os conteúdos matemáticos, as relações e as operações; habilidade para reduzir os processos matemáticos e os sistemas correspondentes de operações; habilidade para pensar através de estruturas reduzidas; flexibilidade dos processos mentais na atividade matemática; inclinação pela clareza, simplicidade, economia e racionalidade da solução; habilidade para uma reconstrução rápida e livre da direção de um processo mental, revertendo a seqüência do pensamento de uma direção para a outra (reversibilidade do processo mental no raciocínio matemático).

Para a retenção da informação matemática o indivíduo deve apresentar a chamada memória matemática, ou seja, uma memória generalizada para relações matemáticas, esquemas, argumentos e provas, métodos de solução de problemas e princípios de abordagem.

Diversos autores estudaram a capacidade para formalizar a percepção matemática, às vezes com diferentes nomenclaturas, e quase todos concluíram que a compreensão do problema é um elemento fundamental na solução de problemas matemáticos (Anand e Ross, 1987; Larkin, 1980; Littlefield e Rieser, 1993; Montague e Applegate, 1993; Morales, Shule e Pellegrino, 1985; Muth 1992; Schoenfeld e Herrmann, 1982).

Muitos autores que se basearam no processamento de informação consideraram a compreensão do problema quase como um sinônimo da representação inicial adequada do problema. Esta representação é guiada por

capacidade de usar a matemática como predição; uso de computadores (Brito, 1993).

O conhecimento das habilidades matemáticas básicas necessárias para um adequado domínio dos conceitos de Estatística é importante para a preparação dos estudantes nestas habilidades. O ensino desta disciplina a partir do conhecimento das habilidades básicas, relacionando-as com as atitudes frente à Estatística, e mais a prática dos professores dessa disciplina, poderá oportunizar um ensino-aprendizagem mais adequado.

Atualmente estão ocorrendo mudanças no campo da educação estatística que buscam “avaliar” como os estudantes realmente entendem os conceitos da Estatística e como aplicam seus conhecimentos para solucionar problemas dessa disciplina.

Na avaliação da aprendizagem de Estatística, muitas vezes são consideradas as habilidades, os procedimentos e o vocabulário, visando apenas testar o domínio de habilidades computacionais ou retenção de informações na memória dos estudantes (Hawkins, Jolliffe e Glickman, 1992). Algumas pesquisas, como a de Jolliffe (1991), mostraram que os estudantes que solucionavam um problema corretamente nem sempre entendiam esta solução ou as questões relacionadas a ela. Muitas vezes são memorizados os procedimentos de solução, sem uma compreensão adequada e significativa dos conceitos envolvidos.

Um dos objetivos principais de um curso introdutório de Estatística é desenvolver nos estudantes o entendimento de conceitos considerados importantes como a média, a variabilidade e a correlação. Além disso, fazer entender a variabilidade das amostras estatísticas, a utilidade da distribuição normal como um modelo de representação de dados e como escolher uma amostra a partir da qual possam ser feitas inferências.

As atuais reformas educacionais encorajaram os professores, na avaliação educacional, a tratar mais amplamente as maneiras de “avaliar” e as formas de usar os resultados desta avaliação no processo de ensino-

aprendizagem. Dois dos princípios básicos para a avaliação matemática apontados pelo Mathematical Sciences Education Board (MSEB, 1993) incidem sobre a Estatística: (1) o *fundamento do conteúdo*: a avaliação deve refletir o conteúdo estatístico que seja mais importante para o aluno aprender; (2) o *fundamento da aprendizagem*: a avaliação deve ressaltar a aprendizagem de Estatística e o suporte às boas práticas de instrução.

Além dos conceitos, das habilidades e dos tipos de pensamento, os professores deveriam mostrar aos estudantes que a disciplina Estatística difere da Matemática. Não é necessário ser matemático para entender a Estatística. Existem muitas maneiras diferentes de solucionar um problema estatístico, e podem ser tiradas diferentes conclusões baseadas nos mesmos dados se forem feitas diferentes suposições e usados diferentes métodos de análise. (Garfield, 1994a).

Neste sentido o ensino, cada vez mais, deve produzir estratégias que privilegiem não só a aprendizagem de conteúdos, mas também a aprendizagem de estratégias de adaptação a situações novas, que possam ajudar na solução dos problemas reais.

CAPÍTULO 2

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Segundo Brito e Fini (1994)

“A Educação Matemática é uma área recente que, partindo das contribuições da própria Matemática, da Psicologia Educacional, da Filosofia da Educação e, mais recentemente, da Sociologia, trata de explicar os complexos fenômenos componentes do processo de ensino-aprendizagem da Matemática, situados em diferentes ambientes culturais”(p. 33).

A Educação Matemática é uma área relativamente nova e o próprio termo *Mathematics Educators* (Educadores Matemáticos ou Matemáticos-Educadores) é uma designação recente que deve englobar todos aqueles engajados no ensino-aprendizagem de Matemática, envolvendo, particularmente, indivíduos que atuam no ensino, na pesquisa e na formação de novos professores para trabalhar em qualquer um dos graus de ensino (Griffiths e Howson, 1974, citado por Brito e Fini, 1994).

Entre os objetivos apontados pelas autoras (Brito e Fini, 1994), destacaram-se aqueles que devem orientar os trabalhos dos docentes-pesquisadores envolvidos com essa área: (1) o estudo de situações de ensino e de aprendizagem de Matemática tal como ocorrem ao longo da escolaridade e fora dela; (2) o conhecimento, discriminação ou reconhecimento de parâmetros teóricos que têm subsidiado, historicamente, a compreensão, explicação e predição do ensino e da aprendizagem na área de Educação Matemática; (3) a produção de conhecimentos novos sobre ações e concepções de ensino e aprendizagem, ou ambas, em áreas específicas de conhecimento e na consideração interdisciplinar do contexto sócio-educacional.

A necessidade da pesquisa em Educação Matemática é justificada por Brito e Fini (1994) porque:

"Estudiosos e pesquisadores têm apontado em teses, dissertações, estudos e publicações especializadas as inúmeras falhas existentes no ensino de Matemática. Pode-se perceber que ainda persistem as maneiras mais tradicionais de ensino com ênfase excessiva nas aulas expositivas e na memorização de algoritmos, desconsiderando por completo a experiência anterior do aluno. Os conteúdos matemáticos são apresentados em sua forma final, prontos e acabados, não relevando os processos de construção do conhecimento e as maneiras peculiares dos alunos aprenderem"(p. 35).

Neste sentido, a Estatística pode auxiliar na compreensão de alguns conceitos matemáticos, como comenta Austin (1992):

"Ao estudar conceitos matemáticos, é importante que os estudantes entendam como os conceitos se relacionam uns com os outros. Tal compreensão ajuda os estudantes a ver a matemática como um corpo estruturado de conhecimento, em lugar de fatos isolados. Esses conceitos não só podem ser relacionados entre si mas também podem ser representados de vários modos, como, por exemplo, graficamente, ajudando os estudantes a entendê-los melhor. Na estatística, isto é possível. Ela relaciona a matemática com situações reais e aplicadas, ajudando os estudantes a compreender melhor conceitos matemáticos estudados previamente"(p. 278).

Nesse artigo, Austin (1992) exemplificou tal situação através de problemas relativos a amplitude, mediana, média e variância de um conjunto pequeno de dados, e uma variável cujos gráficos podem ser utilizados para ajudar os estudantes na melhor compreensão destas funções estatísticas.

A consideração da Educação Matemática como uma atividade interdisciplinar e que reúne professores de várias áreas, inclusive professores

interessados em Educação Estatística, foi a principal motivação para o desenvolvimento da presente pesquisa.

EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA

A Estatística foi utilizada, na Antigüidade, por vários povos, para registrar o número de habitantes, de nascimentos, de óbitos, para cobrar impostos e realizar inquéritos quantitativos por processos que, hoje, chamaríamos de *estatísticas*. Somente a partir do século XVI surgiram as primeiras análises sistemáticas de fatos sociais, como nascimentos, óbitos, originando as primeiras tabelas e os primeiros números relativos (Crespo, 1993).

No século XVIII, o estudo de tais fatos foi tornando-se científico, sendo batizado por Godofredo Achenwall com o nome de “Estatística”, determinando o seu objetivo e suas relações com as ciências. Surgiram as representações gráficas e o cálculo de probabilidades. A Estatística deixou de ser uma simples catalogação de dados numéricos coletivos para se tornar o estudo de como chegar a conclusões sobre o todo a partir de observações de partes desse todo. Suas aplicações e utilidade encontram-se em quase todos os campos da atividade humana (Crespo, 1993).

Hoje a Estatística é uma ferramenta valiosa para a pesquisa científica em várias áreas de conhecimento, e por esta razão possui uma grande variedade de usuários que, na maioria das vezes, são leigos quanto ao seu uso e à interpretação de suas técnicas. Uma grande parte das técnicas estatísticas exige o domínio de uma linguagem própria e fórmulas complexas de cálculo que dificultam o seu uso e compreensão.

Com o fácil acesso a pacotes estatísticos computacionais, torna-se possível que usuários leigos usem técnicas estatísticas indiscriminadamente, sem o domínio dos conceitos básicos e sem uma análise cuidadosa da adequação dessas técnicas aos dados disponíveis, ou, ainda, que consumam

informações estatísticas sem uma análise crítica das mesmas (Dallal, 1990, conforme citado por Cazorla, Silva, Vendramini e Brito, 1999).

A educação estatística, principalmente para usuários de outras áreas de conhecimento, tem enfrentado sérios problemas, seja por lidar com conceitos abstratos, por usar notações e terminologias complexas, muitas vezes ambíguas e confusas, por ter a matemática como linguagem e também por lidar com problemas do mundo real que envolvem tomadas de decisões em condições de incerteza (Watts, 1991).

Por outro lado, o despreparo dos alunos em Matemática e a carga horária reduzida das disciplinas de Estatística no currículo dos cursos dificultam a sua aprendizagem.

Inovações promissoras para o ensino de Estatística têm sido pensadas e pesquisadas, porém o currículo oficial apresenta-se quase imutável. Rosenthal fez uso do termo “*sadistics*”, usado pelos alunos, para solicitar à comunidade da educação estatística que conheça e reflita sobre a percepção dos alunos em relação às disciplinas de Estatística. “*Onde há sadismo, há sofrimento, há vítimas*” e as vítimas são professores e alunos (Rosenthal, 1992, p.281, conforme citado por Cazorla et al., 1999).

Muitos estudantes ficam apreensivos quando enfrentam a expectativa de ter que cursar uma disciplina obrigatória de Estatística e frequentemente já entram na disciplina com atitudes negativas em relação a ela, ou as desenvolvem ao longo das aulas (McCall, Madjidi e Belli, 1991; Wise, 1985).

Segundo Gal e Ginsburg (1994), os problemas de ordem afetiva na aprendizagem da Estatística, tais como sentimentos, atitudes, crenças, expectativas, interesses e motivação, se negativos, podem dificultar a aprendizagem da disciplina ou retardar o desenvolvimento da intuição estatística e seu potencial de aplicação no campo profissional.

Muitos dos currículos universitários atuais se deparam com dois temas aparentemente conflitantes, a saber: (1) aumentar a qualidade de ensino dando

maior ênfase aos elementos pedagógicos - tais como a aprendizagem ativa nas aulas de Estatística, a interdisciplinaridade, o esboço das experiências vividas pelos estudantes - e, (2) enfrentar o decréscimo dos recursos destinados ao ensino.

Um dos objetivos da educação estatística é desenvolver habilidades que permitam flexibilizar o pensamento durante a solução de problemas e a análise de dados, opondo-se à preocupação única de ensinar os passos e os cálculos necessários para estes fins (Gal e Ginsburg, 1994). Esses autores enfatizaram a criação de uma situação agradável para a solução de problemas estatísticos, salientando que o processo de ensino-aprendizagem desta disciplina requer dos professores a construção de uma atmosfera emocionalmente agradável, na qual os estudantes sintam-se seguros para explorar, conjecturar e hipotetizar.

Situações como as apresentadas por Perney e Ravid (1991) devem ser evitadas ou trabalhadas pelos docentes. Esses autores descreveram uma cena familiar nas aulas de Estatística:

“A disciplina Estatística é vista por muitos estudantes universitários como um obstáculo para obter seu desejado diploma. Não é incomum ver estudantes que adiam a Estatística até quase se formarem ... Professores universitários que ensinam ... Estatística estão familiarizados com o alto nível de ansiedade dos alunos no primeiro dia de aula” (Perney e Ravid, 1991, p. 2).

A afirmação anterior é reforçada por estudos como os de Peterson (1991), que mostrou que os alunos lembram do sofrimento na disciplina, mas não do conteúdo.

Daí a importância de motivar os alunos para continuarem trabalhando com problemas, certos ou errados, mesmo sentindo uma “confusão temporária” por alguma declaração de resultados ainda não definitiva. Segundo Gal e Ginsburg (1994), os alunos devem ser preparados para não sentirem medo de experimentar diferentes ferramentas e diferentes métodos estatísticos.

Esses autores comentaram que uma grande quantidade de estudantes, quando chegam às aulas de Estatística, não estão prontos para entrar em um processo de aprendizagem orientado para a solução de problemas. Alguns pesquisadores afirmaram que muitos alunos apresentam opiniões negativas e não construtivas sobre suas relações com a aprendizagem de questões matemáticas e quantitativas. Dentre esses estudos destacam-se os relativos à ansiedade matemática (McLeod, 1992); à apreensão para fazer testes, incluindo os testes matemáticos (Hunsley, 1987); às opiniões sobre a relevância da estatística (ou a falta dela) para a futura carreira profissional (Roberts e Saxe, 1982) entre outros.

Gal e Ginsburg (1994), considerando o estado emocional dos estudantes, salientaram que seria indicado que os educadores estatísticos fossem mais sensíveis a esse estado e às atitudes apresentadas pelos estudantes. Assim, os professores de Estatística deveriam usar instrumentos de avaliação que permitissem um diagnóstico inicial de suas atitudes e opiniões, estando preparados para monitorar os estudantes durante todo o tempo em que estiverem cursando a disciplina.

A prática no ensino dessa disciplina mostra que embora possa ser percebido que os professores de estatística acreditem que os alunos ficam amedrontados ao cursar esta disciplina e que parecem ter sentimentos negativos em relação a ela, poucos pesquisadores têm realizado estudos para analisar as atitudes dos alunos em relação à estatística.

Roberts e Bilderback (1980) desenvolveram uma escala, tipo *Likert*, denominada *Statistics Attitude Survey (SAS)*, composta de 34 itens, que foi aplicada em estudantes de um curso introdutório de estatística, divididos em três grupos. A análise dos dados obtidos mostrou que a escala era altamente homogênea e apresentava correlações positivas moderadas com as notas obtidas em um outro curso de estatística básica. Os escores médios obtidos no teste indicaram atitudes positivas em relação à Estatística. Em uma escala que

variava de 34 a 170 pontos, as três turmas obtiveram pontos entre 108,69 e 110,00.

Roberts e Saxe (1982) desenvolveram um estudo que contribuiu com informações adicionais sobre a validade da escala *Statistics Attitude Survey* (SAS). A escala foi aplicada em 132 estudantes de um curso introdutório de estatística básica em duas etapas distintas (pré-teste e pós-teste). O estudo analisou também variáveis cognitivas e variáveis não-cognitivas e que se apresentaram significativamente relacionadas com a escala *Statistics Attitude Survey* (SAS). Neste estudo os autores salientaram que uma das maneiras de abordar a ansiedade dos alunos em relação à estatística seria lidar diretamente com as atitudes negativas, pois os dados da pesquisa mostraram que atitudes mais positivas estão associadas com níveis mais altos de desempenho.

Wise (1985) criticou a escala de atitudes *Statistics Attitude Survey* (SAS) desenvolvida por Roberts e Bilderback (1980) e apresentou uma outra escala de atitudes em relação à Estatística chamada *Attitudes Toward Statistics* (ATS), justificando que muitos dos itens da escala *Statistics Attitude Survey* (SAS) são itens mais voltados à realização estatística do que às atitudes em relação à Estatística. Segundo Wise, alguns itens requeriam que os estudantes já tivessem trabalhado com problemas estatísticos para emitirem julgamento sobre as sentenças. O autor afirmou que tais julgamentos estavam relacionados mais à realização dos estudantes quando trabalham com problemas estatísticos que com as atitudes destes estudantes em relação à Estatística.

Contra-pondo-se às críticas de Wise(1985), Roberts e Reese (1987) publicaram os resultados de uma investigação comparando as duas escalas de atitudes: *Statistical Attitude Survey* (SAS) e *Attitudes Toward Statistics* (ATS). Os autores combinaram as duas escalas em um mesmo instrumento e o aplicaram a 280 estudantes que estavam iniciando um curso de estatística básica. As notas de estatística foram obtidas no final do curso. A análise mostrou alta confiabilidade para ambas as escalas, com correlação entre elas

próxima a 0,90. Nenhuma correlação entre as escalas e outros critérios, incluindo as notas de estatística, apresentou diferenças significativas. Os autores concluíram que a escala *Attitudes Toward Statistics (ATS)* é uma forma alternativa para medir a mesma coisa medida pela *Statistics Attitude Survey (SAS)*.

Posteriormente, algumas críticas foram feitas por Gal e Ginsburg (1994), críticas estas relativas aos dois instrumentos citados (*Statistics Attitude Survey* e *Attitudes Toward Statistics*). Estas referiam-se à auto-avaliação dos sujeitos em questões como: competência para lidar com problemas e cálculos estatísticos, competência e atitudes frente a tarefas matemáticas, interesse na aprendizagem de estatística, opinião sobre a utilidade da estatística, expectativa sobre a relevância da estatística em suas carreiras e o fato de todas elas estarem combinadas em um mesmo escore global.

Os aspectos negativos apontados por Gal e Ginsburg (1994), relativos às escalas *Statistics Attitude Survey* e *Attitudes Toward Statistics*, não estão presentes na escala de atitudes usada na presente pesquisa. Esse instrumento (Anexo III) mede as atitudes frente à Estatística e faz referência às aulas de Estatística apenas nas questões 1, 3 e 18; à disciplina Estatística nas questões 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 20; a cálculos e a solução de problemas nas questões 10 e 16; e ao termo “Estatística” na questão 12.

A compreensão dos alunos quanto ao significado e utilidade da Estatística foi analisada a partir das respostas dadas às questões 15, 16 e 17 do questionário geral.

CAPÍTULO 3

MÉTODO

SUJEITOS

População

A população de interesse foi constituída por alunos universitários matriculados em uma universidade particular, de grande porte (aproximadamente 15.000 alunos), do interior do Estado de São Paulo, e que cursaram a disciplina Estatística no ano de 1998. Esta universidade abriga 29 cursos oferecidos em três campus universitários, sendo dois no interior do estado e um na capital.

O curso de graduação em Estatística não faz parte desta universidade, mas a grande maioria de seus cursos inclui a disciplina Estatística na grade curricular.

Amostra

De um total de 29 cursos, foram selecionados, aleatoriamente, três da área de Ciências Humanas (Psicologia, Pedagogia e Administração), dois da área de Ciências Exatas (Ciência da Computação e Engenharia Mecânica-Automação e Sistemas - Mecatrônica) e dois da área de Ciências da Saúde (Farmácia e Medicina), totalizando 439 sujeitos presentes em sala de aula no primeiro dia de aplicação dos instrumentos (73,2% dos alunos matriculados nos 7 cursos escolhidos) e 415 alunos presentes no segundo dia do teste (69,2 % dos alunos).

A disciplina “Estatística” é oferecida em diferentes séries, de acordo com a proposta curricular de cada curso, motivo pelo qual aparecem alunos de 1ª a 3ª séries.

Tabela 1 - Número de alunos matriculados no ano de 1998, por área de conhecimento, curso e série

Área de Conhecimento e Curso	Série	Matrículas	Aplicação dos Instrumentos		Amostra
			1ª	2ª	
Ciências Humanas					
Psicologia	1ª	146	121	121	83
Administração	2ª	71	63	60	48
Pedagogia	3ª	56	33	11	0
Ciências Exatas					
Ciência da Computação	1ª	75	54	54	42
Mecatrônica ¹	3ª	66	49	50	39
Ciências da Saúde					
Farmácia	1ª	105	90	85	79
Medicina ²	2ª	81	29	28	28
Total Geral	-	600	439	415	319

Fonte: Secretaria Geral – 1998

¹ Mecatrônica = Engenharia Mecânica - Modalidade Automação e Sistemas

² Foi selecionada apenas uma das turmas de Medicina (n = 30 alunos)

O curso de Pedagogia, selecionado inicialmente para compor a amostra, não foi considerado para a análise dos dados, pois a segunda aplicação dos instrumentos ficou comprometida devido à proximidade do final do ano. As avaliações finais terminaram antes dos outros cursos, resultando numa perda elevada de sujeitos. Este fato não prejudicou os resultados finais, pois foram analisados dois cursos por área de conhecimento.

Para a análise dos dados, foram eliminados da amostra os sujeitos que não atenderam às características básicas estabelecidas inicialmente, como:

- (1) ser aluno regularmente matriculado na universidade e estar cursando a disciplina Estatística em 1998;
- (2) ser aluno dos cursos selecionados;

(3) ter participado da pesquisa nos dois dias de aplicação dos instrumentos;

(4) ter ingressado na universidade no período de 1996 a 1998;

Apenas um aluno, do curso de Engenharia Mecânica – Automação e Sistemas, por haver ingressado no ano de 1994, foi eliminado da amostra.

Assim a amostra final desse estudo foi constituída por 319 estudantes do ensino superior, sendo 43,3% do gênero masculino e 56,7% do feminino, com idades variando de 18 a 35 anos, média igual a 21,7 anos e desvio-padrão igual a 3,7 anos.

Da área de Ciências da Saúde apenas o curso de Farmácia era noturno, fato que levou à escolha de um curso de período integral (diurno), para assim trabalhar com dois cursos por área de conhecimento.

INSTRUMENTOS

Tendo em vista os objetivos da presente investigação e os aspectos evidenciados por Krutetskii (1976), foi selecionado como instrumento para a coleta dos dados, um conjunto de problemas de algumas das 26 séries propostas por esse autor. Esses problemas foram selecionados com a finalidade de evidenciar a obtenção da informação matemática que, juntamente com as atitudes em relação à Estatística, pudessem fornecer subsídios para as questões de pesquisa propostas.

Os instrumentos utilizados no presente trabalho foram:

- (1) Questionário do aluno (Anexo 1);
- (2) Escala de Atitudes em relação à Estatística (Anexo 2);
- (3) Prova de Estatística (Anexo 3)
- (4) Problemas Matemáticos (Anexo 4)

Os dados foram obtidos a partir dos quatro instrumentos - tipo lápis e papel - descritos a seguir.

Questionário do Aluno (Anexo 1)

As perguntas deste instrumento foram selecionadas de forma a permitir comparações e análises das variáveis de interesse descritas na Tabela 2, com o objetivo principal de responder às questões de pesquisa propostas e fornecer subsídios para uma melhor análise e compreensão dos dados.

Tabela 2 - Objetivo das questões formuladas no Questionário do Aluno

<i>Nº da Questão</i>	<i>Variável</i>	<i>Objetivo</i>
1, 2, 3, 6 e 7	Ano de ingresso, série, curso, idade e gênero	Verificar se as variáveis de interesse diferem quanto às variáveis descritas na coluna ao lado.
4, 5	Faculdade e período	Identificar os sujeitos
8 e 10	Escolaridade dos pais	Verificar se o desempenho dos alunos na solução de problemas depende da escolaridade dos pais.
9 e 11	Profissão dos pais	Verificar se o desempenho dos alunos na solução de problemas depende da profissão dos pais.
12, 13 e 14	Reprovações em Estatística	Verificar se alunos com reprovação em Estatística têm atitudes mais negativas em relação a esta matéria.
15, 16 e 17	Conceito e utilidade da Estatística	Verificar se os alunos que sabem o significado e importância da Estatística têm melhor desempenho na solução de problemas estatísticos, e se têm atitudes mais positivas.
18	Disciplina já reprovada	Investigar as relações existentes entre as disciplinas reprovadas e as variáveis de interesse.
19	Disciplina de que menos gosta	Investigar as relações existentes entre as disciplinas de maior preferência e as variáveis de interesse.
20	Disciplina de que mais gosta	Investigar as relações existentes entre as disciplinas de menor preferência e as variáveis de interesse.

Escala de Atitudes em relação à Estatística (Anexo 2)

Segundo Brito (1996), existem vários métodos que nos permitem estudar e compreender as atitudes. Entre as várias pesquisas sobre atitudes com relação ao ensino de Ciências e Matemática destacam-se as revisões feitas por

Aiken (1970). A autora ressaltou que, embora decorridos muitos anos desde a publicação do trabalho de revisão feito por Aiken (1970), ainda hoje ele predomina nos estudos sobre as atitudes com relação à Matemática de modo geral, sendo o uso de escalas, particularmente as do tipo *Likert*, as mais comuns.

Segundo Aiken (1970), a maioria das investigações tem tratado das atitudes com relação à Matemática em geral, embora trabalhos sobre atitudes com relação a conteúdos específicos também possam ser encontrados, assim como trabalhos de atitudes em relação a alguns tipos de problemas matemáticos.

Aiken elaborou uma escala de atitudes em relação à Matemática, revista por Aiken e Dreger em 1961, traduzida, testada e validada por Brito em 1996. As pesquisadoras Cazorla, Silva, Vendramini e Brito (1999) alteraram essa última escala de atitudes mudando a palavra *Matemática* para *Estatística* e validaram a Escala de Atitudes em relação à Estatística (EAE).

A escala EAE utilizada neste trabalho foi do tipo *Likert* e apresentou vinte (vinte) proposições que tentaram expressar o sentimento que cada indivíduo possuía em relação à Estatística.

Todas as proposições referiram-se à Estatística “em si” e não a situações de ensino-aprendizagem ou outros fatores. Estas proposições são 10 (dez) positivas e 10 (dez) negativas e estão apresentadas a seguir.

Proposições positivas

03. Eu acho a Estatística muito interessante e gosto das aulas de Estatística.
04. A Estatística é fascinante e divertida.
05. A Estatística me faz sentir seguro(a) e é, ao mesmo tempo, estimulante.
09. O sentimento que tenho com relação à Estatística é bom.
11. A Estatística é algo que eu aprecio grandemente.
14. Eu gosto realmente da Estatística.
15. A Estatística é uma das matérias que eu realmente gosto de estudar na faculdade.

18. Eu fico mais feliz na aula de Estatística que na aula de qualquer outra matéria.
19. Eu me sinto tranquilo(a) em Estatística e gosto muito dessa matéria.
20. Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística. Eu gosto e aprecio essa matéria.

Proposições negativas

01. Eu fico sempre sob uma terrível tensão na aula de Estatística.
02. Eu não gosto de Estatística e me assusta ter que fazer essa matéria.
06. "Dá um branco" na minha cabeça e não consigo pensar claramente quando estudo Estatística.
07. Eu tenho sensação de insegurança quando me esforço em Estatística.
08. A Estatística me deixa inquieto(a), descontente, irritado(a) e impaciente.
10. A Estatística me faz sentir como se estivesse perdido(a) em uma selva de números e sem encontrar a saída.
12. Quando eu ouço a palavra Estatística, eu tenho um sentimento de aversão.
13. Eu encaro a Estatística com um sentimento de indecisão, que é resultado do medo de não ser capaz em Estatística.
16. Pensar sobre a obrigação de resolver um problema estatístico me deixa nervoso(a).
17. Eu nunca gostei de Estatística e é a matéria que me dá mais medo.

Proposição complementar

21. Não tenho um bom desempenho em Estatística.

A proposição de número 21 foi colocada com a finalidade de verificar a auto-percepção do universitário em relação ao próprio desempenho em Estatística e foi analisada separadamente.

Da mesma maneira que a escala adaptada por Brito (1998), o presente instrumento também contou com quatro alternativas: *Concordo Totalmente*, *Concordo*, *Discordo*, *Discordo Totalmente*. O trabalho de Brito(1996) elencou uma série de artigos evidenciando que, quando um indivíduo opta pela

alternativa de “indecisão”, neste tipo de escala, ele demonstra propensão a não efetuar uma escolha por não se sentir capaz de expressar sua opinião a respeito do assunto. Outros estudos trataram de comparar escalas onde a alternativa de indecisão foi incluída e outros onde ela foi excluída, concluindo que, aparentemente, essa exclusão não produzia resultados altamente discrepantes. Pelas mesmas razões apontadas em trabalhos anteriores (Brito, 1996, 1998; Cazorla et al., 1999), esta alternativa foi retirada da escala.

Para cada uma das alternativas referentes às proposições positivas, foi atribuída uma pontuação, distribuída da seguinte forma: *concordo totalmente* (4 pontos), *concordo* (3 pontos), *discordo* (2 pontos) e *discordo totalmente* (1 ponto); e para as negativas: *concordo totalmente* (1 ponto), *concordo* (2 pontos), *discordo* (3 pontos) e *discordo totalmente* (4 pontos).

Portanto, o máximo de pontos que podia ser obtido na escala de atitudes era de 80 e o mínimo de 20, indicando, respectivamente, atitudes mais positivas e mais negativas.

Nesse tipo de instrumento, nenhuma das proposições é considerada certa ou errada, pois apenas refletem as expressões dos sujeitos quanto ao sentimento que experimentavam frente a cada uma dessas proposições.

A escala de atitudes em relação à Estatística, para a sua validação, foi aplicada a 1154 sujeitos de 15 cursos de graduação, de duas universidades particulares de grande porte (mais de 15 mil sujeitos) do Estado de São Paulo, sendo 711 de uma universidade da capital, denominada *universidade da capital* e 423 de uma universidade particular da cidade de Bragança Paulista, interior do estado, denominada *universidade do interior*. Os sujeitos cursavam durante o ano de 1998 a disciplina Estatística. Os cursos envolvidos foram aqueles em que a disciplina Estatística era obrigatória, como disciplina de serviço, ou seja, não envolveu sujeitos do curso de graduação de Estatística. Os sujeitos, 32,6% eram do gênero masculino e 67,4% do gênero feminino; sendo 15,4% da área de Ciências Exatas, 34,0% da área de Ciências de Saúde e 50,6% da área de Ciências Humanas. A amostra foi intencional

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

SEÇÃO CIRCULANTE

com o objetivo de obter sujeitos das três áreas de conhecimento. Apesar de terem sido pesquisados 1154 sujeitos, esse número foi menor na análise de algumas variáveis devido à falta de informação.

Os resultados mostraram que a escala EAE tem confiabilidade e validade satisfatórias. O coeficiente α de Cronbach foi de 0,95 sugerindo uma alta consistência interna da escala. A análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax* mostrou que apenas dois fatores tiveram valores maiores ou iguais a 1,0 e responderam a 61,2% da variância total. O primeiro fator respondeu por 51,5% da variância total, indicando sua dominância e confirmando a unidimensionalidade da escala, sendo que a análise de seus coeficientes mostrou o agrupamento de todos os itens positivos de um lado e os itens negativos de outro.

Desta forma as autoras Cazorla et al. (1999) concluíram que

"os resultados mostraram que a escala EAE possibilita acessar de forma adequada as atitudes em relação à Estatística, podendo ser utilizada pelo professor como uma ferramenta auxiliar para o diagnóstico dos fatores que estão interferindo na aprendizagem da Estatística, possibilitando o delineamento de estratégias de ensino adequadas a sua clientela, a fim de conseguir uma aprendizagem eficiente e significativa da Estatística" (p.53).

Prova de Estatística (Anexo 3)

A formulação das questões deste instrumento foi baseada no *Graduated Record Examinations (GRE)*, publicado pela *Educational Testing Service (ETS)* em outubro de 1996, dezembro de 1996 e abril de 1997, com o objetivo de colher indicações a respeito das habilidades quantitativas e analíticas necessárias para as atividades exigidas dos estudantes de pós-graduação.

Foram selecionadas questões de conteúdo matemático que envolviam elementos referentes à habilidade quantitativa, formuladas com o objetivo de

medir: a competência matemática básica, o entendimento de conceitos matemáticos elementares e de Estatística e a capacidade de raciocinar e de resolver problemas num contexto quantitativo.

Nesta prova as questões quantitativas abrangeram principalmente conteúdos de análise de dados que incluíram os seguintes tópicos: Estatística descritiva básica (tais como média, mediana, amplitude e percentil), interpretação de dados apresentados em gráficos e tabelas (tais como gráficos em barras, em pontos e distribuições de frequência), capacidade de sintetizar informação, capacidade de selecionar dados apropriados para responder a uma questão, capacidade de determinar se os dados fornecidos são suficientes ou não para responder a uma questão.

A correção dessas questões buscou enfatizar o entendimento dos princípios básicos e o raciocínio para resolver a questão e não o cálculo. Isso foi feito tanto para questões de comparações quantitativas quanto para aquelas que envolviam a solução de problemas.

As questões de solução de problemas foram de múltipla escolha com cinco alternativas. Para responder cada uma delas o aluno devia escolher a melhor das respostas. Algumas das questões foram formuladas com todas as informações necessárias para respondê-las (questões: 7, 8, 9, 10, 11 e 12); outras ocorreram em conjuntos de uma a seis questões que compartilhavam a mesma informação (questões: 1 a 6, 13 a 18). Algumas das questões exigiram apenas cálculos ou manipulações simples; outras requeriam leitura e interpretação do problema num conjunto abstrato ou aplicado.

Os problemas que envolveram análise de dados apareceram em conjuntos de uma a seis questões que compartilharam os mesmos dados na forma de tabelas (questões: 13, 14, 15, 16, 17 e 18) ou na forma de gráficos (questões: 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Problemas Matemáticos (Anexo 4)

Após uma testagem prévia desse instrumento foram considerados vinte problemas matemáticos dentre os trinta problemas inicialmente selecionados dos propostos por Krutetskii (1976). O autor propôs 26 séries de problemas agrupados em quatro categorias básicas. Três delas corresponderam a três passos básicos para a solução de um problema matemático (coletar a informação matemática necessária para resolver o problema matemático, processar a informação matemática e retenção, na memória, dos resultados e consequências da solução). A quarta categoria referiu-se à investigação dos tipos de habilidades matemáticas. Dentro de cada categoria, as séries foram combinadas em grupos de acordo com o componente da estrutura das habilidades matemáticas que o autor investigou. Além disso quase todas as séries apresentavam problemas aritméticos, algébricos e geométricos.

Dentre os problemas matemáticos propostos por Krutetskii (1976), foram selecionados cinco algébricos com perguntas não formuladas no problema (problemas: 6, 8, 11, 13, 20); 5 aritméticos com perguntas não formuladas (problemas: 1, 2, 5, 15 e 18); 5 aritméticos com perguntas formuladas e informações em excesso (problemas: 4, 9, 12, 17 e 19); e 5 aritméticos com perguntas formuladas e informações incompletas (problemas: 3, 7, 10, 14 e 16).

No primeiro tipo as perguntas dos problemas não estavam formuladas nem direta nem indiretamente, mas decorriam logicamente das relações matemáticas dadas no problema (conforme Série I, apresentada no Anexo 6, dos problemas propostos por Krutetskii, 1976). Foram selecionados desta série os problemas aritméticos e algébricos.

O objetivo deste primeiro tipo de problemas foi revelar algumas características da “percepção” dos alunos sobre o problema matemático, verificando se o aluno: (1) percebia que a questão decorria logicamente das relações matemáticas dadas; (2) formulava a questão; (3) percebia a lógica das

relações e dependências dadas no problema; (4) compreendia a essência ou as relações básicas do problema.

No segundo tipo as informações dadas no problema estavam incompletas, o que podia tornar impossível dar uma resposta exata ao problema (conforme Série II, apresentada no Anexo 6, dos problemas propostos por Krutetskii, 1976).

Assim como os problemas da Série I, o objetivo deste segundo tipo de problema era também buscar alguns aspectos da “percepção” dos alunos sobre o problema matemático, verificando se o aluno: (1) indicava qual informação devia ser introduzida para poder dar uma resposta exata; (2) indicava as relações entre as quantidades matemáticas que tornavam possível dar uma resposta exata; (3) compreendia a estrutura formal do problema; (4) anotava os dados ausentes no problema; (5) deduzia (encontrava) um tipo de solução.

No terceiro tipo de problema foram introduzidas considerações desnecessárias, suplementares, sem valor, que mascaravam os fatos necessários para a solução do problema (conforme Série III, apresentada no Anexo 6, dos problemas propostos por Krutetskii, 1976).

O objetivo deste terceiro tipo de problema era buscar esclarecer alguns aspectos da “percepção” dos alunos sobre o problema matemático, verificando se o aluno: (1) indicava qual informação estava em excesso; (2) isolava as informações desnecessárias e indicava relações entre as quantidades matemáticas que tornavam possível dar uma resposta exata; (3) compreendia a estrutura formal do problema; (4) encontrava uma solução.

Os problemas matemáticos propostos envolveram conceitos básicos de matemática que são considerados necessários para a análise de dados (observações) presentes no dia-a-dia dos alunos e que são necessários para a aprendizagem dos conceitos de Estatística.

Na presente pesquisa, as situações práticas de cada problema foram adaptadas a situações mais reais para o nosso aluno (sujeitos de pesquisa)

sem, no entanto, mudar a estrutura original do problema, cuja validação foi realizada neste estudo.

Os problemas não foram classificados como aritméticos ou algébricos, uma vez que quase todos os problemas aritméticos podiam ser resolvidos algebricamente. Considerando que os sujeitos de pesquisa eram alunos de graduação que possivelmente já estavam familiarizados com o tipo algébrico, mesmo assim foi investigado o tipo de solução (aritmética ou algébrica) utilizado pelo aluno.

Após a testagem prévia dos instrumentos, decidiu-se misturar os problemas para garantir a análise completa das variáveis de interesse, mesmo que o aluno deixasse de resolver os últimos problemas propostos (isto é, desistisse da prova). Desta forma foram misturados 2 problemas de cada tipo entre os 10 primeiros, pelo menos 3 problemas de cada tipo entre os 15 primeiros, e 5 de cada tipo entre os 20 problemas propostos.

PROCEDIMENTOS DA TESTAGEM PRÉVIA

Em uma primeira etapa os instrumentos foram aplicados individualmente a seis alunos de diferentes cursos, que estavam cursando a disciplina de Estatística ou já haviam cursado esta disciplina em anos anteriores. O objetivo desta etapa foi verificar em cada instrumento de pesquisa: a compreensão das instruções dadas, a compreensão das questões elaboradas, o processo de solução dos problemas, a motivação dos alunos para realizar a prova no todo, a dificuldade na solução dos problemas, a descoberta de possíveis erros na elaboração e redação das questões.

Com base nos comentários e sugestões dos colaboradores após o preenchimento do questionário e solução de todas as provas, decidiu-se fazer as seguintes alterações nos instrumentos de pesquisa:

Questionário do Aluno

- Mudança da redação das questões de número 16 a 20;

Escala de Atitudes em relação à Estatística

- Correção de erros de digitação;
- Mudança do termo escola para faculdade, na questão 15.

Prova de Estatística

- Correção de erros de digitação;
- Melhor distribuição das questões;
- Mudança de duas questões por dificuldade de interpretação;
- Inclusão de questões com conceitos de Estatística.

Problemas Matemáticos

- Mudança na redação das orientações gerais;
- Mudança na redação das perguntas feitas para cada problema e suas alternativas de respostas;
- Diminuição de 30 para 20 do número de problemas matemáticos.

PROCEDIMENTOS DE APLICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

Os instrumentos foram aplicados em dois dias diferentes e em um prazo máximo de quinze dias, por professores colaboradores que não estavam lecionando Estatística naquele ano para as turmas selecionadas. As aplicações foram feitas em novembro de 1998, durante o horário de aula, na presença do professor colaborador. As sessões de coleta de dados demoravam de 1 hora a 2 horas.

No primeiro dia de aplicação dos instrumentos os universitários responderam ao “Questionário do aluno” (Anexo 1), à “Escala de Atitudes em

relação à Estatística” (Anexo 2) e à “Prova de Estatística” (Anexo 3); no segundo dia, os alunos resolveram os 20 Problemas Matemáticos (Anexo 4), selecionados dentre aqueles propostos por Krutetskii (1976).

Cada instrumento foi precedido de um texto que expôs os objetivos e motivos principais da pesquisa.

Os problemas matemáticos foram precedidos de orientações gerais e de dois exemplos necessários para a correta solução dos mesmos.

Antes do início da aplicação dos problemas matemáticos, foram dadas instruções para que os alunos lessem cuidadosamente as questões antes de resolvê-las, procurando não deixar respostas em branco, assim possibilitando uma análise mais completa dos resultados.

Com o interesse de investigar a rapidez com que os alunos resolviam cada um dos problemas matemáticos, solicitou-se que os mesmos anotassem os horários de início e de término para cada um dos problemas propostos. Como muitos alunos não anotaram os horários solicitados, a variável tempo foi desconsiderada na análise dos dados, sem, no entanto, prejudicar a análise dos resultados.

Um outro ponto de interesse foi investigar os procedimentos utilizados pelos alunos para a solução dos problemas. Para que isto se tornasse possível, solicitou-se que todos os passos necessários para tal solução fossem anotados à tinta, sem apagar - ou rasurar - nenhuma anotação, operação matemática ou qualquer rascunho feito.

DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis consideradas foram:

Variáveis de interesse

(1) *Definição* dada pelo aluno do termo “Estatística”: classificação em uma das categorias (definida pela pesquisadora):

- a) o sujeito identifica algumas características relacionadas ao conceito de Estatística;
- b) o sujeito não identifica características relacionadas ao conceito de Estatística.

A palavra “Estatística” tem significados diversos para muitas pessoas e uma variedade de definições. A partir das definições de vários autores definiu-se Estatística como: *“um conjunto de métodos e processos quantitativos usados na condensação, comunicação e análise de dados numéricos (resultados da observação de fenômenos coletivos), bem como a generalização para a população da qual os dados foram extraídos, das leis a que tais fenômenos obedecem globalmente.”*

(2) *Utilidade* da “Estatística”: classificação em uma das categorias (definida pela pesquisadora):

- a) o sujeito descreve pelo menos uma utilidade correta para a Estatística;
- b) o sujeito não descreve pelo menos uma utilidade correta para a Estatística.

(3) *Atitude* (positiva ou negativa) em relação à Estatística: soma dos pontos nas vinte proposições da escala de atitudes;

(4) *Desempenho em Estatística*: número de acertos na prova de Estatística.

(5) *Desempenho em Matemática*: número de acertos na solução dos problemas matemáticos.

Além dessas, foram consideradas ainda as seguintes variáveis, cujos dados foram fornecidos pela secretaria geral da universidade:

(6) *Desempenho global* nas disciplinas cursadas em 1998: nota média das disciplinas cursadas no ano de 1998;

(7) *Desempenho na disciplina Estatística* em 1998: nota final nessa disciplina em 1998.

Variáveis de controle

Foram utilizados como variáveis de controle:

(1) *Situação acadêmica*: ser aluno regularmente matriculado na universidade em 1998;

(2) *Ano do curso de Estatística*: estar cursando estatística no ano de 1998.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Após a aplicação dos instrumentos, todas as informações respondidas pelos sujeitos foram armazenadas em um banco de dados vinculado ao programa estatístico STATISTICA (1997), versão 5.1 da StatSoft, que permitiu codificar todas as informações numericamente, para efeito de digitação, e especificar os textos correspondentes a cada variável.

Foram utilizados também os softwares estatísticos SPSS(1995) e ITEMAN (*Assessment Systems Corporation*, 1996).

Um exemplo da codificação e da digitação das respostas dadas pelos sujeitos aos instrumentos aplicados no primeiro dia está apresentado no Anexo 5.

Com o objetivo de verificar erros de digitação que pudessem comprometer a análise dos dados optou-se em conferir cuidadosamente 10% de cada um dos instrumentos, escolhidos aleatoriamente do total de protocolos relativos a cada participante da pesquisa.

Conforme já mencionado anteriormente em uma análise prévia dos dados, decidiu-se trabalhar apenas com as respostas dos sujeitos que participaram da pesquisa nos dois dias de aplicação dos instrumentos e que responderam a todos eles.

No presente estudo foi estabelecido o nível de significância de 0,050 ($p < 0,050$) para a tomada de decisões baseada nas análises estatísticas realizadas.

Os resultados e a análise dos dados são apresentados, a seguir, inicialmente por instrumento de pesquisa e em seguida por comparações efetuadas entre os grupos de interesse.

CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

As questões abertas foram categorizadas com abrangência suficiente para cobrir todos os dados que permitissem uma análise completa dos mesmos.

Gênero

Os sujeitos da área de Ciências Exatas foram predominantemente do gênero masculino enquanto os da área de Ciências Humanas e da Saúde foram predominantemente do gênero feminino. A diferença entre as áreas de conhecimento foi significativa ($\chi^2(2)=86,208$ e $p=0,0000$).

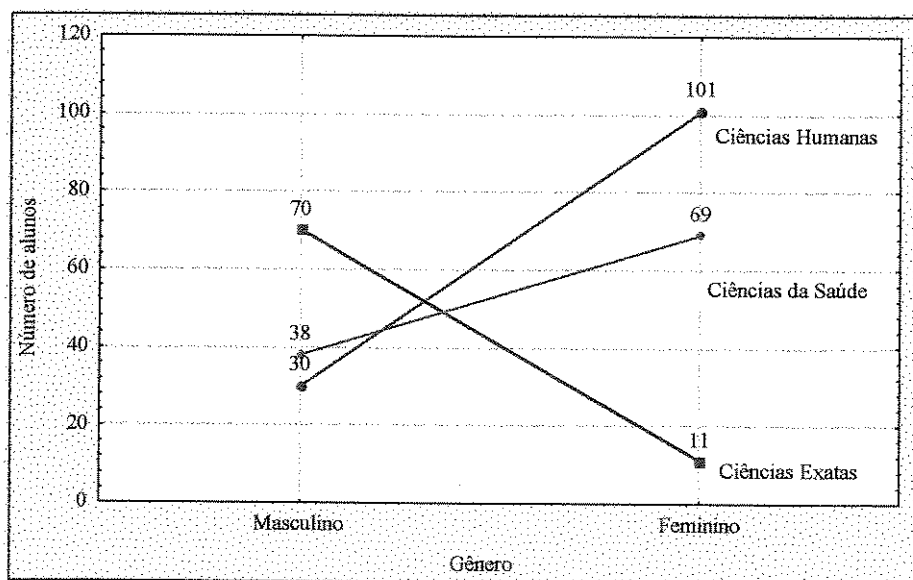


Figura 3 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o gênero, por área de conhecimento

Idade

Das três áreas de conhecimento a área de Ciências Humanas foi a que apresentou maior idade média (22,1 anos) e com maior variabilidade (desvio-padrão=4,4 anos), embora a prova de Kruskal-Wallis não tenha acusado

diferença significativa entre as idades dos três grupos ($H(2,317)=0,8945$; $p=0,6394$).

A Figura 4 mostra a média e a variabilidade das idades, por área de conhecimento, que auxiliam na interpretação dos dados.

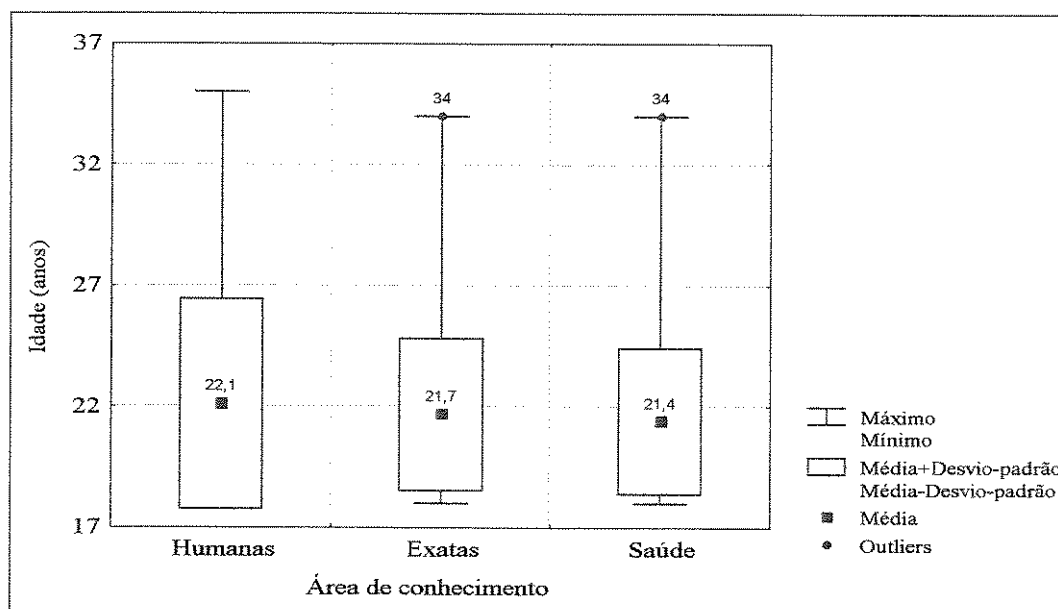


Figura 4 - *Box-plot* das idades dos sujeitos, por área de conhecimento

Ao comparar as faixas etárias dos sujeitos, a área de Humanas diferiu das áreas de Exatas e de Saúde, apresentando uma maior porcentagem de sujeitos com idades inferiores a 21 anos e superiores a 29 anos. Nas áreas de Exatas e da Saúde os dados apresentaram dois pontos distantes (*outliers*), correspondentes à idade 34 anos, e distantes da média a mais de três desvios padrões.

As distribuições de frequência das idades dos sujeitos, agrupadas em 4 faixas etárias por área de conhecimento, estão apresentadas na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a faixa etária, por área de conhecimento

		Área de conhecimento							
	Faixa	Humanas		Exatas		Saúde		Total	
Idade(anos)	Etária	N	%	N	%	N	%	N	%
Até 20	1	67	52,4%	30	37,0%	46	43,0%	143	44,8%
De 21 a 25	2	37	28,9%	45	55,6%	50	46,7%	132	41,4%
De 26 a 29	3	10	7,8%	3	3,7%	9	8,4%	22	6,9%
Acima de 29	4	14	10,9%	3	3,7%	2	1,9%	19	6,0%
Em branco	-	3	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	3	0,9%
Total	-	131	-	81	-	107	-	319	-

A diferença significativa entre os grupos de idade pode ser comprovada pelo teste Qui-quadrado, ($\chi^2(6)=22,765$; $p=0,0009$) e visualizada na Figura 5, a seguir.

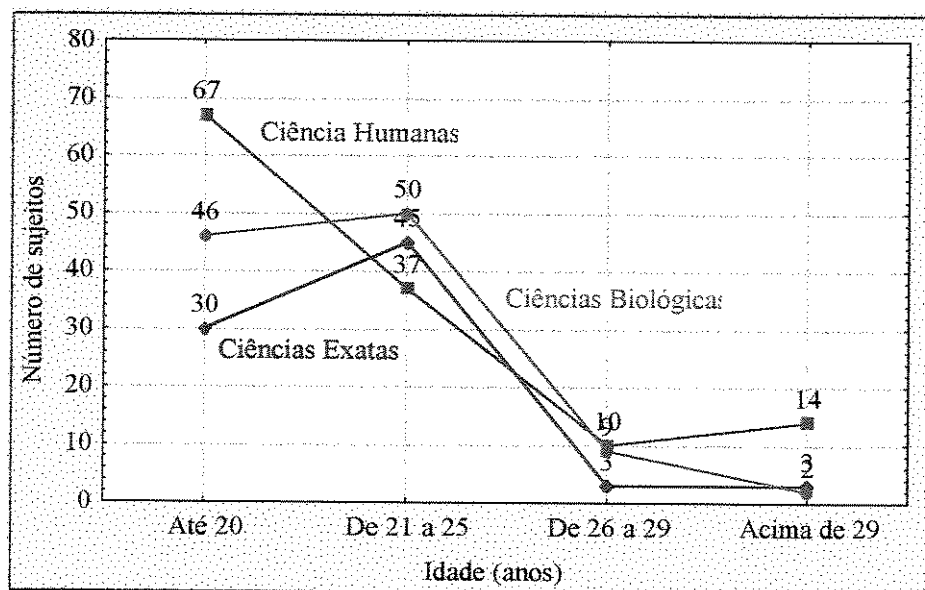


Figura 5 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a idade, por área de conhecimento

Frequência anterior em curso de Estatística

A maioria dos sujeitos já havia cursado a disciplina Estatística no colegial ou na universidade (75,9%). Não houve diferença significativa entre as áreas de conhecimento quando os sujeitos foram agrupados em dois subgrupos: ter ou não cursado a disciplina ($\chi^2(2)=3,864$; $p=0,1449$).

Os resultados apresentados na Tabela 4 revelam que 24,1% dos sujeitos respondeu não haver cursado Estatística no colégio ou em outro local, mostrando que a maioria estudam a disciplina Estatística pela primeira vez na Faculdade.

Tabela 4 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a situação de haver (ou não) cursado Estatística, por área de conhecimento

Área de Conhecimento	Já cursou Estatística				Total
	Sim		Não		
	N	%	N	%	
Ciências Humanas	104	79,4%	27	20,6%	131
Ciências Exatas	55	67,9%	26	32,1%	81
Ciências da Saúde	83	77,6%	24	22,4%	107
Total Geral	242	75,9%	77	24,1%	319

Do total de 242 sujeitos que já haviam cursado Estatística todos responderam ter cursado no colégio ou na faculdade, sendo que a maioria só cursou na faculdade (84,3%). Não houve diferença significativa entre as áreas de conhecimento quanto ao local onde cursaram esta disciplina ($\chi^2(2)=5,495$; $p=0,0641$).

Os cursos analisados foram, na sua maioria, do curso noturno, e muitos dos sujeitos já possuíam uma ocupação profissional, mas mesmo assim nenhum deles respondeu ter cursado Estatística na empresa ou em outro local, revelando que esses sujeitos possuem uma formação acadêmica em Estatística.

Tabela 5 – Distribuição dos sujeitos de acordo com o local onde estudou Estatística, por área de conhecimento

Área de Conhecimento	Onde cursou Estatística				Total
	Colegial		Faculdade		
	N	%	N	%	
Ciências Humanas	15	14,3%	90	85,7%	105
Ciências Exatas	14	25,4%	41	74,6%	55
Ciências da Saúde	9	11,0%	73	89,0%	82
Total Geral	38	15,7%	204	84,3%	242

Reprovação com relação à disciplina Estatística

A maioria dos sujeitos não indicou a reprovação em Estatística (95,9%). A área de Ciências da Saúde foi aquela com maior porcentagem de sujeitos que haviam sido reprovados nesta disciplina (11,0%). Do total geral dos sujeitos apenas 4,1% haviam sido reprovados em Estatística.

Tabela 6 - Distribuição dos sujeitos de acordo com ter ou não reprovação em Estatística, por área de conhecimento

Área de Conhecimento	Reprovação em Estatística				Total
	Não		Sim		
	N	%	N	%	
Ciências Humanas	104	99,0%	1	1,0%	105
Ciências Exatas	54	100,0%	0	0,0%	54
Ciências da Saúde	73	89,0%	9	11,0%	82
Total Geral	231	95,9%	10	4,1%	241 ¹

¹ Um aluno não respondeu a questão

Nível de escolaridade dos pais

Quanto ao nível de escolaridade a área de Ciências da Saúde foi aquela que apresentou maior porcentagem de pais (31,8%) e de mães (27,1%) com nível superior, por agregar alunos do curso de Medicina, que é o curso mais caro da universidade, além de ser o de maior concorrência no processo seletivo de ingresso no curso superior (vestibular).

As diferenças entre as áreas de conhecimento quanto aos níveis de escolaridade dos pais e das mães foram estatisticamente significativas, para os pais ($\chi^2(4)=15,693$; $p=0,0035$) e para as mães ($\chi^2(4)=10,723$; $p=0,0299$).

Tabela 7 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o nível de escolaridade do pai, por área de conhecimento

Área de conhecimento	Nível de escolaridade do pai						Total
	Até 1º grau		2º grau		Superior		
	N	%	N	%	N	%	
Ciências Humanas	62	48,4%	49	38,3%	17	13,3%	128
Ciências Exatas	45	56,2%	25	31,3%	10	12,5%	80
Ciências da Saúde	43	29,0%	29	27,9%	32	31,8%	104
Total Geral	150	48,1%	103	33,0%	59	18,9%	312 ¹

¹ Sete alunos não responderam a questão

Aproximadamente 50,0% dos sujeitos responderam ser filhos de pais e de mães que cursaram até o primeiro grau, aproximadamente 30,0% até o segundo grau e aproximadamente 20,0% o curso superior. Esses resultados são mostrados nas tabelas 7 e 8 para o nível de escolaridade dos pais e das mães separadamente, revelando ser os resultados bastante próximos.

Tabela 8 - Distribuição dos sujeitos de acordo com o nível de escolaridade da mãe, por área de conhecimento

Área de conhecimento	Nível de escolaridade da mãe						Total
	Até 1º grau		2º grau		Superior		
	N	%	N	%	N	%	
Ciências Humanas	70	54,7%	39	30,5%	19	14,8%	128
Ciências Exatas	50	61,0%	23	28,0%	9	11,0%	82
Ciências da Saúde	47	43,9%	31	29,0%	29	27,1%	107
Total Geral	167	52,7%	93	29,3%	57	18,0%	317 ¹

¹ Dois alunos não responderam a questão

Preferência dos sujeitos por disciplina

Entre as disciplinas citadas pelos sujeitos como aquelas de que menos gostam, a Estatística foi citada em maior proporção na área de Ciências Humanas (17,6%) e em menor proporção na área de Ciências da Saúde (1,9%).

Tabela 9 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a disciplina de que menos gostam, por área de conhecimento

Disciplina de que Menos gosta	Área de Conhecimento						Total
	Humanas		Exatas		Saúde		
	N	%	N	%	N	%	
Matemática	6	4,6%	13	16,0%	5	4,7%	24
Estatística	23	17,6%	7	8,6%	2	1,9%	32
Outras disciplinas	61	46,6%	22	27,2%	72	67,2%	155
Nenhuma	41	31,2%	39	48,2%	28	26,2%	108
Total Geral	131	-	81	-	107	-	319

Quanto à disciplina de que os sujeitos menos gostam, a Matemática foi citada em maior proporção pela área de Ciências Exatas, talvez pela dificuldade dos sujeitos atingirem um bom desempenho em disciplinas tais como Cálculo e Álgebra. Tais disciplinas são necessárias para o

desenvolvimento de outras específicas da área e geralmente são cobradas pelos professores com um alto grau de exigência.

A diferença entre as áreas de conhecimento quanto à disciplina de que os sujeitos menos gostam foi estatisticamente significativa, $\chi^2(6)=47,623$ e $p=0,0000$.

Entre as disciplinas citadas pelos sujeitos como aquelas preferidas, a Estatística foi citada em proporção inferior a 2,5% em todas as áreas de conhecimento. Também a Matemática foi citada em pequena proporção com valores inferiores a 11,0%.

Para verificar a existência de diferenças entre as respostas dos sujeitos de acordo com suas preferências, foram agrupadas as categorias referentes a “todas” e “nenhuma”. Houve uma diferença, estatisticamente significativa, entre as áreas de conhecimento, quanto à disciplina que os sujeitos preferem. A área de Ciências Exatas foi aquela que apresentou porcentagens distribuídas de forma diferente das outras duas áreas, $\chi^2(6)= 47,623$ e $p=0,0000$.

Tabela 10- Distribuição dos sujeitos de acordo com a preferência por disciplina e área de conhecimento

Disciplina de que mais gosta	Área de Conhecimento						Total
	Humanas		Exatas		Saúde		
	N	%	N	%	N	%	
Matemática	14	10,7%	7	8,6%	1	0,9%	22
Estatística	3	2,3%	0	0,0%	2	1,9%	5
Outras disciplinas	80	61,0%	45	55,6%	82	76,6%	207
Todas	33	25,2%	20	24,7%	19	17,8%	72
Nenhuma	1	0,8%	9	11,1%	3	2,8%	13
Total Geral	131	-	81	-	107	-	319

ANÁLISE DO CONCEITO E UTILIDADE DA ESTATÍSTICA

Em geral, as pessoas referem-se ao termo Estatística apenas no sentido da organização e descrição dos dados, sem considerar o aspecto essencial que é o de proporcionar inferências que permitam conclusões que transcendam os dados obtidos inicialmente.

Existem muitos livros escritos sobre “Estatística” que contêm definições desde as mais simples até as mais complexas, porém aquela que será considerada aqui é a enunciada por Kerlinger (1980: p. 89) que assim a definiu *“Estatística é a teoria e o método de analisar dados quantitativos obtidos de amostras de observações com o fim de resumir os dados e aceitar ou rejeitar relações hipotéticas entre variáveis”*. Esse autor ressaltou que essa definição sugere dois propósitos da estatística: reduzir grande quantidade de dados à forma mensurável (Estatística descritiva) e ajudar a fazer inferências seguras a partir de dados quantitativos (Estatística indutiva).

Assim, foram elencados alguns dos atributos definidores do conceito de Estatística, para orientar a categorização dos dados, a saber: coleta, organização e interpretação dos dados; representação dos dados de forma descritiva, tabular ou gráfica; cálculo de medidas que expressam de forma resumida as características de uma amostra; comparação de dados amostrais; cálculo de estimativas; probabilidade e inferência de dados amostrais para a população.

Considerando esses atributos, os dados foram agrupados nas seguintes categorias: (1) Identifica características do conceito de Estatística ; (2) Identifica características relacionadas às operações matemáticas; (3) Descreve uma utilidade para a Estatística (4) Descreve um motivo para o estudo de Estatística; (5) Outras características ou comentários que não refletem o conceito de Estatística.

Para a categorização dos resultados foi respeitada a predominância das respostas dos sujeitos em cada categoria segundo o seguinte critério: categoria 1, quando o sujeito indicava pelo menos um dos atributos definidores do conceito de Estatística; categoria 2, quando o sujeito se referia às operações matemáticas, predominantemente; categoria 3, quando o sujeito citava pelo menos uma utilidade; categoria 4, quando o sujeito citava pelo menos um motivo; categoria 5 em outro caso.

Desta maneira foi possível verificar como os sujeitos referiram-se ao termo “Estatística” e como atingiram os passos indicados por Ronca e Escobar (1980) como indispensáveis para a aprendizagem, pelo método da indução, de um conceito: (1) identificar as características essenciais e não essenciais do conceito a ser aprendido; (2) discriminar o conceito de outros; (3) generalizar as características, essenciais e não essenciais, a outras situações.

As questões 15 (Que idéia você tem da Estatística), 16 (Por que motivo estudar Estatística) e 17 (Cite alguns exemplos de situações do cotidiano em que a Estatística pode ser aplicada), constantes do Questionário do Aluno (Anexo 1), permitiram identificar o nível de formação conceitual de Estatística e assim atingir o objetivo de verificar se aqueles que sabiam o significado e a importância da Estatística teriam melhor desempenho na solução de problemas estatísticos e se também apresentariam atitudes mais positivas.

Os resultados apresentados na Figura 11 mostram que 24,5% dos sujeitos identificaram características do conceito de Estatística no nível descritivo ou no inferencial e 10,0% revelaram não ter identificado características desse conceito.

Ao responder à questão quinze, 29,2% dos sujeitos escreveram sobre os motivos que os levaram a estudar Estatística sem fazer referência ao conceito.

Da mesma maneira, 16,3% escreveram sobre a utilidade da Estatística. Nestes casos, não foi possível verificar se os sujeitos identificavam ou não características do conceito de Estatística.

Tabela 11- Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição de características do conceito de Estatística

<i>Conceito de Estatística</i>	<i>Categorias¹</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
1. Coletar, interpretar e analisar dados	1	34	10,7%
2. Cálculos, método matemático, porcentagem	2	32	10,0%
3. Dá suporte a projetos, pesquisas, áreas	3	30	9,4%
4. Útil, essencial, necessária	4	27	8,5%
5. Necessária, importante, indispensável	4	26	8,2%
6. Relaciona-se ao mundo, ao cotidiano	4	23	7,2%
7. Gerar e compreender gráficos, tabelas	1	17	5,3%
8. Não compreende seu uso, nenhuma	5	16	5,0%
9. Para usar na vida profissional	4	16	5,0%
10. Noções básicas, pouca	5	12	3,8%
11. Organizar ou visualizar dados	1	11	3,4%
12. Probabilidade, estimativa, gráfico, média	1	9	2,8%
13. Para se ter noções de problemas e suas soluções	3	9	2,8%
14. Determinar padrões e prever resultados	1	6	1,9%
15. Auxilia a tomada de decisão	3	6	1,9%
16. Disciplina complexa, exige atenção	5	4	1,3%
17. Boa, ótima	5	4	1,3%
18. Analisar situações ou processos com segurança	3	4	1,3%
19. Não serve para nada, algo defasado, chata	5	4	1,3%
20. Comprovar resultados de pesquisa	3	2	0,6%
21. Controle de processos	3	1	0,3%
22. Desenvolver o raciocínio	4	1	0,3%
23. Facilita a amostragem	1	1	0,3%
24. Em branco	-	24	7,5%
<i>Total</i>	-	<i>319</i>	<i>100%</i>

¹ Descrição das categorias: (1) Identifica características do conceito de estatística descritiva ou inferencial; (2) Identifica características relacionadas às operações matemáticas; (3) Descreve uma utilidade para a Estatística (4) Descreve um motivo para aprender Estatística; (5) Outras características ou comentários que não refletem o conceito de Estatística.

Embora poucos tenham expressado não entender corretamente o significado da palavra Estatística, 80,3% declararam ter algum motivo,

diferente da obrigatoriedade de cursar a disciplina, para estudá-la. Este fato pode ter refletido positivamente nas atitudes dos sujeitos com relação a esta disciplina.

Tabela 12- Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição dos motivos para aprender Estatística

<i>Motivo para aprender Estatística</i>	<i>Categoria¹</i>	<i>Número</i>	<i>%</i>
1. Ajudar profissionalmente e no cotidiano	1	54	16,9%
2. Compreender pesquisa e analisar dados	1	46	14,4%
3. Saber mais, necessidade, uso posterior	1	42	13,2%
4. Faz parte do currículo	2	30	9,4%
5. Aplicar, interpretar testes psicológicos	1	20	6,3%
6. Para cálculos, tabelas, porcentagens, erros	1	17	5,3%
7. Gerar e analisar gráficos e tabelas	1	16	5,0%
8. Sentido vago, não compreende	2	12	3,8%
9. Tomada de decisão (empresas e geral)	1	12	3,8%
10. Melhorar qualidade de produção, controle	1	9	2,8%
11. Importante, necessário	1	9	2,8%
12. Compreender dificuldades, problemas	1	7	2,2%
13. Usar números no cotidiano	1	7	2,2%
14. Desperta lógica, raciocínio rápido	1	5	1,6%
15. Fazer estimativas, previsões	1	4	1,3%
16. Compreender média	1	2	0,6%
17. Mundo globalizado e mudanças rápidas	1	2	0,6%
18. Oferece recursos matemáticos	1	2	0,6%
19. Aplicar na indústria	1	1	0,3%
20. Outra	1	2	0,6%
21. Em branco	-	21	6,6%
<i>Total</i>	-	<i>319</i>	<i>100%</i>

¹ Descrição das categorias: (1) Descreve um motivo para aprender Estatística; (2) Descreve um motivo obrigatório ou termos vagos.

A maioria desses sujeitos descreveu exemplos do cotidiano para a utilidade da Estatística, revelando que a maioria considerou a Estatística como

uma ferramenta útil. Esses resultados estão apresentados na Tabela 13, a seguir.

Com relação à concepção que possuem, 24,7% vêem na Estatística uma ferramenta útil para sua carreira profissional, citando exemplos relacionados à atual área de estudo e ao futuro campo de trabalho (tais como mostrado a seguir na Tabela 13, com os exemplos 4 e 9 para a Engenharia, 6 e 15 para Administração, 7 para Farmácia e Medicina e o exemplo 12 para a Psicologia.

Tabela 13- Distribuição dos sujeitos de acordo com a descrição da utilidade da Estatística

<i>Utilidade da Estatística</i>	<i>Categoria¹</i>	<i>Número</i>	<i>%</i>
Cálculos diversos, pesquisas, dia a dia	1	59	18,5%
Censo ou pesquisa eleitoral ou de opinião	1	55	17,2%
Estatísticas em geral	1	36	11,3%
Análise de produção, qualidade, vendas	1	30	9,4%
Calcular médias, elaborar gráficos ou tabelas	1	25	7,8%
Estatísticas de lucro, prejuízo, gastos	1	18	5,6%
Estatísticas populacionais ou de saúde	1	16	5,0%
Ler jornais, revistas	1	12	3,8%
Estudo de processos industriais (CEP,...)	1	8	2,5%
Nenhuma, não tem idéia	2	7	2,2%
Jogos, apostas	1	7	2,2%
Testes Psicológicos	1	6	1,9%
Previsão de dados, acontecimentos	1	4	1,3%
Probabilidade	1	4	1,3%
Balancetes bancários	1	1	0,3%
Estimativa de dados	1	1	0,3%
Na prova	2	1	0,3%
Em branco	-	29	9,1%
<i>Total</i>	-	<i>319</i>	<i>100%</i>

¹ Descrição das categorias: (1) Descreve uma utilidade da Estatística; (2) Descreve uma obrigatoriedade ou termos vagos.

Os resultados mostrados na Tabela 14 revelaram as diferenças existentes entre os grupos analisados quanto a cada uma das questões propostas, ao nível de significância de 0,050. Não foram consideradas as respostas deixadas em branco, pois isto inviabilizaria o uso do teste Qui-quadrado em outras análises.

A análise dos dados indicou que as proporções de sujeitos que identificam e aquelas que não identificam características do conceito de Estatística diferem entre as áreas de conhecimento, sendo a área de Humanas aquela que apresentou maior porcentagem de sujeitos que descreve alguma característica do conceito de Estatística. Diferem, também, quanto ao motivo expresso para estudar Estatística, sendo a área de Exatas aquela que apresentou maior porcentagem de sujeitos com motivo para estudar Estatística. Já a proporção de sujeitos que expressam utilidades para a Estatística não difere entre as áreas de conhecimento. Os resultados do teste Qui-quadrado para comprovar tais diferenças estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 14- Diferença entre as áreas de conhecimento quanto aos componentes do conceito de Estatística

<i>Questão</i>	<i>Casos válidos</i>	$\chi^2(2)^1$	<i>P</i>
Conceito de Estatística	318	17,787	0,0001
Motivo para estudar Estatística	318	7,409	0,0246
Utilidade da Estatística	318	1,170	0,5572

¹ Para os três testes houve 0% de frequências esperadas menores que 5

Concluiu-se que as proporções de sujeitos que expressam e que não expressam atributos do conceito de Estatística diferem significativamente entre os gêneros, sendo o gênero masculino aquele que apresentou a maior porcentagem de sujeitos que expressa tais atributos. A utilidade expressa pelos sujeitos do gênero masculino também foi significativamente superior ao do feminino. Não houve diferença significativa entre os gêneros quanto ao motivo expresso pelos sujeitos para estudar Estatística.

Tabela 15- Diferença entre os gêneros quanto aos componentes do conceito de Estatística

<i>Questão</i>	<i>Casos válidos</i>	$\chi^2(1)^1$	<i>P</i>
Conceito de Estatística	318	8,997	0,0027
Motivo para o estudo de Estatística	318	0,136	0,7123
Utilidade da Estatística	318	5,413	0,0200

¹ Para os três testes houve 0% de frequências esperadas menores que 5.

É importante lembrar que os sujeitos que participaram do presente estudo responderam aos instrumentos no final do ano letivo em que estavam cursando a disciplina Estatística. Esta podia ser cursada na primeira, segunda ou terceira série, dependendo do curso. Como revelado no teste Qui-quadrado, quando os sujeitos foram agrupados de acordo com a série não houve diferença de proporções de sujeitos que expressaram motivos e utilidade para a Estatística. Mas houve diferença significativa entre as séries quando a variável formação conceitual de Estatística foi considerada, sendo a primeira série aquela com maior portagem de sujeitos que expressou atributos do conceitos de Estatística.

Tabela 16- Diferença entre as séries quanto aos componentes do conceito de Estatística

<i>Questão</i>	<i>Casos válidos</i>	$\chi^2(2)^1$	<i>p</i>
Conceito de Estatística	318	9,865	0,0072
Motivo para o estudo de Estatística	318	0,321	0,8517
Utilidade da Estatística	318	3,830	0,1474

¹ Para os dois primeiros testes houve 0% de frequências esperadas menores que 5.

ANÁLISE DA ESCALA DE ATITUDES EM RELAÇÃO À ESTATÍSTICA

Análise descritiva dos itens da escala

Para as vinte proposições que compuseram a escala de atitudes em relação à Estatística, consideradas como itens da escala, o número de proposições deixadas em branco foi baixo, sendo a de número doze “*Quando eu ouço a palavra Estatística, eu tenho um sentimento de aversão*” aquela que apresentou maior porcentagem de respostas em branco (1,35%). Este resultado também ocorreu na pesquisa realizada por Brito (1996), relativa às atitudes em relação à Matemática, onde 3,3% dos sujeitos não responderam à proposição correspondente, “*Quando eu ouço a palavra Matemática, eu tenho um sentimento de aversão*”.

Um fato que pode ter contribuído para tal resultado é o questionamento, por vários sujeitos, sobre o significado da palavra “aversão”, que parece não fazer parte do vocabulário destes sujeitos.

A maioria das outras proposições (17%) apresentaram respostas que seguiram a mesma tendência da referida pesquisa.

Tabela 17- Distribuição dos sujeitos de acordo com a quantidade de respostas dadas à escala de atitudes em relação à Estatística

<i>Quantidade de proposições respondidas</i>	<i>Nº de sujeitos por quantidade de respostas</i>	<i>% de sujeitos por quantidade de respostas</i>
11 (sujeito 41)	1	0,2 %
15 (sujeito 69)	1	0,2 %
18 (sujeito 174)	1	0,2 %
19	17	3,8 %
20	423	95,5 %
<i>Total de respostas</i>	<i>443</i>	<i>100,0%</i>

Dos 443 sujeitos que responderam à escala de atitudes apenas dois deles deixaram em branco mais de duas proposições e foram desconsiderados para a análise estatística dos dados. A grande maioria (95,5%) não deixou nenhuma proposição sem resposta.

Considerando que 320 sujeitos responderam a todos os instrumentos, sendo que 319 deles não deixaram mais de duas proposições da escala de atitudes em branco, pode-se considerar que houve uma baixa taxa de desistência. Para a análise estatística da escala de atitudes foram analisadas as respostas dos 319 sujeitos.

As atitudes de cada sujeito são mais positivas ou mais negativas conforme a seguinte pontuação:

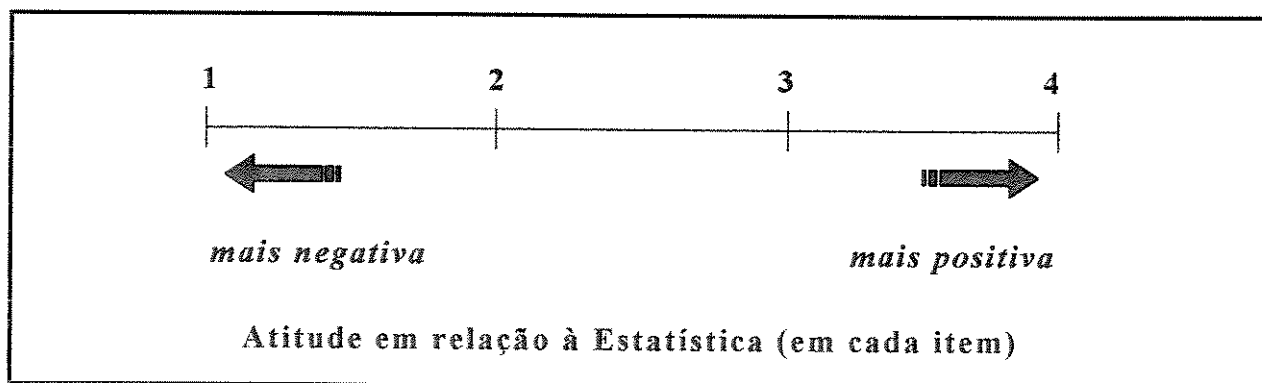


Figura 6 - Representação gráfica da atitude em relação à Estatística (pontos por item)

Os dados obtidos na amostra considerada válida (319 sujeitos) mostraram que as três proposições que apresentaram mais respostas negativas foram:

- 04. A Estatística é fascinante e divertida ($M=2,18$);
- 05. A Estatística me faz sentir seguro(a) e é, ao mesmo tempo, estimulante ($M=2,16$);
- 18. Eu fico mais feliz na aula de Estatística que na aula de qualquer outra matéria ($M=1,86$).

Estes resultados podem ser interpretados admitindo-se que os sujeitos, embora gostando de Estatística, não a consideram a mais estimulante, fascinante e que os deixa mais felizes.

As três proposições que apresentaram suas respostas positivas foram as de números um, dois e dezessete. Embora fossem proposições negativas, ao receberem respostas discordantes tornaram-se atitudes positivas em relação à Estatística. Por essa razão, apresentaram médias aproximadamente iguais a 3,0. Este resultado pode ser interpretado como sendo algo que não dá medo e que não deixa o aluno sob tensão.

01. Eu fico sempre sob uma terrível tensão na aula de Estatística
(M=3,07);

02. Eu não gosto de Estatística e me assusta ter que fazer essa matéria
(M=3,05);

17. Eu nunca gostei de Estatística e é a matéria que me dá mais medo
(M=3,03).

Tabela 18- Distribuição dos sujeitos de acordo com as respostas à proposições da escala de atitudes em relação à Estatística

<i>Proposições</i>	<i>Atitude Média e Desvio Padrão</i>	<i>Alternativas de Resposta</i>				
		<i>Discordo Totalmente</i>	<i>Discordo</i>	<i>Concordo</i>	<i>Concordo Totalmente</i>	<i>Em Branco</i>
01. Eu fico sempre sob uma terrível tensão na aula de Estatística.	M=3,07 DP=0,74	90 (28,2%)	168 (52,7%)	53 (16,6%)	8 (2,5%)	0 (0,0%)
02. Eu não gosto de Estatística e me assusta Ter que fazer essa matéria.	M=3,05 DP=0,73	83 (26,0%)	177 (55,5%)	50 (15,7%)	9 (2,8%)	0 (0,0%)
03. Eu acho a Estatística muito interessante e gosto das aulas de Estatística.	M=2,60 DP=0,67	15 (4,7%)	116 (36,4%)	171 (53,6%)	17 (5,3%)	0 (0,0%)
04. A Estatística é fascinante e divertida.	M=2,18 DP=0,68	43 (13,5%)	184 (57,7%)	83 (26,0%)	8 (2,5%)	1 (0,3%)
05. A Estatística me faz sentir seguro(a) e é, ao mesmo tempo, estimulante.	M=2,16 DP=0,58	33 (10,3%)	203 (63,7%)	83 (26,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

(continua)

Tabela 18- (continuação)

Proposições	Atitude Média e Desvio Padrão	Alternativas de Resposta				
		Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente	Em Branco
06. "Dá um branco" na minha cabeça e não consigo pensar claramente quando estudo Estatística.	M=2,80 DP=0,73	42 (13,2%)	187 (58,6%)	73 (22,9%)	17 (5,3%)	0 (0,0%)
07. Eu tenho sensação de insegurança quando me esforço em Estatística.	M=2,84 DP=0,71	50 (15,7%)	178 (55,7%)	80 (27,1%)	10 (3,2%)	1 (0,3%)
08. A Estatística me deixa inquieto(a), descontente, irritado(a) e impaciente.	M=2,91 DP=0,70	52 (16,3%)	198 (62,1%)	55 (17,2%)	13 (4,1%)	1 (0,3%)
09. O sentimento que tenho com relação à Estatística é bom.	M=2,75 DP=0,58	5 (1,6%)	89 (27,9%)	207 (64,9%)	18 (5,6%)	0 (0,0%)
10. A Estatística me faz sentir como se estivesse perdido(a) em uma selva de números e sem encontrar a saída.	M=2,83 DP=0,68	40 (12,5%)	198 (62,1%)	69 (21,6%)	12 (3,8%)	0 (0,0%)
11. A Estatística é algo que eu aprecio grandemente.	M=2,34 DP=0,63	17 (5,3%)	186 (58,3%)	105 (32,9%)	11 (3,5%)	0 (0,0%)
12. Quando eu ouço a palavra Estatística, eu tenho um sentimento de aversão.	M=2,90 DP=0,58	36 (11,3%)	219 (68,7%)	59 (18,4%)	4 (1,3%)	1 (0,3%)
13. Eu encaro a Estatística com um sentimento de indecisão, que é resultado do medo de não ser capaz em Estatística.	M=2,90 DP=0,65	47 (14,7%)	196 (61,5%)	68 (21,3%)	6 (1,9%)	2 (0,6%)
14. Eu gosto realmente da Estatística.	M=2,41 DP=0,60	13 (4,1%)	169 (52,9%)	130 (40,8%)	6 (1,9%)	1 (0,3%)
15. A Estatística é uma das matérias que eu realmente gosto de estudar na faculdade.	M=2,20 DP=0,64	34 (10,7%)	194 (60,7%)	85 (26,7%)	6 (1,9%)	0 (0,0%)
16. Pensar sobre a obrigação de resolver um problema estatístico me deixa nervoso(a).	M=2,75 DP=0,72	39 (12,2%)	176 (55,2%)	87 (27,3%)	15 (4,7%)	2 (0,6%)
17. Eu nunca gostei de Estatística e é a matéria que me dá mais medo.	M=3,03 DP=0,60	58 (18,8%)	218 (68,3%)	37 (11,6%)	5 (1,6%)	1 (0,3%)

(continua)

Tabela 18- (continuação)

Proposições	Atitude Média e Desvio Padrão	Alternativas de Resposta				
		Discordo Totalmente	Discordo	Concordo	Concordo Totalmente	Em Branco
18. Eu fico mais feliz na aula de Estatística que na aula de qualquer outra matéria.	M=1,86 DP=0,63	83 (26,0%)	204 (63,9%)	26 (8,2%)	6 (1,9%)	0 (0,0%)
19. Eu me sinto tranqüilo(a) em Estatística e gosto muito dessa matéria.	M=2,31 DP=0,61	21 (6,6%)	184 (57,7%)	108 (33,8%)	5 (1,6%)	1 (0,3%)
20. Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística. Eu gosto e dessa matéria e a aprecio muito.	M=2,40 DP=0,62	15 (4,7%)	169 (53,0%)	127 (39,8%)	8 (2,5%)	0 (0,0%)

¹ As estatísticas descritivas média (M) e desvio padrão (DP) foram calculadas a partir dos pontos atribuídos às respostas dos sujeitos à escala de atitudes. Para as proposições positivas foram atribuídos os valores 4 para *concordo totalmente*, 3 para *concordo*, 2 para *discordo*, e 1 para *discordo totalmente*, invertendo-se os pesos para as proposições negativas. Para cada proposição a atitude podia ser 1 (mais negativa) até 4 (mais positiva).

Foi observado que também os resultados médios de cada proposição tenderam mais para resultados positivos que negativos.

A soma total de pontos na escala de atitudes pode variar de 20 (atitudes mais negativas) a 80 (atitudes mais positivas), conforme representação gráfica a seguir. Outros autores aplicaram escalas de atitudes semelhantes à utilizada neste trabalho, com diferentes números de itens, como os autores Roberts e Bilderback (1980), Roberts e Reese (1987), Glencross e Cherian (1992, 1995).

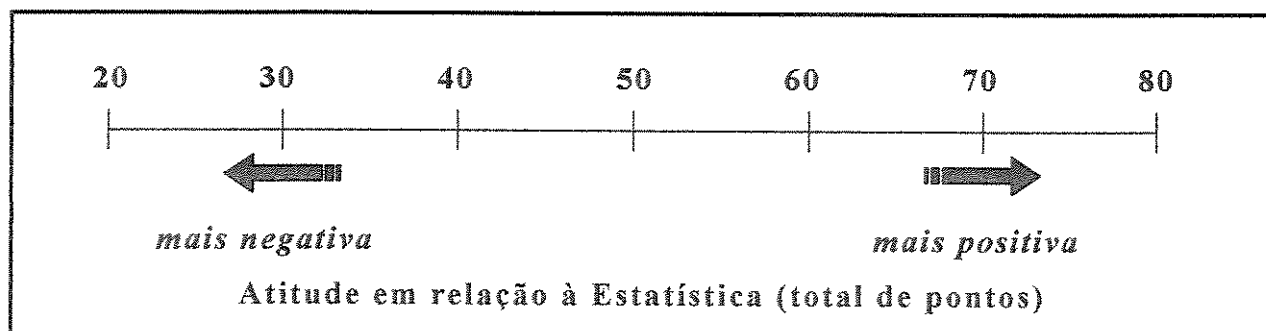


Figura 7 - Representação gráfica do total de pontos da atitude em relação à Estatística

Os escores dos sujeitos na escala de atitudes em relação à Estatística apresentaram média de 52,2 pontos e mediana igual a 52 e um desvio padrão de 8,7 pontos, representando a variabilidade destes escores em torno dessa média.

De acordo com esses resultados, pode-se dizer que os sujeitos com atitudes positivas em relação à Estatística são aqueles que apresentam nota na escala superior ao valor a 52,2 e os sujeitos com atitudes negativas seriam aqueles cujas notas são inferiores a essa média, obtida para esse grupo de sujeitos.

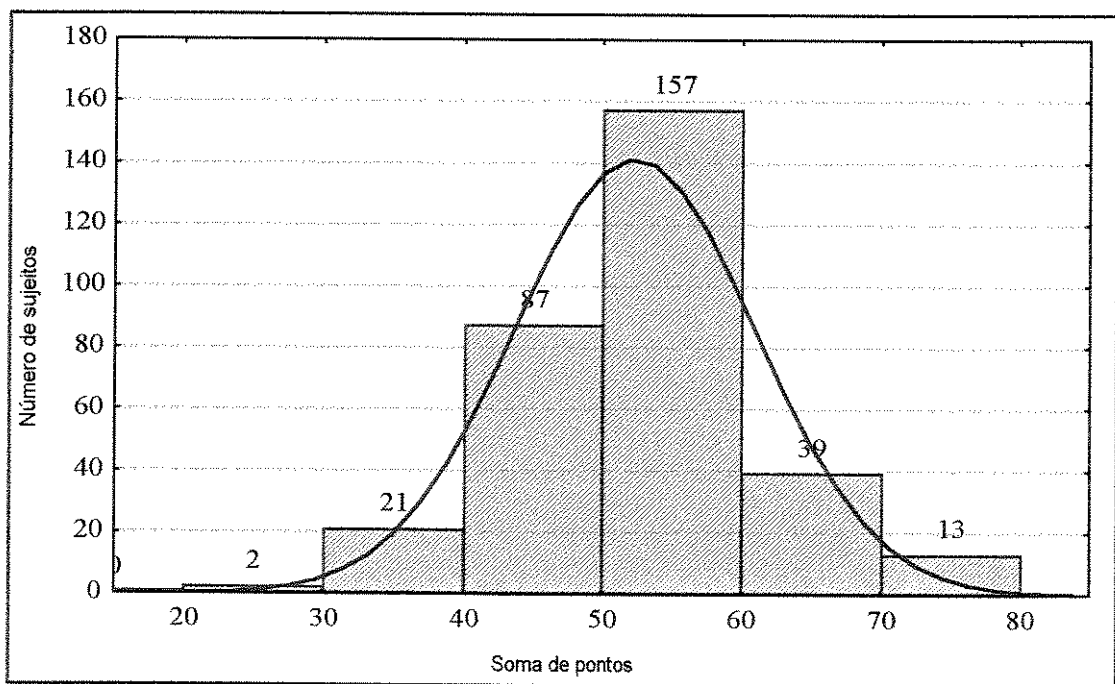


Figura 8 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a soma de pontos na escala de atitudes em relação à Estatística

Análise estatística e confiabilidade da escala

Mesmo utilizando uma escala já validada, optou-se por proceder à análise estatística completa do instrumento para a amostra de 319 casos válidos.

Com o objetivo de analisar a confiabilidade da escala, foi utilizado o coeficiente alfa de Cronbach, cujos resultados estão apresentados na Tabela 19, por grupos de variáveis de interesse.

Tabela 19- Estatísticas descritivas e confiabilidade da escala de atitudes em relação à Estatística de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variáveis independentes</i>	<i>Grupos</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Alfa de Cronbach</i>
Área de conhecimento	Humanas	131	51,53	9,15	0,9335
	Exatas	81	51,15	7,34	0,8978
	Saúde	107	53,75	8,87	0,9351
Gênero	Masculino	138	52,17	8,95	0,9157
	Feminino	181	52,18	9,22	0,9358
Série	Primeira	194	51,21	8,32	0,9184
	Segunda	87	55,06	9,22	0,9412
	Terceira	38	50,50	7,82	0,9181
Idade (anos)	Até 20	143	51,92	7,62	0,9020
	De 21 a 25	132	52,08	9,44	0,9416
	De 26 a 29	22	54,05	9,50	0,9389
	Mais de 29	19	52,74	9,69	0,9514
	Em branco	3	-	-	-
Escolaridade do pai	Até 1º grau	150	52,11	8,55	0,9233
	2º grau	102	51,46	8,68	0,9276
	Superior	59	53,66	8,92	0,9393
	Em branco	8	-	-	-
Escolaridade da mãe	Até 1º grau	166	51,95	8,64	0,9299
	2º grau	93	50,02	7,94	0,9059
	Superior	57	56,44	8,69	0,9374
	Em branco	3	-	-	-
Autopercepção do desempenho em Estatística	Ruim	122	48,55	7,67	0,8956
	Bom	197	54,42	8,52	0,9337
<i>Total geral</i>		<i>319</i>	<i>52,18</i>	<i>8,68</i>	<i>0,9282</i>

As variáveis observadas foram as vinte proposições da escala de atitudes em relação à Estatística. Considerou-se como válidas as escalas com no mínimo dezoito proposições respondidas, para que fosse possível o

preenchimento das duas ou menos respostas em branco com a média das proposições respondidas pelo próprio sujeito nessa escala. As estatísticas descritivas destas variáveis estão apresentadas na Tabela 19.

Os resultados da análise estatística mostraram que a escala apresentou uma alta consistência interna dado que o coeficiente *alfa* de Cronbach geral foi de 0,9282 e o valor do *alfa* padronizado igual a 0,9293, com o primeiro variando de 0,8956 a 0,9514 nos diversos grupos estudados.

A média dos valores da escala de atitudes foi de 52,2 com um desvio padrão de 8,7 revelando que as atitudes dos sujeitos foram mais positivas que negativas. Os valores apresentados na Tabela 19 revelam que as atitudes dos sujeitos dessa pesquisa são mais positivas do que o grupo de 1.154 estudantes da pesquisa de Cazorla et al. (1999) e com menor variabilidade de resultados (média=50,5 e desvio-padrão=10,2).

A seguir foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre as médias das variáveis pesquisadas, nos vários grupos de estudo. A Tabela 20 resume os resultados encontrados.

As atitudes não diferiram significativamente quando os sujeitos foram agrupados de acordo com a área de conhecimento ($F(2,316)=2,718$; $p=0,0675$). Nas três áreas de conhecimento os sujeitos apresentaram atitudes mais positivas que negativas em relação à Estatística.

Quando agrupados de acordo com a série, as atitudes dos sujeitos diferiram significativamente ($F(2,316)=6,954$; $p=0,0011$). Nas três séries, as atitudes em relação à Estatística foram mais positivas que negativas. O teste de Tukey (DHS) mostrou que as atitudes dos sujeitos da primeira série foram significativamente menos positivas que aquelas apresentadas pelos da segunda série, e estas significativamente mais positivas que as apresentadas pelos sujeitos da terceira série ($p=0,0063$). Não houve diferença entre as atitudes da primeira e da terceira séries ($p=0,6382$).

Tabela 20- Análise de variância das atitudes em relação à Estatística de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variável independente</i>	<i>Homogeneidade de variância</i>		<i>ANOVA</i>		<i>Grupos com diferenças significativas</i>
	<i>F¹</i>	<i>p</i>	<i>F(gl_{entre}, gl_{dentro})</i>	<i>p</i>	
Áreas de conhecimento	2,615	0,0747	$F(2,316)=2,718$	0,0675	-
Série	1,273	0,2815	$F(2,316)=6,954$	0,0011	1ª e 2ª séries *** 2ª e 3ª séries *
Gênero	1,829	0,1772	$F(2,317)=0,000$	0,9977	-
Faixa etária	2,097	0,1006	$F(2,312)=0,413$	0,7440	-
Escolaridade dos pais	0,624	0,5362	$F(2,308)=1,220$	0,2968	-
Escolaridade das mães	0,550	0,5773	$F(2,313)=10,340$	0,0000	1º grau e Superior ** 2º grau e Superior ***
Matéria de que menos gosta	3,687	0,0267	$F(2,208)=27,093$	0,0000	Matemática e outras *** Estatística e outras ***
Matéria de que mais gosta	2,469	0,0869	$F(2,231)=8,110$	0,0004	Matemática e outras ** Estatística e outras *
Auto-percepção do desempenho em Estatística	0,543	0,4619	$F(1,317)=38,570$	0,0000	Ruim e Bom ***

¹ *F* do teste de Levene para homogeneidade de variâncias

* Diferenças significativas ($p < 0,05$); ** Diferenças muito significativas ($p < 0,01$)

*** Diferenças altamente significativas ($p < 0,001$)

O agrupamento dos sujeitos de acordo com o gênero revelou que não houve diferença significativa entre as atitudes dos sujeitos do gênero masculino e do feminino ($F(1,317)=0,000$; $p=0,9977$). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Waters, Martelli, Zakrajset e Popovic (1989), Cazorla et al. (1999), embora outras pesquisas apontem diferenças de atitudes quanto ao gênero, tanto em relação à Estatística (Roberts e Saxe, 1982; Silva et al., 1999) quanto em relação à Matemática (Brito, 1996) e

indiquem que os sujeitos do gênero masculino têm atitudes mais positivas que negativas quando comparados aos sujeitos do gênero feminino.

Uma outra análise que feita refere-se ao agrupamento dos sujeitos de acordo com as idades. A análise de variância apontou que os sujeitos dos vários grupos de idade não apresentaram diferenças de atitudes estatisticamente significativas ($F(3, 312)=0,413, p=0,7440$), embora possa ser verificada uma tendência às atitudes mais positivas no grupo de sujeitos com idades mais elevadas.

Em seguida foi feito o agrupamento dos sujeitos de acordo com a escolaridade dos pais e das mães. Os resultados revelaram que as atitudes dos sujeitos não diferiram significativamente nos diferentes grupos de escolaridade dos pais ($F(2,308)=1,220; p=0,2968$). As atitudes em relação à Estatística foram mais positivas que negativas nesses grupos.

Considerando a variável escolaridade das mães, os grupos apresentaram diferenças significativas de atitudes ($F(2,313)=10,340; p=0,0000$). O teste de Tukey (DHS) revelou que as atitudes dos sujeitos com mães que possuem o nível superior foram mais positivas que o grupo de sujeitos com mães que cursaram até o segundo grau, e mais positivas que o do grupo de sujeitos com mães que cursaram até o primeiro grau, conforme dados apresentados na Tabela 20.

A análise a seguir refere-se ao agrupamento dos sujeitos de acordo com a preferência por disciplina. As diferenças entre as médias das atitudes em relação à Estatística de acordo com a preferência de disciplinas foram significativas, quando os sujeitos foram agrupados segundo as disciplinas de que menos gostavam ($F(2,208)=27,093; p=0,0000$) e também quando agrupados segundo as disciplinas de que mais gostavam ($F(2,231)=8,110; p=0,0004$).

A média das atitudes dos sujeitos que menos gostavam de Matemática foi inferior à apresentada pelo grupo que afirmou gostar menos de outras

disciplinas. Esse resultado foi verificado também para a média das atitudes dos sujeitos que menos gostavam de Estatística.

Quanto aos sujeitos que declararam que a matéria de que mais gostavam era a Estatística, estes tiveram atitudes significativamente superiores às dos outros grupos ($F(2,231)=8,110$; $p=0,0004$). Foram encontradas diferenças significativas também entre a média de atitudes dos sujeitos que declararam preferir a Estatística e a média dos sujeitos que declararam preferir outras disciplinas. Foi observado que as atitudes destes sujeitos foram bem mais positivas que as encontradas nos outros dois grupos.

Para avaliar a relação entre as atitudes e a autopercepção do desempenho em Estatística, foi formulada a seguinte proposição: *Eu não tenho um bom desempenho em Estatística*, sendo que o aluno tinha quatro alternativas de resposta: *concordo totalmente*, que seria indicador de uma autopercepção de desempenho *muito ruim*; *concordo*, indicador de *ruim*; *discordo*, de *bom* e *discordo totalmente*, de *muito bom*. Estas alternativas foram agrupadas em duas categorias: sujeitos com uma autopercepção de *bom* desempenho em Estatística e sujeitos com autopercepção de desempenho *ruim*.

A análise de variância dos valores da escala de atitudes pela autopercepção foi significativa ($F(1,317)=38,570$; $p=0,0000$), demonstrando que a média das atitudes dos sujeitos que perceberam ter um bom desempenho em Estatística foi superior à dos que perceberam ter um desempenho ruim.

Com o objetivo de determinar o número e a natureza das variáveis subjacentes (fatores) que explicassem a variância das variáveis observadas, utilizou-se o método estatístico da *Análise Fatorial*.

Adequação da amostra para medir a atitude

A amostra foi adequada para medir a atitude em relação à Estatística conferindo validade aos resultados encontrados. O valor encontrado para a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer_Olkin foi igual a 0,943, indicando um resultado altamente satisfatório.

Um dos pressupostos da análise fatorial é que existe correlação entre os itens considerados na análise. Assim, foi utilizado o teste de Bartlett, que permitiu avaliar a hipótese que a matriz de correlação é uma matriz identidade ($\chi^2_{aproximado}(190) = 3272,54; p=0,0000$).

Análise fatorial dos itens da escala de atitudes

A análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax* mostrou que apenas dois fatores tiveram autovalores maiores ou iguais a 1,0 e responderam a 54,2% da variância total, conforme dados apresentados na Tabela 21 a seguir.

Tabela 21- Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator

<i>Fator</i>	<i>Autovalor</i>	<i>Variância (%)</i>	
		<i>Simples</i>	<i>Acumulada</i>
1	8,6369	43,2	43,2
2	2,2027	11,0	54,2
3	0,9438	4,7	58,9
4	0,8683	4,3	63,3
5	0,7613	3,8	67,1
6	0,6783	3,4	70,5
7	0,6437	3,2	73,7
8	0,5664	2,8	76,5
9	0,5445	2,7	79,2
10	0,5346	2,7	81,9
11	0,4945	2,5	84,4
12	0,4623	2,3	86,7
13	0,4184	2,1	88,8
14	0,3906	2,0	90,7
15	0,3718	1,9	92,6
16	0,3363	1,7	94,3
17	0,3218	1,6	95,9
18	0,2951	1,5	97,4
19	0,2720	1,4	98,7
20	0,2567	1,3	100,0

O primeiro fator respondeu por 43,2% da variância total, indicando sua dominância e confirmando a unidimensionalidade da escala; o segundo fator por 11,0% da variância total, sendo que todos os outros apresentaram valores inferiores a 5,0%, como pode ser observado na Tabela 21.

O fator 1 apresentou valores altos para as proposições positivas e valores baixos para as negativas, enquanto que o fator 2 apresentou valores altos para as proposições negativas e valores baixos para as positivas.

Na maioria dos casos o item foi relativamente puro, isto é, se teve alta saturação em um fator, teve baixa saturação no outro, como mostra a Tabela 22.

Tabela 22- Distribuição das cargas fatoriais por item da escala e natureza da proposição feita no item

<i>Item</i>	<i>Descritor da proposição</i>	<i>Natureza</i>	<i>Fator 1</i>	<i>Fator 2</i>
15	Matéria de que mais gosta	+	0,79	0,27
05	Segurança	+	0,72	0,13
11	Aprecio	+	0,71	0,05
14	Gosto	+	0,71	0,27
03	Interessante	+	0,70	0,26
20	Reação positiva	+	0,69	0,37
19	Tranquilidade	+	0,69	0,32
04	Fascinante	+	0,67	0,19
18	Feliz	+	0,63	0,11
09	Sentimento bom	+	0,58	0,40
02	Assusta	-	0,35	0,60
12	Aversão	-	0,33	0,63
16	Nervoso	-	0,32	0,67
08	Impaciência	-	0,32	0,67
10	Selva de números	-	0,29	0,71
06	Dá um branco	-	0,25	0,74
17	Medo	-	0,23	0,75
07	Insegurança	-	0,10	0,74
01	Tensão	-	0,10	0,62
13	Indecisão	-	0,05	0,71

O agrupamento de todos os itens positivos de um lado e dos itens negativos de outro pode ser melhor visualizado na Figura 9 e na Tabela 22, e confirmado pela matriz de transformação do fator, Tabela 23.

Tabela 23– Matriz de transformação do fator

Fator	1	2
1	0,709	0,705
2	-0,705	0,709

A matriz de transformação do fator, Tabela 23, indicou a independência dos dois fatores, mostrando o agrupamento das proposições positivas em um determinado espaço e as negativas em outro. Esse resultado mostra que os fatores não são correlacionados.

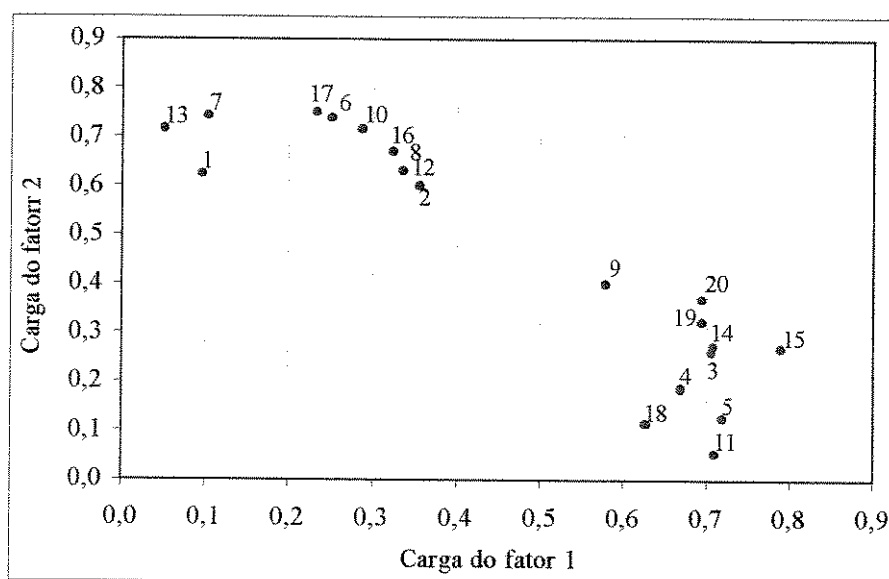


Figura 9 - Diagrama de dispersão das cargas dos fatores 1 e 2 em cada item

Esses resultados são bastante próximos aos encontrados por Brito (1996), Silva(1999), Cazorla et al. (1999), cujas proposições que mediam

atitudes positivas agrupavam-se em um determinado espaço e as proposições que mediam atitudes negativas agrupavam-se em outro, mostrando haver poucos aspectos referentes a atitudes negativas contidas nas proposições positivas e vice-versa.

ANÁLISE DA PROVA DE ESTATÍSTICA

Análise descritiva das questões da prova de Estatística

A prova de Estatística foi composta por questões de análise de dados que incluíram tópicos de estatística descritiva básica (média, mediana, amplitude e percentil) e de interpretação de dados apresentados em gráficos (gráficos em barras e em pontos) e tabelas (distribuições de frequência).

O objetivo foi analisar a existência de diferenças ente os três tipos de questões propostas na prova por área de conhecimento, gênero, idade, nível de escolaridade do pai e da mãe e autopercepção do desempenho em Estatística, segundo os seguintes agrupamentos: (1) questões 1, 2, 3, 4, 5 e 6, que envolveram análise de dados apresentados em gráficos; (2) questões 7, 8, 9, 10, 11 e 12 com todas as informações necessárias para a sua solução, envolvendo somente cálculos; e (3) questões 13, 14, 15, 16, 17 e 18, que compartilharam os mesmos dados na forma de tabelas.

As questões que compuseram a prova de Estatística foram extraídas da prova geral do *Graduate Record Examination (GRE)* com exceção das questões 7, 8 e 13.

O *GRE* é um teste publicado pelo *Educational Testing Service*, destinado a medir as habilidades verbal, quantitativa e analítica necessárias para a realização acadêmica dos estudantes. Este teste constitui uma das maneiras de avaliar o provável sucesso dos estudantes de pós-graduação, de diferentes níveis e de diferentes áreas de conhecimento.

As porcentagens de acertos dos sujeitos dessa pesquisa foram inferiores aos resultados apresentados no *GRE* pelos estudantes de vários países e de várias áreas de conhecimento em outubro de 1989 e setembro de 1992. Foi encontrada uma correlação positiva alta entre os índices de dificuldade ($r=0,7305$), quando os resultados correspondentes das duas pesquisas foram comparados. Apenas na questão 10, de solução de problemas, os sujeitos desse estudo obtiveram porcentagem de acertos acima dos resultados do *GRE*.

Constatou-se que, em todas as questões referentes à análise de dados apresentados em gráficos, as porcentagens de acertos foram superiores a 50,0%, enquanto que, nas referentes às questões com expressões numéricas ou cálculos matemáticos, apenas a questão 11 apresentou mais de 50,0% de acertos.

Tabela 24- Distribuição dos sujeitos de acordo com as respostas às questões da prova de Estatística

Questão	Tipo	Alternativa de resposta					Em branco	% acertos no GRE
		a	b	c	d	e		
01	Gráfico	27 (8,5%)	14 (4,4%)	250* (78,4%)	15 (4,7%)	9 (2,8%)	4 (1,3%)	83%
02	Gráfico	21 (6,6%)	255* (79,9%)	23 (7,2%)	9 (2,8%)	10 (3,1%)	1 (0,3%)	92%
03	Gráfico	246* (77,1%)	14 (4,4%)	6 (1,9%)	8 (2,5%)	39 (12,2%)	6 (1,9%)	90%
04	Gráfico	12 (3,8%)	182* (57,1%)	26 (8,2%)	42 (13,2%)	41 (12,9%)	16 (5,0%)	71%
05	Gráfico	8 (2,5%)	30 (9,4%)	67 (21,0%)	29 (9,1%)	173* (54,2%)	12 (3,8%)	58%
06	Gráfico	42 (13,2%)	59 (18,5%)	24 (7,5%)	163* (51,1%)	20 (6,3%)	11 (3,4%)	71%
07	Cálculos	60* (18,8%)	15 (4,7%)	187 (58,6%)	29 (9,1%)	25 (7,8%)	3 (0,9%)	-
08	Cálculos	52* (16,3%)	104 (32,6%)	59 (18,5%)	32 (10,0%)	39 (12,2%)	33 (10,3%)	-
09	Cálculos	115* (36,1%)	42 (13,2%)	99 (31,0%)	3 (,9%)	44 (13,8%)	16 (5,0%)	42%

(continua)

Tabela 24- (continuação)

Questão	Tipo	Alternativa de resposta					Em branco	% acertos no GRE
		a	b	c	d	e		
10	Cálculos	12 (3,8%)	248* (77,7%)	19 (6,0%)	7 (2,2%)	26 (8,2%)	7 (2,2%)	67%
11	Cálculos	176* (55,2%)	34 (10,7%)	48 (15,0%)	17 (5,3%)	27 (8,5%)	17 (5,3%)	74%
12	Cálculos	48 (15,0%)	60 (18,8%)	155* (48,6%)	34 (10,7%)	15 (4,7%)	7 (2,2%)	52%
13	Tabela	34 (10,7%)	65* (20,4%)	51 (16,0%)	62 (19,4%)	94 (29,5%)	13 (4,1%)	-
14	Tabela	76 (23,8%)	155* (48,6%)	12 (3,8%)	12 (3,8%)	58 (18,2%)	6 (1,9%)	84%
15	Tabela	165 (51,7%)	12 (3,8%)	24 (7,5%)	50* (15,7%)	59 (18,5%)	9 (2,8%)	58%
16	Tabela	21 (6,6%)	49 (15,4%)	103 (32,3%)	70* (21,9%)	47 (14,7%)	29 (9,1%)	54%
17	Tabela	23 (7,2%)	98 (30,7%)	30 (9,4%)	57 (17,9%)	92* (28,8%)	19 (6,0%)	63%
18	Tabela	85* (26,6%)	49 (15,4%)	68 (21,3%)	81 (25,4%)	13 (4,1%)	23 (7,2%)	34%

* Alternativa correta

Para as questões que envolveram dados apresentados em tabelas, as porcentagens de acertos foram inferiores a 50,0%, sendo que apenas na questão 14 a porcentagem ficou próxima deste valor, apresentando 48,6% de acertos. Essas questões envolveram comparações entre quantidades numéricas e raciocínio lógico, fato esse que poderia explicar o pequeno número de acertos.

A única questão que teve porcentagem de acertos inferior à da alternativa correta foi a questão 16 (Se 5 senadores são democratas católicos, quantos senadores não são nem católicos e nem democratas?), onde foram encontrados 32,3% de respostas para a alternativa *c* (Ser católico ou não ser republicano). Correta, porém, seria a alternativa *d*, com 21,9% de acertos.

Foi atribuído um ponto a cada questão correta e zero às erradas. O total máximo de pontos possíveis foi 18, sendo seis questões para cada um dos três tipos de questões propostas.

A nota média obtida pelos sujeitos na prova de Estatística foi 8,1 e desvio padrão 3,1. O mínimo de pontos alcançado pelos sujeitos foi igual a 0 e o máximo igual a 16, sendo que 50,0% dos sujeitos obtiveram, no máximo, 8 pontos. A nota média foi ligeiramente inferior a 9, metade da nota máxima da prova.

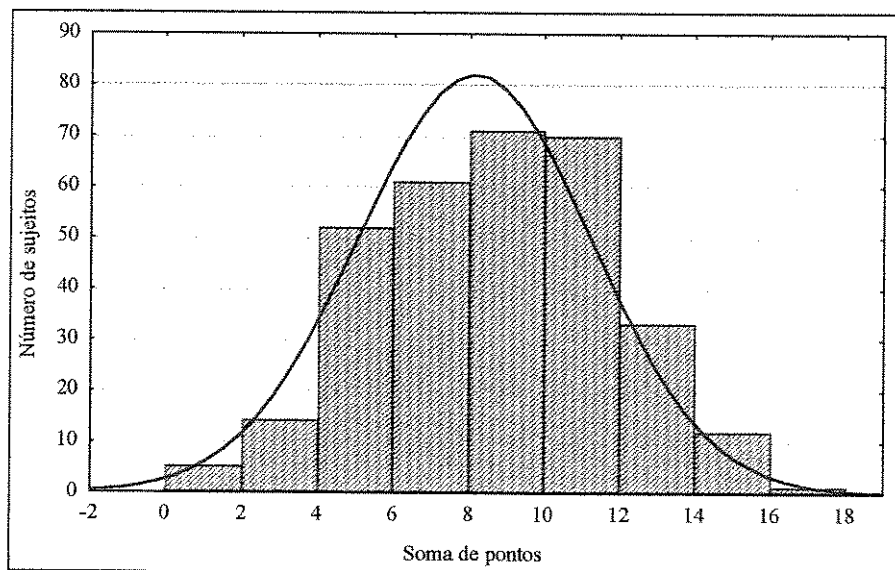


Figura 10 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a soma de pontos na prova de Estatística

Análise estatística e confiabilidade da prova de Estatística

O número e a natureza das variáveis subjacentes que explicaram a variância das variáveis observadas na prova de Estatística foram determinadas pela *Análise fatorial das questões com resposta dicotômica*.

Tabela 25- Estatísticas descritivas e índice de confiabilidade da prova de Estatística de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variável independente</i>	<i>Grupos</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Número ¹ de questões</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Alfa de ² Cronbach</i>
Área de conhecimento	Humanas	131	18	7,5	2,9	0,7855
	Exatas	81	18	8,3	3,1	0,7901
	Saúde	107	18	8,7	3,2	0,8218
Gênero	Masculino	138	18	8,6	3,2	0,8256
	Feminino	181	18	7,8	3,0	0,7741
Série	Primeira	194	18	7,3	2,9	0,7488
	Segunda	87	18	9,4	2,8	0,8163
	Terceira	38	18	9,4	3,4	0,8384
Idade (anos)	Até 20	143	18	8,0	2,8	0,7258
	De 21 a 25	132	18	8,5	3,4	0,8370
	Mais de 25	41	18	7,4	3,2	0,8290
Escolaridade do pai	Até 1º grau	150	18	8,0	2,9	0,7683
	2º grau	102	18	7,9	3,3	0,8307
	Superior	59	18	8,9	3,1	0,7991
Escolaridade da mãe	Até 1º grau	166	18	8,0	3,1	0,7976
	2º grau	93	18	8,1	3,1	0,7849
	Superior	57	18	8,8	3,0	0,8158
Autopercepção do desempenho em Estatística	Ruim	122	18	7,7	3,1	0,7666
	Bom	197	18	8,4	3,1	0,8201
<i>Total</i>		<i>319</i>	<i>18</i>	<i>8,1</i>	<i>3,1</i>	<i>0,8003</i>

¹ Número de questões com variância diferente de zero.

² Calculado a partir do coeficiente de correlação tetracórico aproximado (*cos p*)

A análise de confiabilidade da prova foi calculada a partir do coeficiente de correlação tetracórico, com aproximação iterativa, como sugerido por Primi e Almeida (1998). Os resultados indicaram que a prova apresentou uma consistência α de Cronbach geral de 0,8003 com valores variando de 0,7258 a 0,8384 nos vários grupos estudados.

Quando os sujeitos foram agrupados de acordo com a área de conhecimento, o teste de homogeneidade de variâncias não acusou diferenças

significativas na variabilidade do desempenho nas três áreas de conhecimento ($F(2,316)=0,248$; $p=0,7804$), fato que permitiu proceder à análise de variância para verificar a diferença entre as áreas quanto ao total de pontos conseguido na prova de Estatística.

Tabela 26 - Análise de variância do desempenho na prova de Estatística de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variável independente</i>	<i>Homogeneidade de variância</i>		<i>ANOVA</i>		<i>Grupos com diferenças significativas</i>
	<i>F¹</i>	<i>P</i>	<i>F(gl_{entre}, gl_{dentro})</i>	<i>P</i>	
Áreas de conhecimento	0,248	0,7804	$F(2,316)=4,914$	0,0079	Humanas e Saúde *
Gênero	0,042	0,8376	$F(1,317)=2,486$	0,0134	Masculino e feminino *
Série	2,380	0,0942	$F(2,316)=19,078$	0,0000	1ª e 2ª séries *** 1ª e 3ª séries ***
Escolaridade do pai	0,949	0,3881	$F(2,308)=2,320$	0,1001	-
Escolaridade da mãe	0,083	0,920	$F(2,313)=1,552$	0,2135	-
Autopercepção do desempenho em Estatística	0,072	0,7892	$F(1,317)=3,105$	0,0790	-

¹ F do teste de Levene para homogeneidade de variâncias

* Diferenças significativas ($p<0,05$)

** Diferenças muito significativas ($p<0,01$)

*** Diferenças altamente significativas ($p<0,001$)

Os resultados mostraram a existência de diferenças significativas de desempenho nas três áreas de conhecimento ($F(2, 316)=4,914$; $p=0,0079$). O teste de Tukey apontou que o número médio de pontos da área de Ciências da Saúde foi significativamente superior à da área de Ciências Humanas ($p=0,0025$). As outras diferenças entre médias não foram significativas.

O teste de Levene para a homogeneidade das variâncias não acusou diferenças significativas na variabilidade do desempenho, quando os sujeitos foram agrupados de acordo com o gênero ($F(1,317)=0,042$; $p=0,8376$), o que

permitiu proceder à análise de variância para verificar a diferença entre os gêneros quanto ao total de pontos conseguido na prova de Estatística.

Os resultados mostraram que as notas dos sujeitos do gênero masculino foram significativamente superiores às notas do feminino ($F(1,317)=2,486$; $p=0,0134$).

Quando os sujeitos foram agrupados de acordo com as séries, os resultados do teste de homogeneidade de variâncias não acusou diferenças significativas na variabilidade do desempenho nas diferentes séries ($F(2,316)=2,380$; $p=0,0942$), o que permitiu utilizar o procedimento da análise de variância para verificar a existência de diferenças nas médias das séries quanto ao total de pontos conseguido pelo sujeito na prova de Estatística.

Os resultados revelaram que houve diferença significativa entre as séries ($F(2,316)=19,078$; $p=0,0000$). O teste de Tukey apontou que a média de pontos da primeira série foi significativamente inferior ao obtido pela segunda ($p=0,0000$) e pela terceira ($p=0,0000$) séries. Não houve diferença significativa entre a média de pontos da segunda e da terceira séries ($p=0,9528$).

Pode ser observado que quando os sujeitos foram agrupados por idade, as variâncias do desempenho foram significativamente diferentes ($F(2,313)=3,874$; $p=0,0218$), o que não permitiu utilizar o procedimento da análise de variância para verificar a existência de diferenças nas médias das faixas etárias quanto ao total de pontos conseguido pelo sujeito na prova de Estatística.

Procedeu-se neste caso à prova não paramétrica de Kruskal-Wallis, que revelou a não existência de diferenças significativas entre as médias das notas nas diferentes faixas de idade ($\chi^2(2)=4,364$; $p=0,1128$).

Numa outra análise, os sujeitos foram agrupados de acordo com a escolaridade dos pais e das mães. Os resultados revelaram que as diferenças entre as médias das notas na prova não foram significativas quando os sujeitos

foram agrupados por nível de escolaridade dos pais ($p=0,1001$) e das mães ($p=0,2135$).

O teste de Levene para a homogeneidade das variâncias não acusou diferenças significativas nas variâncias das médias das notas na prova de Estatística quando os sujeitos foram agrupados de acordo com o nível de autopercepção de desempenho em Estatística. A análise de variância revelou que as médias dos sujeitos que perceberam ter um bom desempenho em Estatística não diferiram significativamente das médias dos sujeitos que perceberam ter um desempenho ruim em Estatística.

Análise estatística por tipo de questão da prova de Estatística

As análises posteriores têm o objetivo de verificar a existência de diferenças entre os grupos de questões que envolviam análise de dados apresentados em gráficos; aqueles que envolviam somente cálculos; e aqueles que compartilhavam dados na forma de tabelas, de acordo com a área de conhecimento, série e gênero.

Foi observado que nas três áreas de conhecimento o conjunto de questões referentes à análise de dados apresentados em gráficos indicaram resultados superiores aos dos outros dois conjuntos. Para o conjunto de questões que envolviam dados apresentados em forma de tabelas os resultados foram inferiores aos dos outros conjuntos.

Para os três tipos de questões propostas na prova de Estatística houve homogeneidade de variâncias.

Não houve diferença significativa entre as áreas de conhecimento tanto para o conjunto de questões referente à análise de dados apresentados em gráficos quanto para aqueles que envolviam dados apresentados em tabelas.

Tabela 27 - Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e área do conhecimento

<i>Tipo de questão</i>	<i>Área de conhecimento</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Ponto máximo</i>
Gráfico	Ciências Humanas	3,9	1,7	131	6
	Ciências Exatas	3,7	1,6	81	6
	Ciências da Saúde	4,2	1,6	107	6
	Total	4,0	1,7	319	6
Cálculos	Ciências Humanas	2,0	1,3	131	5
	Ciências Exatas	2,8	1,3	81	6
	Ciências da Saúde	2,9	1,5	107	6
	Total	2,5	1,4	319	6
Tabela	Ciências Humanas	1,6	1,1	131	4
	Ciências Exatas	1,8	1,3	81	5
	Ciências da Saúde	1,6	1,1	107	5
	Total	1,6	1,2	319	5
<i>Total</i>		<i>8,1</i>	<i>3,1</i>	<i>319</i>	<i>16</i>

Para o conjunto de questões que envolviam cálculos e comparações de expressões numéricas, os sujeitos de Ciências Humanas obtiveram médias significativamente inferiores aos das outras duas áreas.

Tabela 28 - Análise de variância para a prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e área de conhecimento

<i>Tipo de questão</i>	<i>Homogeneidade de variância</i>		<i>ANOVA</i>		<i>Áreas com diferenças significativas</i>
	<i>F¹</i>	<i>p</i>	<i>F(2,316)</i>	<i>P</i>	
Gráfico	0,919	0,4001	1,990	0,1384	-
Cálculos	2,820	0,0611	16,036	0,0000	Humanas e Exatas ^{***} Humanas e da Saúde ^{***}
Tabela	1,548	0,2143	0,967	0,3813	-

¹ F do teste de Levene para homogeneidade de variâncias

* Diferenças significativas ($p < 0,05$)

** Diferenças muito significativas ($p < 0,01$)

***Diferenças altamente significativas ($p < 0,001$)

Quando os dados foram agrupados por série os resultados apontaram a existência de diferenças das médias quanto ao desempenho dos sujeitos nos diferentes conjuntos de questões.

A primeira série obteve médias inferiores às da segunda, e esta, médias superiores às da terceira. No conjunto de questões referentes à análise de dados apresentados em gráficos não houve diferença significativa entre os resultados obtidos pela primeira e terceira séries.

Para o conjunto de questões que envolvia dados apresentados em forma de tabelas, a única diferença significativa entre as médias das notas foi entre a primeira e terceira séries ($F(2,316)=3,417$; $p=0,0104$).

Quanto ao conjunto de questões que envolvia cálculos e comparações de expressões numéricas, a primeira série diferiu tanto da segunda quanto da terceira séries.

Tabela 29 - Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e a série

<i>Tipo de questão</i>	<i>Série</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Ponto máximo</i>
Gráfico	Primeira	3,6	1,6	194	6
	Segunda	4,8	1,5	87	6
	Terceira	4,0	1,6	38	6
	Total	4,0	1,7	319	6
Cálculos	Primeira	2,2	1,5	194	6
	Segunda	2,9	1,2	87	6
	Terceira	3,3	1,2	38	6
	Total	2,5	1,4	319	6
Tabela	Primeira	1,5	1,1	194	5
	Segunda	1,7	1,2	87	5
	Terceira	2,1	1,4	38	5
	Total	1,6	1,2	319	5
<i>Total</i>		<i>8,1</i>	<i>3,1</i>	<i>319</i>	<i>16</i>

É interessante observar que na leitura de dados apresentados em gráficos os sujeitos da segunda série apresentaram média superior à da terceira, embora fosse esperado que os sujeitos das séries mais avançadas tivessem desempenho melhor que os das séries anteriores.

Verificou-se homogeneidade de variâncias nos grupos de questões referentes a gráficos e tabelas. A comparação das médias dos sujeitos para o grupo de questões referente a cálculos foi analisada pela prova não paramétrica de Kruskal-Wallis, que confirmou a diferença entre as séries ($\chi^2(2)=32,706$; $p=0,0000$).

O melhor desempenho dos sujeitos da segunda série em relação às outras duas séries foi confirmado pelas diferenças significativas da ANOVA, resultados esses apresentados na tabela a seguir.

Tabela 30 - Análise de variância para a prova de Estatística por tipo de questão e série

<i>Tipo de questão</i>	<i>Homogeneidade de variância</i>		<i>ANOVA</i>		<i>Séries com diferenças significativas</i>
	<i>F¹</i>	<i>p</i>	<i>F(2,316)</i>	<i>P</i>	
Gráfico	1,822	0,1633	16,587	0,0000	1ª e 2ª séries ** 2ª e 3ª séries **
Cálculos	4,399	0,0131	16,580	0,0000	1ª e 2ª séries *** 1ª e 3ª séries ***
Tabela	2,236	0,1086	3,417	0,0340	1ª e 3ª séries *

¹F do teste de Levene para homogeneidade de variâncias; *Diferenças significativas ($p<0,05$); **Diferenças muito significativas ($p<0,01$); ***Diferenças altamente significativas ($p<0,001$)

Quando os sujeitos foram classificados de acordo com o gênero, averiguou-se que as notas dos sujeitos do gênero masculino foram superiores às obtidas pelos sujeitos do gênero feminino nos conjuntos de questões referentes a gráficos e a cálculos, sendo entretanto iguais no conjunto de questões referente a tabelas, conforme mostram as análises.

Tabela 31- Distribuição das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e gênero

<i>Tipo de questão</i>	<i>Gênero</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Ponto máximo</i>
Gráfico	Masculino	4,2	1,7	138	6
	Feminino	3,8	1,7	181	6
	Total	4,0	1,7	319	6
Cálculos	Masculino	2,8	1,3	138	6
	Feminino	2,3	1,5	181	6
	Total	2,5	1,4	319	6
Tabela	Masculino	1,6	1,2	138	5
	Feminino	1,6	1,2	181	5
	Total	1,6	1,2	319	5
<i>Total</i>		<i>8,1</i>	<i>3,1</i>	<i>319</i>	<i>16</i>

O teste de Levene revelou homogeneidade de variâncias entre os gêneros masculino e feminino para os três conjuntos de questões, permitindo a análise de variância para comparar as diferenças de médias obtidas na prova de Estatística de acordo com o gênero.

Foi apontada a existência de diferenças significativas entre as médias do gênero masculino e as do feminino nos conjuntos de questões referentes a gráficos e a cálculos.

Os sujeitos do gênero masculino obtiveram médias significativamente superiores às do gênero feminino no grupo de questões referente a gráficos ($F(1,317)=4,084$; $p=0,0441$) e no grupo de questões referente a cálculos ($F(1,317)=7,924$; $p=0,0052$).

Já no grupo de questões referente a tabelas foi observado que a diferença das médias das notas entre os sujeitos do gênero masculino e do feminino não foi significativa ($F(1,317)=0,050$; $p=0,8231$).

Tabela 32- Comparação das médias na prova de Estatística de acordo com o tipo de questão e gênero

Tipo de questão	Homogeneidade de variância		ANOVA	
	F^1	p	$F(1,317)$	p
Gráfico	0,000	0,9822	4,084	0,0441*
Cálculos	1,211	0,2719	7,924	0,0052**
Tabela	0,003	0,9598	0,050	0,8231

¹ F do teste de Levene para homogeneidade de variâncias

* Diferenças significativas ($p < 0,05$); ** Diferenças muito significativas ($p < 0,01$)

Adequação da amostra para medir o desempenho na prova de Estatística

A amostra foi adequada para medir o desempenho dos sujeitos na prova de Estatística conferindo validade aos resultados encontrados. O valor encontrado para a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer_Olkin foi igual a 0,6035, indicando um resultado aceitável para a adequação da amostra.

Um dos pressupostos da análise fatorial é que existe correlação entre os itens considerados na análise. Assim, foi utilizado o teste de Bartlett, que permitiu avaliar a hipótese que a matriz de correlação é uma matriz identidade ($\chi^2_{aproximado}(153) = 431,387$; $p = 0,0000$).

Análise fatorial das questões da Prova de Estatística

A análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax* das dezoito questões indicou a presença de seis fatores agrupados por tipo de questão e raciocínio matemático envolvido, com autovalores superiores a 1 e que responderam a 52,2% da variância total. Os quatro primeiros fatores responderam a 40,2% da variância total, e orientou o agrupamento das questões para análise das características de interesse. Esses resultados estão apresentados na Tabela 33 a seguir.

Tabela 33- Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator

<i>Fator</i>	<i>Autovalor</i>	<i>Variância (%)</i>	
		<i>Simples</i>	<i>Acumulada</i>
1	3,27	18,16	18,16
2	1,50	8,31	26,47
3	1,30	7,19	33,66
4	1,17	6,49	40,16
5	1,10	6,10	46,25
6	1,07	5,96	52,21
7	0,97	5,38	57,60
8	0,90	4,99	62,59
9	0,83	4,63	67,22
10	0,82	4,56	71,78
11	0,75	4,15	75,93
12	0,72	3,98	79,91
13	0,70	3,90	83,80
14	0,66	3,68	87,48
15	0,64	3,56	91,04
16	0,59	3,26	94,30
17	0,52	2,91	97,21
18	0,50	2,79	100,00

O fator 1 agrupou as questões que continham informações apresentadas em gráficos, questões 1 a 6; e que envolveram operações matemáticas simples, questões 9 a 11 e 14.

O fator 2 revelou cargas máximas nas questões 8, 17 e 18, que envolveram comparações quantitativas entre proporções ou porcentagens. Os fatores 3 e 4 agruparam questões que envolveram comparações quantitativas e dados apresentados em tabelas. Esses resultados estão apresentados na Tabela 34.

O índice de confiabilidade da primeira subescala indicou um valor *alfa* de Cronbach, calculado pelo coeficiente tetracórico igual a 0,8293, e uma correlação média entre as questões da subescala igual a 0,4604. A análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax* das seis questões da subescala 1, indicou a presença de 1 fator com autovalor superior a 1,0,

revelando a unidimensionalidade desta subescala, respondendo a 38,2% da variância total.

Para a subescala 2 o valor *alfa* de Cronbach foi de 0,7503 e uma correlação média entre as questões de 0,3046. Neste caso a análise fatorial das sete questões da subescala indicou a presença de dois fatores com autovalores superiores a 1,0 e que responderam a 42,8% da variância total desta subescala, correspondentes aos fatores 1 e 3 da escala total.

A subescala 3 não apresentou um índice de confiabilidade satisfatório, $\alpha=0,4737$ e uma correlação média entre as questões de 0,1853. Neste caso a análise fatorial das cinco questões da subescala indicou a presença de dois fatores com autovalores superiores a 1,0 e que responderam a 42,8% da variância total desta subescala, correspondentes aos fatores 2 e 4 da escala total.

Tabela 34 - Distribuição das cargas fatoriais por tipo de questão e fator

Sub- escala	Descritor do fator (tipo de questão)	Questão	Fator			
			1	2	3	4
1	Dados apresentados em gráficos que envolveram comparações quantitativas e operações matemáticas simples	5	0,6906	0,0693	0,0249	0,0940
		3	0,6427	-0,1033	0,1381	-0,0148
		6	0,6123	-0,1555	-0,2404	-0,0664
		4	0,5501	0,0096	-0,1587	0,1411
		1	0,5271	0,2176	0,0048	-0,2198
		2	0,4420	-0,2599	0,2285	-0,0633
2	Comparações quantitativas e solução de problemas	10	0,5530	0,0257	0,2857	-0,1049
		11	0,4373	0,0459	0,2382	0,0856
		14	0,4167	0,3371	0,3383	0,0598
		9	0,3795	0,2507	0,1153	0,3649
		12	0,3150	-0,1129	0,5132	0,3005
		8	0,2714	0,4817	-0,1637	-0,2354
3	Dados apresentados em tabelas que envolveram comparações quantitativas	7	0,1556	-0,0516	0,5352	-0,0846
		17	-0,0959	0,6194	-0,0364	0,1314
		18	-0,0622	0,6278	0,1310	0,1415
		16	-0,0793	-0,1117	-0,0766	0,4891
		13	-0,0057	0,1225	-0,0468	0,7714
Questão com carga negativa alta		15	0,2391	-0,1236	-0,6084	0,1939

Embora a análise fatorial tenha indicado os agrupamentos citados nos parágrafos anteriores foram consideradas para a análise dos dados as três subescalas iniciais compostas por itens agrupados de acordo com o conteúdo e tipos das questões de interesse e que apresentaram índices de consistência interna satisfatórios, para medir o que se propuseram.

As relações entre as variáveis atitudes, habilidades matemáticas e solução de problemas matemáticos e estatísticos foram estudadas a partir das três subescalas que compuseram a Prova de Estatística e apresentadas em capítulo subsequente.

ANÁLISE DA PROVA DE MATEMÁTICA

Análise Descritiva dos problemas matemáticos

Conforme já mencionado, os problemas matemáticos foram propostos em ordem aleatória, para garantir a análise completa das variáveis de interesse, mesmo que o sujeito desistisse de solucionar os problemas antes de atingir o final da prova.

Foi observado que a maioria dos sujeitos não completou a prova no tempo destinado para a sua aplicação, que em geral não excedeu a duas horas. Desta forma, foram considerados, para análise, os problemas de número um a doze, que abrangeram três problemas de cada tipo: (1) algébricos com perguntas não formuladas (seis, oito e onze); aritméticos com perguntas não formuladas (um, dois e cinco); aritméticos com perguntas formuladas e informações em excesso (quatro, nove e doze); e aritméticos com perguntas formuladas e informações incompletas (três, sete e dez).

Com o objetivo de considerar a presença de cada característica da “percepção” do sujeito, tal como proposto por Krutetskii (1976) sobre o problema matemático, nos quatro tipos de problemas propostos foram atribuídos pontos a cada etapa na solução dos problemas. As variáveis e

alternativas de respostas consideradas para pontuação e análise dos dados em cada uma dessas etapas estão descritas na Tabela 35 a seguir.

Tabela 35 - Critério de pontuação para cada etapa necessária para a solução dos problemas matemáticos

<i>Etapa</i>	<i>Variáveis e alternativas de resposta</i>	<i>Pontos</i>
-	Tempo de início	-
1	Formulação da pergunta no problema	
	Não identificou a pergunta	0
	Identificou a pergunta	1
2	Pergunta do problema	
	Não formulou a pergunta corretamente	0
	Formulou a pergunta corretamente	1
3	Tipo de solução	
	Não identificou o tipo de solução	0
	Identificou o tipo de solução (uma, mais de uma ou impossível)	1
-	Tipo de procedimento de cálculo	
	Aritmético	-
	Algébrico	-
4	Compreensão das relações básicas	
	Não compreendeu as relações básicas	0
	Compreendeu parcialmente	1
	Compreendeu totalmente	2
5	Solução do problema	
	Não conseguiu solucionar	0
	Resolveu parcialmente	1
	Resolveu totalmente	2
6	Formulação da resposta	
	A resposta não estava de acordo com a pergunta	0
	A resposta estava de acordo com a pergunta	1
7	Resposta	
	Errada	0
	Certa	1
8	Tipo de informação dada no problema	
	Não identificou o tipo de informação	0
	Identificou o tipo de informação (completa, falta ou em excesso)	1
9 ¹	Informação dada no problema	
	Não anotou as informações que faltavam ou estavam em excesso	0
	Anotou as informações que faltavam ou estavam em excesso	1
-	Tempo final	-
<i>Total de pontos por problema</i>		<i>11²</i>

1 Não foram atribuídos pontos para os problemas com informação completa.

2 A nota para cada problema com informação completa foi igual a 10.

As variáveis tempo de início, tipo de procedimento de cálculo e tempo gasto não foram tomadas como variável por não constituírem elementos

necessários para a solução dos problemas, embora fossem relevantes para uma análise mais detalhada dos resultados.

Foram atribuídas notas para cada problema e uma nota total para a prova, composta de doze problemas. As estatísticas descritivas referentes a essas notas estão apresentadas na Figura 11 e Tabela 36 a seguir.

Nos problemas cinco, onze e doze, os sujeitos erraram mais que nos outros problemas, talvez por envolverem o conceito de velocidade (problemas cinco e doze) ou por terem um enunciado muito reduzido (problema onze).

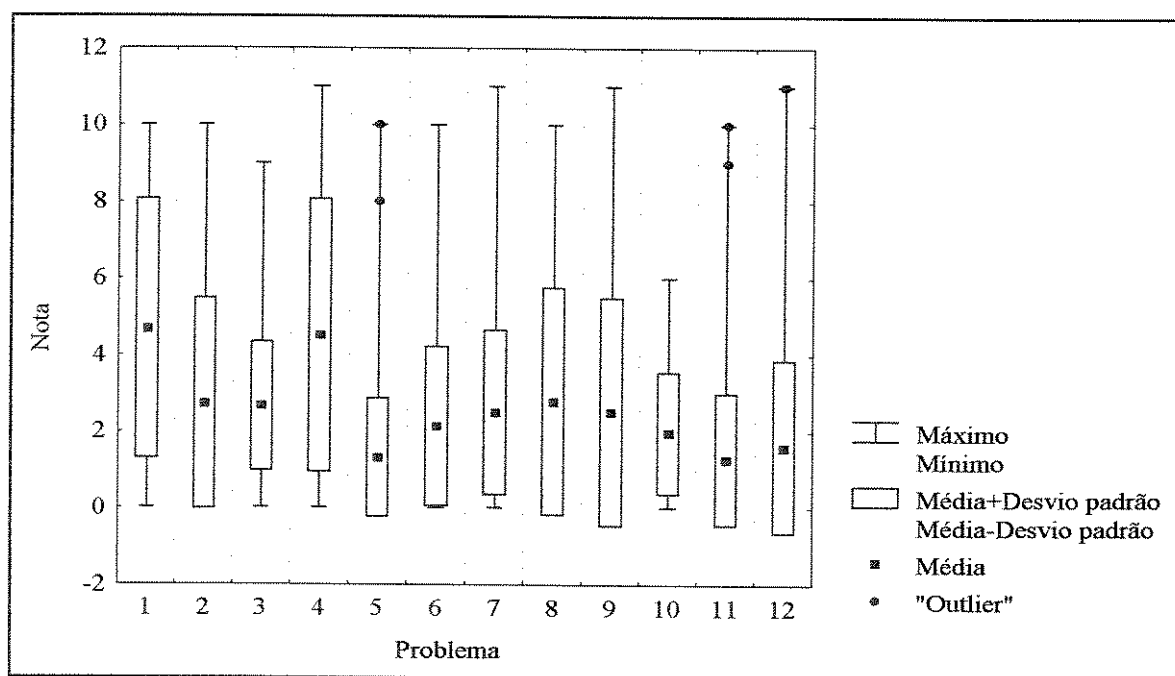


Figura 11- *Box-plot* das notas dos sujeitos nos problemas matemáticos

Comparando o desempenho dos sujeitos em cada problema separadamente verificou-se que nos problemas um e quatro os sujeitos obtiveram notas mais altas. Esses problemas envolveram as mesmas relações matemáticas básicas, isto é, um sistema de duas equações com duas variáveis.

Tabela 36- Distribuição das notas obtidas em cada problema matemático

<i>Problemas matemáticos</i>	<i>Nota</i>	<i>Desvio</i>	<i>Nota máxima</i>	
	<i>Média</i>	<i>Padrão</i>	<i>Observada</i>	<i>Total</i>
01. Usando 25 tubos, alguns de 5 metros de comprimento e outros de 8 metros de comprimento, foi construída uma tubulação de 155 metros de comprimento.	4,7	3,4	10	10
02. Uma empresa coletora de lixo coletou 65 kg de lixo reciclável, sendo 1 kg a mais de plástico e papel juntos que de vidro e, 15 kg a mais de papel que de plástico.	2,7	2,8	10	10
03. Uma biblioteca contém um total de 6.100 livros português, francês e inglês. Há 25% mais livros em francês do que em inglês. Quantos livros há em cada língua ?	2,7	1,7	9	11
04. Um estacionamento possui vagas para um total de 40 veículos, entre carros e motos. Todos os veículos juntos possuem 100 rodas e 40 motoristas. Quantos veículos de cada tipo há no estacionamento?	4,5	3,6	11	11
05. A velocidade média de um caminhão de carga pesada é 38 km por hora e a de um caminhão de carga leve 57 km por hora. O caminhão de carga pesada sai de um depósito A 7 horas antes do caminhão de carga leve que se distancia dele e chega ao destino B 2 horas antes.	1,3	1,6	10	10
06. Duas pessoas têm juntas 28 reais e uma delas tem a reais.	2,1	2,1	10	10
07. Um trem é composto de três tipos de vagões: vagões-tanque, vagões de carga e vagões para transporte de carros. O trem possui 4 vagões-tanque a menos do que vagões de transporte de carros, e 8 vagões-tanque a menos do que os de carga. Quantos vagões de cada tipo o trem possui?	2,5	2,2	11	11
08. Um estudante comprou 2b cadernos em uma loja e 3,5 vezes essa mesma quantia em outra loja.	2,8	3,0	10	10
09. Um supermercado armazena batatas em dois tipos diferentes de cestos, num total de 24 cestos. O primeiro tipo de cesto cheio de batatas pesa 3 kg cada um, e o segundo tipo pesa 5 kg cada um, com mais no primeiro tipo do que no segundo. O peso de todos os cestos de 5 quilos é igual ao peso de todos os cestos de 3 quilos. Quantos cestos de cada tipo o supermercado possui?	2,5	3,0	11	11
10. Um jarro de mel pesa 500 gramas. O mesmo jarro cheio de leite pesa 350 gramas. Quanto pesa o jarro vazio?	2,0	1,6	6	11
11. Um homem viveu a meses	1,3	1,7	10	10
12. Um trem parte de uma cidade A para uma cidade B a uma velocidade de 48 km por hora. Duas horas depois um segundo trem segue o primeiro a uma velocidade de 56 km por hora. A que distância do ponto de partida o segundo trem alcançará o primeiro, se a distância entre as cidades é de 1.200 km e se há duas vezes mais passageiros no primeiro trem do que no segundo?	1,6	2,3	11	11
<i>Total da prova matemática</i>	<i>30,6</i>	<i>16,9</i>	<i>85</i>	<i>126</i>

Poucos sujeitos conseguiram solucionar o problema dez, deixando em branco as várias etapas necessárias para a sua solução. Por essa razão os sujeitos atingiram no máximo seis pontos. Nesse problema os sujeitos obtiveram menor nota máxima e menor variabilidade das notas em torno da média.

Foi observado que todas as notas médias ficaram abaixo de 5, não atingindo nem a metade da nota máxima dez ou onze, o que pode estar indicando uma dificuldade dos sujeitos em solucionar esses tipos de problema.

Os problemas três, cinco, dez e onze apresentaram menor variabilidade de resultados em torno da média.

Nos problemas cinco, onze e doze foram observados pontos distantes da média (*outliers*) a mais de quatro desvios-padrões, revelando que apenas nesses problemas existiram sujeitos com notas fora do comportamento do conjunto global de notas.

O problema onze podia ser resolvido por cálculo mental, por esta razão 95,3% dos sujeitos não fizeram anotações nesse problema. A análise dos outros problemas mostrou que a porcentagem de sujeitos que fizeram anotações matemáticas, permitindo analisar o procedimento de cálculo usado e verificar se esse procedimento era aritmético ou algébrico, foi superior a 50% apenas nos problemas um, três e quatro.

Assim, para calcular os testes Qui-quadrado referentes às diferenças de procedimento de cálculo em cada problema matemático, foram considerados os problemas que continham essas anotações, excluindo portanto aqueles com tipo de procedimento indeterminado.

Os resultados apresentados na Tabela 37 revelam uma tendência maior dos sujeitos em utilizar o procedimento aritmético nos problemas um, quatro, oito, nove, dez e onze, e uma tendência maior em utilizar o procedimento algébrico de cálculo nos problemas dois e sete. Para alguns problemas os

sujeitos utilizaram em igual proporção procedimentos de cálculo algébrico e aritmético, como nos problemas três, cinco, seis e doze.

Tabela 37 - Teste Qui-quadrado referente às diferenças de procedimento de cálculo adotado pelos sujeitos em cada problema matemático

Problema	Procedimento de cálculo			$\chi^2(1)$	p	Conclusão
	Aritmético	Algébrico	Indeterminado ¹			
1	126 (39,5%)	76 (23,8%)	117 (36,7%)	12,4	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
2	46 (14,4%)	101 (31,7%)	172 (53,9%)	20,6	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento algébrico que o aritmético
3	89 (27,9%)	96 (30,1%)	134 (42,0%)	0,3	0,607	Não houve diferença de procedimento
4	150 (47,0%)	76 (23,8%)	93 (29,2%)	24,2	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
5	43 (13,5%)	32 (10,0%)	244 (76,5%)	1,6	0,204	Não houve diferença de procedimento
6	48 (15,0%)	39 (12,2%)	232 (72,7%)	0,9	0,335	Não houve diferença de procedimento
7	26 (8,2%)	83 (26,0%)	210 (65,8%)	29,8	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento algébrico que o aritmético
8	119 (37,3%)	19 (6,0%)	181 (56,7%)	72,5	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
9	74 (23,2%)	49 (15,4%)	196 (61,4%)	5,1	0,024	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
10	53 (16,6%)	13 (4,1%)	253 (79,3%)	24,2	0,000	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
11	14 (4,4%)	1 (0,3%)	304 (95,3%)	11,3	0,001	Mais sujeitos utilizaram o procedimento aritmético que o algébrico
12	52 (16,3%)	36 (11,3%)	231 (72,4%)	2,9	0,088	Não houve diferença de procedimento

¹ Indeterminado = respostas com anotações escritas, sem cálculos matemáticos e/ou sem anotações (em branco).

² Em todos os testes a % de células com frequência esperada menor que 5 foi de 0%.

Nos problemas com perguntas não formuladas foram observadas algumas características do desempenho dos sujeitos na solução dos problemas matemáticos, verificando se eles: (1) percebiam se a pergunta estava ou não

formulada no problema; (2) formulavam a pergunta; (3) percebiam a lógica das relações e dependências dadas no problema; e (4) compreendiam as relações básicas do problema.

Foi verificado que os sujeitos, na grande maioria, anotaram corretamente se a pergunta estava ou não formulada no problema. O problema um apresentou maior porcentagem de acertos (83,4%), enquanto que o problema doze a menor (45,5%), conforme dados apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a identificação da formulação da pergunta no problema

<i>Problema</i>	<i>A pergunta está formulada no problema</i>				<i>Total</i>
	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não sei</i>	<i>Em branco</i>	
1	28 (8,8%)	266 * (83,4%)	11 (3,4%)	14 (4,4%)	319 -
2	22 (6,9%)	228 * (71,5%)	35 (11,0%)	34 (10,7%)	319 -
3	249 * (78,1%)	14 (4,4%)	27 (8,5%)	29 (9,1%)	319 -
4	238 * (74,6%)	12 (3,8%)	28 (8,8%)	41 (12,9%)	319 -
5	21 (6,6%)	176 * (55,2%)	59 (18,5%)	63 (19,7%)	319 -
6	16 (5,0%)	237 * (74,3%)	30 (9,4%)	36 (11,3%)	319 -
7	195 * (61,1%)	21 (6,6%)	43 (13,5%)	60 (18,8%)	319 -
8	23 (7,2%)	185 * (58,0%)	44 (13,8%)	67 (21,0%)	319 -
9	181 * (56,7%)	14 (4,4%)	45 (14,1%)	79 (24,8%)	319 -
10	198 * (62,1%)	16 (5,0%)	36 (11,3%)	69 (21,6%)	319 -
11	9 (2,8%)	203 * (63,6%)	45 (14,1%)	62 (19,4%)	319 -
12	145 * (45,5%)	15 (4,7%)	63 (19,7%)	96 (30,1%)	319 -

* Resposta correta.

Em todos os problemas com perguntas formuladas foi observado que em torno de 50,0% dos sujeitos, em cada problema, não indicaram qual era a pergunta que estava presente no enunciado. Essas porcentagens variaram de 41,8% (problema três) a 53,8% (problema doze). Neste tipo de problema menos de 1,0% dos sujeitos, em cada problema, anotou a pergunta de forma errada e mais de 45,5% anotaram a pergunta correta.

Tabela 39- Distribuição dos sujeitos que identificaram o tipo de pergunta de acordo com a formulação dessas perguntas

Problema	Tipo de pergunta	Formula a pergunta		Em branco e não sei	Nº de sujeitos que identificaram o tipo de pergunta
		Errada	Certa		
1	Não formulada	29 (10,9%)	201 (75,6%)	36 (13,5%)	266
2	Não formulada	12 (5,3%)	147 (64,5%)	69 (30,3%)	228
3	Formulada	2 (0,8%)	143 (57,4%)	104 (41,8%)	249
4	Formulada	0 (0,0%)	133 (55,9%)	105 (44,1%)	238
5	Não formulada	21 (11,9%)	75 (42,6%)	80 (45,5%)	176
6	Não formulada	25 (10,6%)	134 (56,5%)	78 (32,9%)	237
7	Formulada	0 (0,0%)	108 (55,4%)	87 (44,6%)	195
8	Não formulada	16 (8,7%)	124 (67,0%)	45 (24,3%)	185
9	Formulada	1 (0,6%)	88 (48,6%)	92 (50,8%)	181
10	Formulada	0 (0,0%)	99 (50,0%)	99 (50,0%)	198
11	Não formulada	23 (11,3%)	71 (35,0%)	109 (53,7%)	203
12	Formulada	1 (0,7%)	66 (45,5%)	78 (53,8%)	145

Para os problemas com perguntas não formuladas, 75,6% dos sujeitos anotaram a pergunta correta no problema um e em menor porcentagem no

problema onze (35,0%). Nesse último a sentença era do tipo algébrico e curta, sugerindo várias possibilidades de resposta correta. No problema cinco, assim como no onze, menos de 50,0% dos sujeitos formularam a pergunta correta, talvez pelo fato de a sentença sugerir várias formulações possíveis.

A grande maioria dos sujeitos não identificou se os problemas teriam uma ou mais soluções possíveis ou se era impossível determinar a resposta. Apenas nos problemas quatro e oito a porcentagem de sujeitos que respondeu corretamente foi superior à das outras alternativas (35,4% e 30,4%, respectivamente), como pode ser observado na Tabela 40.

Tabela 40- Distribuição dos sujeitos de acordo com o tipo de solução que poderia ser dada ao problema

<i>Problema</i>	<i>Possível com solução</i>		<i>Impossível Determinar</i>	<i>Não sabe responder</i>	<i>Em branco</i>	<i>Total</i>
	<i>Única</i>	<i>Múltipla</i>				
1	101* (31,7%)	136 (42,6%)	28 (8,8%)	35 (11,0%)	19 (6,0%)	319 -
2	79* (24,8%)	64 (20,1%)	42 (13,2%)	82 (25,7%)	52 (16,3%)	319 -
3	103 (32,3%)	82* (25,7%)	42 (13,2%)	48 (15,0%)	44 (13,8%)	319 -
4	113* (35,4%)	84 (26,3%)	14 (4,4%)	61 (19,1%)	38 (14,7%)	319 -
5	56* (17,6%)	22 (6,9%)	33 (10,3%)	119 (37,3%)	89 (27,9%)	319 -
6	43* (13,5%)	60 (18,8%)	120 (37,6%)	60 (18,8%)	36 (11,3%)	319 -
7	57 (17,9%)	60* (18,8%)	69 (21,6%)	64 (20,1%)	69 (21,6%)	319 -
8	97* (30,4%)	24 (7,5%)	56 (17,6%)	69 (21,6%)	73 (22,9%)	319 -
9	85* (26,6%)	37 (11,6%)	20 (6,3%)	91 (28,5%)	86 (27,0%)	319 -
10	100 (31,3%)	6* (1,9%)	84 (26,3%)	59 (18,5%)	70 (21,9%)	319 -
11	37* (11,6%)	10 (3,1%)	143 (44,8%)	68 (21,3%)	61 (19,1%)	319 -
12	76* (23,8%)	6 (1,9%)	10 (3,1%)	119 (37,3%)	108 (33,9%)	319 -

* Resposta correta.

Nos problemas dois, cinco, sete, oito, nove, dez e doze as somas das porcentagens de sujeitos que responderam "não sei" e que deixaram em branco ficaram acima de qualquer outra alternativa, sugerindo que esses sujeitos tiveram dificuldade de identificar quais eram as soluções possíveis para os referidos problemas. Em todos os problemas com enunciado longo, mais de quatro linhas, foi observado este tipo de resultado, talvez pela dificuldade do sujeito de identificar as possíveis soluções para esses problemas. Os problemas cinco e sete, que envolveram velocidade e tempo, apareceram novamente entre os de maior dificuldade.

Foi observado que a grande maioria dos sujeitos não expressou compreender as relações básicas do problema, o que implicou em porcentagens altas de respostas consideradas como 'não compreende', valores acima de 49,8%. As porcentagens de sujeitos que compreenderam totalmente as relações básicas dos problemas um (34,2%) e quatro (43,9%) foram superiores às porcentagens dos outros problemas.

Em todos os outros problemas, mais de 65,0% dos sujeitos não compreenderam, pelo menos parcialmente, as relações básicas. Foram incluídos na categoria "não compreende" os sujeitos que responderam corretamente às perguntas sem, no entanto, indicar as etapas utilizadas para se chegar a estas respostas, embora não se possa inferir que eles não tenham compreendido tais relações básicas. Esses resultados estão apresentados na Tabela 41, a seguir.

Nos problemas com informação em excesso foram introduzidas considerações desnecessárias, suplementares, sem valor, que mascararam os fatos necessários para a solução do mesmo. Nestes casos foram observadas algumas características do desempenho dos sujeitos na solução dos problemas matemáticos, observando se eles: (1) anotavam qual informação estava em excesso; (2) isolavam as informações desnecessárias e indicavam relações entre as quantidades matemáticas necessárias para uma resposta correta; (3) compreendiam a estrutura formal do problema; e (4) encontravam uma solução.

Tabela 41 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a compreensão das relações básicas do problema

<i>Problema</i>	<i>Relações básicas do problema</i>			<i>Total</i>
	<i>Não compreende¹</i>	<i>Compreende parcialmente</i>	<i>Compreende totalmente</i>	
1	177 (54,5%)	36 (11,3%)	109 (34,2%)	319 -
2	256 (80,3%)	23 (7,2%)	40 (12,5%)	319 -
3	278 (90,6%)	20 (6,3%)	10 (3,1%)	319 -
4	159 (49,8%)	20 (6,3%)	140 (43,9%)	319 -
5	300 (94,0%)	16 (5,0%)	3 (0,9%)	319 -
6	261 (81,8%)	18 (5,6%)	40 (12,5%)	319 -
7	267 (83,7%)	33 (10,3%)	19 (6,0%)	319 -
8	210 (65,8%)	61 (19,1%)	48 (15,0%)	319 -
9	241 (75,5%)	14 (4,4%)	64 (20,1%)	319 -
10	288 (90,3%)	28 (8,8%)	3 (0,9%)	319 -
11	307 (96,2%)	3 (0,9%)	9 (2,8%)	319 -
12	293 (91,8%)	12 (3,8%)	14 (4,4%)	319 -

¹ Inclui os sujeitos que responderam corretamente às perguntas sem, no entanto, indicar os passos utilizados para se chegar a estas respostas

Os problemas quatro, nove e doze foram propostos com informações em excesso e revelaram que poucos sujeitos identificaram as informações que estavam sobrando, isto é, que não eram necessárias para a solução dos mesmos.

No problema quatro 9,4% de sujeitos indicaram quais as informações estavam em excesso e identificaram corretamente estas informações. Dos sujeitos que responderam tal problema, 41,1% afirmaram que não faltavam informações, e que todas aquelas informadas neste problema foram utilizadas para a sua solução. No problema nove 1,9% indicaram e identificaram as informações em excesso.

Como já identificado em resultados anteriores, os sujeitos apresentaram dificuldades para solucionar o problema doze, talvez por ele ter enunciado longo, referir-se a velocidade e tempo e também por apresentar informações em excesso. Esse foi o problema que obteve menor porcentagem de respostas (83,7%), embora tenha sido o problema deste tipo que apresentou o maior índice de acertos. Desses, 14,6% indicaram e identificaram corretamente as informações em excesso.

Dos problemas com informações em excesso, 41,0% dos que responderam o problema quatro compreenderam as relações básicas e responderam corretamente à pergunta formulada, seguido de 22,9% para o problema nove e 4,1% para o problema doze.

Quanto à compreensão da estrutura formal do problema, foram observados resultados semelhantes aos anteriores, onde os 44,8% que responderam à pergunta do problema quatro compreenderam a estrutura formal e solucionaram corretamente o problema, seguido de 23,7% para o problema nove e 5,7% para o problema doze. Esses resultados estão apresentados na Tabela 42.

Resultados semelhantes, também puderam ser observados para as porcentagens de sujeitos que responderam corretamente às perguntas do problema quatro (41,7%), dos sujeitos que responderam corretamente à pergunta do problema nove (21,3%) e à pergunta do problema doze (4,9%). Esses resultados estão apresentados na Tabela 43.

Tabela 42 - Distribuição dos sujeitos de acordo com a compreensão da estrutura formal e solução dos problemas

<i>Problema</i>	<i>Compreensão da estrutura formal dos problemas</i>			<i>Total</i>
	<i>Não resolve</i>	<i>Resolve parcialmente</i>	<i>Resolve totalmente</i>	
1	193 (60,5%)	14 (4,4%)	112 (35,1%)	319 -
2	275 (86,2%)	9 (2,8%)	35 (11,0%)	319 -
3	313 (98,1%)	6 (1,9%)	0 (0,0%)	319 -
4	180 (56,4%)	4 (1,3%)	135 (42,3%)	319 -
5	314 (98,4%)	3 (0,9%)	2 (0,6%)	319 -
6	287 (90,0%)	11 (3,4%)	21 (6,6%)	319 -
7	297 (93,1%)	18 (5,6%)	4 (1,3%)	319 -
8	255 (79,9%)	28 (8,8%)	36 (11,3%)	319 -
9	254 (79,6%)	1 (0,3%)	64 (20,1%)	319 -
10	296 (92,8%)	23 (7,2%)	0 (0,0%)	319 -
11	307 (96,2%)	3 (0,9%)	9 (2,8%)	319 -
12	304 (95,3%)	2 (0,6%)	13 (4,1%)	319 -

Tabela 43 - Tipo de resposta dada a cada problema

<i>Problema</i>	<i>Resposta</i>		<i>Total</i>
	<i>Certa</i>	<i>Errada ou não sei</i>	
1	113 (35,4%)	206 (64,6%)	-
2	35 (11,0%)	284 (89,0%)	-
3	0 (0,0%)	319 (100,0%)	-
4	133 (41,7%)	186 (58,3%)	-
5	2 (0,6%)	317 (99,4%)	-
6	16 (5,0%)	303 (95,0%)	-
7	2 (0,6%)	317 (99,4%)	-
8	31 (9,7%)	288 (90,3%)	-
9	68 (21,3%)	251 (78,7%)	-
10	0 (0,0%)	319 (100,0%)	-
11	13 (4,1%)	306 (95,9%)	-
12	13 (4,1%)	306 (95,9%)	-

Nos problemas com informações incompletas, fato que poderia inviabilizar uma resposta correta, foram observadas algumas características do desempenho dos sujeitos na solução dos problemas matemáticos, observando se eles: (1) anotavam qual informação deveria ser introduzida para possibilitar uma resposta correta; (2) anotavam quais as relações entre as quantidades matemáticas eram necessárias para uma resposta correta; (3) compreendiam a estrutura formal do problema; (4) anotavam os dados ausentes no problema; e (5) deduziam (encontravam) um tipo de solução.

Os problemas três, sete e dez eram problemas com informação ausente e, neste caso, poucos sujeitos indicaram as informações que faltavam e quais

delas poderiam ser introduzidas no problema para que esses pudessem ser solucionados.

No problema três constatou-se que 42,0% dos sujeitos reconheceram que faltavam informações, sendo que, destes, 85,8% indicaram corretamente as informações que poderiam ser introduzidas no problema para que fosse possível solucioná-los corretamente. Resultados semelhantes ocorreram no problema sete, onde 50,5% dos sujeitos reconheceram que faltavam informações e, destes, 80,1% indicaram corretamente quais as informações que deveriam ser introduzidas no problema para obter uma resposta correta. No problema dez foram verificados valores menores, mostrando que 40,4% dos sujeitos reconheceram que faltavam informações e, destes, 58,9% identificaram quais eram essas informações.

Quanto à compreensão da estrutura formal dos problemas, foi observado que mais de 90,0% dos sujeitos não conseguiram solucionar três dos problemas matemáticos, indicando uma dificuldade em compreender as estruturas formais desses problemas que não apresentavam todas as informações necessárias para a sua solução. Em todos eles, menos de 1% conseguiu dar uma solução correta ao problema.

Análise estatística e confiabilidade da prova de Matemática

Com a finalidade de determinar o número e a natureza das variáveis subjacentes que pudessem explicar a variabilidade das notas dos sujeitos nos problemas matemáticos, foi utilizado o método da *Análise fatorial de itens com resposta dicotômica*.

Assim, o critério de pontuação foi adaptado para uma pontuação dicotômica. A compreensão das relações básicas (quarta etapa considerada para a solução dos problemas matemáticos) foi pontuada com zero pontos para a alternativa “não compreende” e “compreende parcialmente” e um ponto para a alternativa “compreende totalmente”. Da mesma forma a etapa cinco, que

correspondia à solução do problema, foi pontuada com zero pontos para a alternativa “não consegue resolver” e “resolve parcialmente” e um ponto para a alternativa “resolve totalmente”. Foi atribuída a nota zero para os itens não respondidos pelo sujeito.

Foram considerados os cento e dois itens da prova de matemática, sendo oito itens para cada um dos seis problemas com perguntas não formuladas, e nove itens para cada um dos seis problemas com perguntas formuladas ($8 \times 6 + 9 \times 6 = 102$).

A análise de confiabilidade da prova foi processada com o coeficiente de correlação tetracórico, por ser mais adequada para análise de dados dicotômicos, como sugerido por Primi e Almeida (1998).

Para os problemas três e dez foram desconsideradas as etapas de solução dos problemas correspondentes à “resposta” e à “solução” dos mesmos, dado que nenhum dos sujeitos acertou tais etapas (ou itens de solução dos problemas). A análise foi processada, portanto, com 98 itens, e indicou uma consistência α de Cronbach geral de 0,9718 e uma correlação média entre os itens de 0,7586, com o primeiro variando de 0,9501 a 0,9860 nos vários grupos estudados.

A nota média dos sujeitos nos problemas matemáticos foi 26,6 com desvio padrão 13,9, valor inferior à metade da nota total da prova que era 49 pontos, indicando que estes sujeitos não tiveram um bom desempenho neste tipo de prova.

Foi feita a análise de variância para verificar como as notas dos sujeitos se distribuíam quando agrupadas de acordo com a área de conhecimento, gênero, série, idade, escolaridade dos pais e autopercepção do desempenho em Estatística. O teste DHS de Tukey mostrou as diferenças significativas entre as médias dos grupos, ao nível de significância de 0,05.

Tabela 44- Estatísticas descritivas e índice de confiabilidade da prova composta por Problemas Matemáticos de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variável</i>	<i>Grupo</i>	<i>Casos válidos</i>	<i>Número¹ de itens</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Alfa de² Cronbach</i>	<i>Correlação entre itens</i>
Área de conhecimento	Humanas	131	94	21,3	13,7	0,9750	0,9877
	Exatas	81	95	32,1	13,0	0,9559	0,8733
	Saúde	107	98	28,9	12,7	0,9622	0,9583
Gênero	Masculino	138	97	28,3	15,1	0,9741	0,8361
	Feminino	181	95	25,2	12,8	0,9670	0,8876
Série	Primeira	194	97	27,6	11,7	0,9553	0,8841
	Segunda	87	92	21,4	17,0	0,9860	0,9594
	Terceira	38	95	33,3	12,9	0,9547	0,9740
Idade (anos)	Até 20	143	94	27,3	13,3	0,9659	0,8658
	De 21 a 25	132	98	26,5	15,2	0,9762	0,8961
	Mais de 25	41	89	25,6	11,7	0,9524	0,9922
Escolaridade do pai	Até 1º grau	150	97	25,5	13,5	0,9673	0,9005
	2º grau	102	95	26,0	13,3	0,9699	0,9354
	Superior	59	91	30,2	15,3	0,9760	0,9355
Escolaridade da mãe	Até 1º grau	166	97	26,6	13,7	0,9699	0,8758
	2º grau	93	95	25,5	13,0	0,9640	0,9489
	Superior	57	94	28,7	15,9	0,9784	0,9700
Auto-percepção do desempenho em Estatística	Ruim	122	98	25,8	11,8	0,9501	0,9666
	Bom	197	98	27,1	15,1	0,9766	0,8699
<i>Total geral</i>		<i>319</i>	<i>98</i>	<i>26,6</i>	<i>13,9</i>	<i>0,9718</i>	<i>0,7586</i>

¹ Número de itens com variância diferente de zero.

² Calculado a partir do coeficiente de correlação tetracórico aproximado ($\cos p$)

As notas diferiram significativamente quando os sujeitos foram agrupados de acordo com a área de conhecimento ($F(2,316)=18,951$; $p=0,0000$). O teste DHS de Tukey revelou que a área de Humanas obteve notas significativamente inferiores às áreas de Exatas ($p=0,0000$) e da Saúde ($p=0,0000$). Não houve diferença significativa entre as áreas Exatas e da Saúde ($p=0,0966$).

Quanto ao desempenho dos sujeitos nos problemas matemáticos, quando estes foram agrupados de acordo com o gênero, foi observado que a nota média dos sujeitos do gênero masculino não diferiu significativamente da nota média do feminino ($F(1,317)=3,731$; $p=0,0543$). No entanto, foi observada uma tendência dos sujeitos do gênero masculino em obter nota média superior à do feminino, resultado também observado na prova de Matemática e Estatística.

Tabela 45- Análise de variância do desempenho nos problemas matemáticos de acordo com os grupos de variáveis

<i>Variável independente</i>	<i>Homogeneidade de variância</i>		<i>ANOVA</i>		<i>Grupos com diferenças significativas</i>
	<i>F¹</i>	<i>p</i>	<i>F(gl_{entre}, gl_{dentro})</i>	<i>p</i>	
Áreas de conhecimento	0,415	0,6604	$F(2,316)= 18,951$	0,0000	Humanas e Exatas *** Humanas e Saúde ***
Gênero	4,862	0,0282	$F(1,317) = 3,731$	0,0543	-
Série	9,233	0,0001	$F(2,316) = 11,796$	0,0000	1ª e 2ª séries ** 1ª e 3ª séries * 2ª e 3ª séries ***
Faixa etária	2,111	0,1228	$F(2,313) = 0,271$	0,7629	-
Escolaridade do pai	0,796	0,4521	$F(2,308) = 2,517$	0,0823	-
Escolaridade da mãe	1,910	0,1498	$F(2,313) = 0,957$	0,3851	-
Auto-percepção do desempenho em Estatística	5,749	0,0171	$F(1,317) = 0,728$	0,3942	-

¹ F do teste de Levene para homogeneidade de variâncias

* Diferenças significativas ($p<0,05$)

** Diferenças muito significativas ($p<0,01$)

***Diferenças altamente significativas ($p<0,001$)

A análise de variância apontou que, quando comparadas as notas das três séries, estas diferem significativamente ($F(2,316)= 11,796$; $p=0,0000$). O teste DHS de Tukey revelou que a média da segunda série foi significativamente inferior à da terceira ($p=0,0000$). A nota média da primeira série foi significativamente inferior à da segunda ($p=0,0004$) e à da terceira

($p=0,0189$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as notas dos sujeitos quando esses foram agrupados por faixas de idade ($F(2,313)=0,271$; $p=0,7629$), embora exista uma tendência de notas mais baixas para sujeitos de maior idade.

A partir dos resultados da análise de variância pode-se observar que não existiam diferenças significativas entre os resultados obtidos pelos sujeitos cujos pais tinham escolaridade até o primeiro grau e os resultados obtidos pelos sujeitos cujos pais chegaram ao nível superior. Não houve diferença significativa, também, entre as médias das notas dos sujeitos quando esses foram agrupados quanto à escolaridade das mães ($F(2,313)=0,957$; $p=0,3851$).

Foi feita uma outra análise, referente ao agrupamento dos sujeitos de acordo com a autopercepção do desempenho em Estatística, com a finalidade de verificar se os sujeitos que se percebem com bom desempenho em Estatística apresentam notas mais elevadas que aqueles que se percebem com desempenho fraco. A análise revelou que as notas médias dos dois grupos não diferiram ($F(1,317)=0,728$; $p=0,3942$). Estes resultados indicaram que não existia relação entre a autopercepção de desempenho em Estatística e as notas nos problemas.

Análise fatorial dos itens dos problemas matemáticos

Inicialmente foi feita a análise de todos os itens pontuados para compor a nota dos sujeitos em cada problema matemático, num total de noventa e oito itens. Assim, foram considerados como itens cada uma das etapas necessárias para a solução dos problemas.

A análise fatorial, de itens com resposta dicotômica dos noventa e oito itens, objetivou explorar as relações entre os diferentes itens de cada problema e entre os mesmos itens nos diversos tipos de problemas, auxiliando na interpretação significativa das variáveis.

Essa análise indicou a presença de vinte e sete fatores agrupados por problema e tipo de item, conforme dados apresentados na Tabela 46, a seguir. Os fatores com autovalores superiores a 1,0 responderam a 76,1% da variância total.

A Tabela 46 mostra que os doze primeiros fatores contemplaram os itens que compuseram os doze problemas matemáticos propostos e responderam a 53,6% da variância total.

As cargas fatoriais indicaram o agrupamento dos doze problemas matemáticos e dos diferentes tipos de informações neles contidas. Assim, foi feito o agrupamento desses itens numa nota constituída da soma dos pontos atribuídos a cada um desses itens (etapas da solução dos problemas).

A primeira etapa considerada para a solução de cada um dos problemas matemáticos foi identificar se a pergunta estava ou não formulada no enunciado do problema. O agrupamento referente a essa identificação foi evidenciado no fator um, conforme dados da Tabela 46. Nos problemas cujas perguntas não estavam formuladas, esse agrupamento foi evidenciado nos fatores vinte e três e vinte e seis.

Uma outra etapa considerada nesse estudo foi identificar se o sujeito conseguia, antes de solucionar o problema, responder quantas soluções seriam possíveis para aquele problema. O fator dezessete agrupou itens relacionados a essa etapa e à formulação das perguntas referentes aos problemas algébricos, àqueles com informação incompleta e àqueles com excesso de informações.

Os problemas três e dez tiveram cargas fatoriais altas distribuídas em vários fatores.

Tabela 46 - Distribuição dos autovalores e cargas máxima e mínima por fator

Fa- tor	Descritor do fator	Auto valor	Variância Acumulada (%)	Nº de itens	Carga	
					Mínima	Máxima
1	Perguntas dos problemas que já estavam formuladas: 3, 4, 7, 9, 10 e 12	14,09	14,4	6	0,6575	0,8578
2	Problema 1	6,22	20,7	7	0,3161	0,8955
3	Problema 11	4,90	25,7	7	0,3569	0,9249
4	Problema 9	4,09	29,9	6	0,2984	0,9463
5	Problema 12	3,85	33,8	6	0,2344	0,9416
6	Problema 2	3,69	37,6	7	0,2960	0,9163
7	Solução do Problema 5	3,21	40,9	3	0,8582	0,9542
8	Solução do Problema 6	2,85	43,8	4	0,4408	0,8400
9	Problema 4	2,71	46,5	5	0,2680	0,9131
10	Informação matemática do Problema 7	2,48	49,1	3	0,3677	0,6795
11	Problema 8	2,25	51,4	6	0,2108	0,8916
12	Informação matemática do Problema 5	2,13	53,6	4	0,5588	0,7713
13	Informação matemática do Problema 4	2,05	55,6	2	0,8741	0,8776
14	Itens do Problema 8	1,93	57,6	5	0,2362	0,7657
15	Informação matemática e pergunta do Problema 6	1,85	59,5	4	0,2757	0,6912
16	Tipo de solução e formulação das perguntas	1,74	61,3	10	0,2049	0,6863
17	Tipo de solução e formulação da pergunta dos problemas algébricos, com informação incompleta ou em excesso	1,69	63,0	15	0,2051	0,7448
18	Informação matemática do Problema 10	1,68	64,7	2	0,6813	0,6827
19	Informação matemática do Problema 9	1,58	66,3	2	0,7980	0,8608
20	Tipo de informação matemática do Problema 3	1,46	67,8	2	0,8241	0,8360
21	Solução do Problema 7	1,38	69,2	4	0,6701	0,7300
22	Relações básicas dos problemas com ausência de informação: 3, 7, 10	1,31	70,5	3	0,2575	0,7871
23	Perguntas que não estavam formuladas: 1, 2, 6 e 11; e tipo de solução do problema 11	1,20	71,7	5	0,3285	0,5285
24	Tipo de informação matemática do Problema 12	1,13	72,9	2	0,7602	0,7942
25	Tipo de solução e formulação da pergunta do Problema 10	1,07	74,0	3	0,3345	0,7440
26	Identificação das perguntas não formuladas nos problemas: 1, 2, 5, 6 e 8	1,05	75,1	5	0,4106	0,7481
27	Falta de informação do Problema 3	1,01	76,1	3	0,2768	0,7338

Uma outra análise feita foi referente às notas atribuídas à cada um dos sujeitos nos problemas segundo a pontuação de cada etapa considerada necessária para a solução de um problema matemático.

Assim procedendo, a análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax*, das notas atribuídas aos doze problemas matemáticos, indicou a presença de três fatores principais com autovalores superiores a 1,0 e que responderam a 56,3% da variância total, conforme Tabela 46 a seguir.

Tabela 47 - Distribuição dos autovalores e variação explicada por fator

Fator	Autovalor	Variância (%)	
		Simple	Acumulada
1	4,389	36,575	36,575
2	1,315	10,956	47,531
3	1,056	8,802	56,333

Embora a análise fatorial tenha indicado o agrupamento dos problemas propostos com falta ou excesso de informação no fator um, explicando 36,6% da variância total, dos problemas aritméticos e com perguntas não formuladas no fator dois, explicando 11,0% da variância total, e dos problemas algébricos e com perguntas não formuladas no fator três, explicando 8,8% da variância total, foram considerados os agrupamentos originais dos problemas matemáticos, prevalecendo, portanto, os quatro tipos propostos por Krutetskii.

A escala total, assim composta, apresentou consistência interna com o valor *alfa* de Cronbach igual a 0,7731 e uma correlação média entre as subescalas igual a 0,4628.

Tabela 48- Distribuição das cargas fatoriais por tipo de problema matemático

<i>Descritor do fator (tipo de problema)</i>	<i>Problema</i>	<i>Fator</i>		
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Problemas com perguntas formuladas e falta de informações	7	0,7311	0,1788	0,2750
	10	0,7074	-0,1457	0,3829
	3	0,6526	0,2969	0,0412
Problemas com perguntas formuladas e excesso de informações	12	0,7031	-0,0139	0,2358
	9	0,5947	0,2709	0,0851
	4	0,5821	0,4916	-0,0537
Problemas com perguntas não formuladas e sem valores literais	5	0,4888	0,2294	0,2209
	1	-0,0152	0,8216	0,1030
	2	0,2354	0,6829	0,1175
Problemas com perguntas não formuladas e com valores literais	11	0,1243	-0,0198	0,8462
	6	0,1955	0,2647	0,6743
	8	0,3151	0,2410	0,5931

ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE OS DESEMPENHOS DOS SUJEITOS NOS VÁRIOS SUBGRUPOS DE PROBLEMAS

Foram objetivos deste estudo verificar, descrever e analisar as relações existentes entre o desempenho na solução de problemas estatísticos, a aprendizagem dos conceitos de Estatística, as atitudes em relação à Estatística, e a percepção da informação matemática (que é um dos componentes da habilidade matemática), buscando entender melhor o processo de ensino-aprendizagem da Estatística.

É importante observar que conceito refere-se à definição dada pelo sujeito quando perguntado sobre "O que é Estatística?" e desempenho refere-se à nota atribuída à cada prova.

Tendo esses objetivos em vista, os resultados apresentados a seguir mostram as relações entre as seguintes variáveis:

- a) a definição que o sujeito apresentou e a utilidade da Estatística (X_{13} e X_{14});
- b) a definição que o sujeito apresentou sobre a Estatística e a atitude em relação à essa disciplina (X_{13} e X_3);
- c) a definição que o sujeito apresentou sobre a Estatística e o seu desempenho na prova de Estatística (X_{13} e X_4);
- d) a definição apresentada para Estatística e o seu desempenho acadêmico nessa disciplina no ano de 1998 (X_{13} e X_2);
- e) o desempenho do sujeito na prova dos problemas matemáticos e o seu desempenho na prova de Estatística (X_5 e X_4);
- f) o desempenho do sujeito na prova dos problemas matemáticos e o seu desempenho acadêmico total nas disciplinas cursadas no ano de 1998 (X_5 e X_1);
- g) o desempenho do sujeito na prova de Estatística e a nota nessa disciplina em 1998 (X_4 e X_2).

Os resultados da análise revelaram que não existia relação entre as variáveis “conceito” e “utilidade” da Estatística ($C=0,065$; $p=0,2443$). Foi possível observar que a maioria dos sujeitos encontraram no mínimo uma utilidade para a Estatística, tanto no grupo dos sujeitos que souberam definir o que é “Estatística” (92,3%) quanto no grupo dos que não souberam defini-la (87,5%). Pelo resultado da prova não paramétrica de Fisher foi possível afirmar que não existiam diferenças significativas entre aqueles que acreditavam na utilidade da Estatística e os sujeitos que conseguiram definir “o que é Estatística” e aqueles que não conseguiram ($p=0,3062$).

A Tabela 49 mostra os coeficientes de contingência entre as variáveis em estudo. Os resultados das variáveis quantitativas foram agrupados em categorias para que fosse possível compará-las com as variáveis categóricas conceito e utilidade da Estatística.

Tabela 49 - Relação entre o “conceito” e a “utilidade” da Estatística com as variáveis de estudo

<i>Variável</i>	<i>Descrição da variável</i>	<i>Desempenho Acadêmico em 1998 (X₁)</i>	<i>Desempenho na disciplina Estatística em 1998 (X₂)</i>	<i>Atitude em relação à Estatística (X₃)</i>	<i>Desempenho na prova de Estatística (X₄)</i>	<i>X₁₃</i>	<i>X₁₄</i>
X ₁₃	Conceito de Estatística	0,01	0,11	0,07	0,04	-	
X ₁₄	Utilidade da Estatística	0,04	0,06	0,16*	0,13*	0,07	-

* Coeficiente de contingência significativo ($p < 0,050$)

Assim, foram considerados os sujeitos com atitudes positivas, representados por aqueles que obtiveram um total de pontos na escala de atitudes maior ou igual a 52, e os sujeitos com atitudes negativas, representados por aqueles que obtiveram pontuação inferior a 52.

Para o desempenho na prova de Estatística os sujeitos foram separados em dois grupos. O primeiro grupo reuniu os sujeitos que acertaram pelo menos 50% das dezoito questões da prova e o segundo grupo os que acertaram menos da metade. Para o desempenho global dos sujeitos no ano de 1998 e na disciplina Estatística os sujeitos foram separados em dois grupos: um com notas superiores ou iguais a 5,0 e o outro com notas inferiores a 5,0.

A análise mostrou que não existia relação entre o “conceito” e a “atitude” em relação à Estatística ($C=0,074$; $p=0,1886$). Não foram observadas diferenças significativas de atitudes entre os sujeitos que conseguiram definir “o que é Estatística” e aqueles que não conseguiram defini-la ($p=0,1950$). No entanto, os resultados mostraram uma correlação positiva entre a “utilidade” e a “atitude” em relação à Estatística ($C=0,159$; $p=0,0041$), sendo que 95% dos sujeitos com atitudes positivas citaram pelo menos uma utilidade para a Estatística, enquanto no grupo de sujeitos com atitudes negativas essa porcentagem (83,8%) foi significativamente inferior ($p=0,0044$).

Os resultados mostraram, também, que não havia correlação significativa entre as variáveis "conceito de Estatística" e "desempenho na prova de Estatística" ($C=0,039$; $p=0,4904$). Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho dos sujeitos, nessa prova, quando estes foram agrupados em dois grupos: aqueles que souberam e os que não souberam definir o termo "Estatística" ($p=0,5010$).

No entanto, foi verificada a existência de correlação positiva e significativa entre as variáveis "utilidade" da Estatística e desempenho na prova de Estatística ($C=0,125$; $p=0,0242$). O desempenho daqueles que encontraram uma utilidade para a Estatística foi significativamente diferente daqueles que não encontraram essa utilidade ($p=0,0270$), sendo que 94% dos sujeitos com notas superiores ou iguais a 5,0 na prova de Estatística citaram pelo menos uma utilidade para esta disciplina, enquanto que 85,6% dos sujeitos com notas inferiores a 5,0 não citaram nenhuma utilidade para ela.

Com o objetivo de comparar os sujeitos de acordo com o desempenho acadêmico em Estatística no ano de 1998, foram considerados dois grupos, o primeiro com sujeitos cuja nota padronizada era maior ou igual a 5,0 e o segundo cujas notas padronizadas estavam abaixo desse valor. O coeficiente de contingência não acusou correlação diferente de zero significativa entre o "conceito de Estatística" e o "desempenho acadêmico em Estatística" ($C=0,106$; $p=0,0581$). Não foram encontradas diferenças significativas de desempenho acadêmico em Estatística entre aqueles que souberam definir o que é Estatística e aqueles que não souberam defini-la ($p=0,0664$).

Nas análises a seguir as correlações entre as variáveis foram calculadas a partir do coeficiente de correlação de Pearson por se tratarem de variáveis quantitativas observadas no nível de mensuração intervalar.

Os resultados da análise, apresentados nas figuras 12 e 13, revelaram que a maioria das correlações foram significativas e diferentes de zero. O desempenho acadêmico dos sujeitos no ano de 1998 (X_1), ano de aplicação dos instrumentos de pesquisa, estava positivamente correlacionado com a nota (X_4)

desses sujeitos na prova de Estatística ($r_{X_1, X_4} = 0,34$; $p = 0,0000$) e com a nota (X_5) na prova dos problemas matemáticos ($r_{X_1, X_5} = 0,35$; $p = 0,0000$).

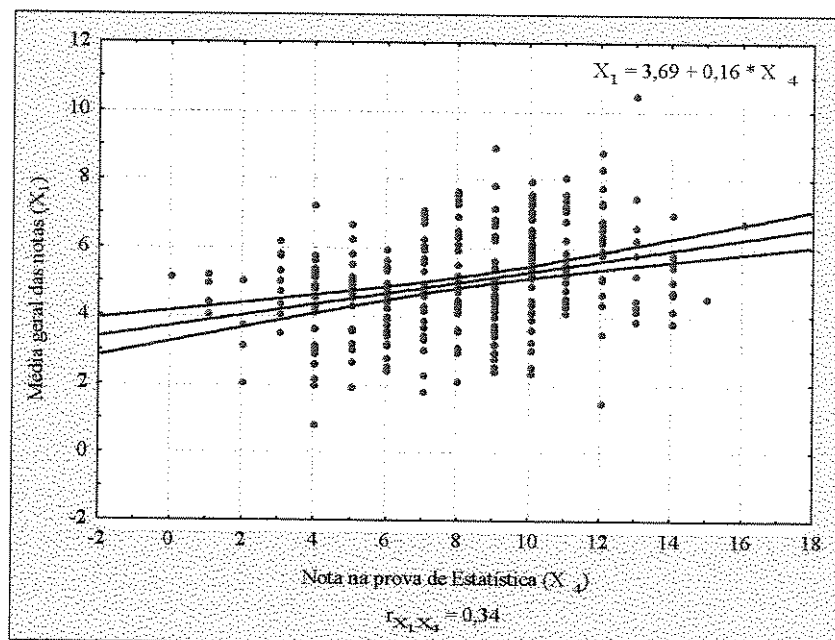


Figura 12- Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota média geral dos sujeitos, em função da nota na prova de Estatística

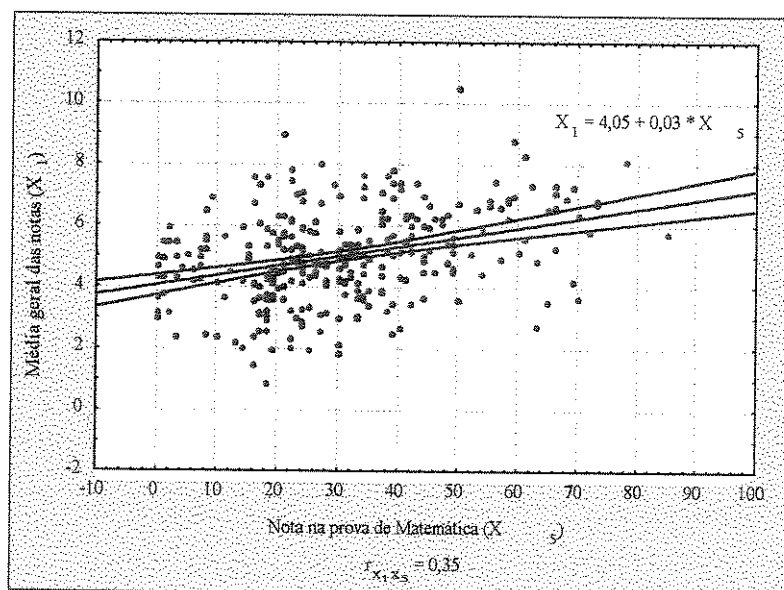


Figura 13 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota média geral dos sujeitos, em função da nota na prova de Matemática

O desempenho acadêmico dos sujeitos na disciplina Estatística (X_2), estava positivamente correlacionado com o desempenho (X_4) desses sujeitos na prova de Estatística ($r_{X_2X_4}=0,20$; $p=0,0004$) e com o desempenho (X_5) na prova dos problemas matemáticos ($r_{X_2X_5}=0,28$; $p=0,0000$), como pode ser visualizado nas figuras 14 e 15 a seguir.

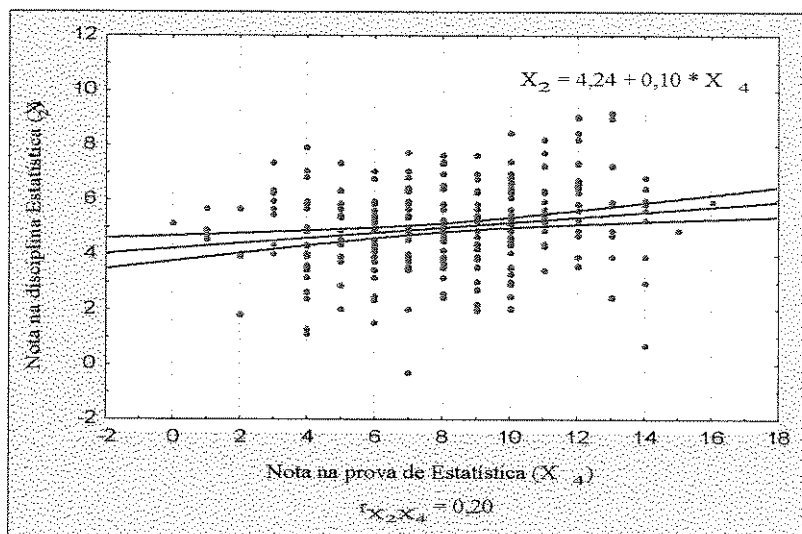


Figura 14 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na disciplina Estatística em função da nota na prova de Estatística

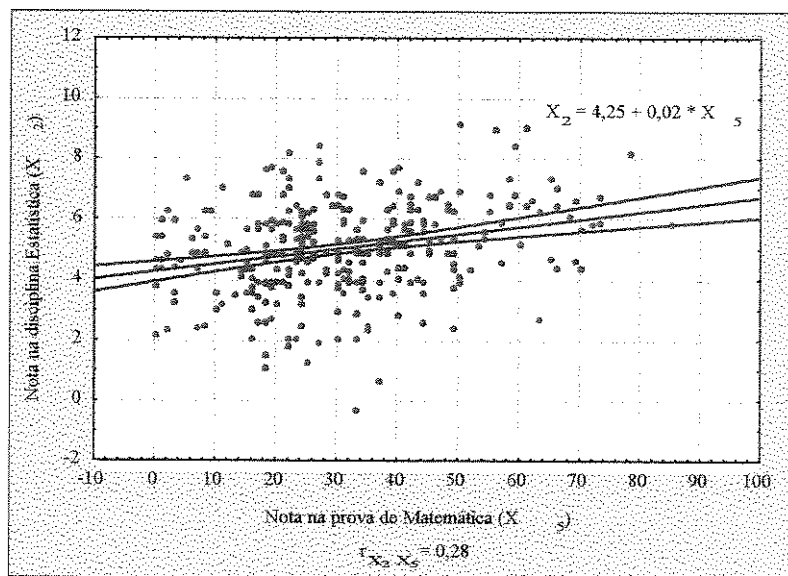


Figura 15 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na disciplina Estatística em função da nota na prova de Matemática

Com a finalidade de comparar a relação entre as atitudes em relação à Estatística (X_3) e o desempenho nas provas aplicadas aos sujeitos, foi feita a análise das correlações entre essas variáveis, apresentada nas figuras 16 e 17.

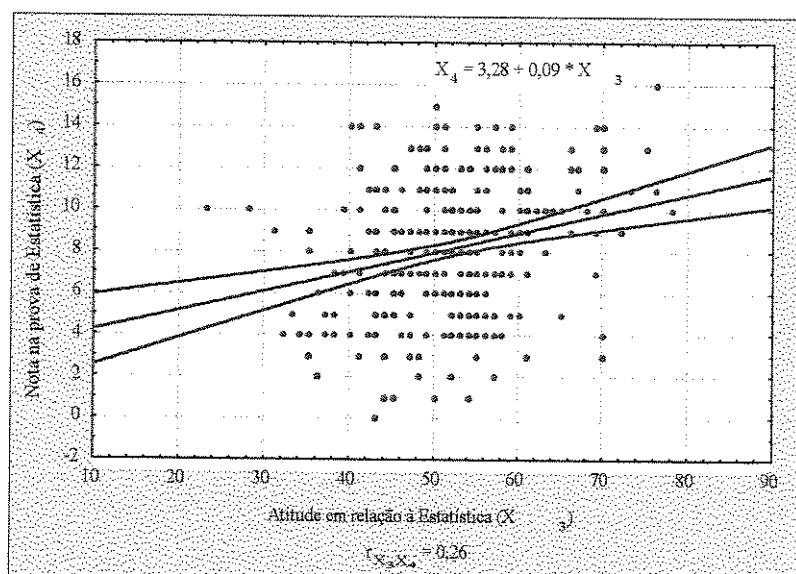


Figura 16 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Estatística em função da atitude em relação à Estatística

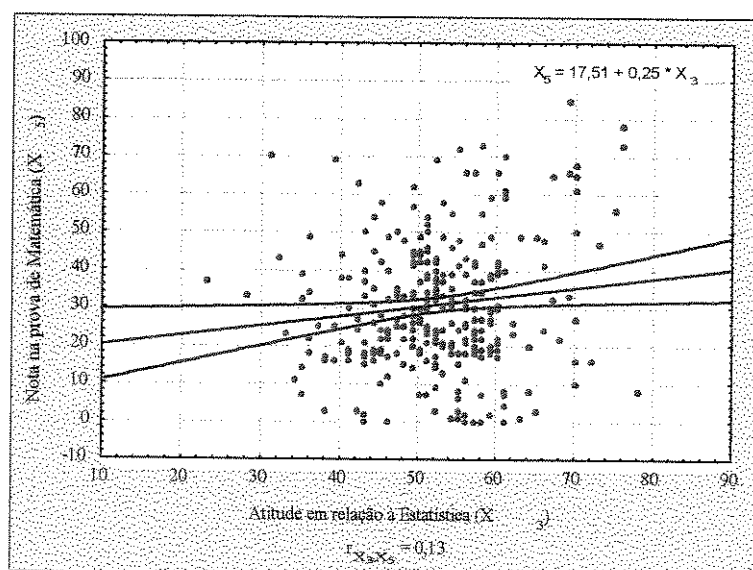


Figura 17 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Matemática em função da atitude em relação à Estatística

Os resultados mostraram correlação positiva e significativa entre essas variáveis, sendo que a atitude dos sujeitos em relação à Estatística mostrou-se positivamente correlacionada com o desempenho na prova de Estatística ($r_{X_3X_4}=0,26$; $p=0,0000$), e com o desempenho nos problemas matemáticos ($r_{X_3X_5}=0,13$; $p=0,0338$), sendo a primeira correlação superior à segunda.

Ao analisar a relação entre o desempenho na prova de Estatística e o desempenho na prova de Matemática foi observada a existência de correlação positiva e significativa entre essas variáveis, revelando que quanto melhor o desempenho dos sujeitos nos problemas matemáticos melhor o seu desempenho na prova de Estatística ($r_{X_4X_5}=0,35$; $p=0,0000$).

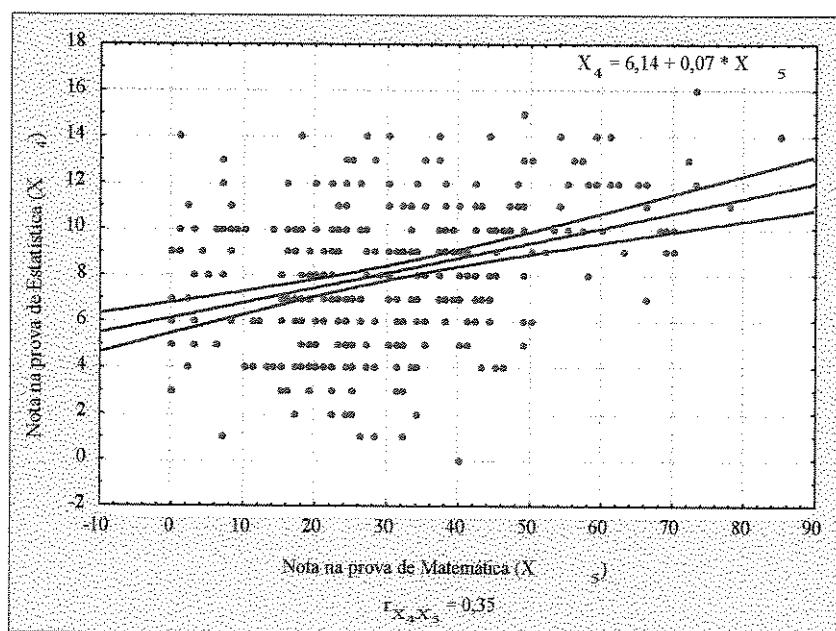


Figura 18 - Diagrama de dispersão e reta de regressão ajustada à nota na prova de Estatística em função da nota na prova de Matemática

Quando foram comparadas as notas dos sujeitos de cada subconjunto de itens da prova de Estatística e os subconjuntos de itens da prova de Matemática, foram encontradas correlações positivas e significativas entre esses itens, indicando que existe uma tendência para os sujeitos que conseguem resolver a prova de Matemática resolver também a de Estatística.

A correlação encontrada entre as provas de Matemática e de Estatística não foi alta mas foi significativamente diferente de zero sugerindo que outros estudos devam ser realizados com o objetivo de entender melhor a relação entre essas provas.

Com a finalidade de verificar as relações entre as duas provas aplicadas e também, entre os respectivos subgrupos de itens, foram consideradas as correlações mais significativas de cada caso.

Os resultados mostraram que as correlações entre a prova total de problemas matemáticos e o subgrupo de problemas aritméticos ($r_{X_5, X_{12}} = 0,80$) e o subgrupo de problemas algébricos ($r_{X_5, X_{11}} = 0,84$), foram superiores às correlações entre a prova total e o subgrupo de problemas com ausência de informações ($r_{X_5, X_9} = 0,72$) e o subgrupo de problemas com excesso de informações ($r_{X_5, X_{10}} = 0,71$).

Com relação aos subgrupos de itens dessa prova, foi observado que a correlação entre o subgrupo de problemas com falta de informações e o subgrupo de problemas com excesso de informações ($r_{X_9, X_{10}} = 0,64$) foi superior às correlações entre os outros subgrupos de itens. A segunda maior correlação foi entre o subgrupo de problemas com excesso de informações e o subgrupo de problemas aritméticos ($r_{X_{10}, X_{12}} = 0,51$), seguida da correlação entre o subgrupo de problemas algébricos e o subgrupo de problemas com ausência de informações ($r_{X_9, X_{11}} = 0,50$).

A correlação entre a prova total de Matemática e Estatística e o subgrupo de itens de análise de dados apresentados em gráficos ($r_{X_4, X_6} = 0,81$) foi superior às correlações dessa prova total e o subgrupo de itens de solução de problemas ($r_{X_4, X_7} = 0,76$) e o subgrupo de itens de análise de tabelas ($r_{X_4, X_8} = 0,51$). O subgrupo dos itens menos correlacionados com a prova de

Estatística foi o de análise de dados apresentados em tabelas ($r_{X_7, X_8} = 0,15$).

Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 50 e Figura 19.

Tabela 50 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis quantitativas ($p < 0,050$)

<i>Variável</i>	<i>Descrição da variável</i>	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
X_1	Desempenho acadêmico geral	-											
X_2	Desempenho acadêmico em Estatística	0,77 *	-										
X_3	Atitude em relação à Estatística	0,21 *	0,29 *	-									
X_4	Desempenho na prova de Estatística	0,34 *	0,20 *	0,26 *	-								
X_5	Desempenho global nos Problemas Matemáticos	0,35 *	0,28 *	0,13 *	0,35 *	-							
X_6	Análise de dados apresentados em gráficos	0,22 *	0,13 *	0,21 *	0,81 *	0,21 *	-						
X_7	Comparações quantitativas e solução de problemas	0,34 *	0,17 *	0,23 *	0,76 *	0,25 *	0,49 *	-					
X_8	Análise de dados apresentados em tabelas	0,21 *	0,17 *	0,13 *	0,51 *	0,25 *	0,14 *	0,15 *	-				
X_9	Desempenho nos Problemas com informações incompletas	0,25 *	0,18 *	0,08 *	0,21 *	0,72 *	0,08 *	0,16 *	0,19 *	-			
X_{10}	Desempenho nos Problemas com informações em excesso	0,27 *	0,20 *	0,12 *	0,35 *	0,71 *	0,18 *	0,26 *	0,22 *	0,64 *	-		
X_{11}	Desempenho nos Problemas algébricos sem pergunta	0,26 *	0,27 *	0,15 *	0,31 *	0,84 *	0,13 *	0,17 *	0,17 *	0,50 *	0,41 *	-	
X_{12}	Desempenho nos Problemas aritméticos sem pergunta	0,33 *	0,21 *	0,04 *	0,20 *	0,80 *	0,32 *	0,26 *	0,21 *	0,37 *	0,51 *	0,37 *	-

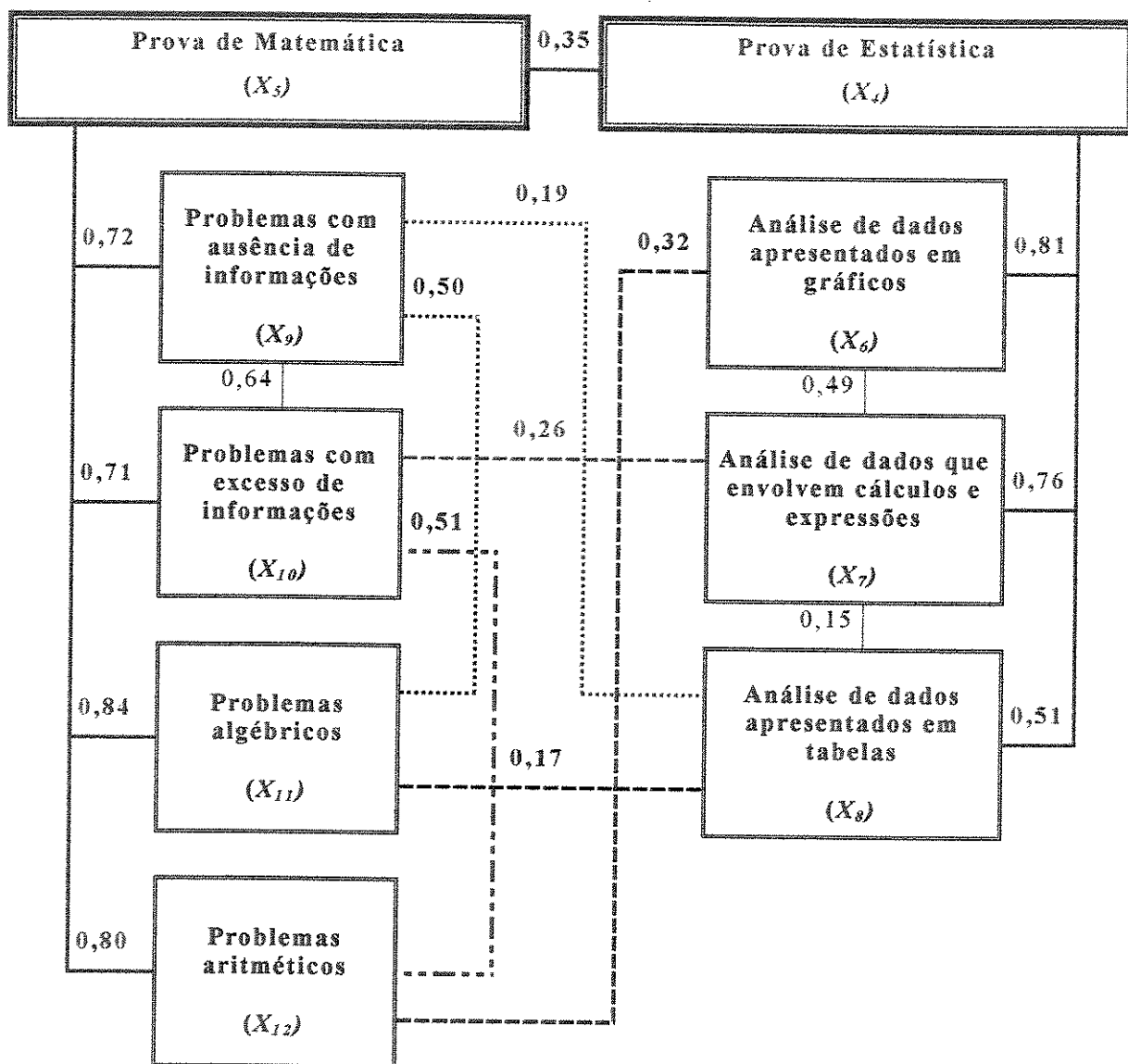


Figura 19 - Correlações mais significativas entre os subgrupos de itens e entre as provas aplicadas aos sujeitos

Quando são comparadas as correlações entre os subgrupos de itens das duas provas, pode ser observado que os maiores valores se encontram entre os subgrupos de itens da prova de problemas matemáticos e os subgrupos de itens da prova de Estatística, na seguinte ordem: o subgrupo de problemas

aritméticos e o subgrupo de análise de gráficos ($r_{X_{12}X_6}=0,32$); o subgrupo de problemas com excesso de informações e o subgrupo de itens que envolviam só cálculos ($r_{X_{10}X_7}=0,26$); o subgrupo de problemas com falta de informações e o subgrupo de itens de análise de tabelas ($r_{X_9X_8}=0,19$); o subgrupo de problemas algébricos e o subgrupo de itens de análise de tabelas ($r_{X_{11}X_8}=0,17$).

Uma questão fundamental investigada referiu-se à busca de uma equação de regressão que revelasse a existência de relação entre a nota correspondente ao desempenho do sujeito na disciplina Estatística, considerada como variável dependente (X_2), em função das variáveis independentes: a atitude em relação à Estatística (X_3), o desempenho dos sujeitos na solução dos subgrupos de problemas matemáticos (X_9 , X_{10} , X_{11} e X_{12}) e o desempenho nos subgrupos de questões da prova de Estatística (X_6 , X_7 e X_8). As equações obtidas e apresentadas nos parágrafos a seguir poderão ser utilizadas como preditoras do desempenho de universitários em Estatística.

Inicialmente foi feita a análise de componentes principais usando a rotação varimax, que extraiu três fatores principais, com autovalores maiores ou iguais a um, que responderam a 59,7% da variância total. As cargas máximas dos itens no primeiro fator revelaram o agrupamento dos itens correspondentes aos problemas matemáticos (X_9 , X_{10} , X_{11} e X_{12}), respondendo por 32,2% da variância total.

O segundo fator agrupou as questões referentes à análise de dados apresentados em gráficos (X_6) e os apresentados em forma de expressões matemáticas (X_7), que respondeu a 16,2% da variância total e o terceiro fator revelou o agrupamento da nota de Estatística (X_2) e da atitude (X_3), respondendo a 11,2% da variância total. No item nota do subgrupo de questões apresentadas em tabelas, as cargas fatoriais foram baixas nos três fatores apontados na análise.

Esse resultado foi confirmado pela análise de regressão múltipla. Inicialmente, foram selecionadas as três variáveis X_3 , X_4 e X_5 como preditoras

das notas de Estatística. Ao analisar as relações entre essas variáveis, foi possível escolher quais poderiam melhor prever o desempenho acadêmico dos sujeitos. Foi usado o método *stepwise* para rodar a análise de regressão múltipla pelo software estatístico SPSS. Esse método consiste em escolher, primeiramente, a variável que apresenta a maior correlação, positiva ou negativa, com a variável dependente (nesse estudo, a nota de Estatística e a atitude em relação à Estatística) e posteriormente considerar para o modelo as variáveis cujas probabilidades, associadas à estatística F da análise de variância, forem inferiores à 0,050.

A análise dos resultados apresentados revelou que a equação que melhor refletiu a relação entre essas variáveis foi a da equação que não considerou a variável X_4 , resultado também apresentado pela análise fatorial.

A equação linear que melhor se ajustou aos dados, pelo método *stepwise*, considerando como critério de inclusão de variáveis na equação a probabilidade associada à estatística F , da análise de variância, menor ou igual a 0,05, sendo que para exclusão de variáveis, essa probabilidade será maior ou igual a 0,10.

O coeficiente de determinação R^2 revelou que a equação linear ajustada explicava 14,6% da variância total dos dados. A equação linear resultante da análise foi:

$$\hat{X}_2 = 1,998 + 0,044 X_3 + 0,022 X_5$$

ou

$$\left(\begin{array}{c} \text{Nota de} \\ \text{Estatística} \end{array} \right) = 1,998 + 0,044 \left(\begin{array}{c} \text{Atitude em relação} \\ \text{à Estatística} \end{array} \right) + 0,022 \left(\begin{array}{c} \text{Nota na prova de} \\ \text{Estatística} \end{array} \right)$$

A constante da equação e os dois coeficientes foram significativamente diferentes de zero ($p < 0,050$).

Pelo mesmo procedimento anterior, em uma outra análise, buscou-se uma equação linear que revelasse a relação entre a nota na prova de Estatística (X_4), considerada como variável dependente, em função das variáveis independentes: atitude em relação à Estatística (X_3) e notas nos subgrupos de problemas matemáticos (X_9 , X_{10} , X_{11} e X_{12}).

Inicialmente, foram consideradas todas as variáveis e, pelo método *stepwise*, foram removidas as notas nos problemas algébricos e nos problemas com ausência de informações.

A equação linear que melhor se ajustou aos dados foi:

$$\hat{X}_4 = 2,516 + 0,132 X_{12} + 0,073 X_3 + 0,080 X_{10}$$

ou

$$\left(\begin{array}{c} \text{Nota na prova} \\ \text{de} \\ \text{Estatística} \end{array} \right) = 2,516 + 0,132 \left(\begin{array}{c} \text{Nota nos} \\ \text{problemas} \\ \text{aritméticos} \end{array} \right) + 0,073 \left(\begin{array}{c} \text{Atitudes} \\ \text{em relação} \\ \text{à Estatística} \end{array} \right) + 0,080 \left(\begin{array}{c} \text{Nota nos problemas} \\ \text{com excesso de} \\ \text{informações} \end{array} \right)$$

O coeficiente de determinação R^2 revelou que a equação linear ajustada explicou 19,3% da variância total. A constante e os coeficientes da equação de regressão foram significativamente diferentes de zero ($p < 0,050$).

Esses resultados sugerem que quanto mais positivas forem as atitudes em relação à Estatística e quanto melhor for o desempenho em problemas matemáticos, melhor será o desempenho na disciplina de Estatística.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou verificar as implicações das atitudes em relação à Estatística e das habilidades matemáticas no domínio de conceitos de Estatística, tendo como sujeitos alunos que estavam cursando a disciplina Estatística em uma universidade particular do interior do Estado de São Paulo, durante o ano de 1998. Buscou, também, estabelecer a existência de relações entre a aprendizagem dos conceitos de Estatística (desempenho na solução de problemas estatísticos), as atitudes em relação à essa disciplina e a percepção da informação matemática, que é considerada um dos componentes da habilidade matemática (Krutetskii, 1976).

Além disso, buscou verificar as relações entre essas variáveis e outras, selecionadas para o estudo (área de conhecimento, gênero, série, idade, escolaridade do pai, escolaridade da mãe, preferência por disciplina, autopercepção do desempenho em Estatística), cujos dados foram obtidos a partir de um questionário geral.

Os sujeitos foram estudantes universitários com idade média de 22,1 anos, sendo 56,7% do gênero feminino e 43,3% do gênero masculino, matriculados em cursos das áreas de Humanas, Exatas e da Saúde.

A revisão da literatura abrangeu estudos da Psicologia, da Educação Matemática e da Educação Estatística. Após a revisão cuidadosa dos mesmos, foram selecionados aqueles que contribuíam para a análise dos dados obtidos e, além disso, indicavam novas possibilidades de estudos que, futuramente, poderão complementar as análises feitas até este momento.

Em uma primeira etapa, foram selecionados os instrumentos de pesquisa mais adequados para atingir os objetivos do estudo. Para avaliar as atitudes dos sujeitos em relação ao tema em questão, foi utilizada uma escala de

atitudes em relação à Estatística (EAE), validada por Cazorla et al. (1999), composta de vinte proposições. Essa escala foi adaptada a partir da escala de atitudes em relação à Matemática traduzida, adaptada e validada por Brito (1996, 1998).

Para avaliar a aprendizagem dos conceitos básicos de Estatística (média, mediana, moda, entre outros) e a análise de dados apresentados em tabelas e gráficos, foram selecionados dezoito problemas dos usados no *Graduated Record Examination (GRE)* americano, que foram traduzidos e adaptados para atender às finalidades do presente estudo.

Também foram selecionados vinte problemas matemáticos dentre os propostos por Krutetskii (1976) com a finalidade de avaliar as habilidades matemáticas, sendo dez problemas com perguntas não formuladas (cinco algébricos e cinco aritméticos) e dez com perguntas formuladas (cinco com falta de informação e cinco com informações em excesso). Dentre esses problemas, doze foram considerados para análise, sendo três de cada um dos tipos.

Os três instrumentos de pesquisa utilizados foram testados e validados, conferindo confiabilidade aos resultados encontrados. A adequação da amostra foi realizada pela medida de Kaiser-Meyer_Olkin e a validação dos instrumentos através das comparações dos resultados dos instrumentos em subgrupos de análise e pela análise fatorial de componentes principais com rotação *varimax*.

Os resultados revelaram que poucos sujeitos (24,5%) demonstraram saber o conceito de “Estatística”, a maioria não conseguiu identificar características do seu conceito; no entanto, 80,3% declararam ter um motivo para estudá-la e 90,0% consideraram a Estatística uma ferramenta útil.

Quando foram verificadas as relações entre as variáveis estudadas, não se encontraram diferenças significativas das atitudes em relação à Estatística entre os sujeitos que conseguiram identificar características do conceito de

Estatística e aqueles que não conseguiram identificar nenhuma característica de sua definição. No entanto, a porcentagem de sujeitos com atitudes positivas, os quais citaram pelo menos uma utilidade para a Estatística, foi significativamente superior à porcentagem de sujeitos com atitudes negativas.

Outros pesquisadores encontraram resultados semelhantes (Silva, Cazorla e Brito, 1999), em estudos realizados com alunos de graduação de várias áreas de conhecimento, e constataram que os estudantes que consideravam a Estatística uma ferramenta importante e confiável, também apresentavam atitudes positivas. Em uma outra pesquisa, Feijoo (1991) verificou que os sujeitos da área de Humanas que reconheciam a importância e a utilidade da Estatística e aqueles que apontavam a utilidade da Estatística, também tendiam a ter atitudes mais positivas em relação a esta disciplina.

Na presente pesquisa, a média dos escores dos sujeitos na escala de atitudes em relação à Estatística foi de 52,2 pontos. Foram considerados sujeitos com atitudes positivas aqueles que obtiveram pontuação acima dessa média, e sujeitos com atitudes negativas aqueles que obtiveram pontuação abaixo dessa média. Os resultados revelaram que os sujeitos apresentaram atitudes positivas, na maioria dos grupos estudados, sendo que as atitudes mais positivas foram observadas: (1) no grupo de sujeitos cujas mães estudaram até o nível superior (média=56,44), (2) no grupo de sujeitos que estavam cursando a segunda série (média=55,06) e (3) no daqueles com autopercepção de um bom desempenho em Estatística (média=54,42).

Vale ressaltar que as atitudes em relação à Estatística estão relacionadas às atitudes em relação à Matemática, como revelaram as pesquisadoras Silva, Cazorla, Vendramini e Brito (2000) em uma pesquisa realizada com trezentos e trinta universitários. Assim, a média das atitudes dos sujeitos que declararam gostar menos de Matemática e também daqueles que declararam gostar menos de Estatística, foram significativamente inferiores à apresentada pelo grupo que afirmou gostar menos de outras disciplinas, revelando uma possível associação entre essas atitudes.

Não foram encontradas diferenças significativas nas médias das atitudes dos sujeitos quando comparados com as variáveis área de conhecimento, gênero, idade e escolaridade do pai.

Há alguns anos, o ensino da Estatística vem sendo objeto de estudo de vários pesquisadores (Cazorla et al., 1999; Gal e Ginsburg, 1994; McCall, Madjidi e Belli e, 1991; Rosenthal, 1992; Wise, 1985) preocupados com a percepção dos alunos em relação à essa disciplina e à ansiedade desses alunos ao enfrentar a expectativa de ter que cursar a disciplina Estatística, obrigatória na maioria dos cursos de graduação. Geralmente os alunos iniciam as aulas com atitudes negativas em relação a essa disciplina ou as desenvolvem no decorrer do período letivo.

Esses problemas de ordem afetiva na aprendizagem da Estatística, se negativos, podem dificultar a aprendizagem dos conceitos de Estatística (Gal e Ginsburg, 1994) ou retardar o desenvolvimento do pensamento estatístico necessário para o desenvolvimento de muitas atividades profissionais.

Assim, foi considerado importante estudar as relações entre o sentimento de gostar ou não da Estatística e a aprendizagem de seus conceitos, relacionando as atitudes em relação à Estatística (escala de atitudes EAE) e o desempenho dos sujeitos no curso de Estatística e na prova de Estatística elaborada para este trabalho, nos vários grupos de variáveis.

Os resultados desse estudo revelaram que a nota média obtida pelos sujeitos na prova de Estatística foi de 8,1, sendo ligeiramente superior à metade da nota máxima da prova, que podia variar de 0 a 16 pontos. Para essa prova não foram encontradas diferenças significativas nas notas quando os sujeitos foram agrupados de acordo com a idade e o nível de escolaridade das mães.

Foi verificado também que o desempenho dos sujeitos da área da Saúde foi superior aos da área de Humanas e o desempenho dos sujeitos da primeira série foi inferior ao apresentado pelos sujeitos da segunda e terceira séries.

Nessa prova não foram encontradas diferenças de desempenho nas notas dos sujeitos que perceberam ter um bom desempenho em Estatística e aqueles que perceberam ter um desempenho fraco.

Além das atitudes e do desempenho em Estatística é importante que os estudantes entendam as relações entre os conceitos matemáticos, que podem ser melhor representadas por meio de gráficos ou tabelas. Segundo Austin (1992), as relações entre os conceitos matemáticos podem ser entendidas melhor quando eles, por exemplo, sejam representados graficamente, ou quando a Estatística é usada para relacionar a Matemática com situações reais e aplicadas. Assim, na prova de Estatística foram considerados itens referentes à leitura de dados apresentados em tabelas e em gráficos.

Quanto ao desempenho dos sujeitos nos grupos de itens referentes à análise de dados apresentados em tabelas, em gráficos ou aqueles que envolviam apenas cálculos matemáticos, foram encontradas diferenças no desempenho dos sujeitos nos itens que envolviam cálculos e comparações de expressões numéricas, sendo que os estudantes da área de Humanas obtiveram notas inferiores aos das outras duas áreas.

Os sujeitos da primeira série obtiveram notas inferiores às das outras duas séries nos três grupos de itens analisados, sugerindo que os sujeitos que estudaram Estatística em séries mais avançadas tiveram melhor aprendizagem dessa disciplina que aqueles que estudaram em séries iniciais.

As notas dos sujeitos do gênero masculino foram superiores às obtidas pelos sujeitos do gênero feminino nos itens referentes a análise de dados apresentados em gráficos e no grupo de itens que envolviam apenas cálculos, e iguais no conjunto de itens referentes à análise de dados apresentados em tabelas.

Um outro item considerado importante para o bom desempenho dos estudantes em Estatística foram as habilidades envolvidas nas atividades relacionadas à solução de problemas matemáticos, necessárias, também, para a aprendizagem de Estatística.

Considerando que a aprendizagem torna-se mais eficaz e eficiente quando os estudantes conseguem perceber, tanto nos problemas matemáticos quanto nos estatísticos, qual pergunta deve ser respondida e quais as informações que devem ser utilizadas para a solução desses problemas, foram analisados problemas que possibilitassem observar a obtenção da informação matemática (um dos componentes da habilidade matemática segundo Krutetskii, 1976).

Na prova composta por problemas matemáticos com perguntas formuladas e perguntas não formuladas no enunciado, foi observado que a nota média 26,6 era inferior à metade da nota máxima 49 que podia ser atingida nesta prova.

Foram encontradas diferenças significativas no desempenho dos sujeitos apenas quando comparados de acordo com a área de conhecimento e a série.

Foi observado, também, que a média das notas dos sujeitos da área de Humanas, nos problemas matemáticos, foi inferior às das outras duas áreas; constatando-se o mesmo na prova de Estatística.

Em um estudo com estudantes universitários, realizado por Pirola, Silva e Vendramini (1998), foi observado que a maioria não estava familiarizada com problemas que apresentavam enunciados incompletos ou com excesso de informações e que havia um predomínio do raciocínio aritmético sobre o algébrico e o geométrico. Resultados semelhantes foram observados na presente pesquisa, revelando uma tendência maior dos sujeitos em utilizar o procedimento aritmético e não o algébrico, além de não compreenderem as relações básicas necessárias para a solução desses tipos de problemas.

Observou-se, outrossim, uma dificuldade dos sujeitos em compreender as estruturas formais para a solução de problemas que não apresentavam todas as informações necessárias para a sua solução. Menos de 1% conseguiu dar uma solução correta para esses problemas.

Nesse aspecto, os resultados do presente estudo são semelhantes aos obtidos em outras pesquisas sobre o raciocínio abstrato, o espacial e o lógico-dedutivo, necessários para um bom desempenho em Estatística. Dentre os estudantes universitários de várias áreas do conhecimento, os sujeitos da área de Humanas tiveram desempenho mais fraco que aqueles da área da Saúde (Santos, Primi, Vendramini, Taxa, Lukjanenko, Müller, Sampaio, András Júnior, Kuse, Bueno, 2000), concordando com os resultados encontrados nessa pesquisa.

Os sujeitos de séries mais avançadas obtiveram melhor desempenho que os sujeitos das séries iniciais e aqueles cujos pais atingiram o nível superior obteve desempenho significativamente melhor que os sujeitos cujos pais estudaram até o primeiro grau.

Estudos realizados sobre as habilidades básicas, definidas como capacidade de compreensão em leitura, conhecimentos gerais, raciocínio analítico-indutivo, raciocínio lógico-dedutivo, juízo moral, com estudantes ingressantes no ensino superior, revelaram uma grande heterogeneidade em relação às capacidades cognitivas dos sujeitos logo no início do ensino superior, que devem ser levadas em conta quando da programação de atividades curriculares dos diversos cursos (Santos et al., 2000). Tal consideração é importante não só para as instituições particulares, que geralmente têm demanda mais baixa que as instituições públicas, quanto para os diferentes cursos que se diferenciam na relação candidato/vaga.

Essas constatações devem ser consideradas no ensino da Estatística e o professor deve buscar técnicas e aplicações práticas diferenciadas, de acordo com o curso e o nível de capacidade cognitiva; para possibilitar resultados mais satisfatórios no ensino-aprendizagem dessa disciplina.

A análise das relações entre o desempenho dos sujeitos em Estatística, a atitude em relação à Estatística, o desempenho na prova de Estatística e na prova dos problemas matemáticos, revelou associações positivas e significativamente diferentes de zero. Estudos anteriores, com um número

menor desses sujeitos, revelaram que o desempenho em Estatística estava positivamente correlacionado com a atitude em relação à essa disciplina (Vendramini, Silva, Cazorla e Brito, 2000).

A análise da literatura mostrou que vários autores (Gal e Ginsburg, 1994; Perney e Ravid, 1991; Peterson, 1991; Roberts e Reese, 1987; Roberts e Saxe, 1982; Wise, 1985; entre outros) obtiveram resultados que apontaram nessa direção e alguns, inclusive, apresentaram propostas visando a melhoria das atitudes em relação à Estatística (Garfield, 1994a; Garfield, 1994b). Garfield (1994b) mostrou que os alunos de professores treinados em um projeto denominado *Quantitative Literacy Project (QLP)* obtiveram atitudes mais positivas em relação à aprendizagem de Estatística que alunos de professores não treinados. Sugeriu que os professores deveriam melhorar as atitudes dos alunos e que, como consequência, esses alunos aprenderiam mais facilmente os tópicos de Estatística.

Como as atitudes em relação à Estatística parecem ser decorrentes das atitudes em relação à Matemática (Silva et al., 2000) os professores de Estatística deveriam estar atentos à possibilidade de minimizar o "medo", a ansiedade que essa disciplina pode gerar. Assim, os professores de Estatística deveriam colocar como um dos objetivos da disciplina a mudança de atitudes. Isso poderia ser feito por meio de técnicas de ensino que relacionassem a disciplina Estatística com os dados estatísticos utilizados no cotidiano e veiculados pelos jornais e a mídia em geral, constituindo-se numa "alavanca" geradora de motivação para a aprendizagem do conteúdo estatístico.

Uma outra fonte de consulta seriam os estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa em Psicologia da Educação Matemática da Faculdade de Educação da UNICAMP, particularmente os referentes à Educação Estatística, tanto os concluídos (Cazorla et al., 1999; Cazorla et al., 2000; Silva, Cazorla e Brito, 1999; Silva et al., 2000; Vendramini et al., 2000) como os vários projetos em andamento.

Além desses, os trabalhos relacionados às atitudes e às habilidades matemáticas, desenvolvidos por esse grupo (Brito, 1996; Brito, Fini e Neumann García, 1994; González, 1995; Brito, González, e Vendramini, 1998; González e Brito, 1996; Moron, 1998; Pirola, Silva e Vendramini, 1998; Spaletta, 1998; entre outros), poderiam estar subsidiando esta prática, tendo em vista a estreita relação existente entre a Estatística e a Matemática.

Outros estudos revelaram a existência de relações entre o desempenho na disciplina Estatística e outras variáveis como o curso, o turno do curso, o ano de ingresso na universidade e a reprovação nessa disciplina (Cazorla, Silva, Vendramini e Brito, 2000), bem como revelaram a importância das atitudes em relação à Estatística, e a influência de fatores como a autopercepção de desempenho nessa disciplina e a auto-eficácia preditiva em Estatística relacionadas à Matemática.

A análise de regressão múltipla sugere que, quanto mais positivas forem as atitudes dos sujeitos em relação à Estatística e quanto melhor o desempenho na solução de problemas matemáticos, melhor será o desempenho desses sujeitos em Estatística. Esses resultados sugerem que sejam adotadas estratégias de ensino que desenvolvam as habilidades matemáticas e que tornem as atitudes em relação à Estatística mais positivas para, assim, melhorar o ensino-aprendizagem de Estatística e, conseqüentemente, o desempenho desses sujeitos nessa disciplina.

Os resultados aqui obtidos evidenciaram relações entre as atitudes e as habilidades matemáticas, as quais poderão orientar os docentes na aplicação de diferentes tecnologias que impliquem na melhoria do ensino-aprendizagem da Estatística.

A leitura desse trabalho pelos professores de Estatística do ensino superior pode motivá-los a elaborar programas visando a mudança de atitudes em relação à essa disciplina.

Concluindo, é importante alertar os professores de Estatística sobre a necessidade de elaborar programas visando o desenvolvimento de atitudes

positivas em relação à Estatística e o desenvolvimento das habilidades matemáticas necessárias para a aprendizagem dessa disciplina, como, por exemplo, a leitura acurada e atenta da proposição do problema visando a obtenção da informação matemática.

A formação de profissionais competentes que saibam usar cuidadosa e adequadamente as técnicas estatísticas, com atitudes positivas em relação à essa disciplina, ao seu uso e à sua aplicação prática, deve nortear o ensino da Estatística em todas as áreas de conhecimento onde ela está inserida.

Os professores deveriam ser capazes de formular objetivos para a formação de atitudes, fornecer modelos exemplares na área, possibilitar que os alunos tenham experiências agradáveis em sala de aula, usar métodos de ensino criativos e variados e incentivar o aprimoramento individual do estudante, segundo a proposta de Klausmeier e Goodwin (1977).

O grande desafio é formar usuários de Estatística encorajados a utilizar as ferramentas estatísticas, capazes de reconhecer as ferramentas adequadas para solucionar seus problemas e que, mesmo não conseguindo operacionalizar sua solução, sejam capazes de buscar auxílio com profissionais da área, que poderão orientá-los na busca de soluções para esses problemas.

Uma sugestão para melhorar o ensino da Estatística é revelar ao estudante, logo no início das aulas, a aplicação das técnicas estatísticas na área de interesse, discutindo pesquisas já concluídas, e só então introduzir os conceitos teóricos necessários, visando atitudes mais positivas e o desenvolvimento de certas habilidades matemáticas. Os estudantes precisam ser desafiados e levados a elaborar uma pesquisa ligada ao seu campo de atuação atual, onde seja necessário utilizar as técnicas estatísticas de análise de dados. Pode-se contar, hoje, com a utilização de programas computacionais específicos como valioso auxílio a incentivar esses estudantes a pensar em termos probabilísticos.

REFERÊNCIAS

- Aiken, L. R. (1970). Attitudes toward Mathematics. *Review of Educational Research*, 40 (4), 551-596.
- Aiken, L. R., & Dreger, R. M. (1961). The effect of attitudes on performance in Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 52 (1), 19-24.
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: definição e medida*. Aveiro: Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Anand, P. G., & Ross, S. M. (1987). User computer-assisted instruction to personalize arithmetic materials for elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 79, 72-78.
- Artzt, A. F., & Newman, C. M., (1993). *How to use cooperative learning in the mathematics class*. (3rd ed.) Reston, Va.: The National Council Of Teachers Of Mathematics.
- Assessment System Corporation (1996). *User's Manual for the MicroCat Testing System*. ASC: St. Paul.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990). *ISO - International Organization for Standardization 9000 a 9004*. (ABNT. NB 9000 a 9004). Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Austin, J. D. (1992, May/Jun). Graphing Statistical Functions. *School Science and Mathematics*, 92 (5), 278-80.
- Batanero, C. (1999, September). *Análise exploratória de dados nos cursos de segundo grau*. Minicurso oferecido na Conferência Internacional Experiências e Perspectivas do Ensino de Estatística – Desafios para o século XXI, Florianópolis, Santa Catarina.

- Batanero, C., Estepa, A., & Godino, J. D. (1992). Análisis exploratorio de datos: Sus posibilidades en la enseñanza secundaria. *Suma*, 9, 25-31.
- Berry J. W. (1996). A Cultural Ecology of Cognition. In I. Dennis & P. Tapsfield (Ed.). *Human abilities: Their nature and measurement* (pp.19-37). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Berry, J. W., Poortinga, Y., Segall, M., & Dasen, P. (1992). *Cross-cultural psychology: Research and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Bloom, B. (1972) *Taxionomia dos objetivos educacionais* (Vols. 1-2). Porto Alegre: Globo.
- Boruchovitch, E. (1994). As variáveis psicológicas e o processo de aprendizagem: Uma contribuição para a psicologia escolar. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 1, 129-139.
- Brito, M. R. F. (1993). Psicologia e Educação Matemática. *Revista de Educação Matemática da SBEM-SP*, 1(1), pp.31-63.
- Brito, M. R. F. (1996). *Um estudo sobre as atitudes em relação à Matemática em estudantes de 1º e 2º graus*. Livre Docência, Universidade Estadual de Campinas.
- Brito, M. R. F. (1998). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática. *Zetetiké*, 6(9), pp.109-162.
- Brito, M. R. F., & Fini, L. D. T.(1994). Interdisciplinaridade e Pós-Graduação em Educação Matemática. *Temas & Debates*, 5, 33-40.
- Brito, M. R. F., Fini, L. D. T., & Neumann García, V. J. N. (1994). Um estudo exploratório sobre as relações entre o raciocínio verbal e o raciocínio matemático. *Pro-Posições*, 5(1 [13]), 37-44.

- Brito, M.R.F.; Gonzalez, M.H. & Vendramini, C. (1998) - *An exploratory study about verbal and mathematical abilities related to problem solving and attitudes*, Abstracts. 24th. International Congress of Applied Psychology, realizado em San Francisco, Ca, USA, de 9 a 14 de Agosto de 1998.pp. 116 – 117.
- Burril, G. (1990). Statistics and Probability. *Mathematics Teacher*, 83(2), 113-118.
- Campos, J. P. (1995). *ISO 9000 - Introdução e Implementação - Desenvolvimento & Treinamento*. (Apostila). Itatiba: Universidade São Francisco.
- Carelli, M. J. G. (1996). *Perfil sociocultural e condições de estudo de alunos da Universidade São Francisco*. Dissertação de Mestrado. Universidade São Francisco.
- Carlson, J. S., Widaman, K. F. (1987). Elementary cognitive correlates of g: Progress and prospects. In R. A. Vernon (Ed.), *Speed of information processing and intelligence*. New York: Ablex.
- Carone, F. B. (1976). O desempenho lingüístico dos candidatos ao vestibular: concordância verbal. *Cadernos de Pesquisa*, 19, 39-52.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (1996). A three-Stratum Theory of Intelligence: Spearman's Contribution. In I. Dennis & P. Tapsfield (Ed.). *Human abilities: Their nature and measurement* (pp.1-17). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Castro, L.S.V. (1949). *Pontos de Estatística* (5^a ed.). Rio de Janeiro: Autor.

- Cattell, R. B. (1971). *Abilities, their structure, growth, and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cazorla, I. M., Silva, C. B., Vendramini, C. M. M., Brito, M. R. F. (1999). Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Estatística. In *Conferência Internacional: Experiências e perspectivas do ensino da Estatística, desafios para o século XXI*, Florianópolis. Anais.... Florianópolis: ABE, versão preliminar, pp. 45-57.
- Cazorla, I. M., Silva, C. B., Vendramini, C. M. M., Brito, M. R. F. (2000). Análise da relação entre os aspectos afetivos e cognitivos com o desempenho em Estatística. Trabalho apresentado no 14º Simpósio Nacional de probabilidade e Estatística. Caxambu, MG, p. 162.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1994). *How to evaluate progress in problem solving* (5th ed.). Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Cone, J. D., & Foster, S. L. (1993). *Dissertations and Theses: from start to finish*. Washington: American Psychological Association.
- Crespo, A. A. (1993). *Estatística: fácil*. (9ª ed.). São Paulo: Saraiva.
- Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods*. New York: Irvington.
- Dallal, G. E. (1990). Statistical Computing Package: Dare We Abandon Their teaching to others? *The American Statistician*, 44(4) 265-266.
- Davis, J. A. (1965). Undergraduate Career Decisions: Correlates of Academic Choice. *NORC Monographs in Social Research*, 2.
- Dennis, I., & Tapsfield, P. (1996). *Human abilities: Their nature and measurement*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Ertl, J. P. & Schafer, E. (1969). Brain response correlates to psychometric intelligence. *Nature*, 223, 421-422.
- Eysenck, H. J. (1981). The nature of intelligence. In M. Friedman, J. P. Das & N. O'Connor (Eds.), *Intelligence and learning*. New York: Plenum.
- Eysenck, H. J. (1988). The concept of intelligence: Useful or useless? *Intelligence*, 12, 1-16.
- Feijoo, N. R. (1991). Estudio de las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la Matematica y la Estadistica. *Revista Intercontinental de Psicologia y Educación*, 4(2), 69-83.
- Ferguson, G. A. (1956). On transfer and the abilities of man. *Canadian Journal of Psychology*, 10, 121-131.
- Gage, N. L. (1969). Teaching Methods. In *Encyclopedia of Educational Research*. In Bloom, B. (1972) *Taxionomia dos objetivos educacionais* (Vols. 1-2). Porto Alegre: Globo.
- Gal, I., & Ginsburg, L. (1994). The Role of Beliefs an Attitudes in Learning Statistics: Towards and Assessment Framework. *Journal of Statistics Education [on line]*, 2(2). Available E-mail: archive@jse.ncsu.edu Message: send.
- Galton, F. (1869). *Hereditary genius*. London: MacMillan.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. London: Heinemann.
- Gardner, H. (1994). *Estruturas da mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas*. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Garfield, J. (1994a). Beyond testing and grading: using assessment to improve student learning. *Journal of Statistics Education [on line]*, 2(1). Available E-mail: archive@jse.ncsu.edu Message: send.

- Garfield, J. (1994b). Student Reactions to Learning About Probability and Statistics: Evaluating the Quantitative Literacy Project. *School Science and Mathematics*, 94(2), 89-95.
- Glaser, R. (1974). Variables en el Aprendizaje por Descubrimiento. In A. C. C. Ronca & V. F. Escobar. *Técnicas pedagógicas: domesticação ou desafio à participação* (p. 21). Petrópolis: Vozes.
- Glencross, M. J., Cherian, V. I. (1992). Attitudes Toward Applied Statistics of Postgraduate Students in Education in Transkei, *Psychological Reports*, 70, 67-75.
- Glencross, M. J., Cherian, V. I. (1995). Attitudes Toward Applied Statistics of Postgraduate Students in Education in the Lebowa Region of Shout Africa, *Psychological Reports*, 77, 315-322.
- Gonçalez, M. H. C. C. (1995). *Atitudes (Des)Favoráveis com Relação à Matemática*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- Gonçalez, M.H.; Brito, M.R.F. (1996). *Atitudes (des) favoráveis em relação à matemática*. Zetetiké, 4(6), 45-63.
- Gordon, S. (1993, September). Mature Students Learning Statistics: The Activity Theory Perspective. *Mathematics Education Research Journal*, 5(1),34-49.
- Graduate Record Examinations Board. (1996). *GRE 1996-1997 General Test Descriptive Booklet*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Green, K. C. (1989). A profile of Undergraduates in the Sciences. *American Scientist*, 77, 475-480.

- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric Methods* (2nd ed.). New York: McGraw Hill Book Company.
- Guilford, J. P. (1959). Tree faces of intellects. *American Psychologist*, 14, 469-479.
- Guilford, J. P. (1985). The structure-of-intellect model. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence: Theories, measurements and applications* (pp. 225-266). New York: Wiley.
- Guth, D. (1990, Win). Space Saving Statistics: An Introduction to Constant Error, Variable Error, and Absolute Error. *Peabody Journal of-Education*, 67(2), 110-20.
- Hawkins, A., Jolliffe, F. & Glickman, L. (1992). *Teaching Statistics Concepts*. Harlow, Essex, England: Longman Group UK Limited.
- Hendrikson, D. E. (1982). The biological basis of intelligence. In H. J. Eysenck (Ed.), *A model for intelligence*. New York: Springer Verlag.
- Hirsch Jr., E. D. (1989). The primal scene of education. *New York: Review of Books*, 36, 29-34.
- Horn, J. L. (1985). Remodeling old models of intelligence. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence: Theories, measurements and applications* (pp. 267-300): New York: Wiley.
- Howard. R. W. (1993). On what intelligence is. *British Journal of Psychology*, 84, 27-37.
- Howe, M. J. A. (1988). Intelligence as an explanation. *British Journal of Psychology*, 79, 349-360.
- Howe, M. J. A. (1996). Concepts of Ability. In I. Dennis & P. Tapsfield (Ed.). *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 39-48). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Huberty, C. J., Dresden, J., & Bak, B. (1993). Relations among dimensions of statistical knowledge. *Educational and Psychological Measurement*, 53(2), 523-532.
- Hunsley, J. (1987). Cognitive Processes in Mathematics Anxiety and Test Anxiety: The Role of Appraisals, Internal Dialogue and Attributions. *Journal of Educational Psychology*, 79, 388-392.
- Hynd, G. W., & Willis, & W. G. (1985). Neurological foundations of intelligence. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence: Theories, measurements and applications* (pp. 119-157). New York: Wiley.
- Irvine, S. H., & Berry, J. W. (Eds.). (1988). *Human abilities in cultural context*. New York: Cambridge University Press.
- Jensen A. R. (1982). The chronometry of intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.) *Advances in the Psychology of Women Intelligence*. (Vol 1). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Jensen A. R. (1987). Psychometric g as a focus of concerted research effort. *Intelligence*, 11, 193-198.
- Jolliffe, F. (1991). Assessment of the Understanding of Statistical Concepts. In D. Vere-Jones (Ed.). *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics* (Vol. 1, pp. 461-466). Otago, NZ: Otago University Press.
- Jones, K. S. (1992, Fall). Gedankensimulation: An Intuitive Way to Communicate Statistical Ideas. *Mathematics and Computer Education*, 26(3), 292-306.
- Kerlinger, F. N. (1980). Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual. Trad. H. M Rotundo. São Paulo: EPU.

- Klausmeier, H. J., Goodwin, W. (1977). *Manual de Psicologia Educacional – Aprendizagem e Capacidades Humanas*. Tradução de Maria Célia Teixeira. São Paulo: Harper & Row do Brasil.
- Krehbiel, T. C., & McClure, R. H. (1993, January/February). Will the Revised Business Statistics Course Meet the Needs of the Business Faculty? *Journal of Education for Business*, 68(3), 174-78.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kyllonen, P. C. (1993). Aptitude testing based on information processing: A test of the four-sources model. *Journal of General Psychology*, 120, 375-405.
- Kyllonen, P. C. (1994). Information processing. In R. J. Sternberg (Ed.), *Encyclopedia of human intelligence* (pp. 581-588). New York: Macmillan.
- Kyllonen, P. C. (1996). Is Working Memory Capacity Spearman's g?. In I. Dennis & P. Tapsfield (Ed.). *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 49-75). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389-433.
- Lan, W. Y., et. alli. (1993, Fall). The Effects of a Self-Monitoring Process on College Students' Learning in an Introductory Statistics Course. *Journal of Experimental Education*, 62(1), 26-40.
- Larkin, J. H. (1980). *Models of skilled and less skilled problem solving in physics*. In ^a H. Schoenfel (Ed.) *Cognitive Science and Mathematical Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence ErlbaumAssociates.
- Littlefield, J., & Rieser, J. (1993). Semantic features of similarity and children's strategies for identifying relevant information in mathematical story problems. *Cognition and Instruction*, 11, 133-188.

- Lovell, K. (1988). *O desenvolvimento dos conceitos matemáticos e científicos da criança* (A. B. Simões, Trad.) Porto Alegre: Artes Médicas. (Original publicado em 1966).
- Mackay, T. (1994, May). The Trend of Scottish Special Educational Statistics. *Scottish Educational Review*, 26(1), 27-33.
- Mackintosh, N. J. (1987). A Nature history of intelligence in man and other animals. In S. Nash (Ed.), *Science and intelligence*. Northwood: Science Reviews.
- Marini, A. (1986). *Compreensão da leitura no ensino superior: teste de um programa para treino de habilidades*. Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- Matarazzo, J. D. (1992). Psychological testing and assessment in the 21st century. *American Psychologist*, 47, 1007-1018.
- Mathematical Sciences Education Board (1993). *Measuring What Counts: A Conceptual Guide for Mathematical Assessment*. Washington, DC: National Academy Press.
- McCall, C. H., Madjidi, F., & Belli, G. (1991). The Complexities of the Teaching Graduate Students in Educational Administration Introductory Statistical Concepts. *PICTeachSt3*, 2, 495-497.
- McLeod, D. B. (1992). Research on Affect in Mathematics Education: A Reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 575-596). New York: Macmillan.
- Mercuri, E. N. (1992). *Condições espaciais, materiais, temporais e pessoais para o estudo, segundo depoimentos de alunos e professores de cursos de graduação da UNICAMP*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas..

- Montague, M., & Applegate, B. (1993). Mathematical problem-solving characteristics of middle school students with learning disabilities. *Journal of Special Education*, 27, 175-201.
- Morales, R. V., Shule, V. J., & Pellegrino, J. W. (1985). Developmental differences in understanding and solving simple word problems. *Cognition and Instruction*, 2, 41-57.
- Moron, C. F. (1998). *Um estudo exploratório sobre as concepções e as atitudes dos professores de educação infantil em relação à Matemática*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- Morton, M., et. alli. (1994, Jun). A Comparative Study of Two Nationwide Examinations: Maths with Calculus and Maths with Statistics. *Educational Studies in Mathematics*, 26(4), 367-87.
- Muth, K. D. (1992). Extraneous information and extra steps in arithmetic word problems. *Contemporary Educational Psychology*, 17, 278-285.
- National Council of Survisors of Mathematics (1978). Position paper on basic skills, *Mathematics Teacher*, 71, 147-152.
- National Council of Teachers of Mathematics (1981). *Teaching Statistics and Probability*. Yearbook, . Reston, Va.: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). Commission on Standards for School Mathematics. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). *New Topics for Secondary School Mathematics: Data Analysis* (3rd ed.). Reston, Va.: The Council.

- Neumann García, V. J. (1995). *Um Estudo Exploratório sobre as Relações entre o Conceito de Automatismo da Teoria do Processamento de Informações de Sternberg e o Conceito de Pensamento Resumido na Teoria das Habilidades Matemáticas de Krutetskii*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- Office of Technology Assessment (1988). *Technology and the American Transition*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Paas, F. G. W. C. (1992, December). Training Strategies for Attaining Transfer of Problem-Solving Skill in Statistics: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-34.
- Parker, J., & Widmer, C. C. (1992, April). Teaching Mathematics with Technology: Statistics and Graphing. *Arithmetic Teacher*, 39(8), 48-52.
- Pellegrini, M. C. K. (1996). *Avaliação dos níveis de compreensão e atitudes em relação à leitura em universitários*. Dissertação de Mestrado. Universidade São Francisco.
- Pereira, M. E. M. (1983). *Uma análise das dificuldades de compreensão de textos entre universitários*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- Perney, J., & Ravid, R. (1991). *The Relationship Between Attitudes Towards Statistics, Math Self-Concept, Test Anxiety and Graduate Students' Achievement in an Introductory Statistics Course*. Manuscrito não publicado, National College of Education, Evanston, IL. In Gal, I., & Ginsburg, L. The Role of Beliefs and Attitudes in Learning Statistics: Towards an Assessment Framework. *Journal of Statistics Education* [online], 2(2). Available E-mail: archive@jse.ncsu.edu Message: send.
- Peterson, I. (1991). Pick a Sample. *Science News*, 140, 56-58.

- Piaget, J. (1970). *Psicologia e Pedagogia* (D. A. Lindoso & R. R. da Silva, Trad.). Rio de Janeiro: Forense.
- Pirola, A. N., Silva, M. V. & Vendramini, C. M. M. (1998). Um Estudo sobre a Resolução de Problemas em Alunos Universitários. In *III Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*, Caracas, Venezuela.
- Pollak, H. (1987, May). *Notes from a talk given at the Mathematical Sciences Education Board. Frameworks Conference at Minneapolis* In National Council of Teachers of Mathematics. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: The Council.
- Primi, R., Almeida, L. S. (1998). Considerações sobre a análise fatorial de itens com resposta dicotômica. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, 3, 225-234.
- Prybutok, V. R., et. alli. (1991, Spring). Statistics Instruction: The Next Generation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 10(3), 15-27.
- Pugh, S. L., & Pawan, F. (1991). Reading, writing, and academic literacy. In: R. F. Flippo & D. C. Caverly (Eds.), *College Reading and Strategy Programs*. Newark: IRA.
- Resnick, L. B. (1976). *The nature of intelligence*. Hillsdale, N. J. : Lawrence Erlbaum.
- Richardson, K. (1991). *Understanding intelligence*. Milton Keynes: Open University Press.
- Roberts, D. M., & Bilderback, E. W. (1980). Reliability and validity of a statistics attitudes survey. *Educational and Psychological Measurement*, 40, 235-238.

- Roberts, D. M., & Reese, C. M. (1987). A comparison of two scales measurement attitudes towards statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 47, 759-764.
- Roberts, D. M., & Saxe, J. E. (1982). Validity of a statistics attitudes survey: A follow-up study. *Educational and Psychological Measurement*, 42, 907-912.
- Rocco, M. T. F. (1981). *Crise na linguagem: a redação no vestibular*. São Paulo: Mestre Jou.
- Ronca, A. C. C., & Escobar, V. F. (1980). *Técnicas Pedagógicas: domesticação ou desafio à participação?* Petrópolis: Vozes.
- Rosenthal, B. (1992). No More Sadistics, no More Sadits, no more vitims. *The UMAP Journal*, 13(4), 281-289.
- Santos, A. A. A. (1989). *Leitura entre universitários - diagnóstico e remediação*. Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.
- Santos, A. A. A., Primi, R., Vendramini, C. M. M., Taxa, F., Lukjanenko, M. F., Müller, F., Sampaio, I., Andráus Júnior, S., Kuse, F. K., Bueno, C. H. (2000). Habilidades básicas de universitários ingressantes. *Avaliação. Revista da rede de avaliação institucional da Educação Superior*, 5(16), n.2, 33-45.
- Scheaffer, R. L. (1990). Why Data Analyses. *Mathematics Teacher*, 83(2), 113-118.
- Scheffler, I. (1991). *In Praise of the Cognitive Emotions and other Essays in the Philosophy of Education*. New York: Routledge.

- Schoenfeld, A. H., & Herrmann, D. J. (1982). Problem perception and knowledge structure in expert and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 484-494.
- Shrigley, R. L., Koballa, Jr., T. R., & Simpson, R. D. (1988, November). Defining attitude for Science educators, *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 659-677.
- Sigurdson, S. E., & Olson, A. T. (1992). Teaching Mathematics with meaning. *Journal of mathematical behavior*, 11, 37-57.
- Silva, A. L., & Sá, I. (1993). Saber estudar e estudar para saber. *Coleção Ciências da Educação*. Porto, Portugal: Porto Editora.
- Silva, C. B., Cazorla, I. M., & Brito, M. R. F. (1999). Concepções e atitudes em relação à Estatística. *Anais da Conferência Internacional: Experiências e perspectivas do ensino de Estatística. Desafios para o século XXI*. Florianópolis, 20 a 22 de setembro (versão preliminar), pp18-29.
- Silva, C. B., Cazorla, I. M., Vendramini, C. M. M., & Brito, M. R. F. (2000). Análise da relação entre os aspectos afetivos e cognitivos com o desempenho em Estatística. Trabalho apresentado no 14º Simpósio Nacional de probabilidade e Estatística. Caxambu, MG, p. 460.
- Spalleta, A. G. (1998) *Desenvolvimento das habilidades matemáticas: Um estudo sobre as relações entre o desempenho e a reversibilidade de pensamento durante a solução de problemas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- Spearman, C. (1904). 'General intelligence', objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-299. In
- Spearman, C. (1923). *The nature of intelligence and the principles of cognition*. London: Macmillan.

- Spearman, C. (1927). *The abilities of man: Their nature and measurement*. New York: Macmillan.
- Spearman, C., & Wynn J. L. (1950). *Human ability: A continuation of "The abilities of man."* London: Macmillan.
- SPSS (1995). *SPSS for Windows: standard version*, release 6.1.2. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Stagner, R. (1937). *Psychology of Personality*. New York: McGraw Hill Book Company.
- STATISTICA (1997). *STATISTICA for Windows*, release 5.1. Tulsa, OK: StatSoft Inc.
- Sternberg R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg R. J. (1993). *Triarchic abilities test*. Unpublished test.
- Sternberg R. J. (1996). Matching Abilities, Instruction, and Assessment: Reawakening the Sleeping Giant of ATI. In I. Dennis & P. Tapsfield (Ed.). *Human abilities: Their nature and measurement*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sweller, J. (1989). Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science. *Journal of Educational Psychology*, 81, 457-466.
- Thurstone, L. L. (1938). Primary mental abilities. *Psychometric Monographs* No 1.
- Tukey, J. W. (1962). The future of data analysis. *Annals of Mathematical Statistics*, 33, 1-67.
- Tukey, J. W. (1970). *Exploratory data analysis*. New York: Addison Wesley.
- Valeixo, R. C. R. (1993, September). Filosofia de Qualidade para o Novo Milênio. *Acadêmica*, 4, 8.

- Valsiner, J. (1984). Conceptualizing intelligence: from an internal static attribution to the study of the process structure of organism- environment relationship. *International Journal of Psychology*, 19, 363-389.
- Vandenberg, S. G., & Vogler, G. P. (1985). Genetic determinants of intelligence. In B. B. Wolman (Ed.), *Handbook of intelligence: Theories, measurements and applications* (pp. 3-57). New York: Wiley.
- Vendramini, C. M. M., Silva, C. B., Cazorla, I. M., Brito, M. R. F. (2000). Análise da relação entre os aspectos afetivos e cognitivos com o desempenho em Estatística. Trabalho apresentado no 14º Simpósio Nacional de probabilidade e Estatística. Caxambu, MG, p. 536.
- Vernon, Ph. E. (1965). *The structure of human abilities*. London: Methuen.
- Vernon, Ph. E. (1987). *Speed of information processing and intelligence*. Norwood; N. J.: Ablex.
- Vernon, Ph. A., Mori, M. (1992). Intelligence, reaction time, and peripheral nerve conduction velocity. *Intelligence*, 16, 273-288.
- Walberg, H. J., Strykowski, B. F., Rovai, E., & Hung, S. S. (1984). Exceptional Performance. *Review of Educational Research*, 4, 84-112.
- Waters, I. K., Martelli, T. A., Zakrajset, T. e Popovic, P. M. (1989). Measuring Attitudes Towards Statistics in a Introductory Course on Statistic. *Psychological Reports*, 64, 113-114.
- Watts, D. G. (1991). Why is Introductory Statistics Difficult to learn? What Can We Do to Make it Easier? *The American Statistician*, 45(4), 290-291.
- Weaver III, L., Kintsch, W. (1992). Enchanging student's comprehension of the conceptual structure of algebra word problems. *Journal of Educational Psychology*, 84, 419-428.

- Weiberg, H. (1969). Correlation of frequency spectra of averaged visual evoked potentials with verbal intelligence. *Nature*, 224, 813-815.
- Werts, C. E. (1976). Career Changes in College. *Sociology of Education*, 40(1), 90-95.
- Wise, S. L. (1985). The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 401-405.
- Wolman, B. B. (Ed.). (1985). *Handbook of intelligence: Theories, measurement applications*. New York: Wiley.

ANEXOS

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO DO ALUNO

Prezado(a) aluno(a)

Estamos realizando um estudo a respeito das habilidades e atitudes dos alunos com relação à Estatística. Além de um questionário inicial, você está sendo solicitado também a executar outras atividades, como responder a uma escala de atitudes e resolver alguns problemas matemáticos e estatísticos.

Contamos com sua colaboração para que possamos compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem da Estatística e possamos apresentar algumas alternativas para sua melhoria.

Claudette M. M. Vendramini
Professora pesquisadora da USF
Doutoranda em Educação Matemática/UNICAMP

QUESTIONÁRIO DO ALUNO**NOME:** _____ **R.A.:** _____**1.** Ano de Ingresso: 19____ **2.** Série que está cursando: _____**3.** Curso: _____ **4.** Faculdade: _____**5.** Período: 1.() Manhã 2.() Tarde 3.() Dia todo 4.() Noite**6.** Data de Nascimento: ____/____/____**7.** Sexo: 1.() Masculino 2.() Feminino**8.** Escolaridade do Pai:

1.() Nunca estudou 4.() 2º Grau incompleto

2.() 1º Grau incompleto 5.() 2º Grau completo

3.() 1º Grau completo 6.() Superior

7.() Não sei responder

9. Profissão do Pai : _____**10.**Escolaridade da Mãe:

1.() Nunca estudou 4.() 2º Grau incompleto

2.() 1º Grau incompleto 5.() 2º Grau completo

3.() 1º Grau completo 6.() Superior

7.() Não sei responder

11.Profissão da Mãe : _____**12.**Você já fez ou está fazendo algum curso de Estatística? 1.()Sim 2.()NãoSe Sim responda as questões 13. e 14., se Não pule para a questão 15.**13.**Onde: 1.() Colégio 2.() Faculdade 3.() Empresa 4.() Outro local**14.**Você já teve reprovações em Estatística?

1.()Sim. Quantas vezes? _____

2.()Não

15. Que idéia você tem hoje da Estatística? _____

16. Por que motivo estudar Estatística? _____

17. Cite alguns exemplos de situações do cotidiano em que a Estatística pode ser utilizada _____

18. Qual(ais) matéria(s) você já foi reprovado(a), na faculdade ou anteriormente?

1. () Nenhuma matéria

2. () 1 ou mais matérias (anote todas): _____

3. () Todas as matérias

19. Qual matéria que você menos gosta?

1. () Nenhuma matéria

2. () Anote apenas uma matéria: _____

3. () Todas as matérias

20. Qual matéria que você mais gosta?

1. () Nenhuma matéria

2. () Anote apenas uma matéria: _____

3. () Todas as matérias

ANEXO 2

ESCALA DE ATITUDES EM RELAÇÃO À ESTATÍSTICA

(Aiken e Dreger, 1963); (traduzida e revista por Brito, 1996, 1998)

ESCALA DE ATITUDES EM RELAÇÃO À ESTATÍSTICA

NOME: _____ R.A.: _____

Instruções: Cada uma das frases a seguir expressa o sentimento que cada pessoa apresenta com relação à Estatística. Você deve comparar o seu sentimento pessoal com aquele expresso em cada frase, assinalando um dentre os quatro pontos colocados abaixo de cada uma delas, de modo a indicar com a maior exatidão possível, o sentimento que você experimenta com relação à Estatística. *Não deixe nenhuma resposta em branco.*

01. Eu fico sempre sob uma terrível tensão na aula de Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
02. Eu não gosto de Estatística e me assusta ter que fazer essa matéria.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
03. Eu acho a Estatística muito interessante e gosto das aulas de Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
04. A Estatística é fascinante e divertida.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
05. A Estatística me faz sentir seguro(a) e é, ao mesmo tempo, estimulante.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
06. "Dá um branco" na minha cabeça e não consigo pensar claramente quando estudo Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
07. Eu tenho sensação de insegurança quando me esforço em Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
08. A Estatística me deixa inquieto(a), descontente, irritado(a) e impaciente.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
09. O sentimento que tenho com relação à Estatística é bom.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente

10. A Estatística me faz sentir como se estivesse perdido(a) em uma selva de números e sem encontrar a saída.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
11. A Estatística é algo que eu aprecio grandemente.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
12. Quando eu ouço a palavra Estatística, eu tenho um sentimento de aversão.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
13. Eu encaro a Estatística com um sentimento de indecisão, que é resultado do medo de não ser capaz em Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
14. Eu gosto realmente da Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
15. A Estatística é uma das matérias que eu realmente gosto de estudar na faculdade.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
16. Pensar sobre a obrigação de resolver um problema estatístico me deixa nervoso(a).
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
17. Eu nunca gostei de Estatística e é a matéria que me dá mais medo.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
18. Eu fico mais feliz na aula de Estatística que na aula de qualquer outra matéria.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
19. Eu me sinto tranquilo(a) em Estatística e gosto muito dessa matéria.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
20. Eu tenho uma reação definitivamente positiva com relação à Estatística. Eu gosto e aprecio essa matéria.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente
21. Não tenho um bom desempenho em Estatística.
()Discordo Totalmente ()Discordo ()Concordo ()Concordo Totalmente

ANEXO 3

PROVA DE ESTATISTICA

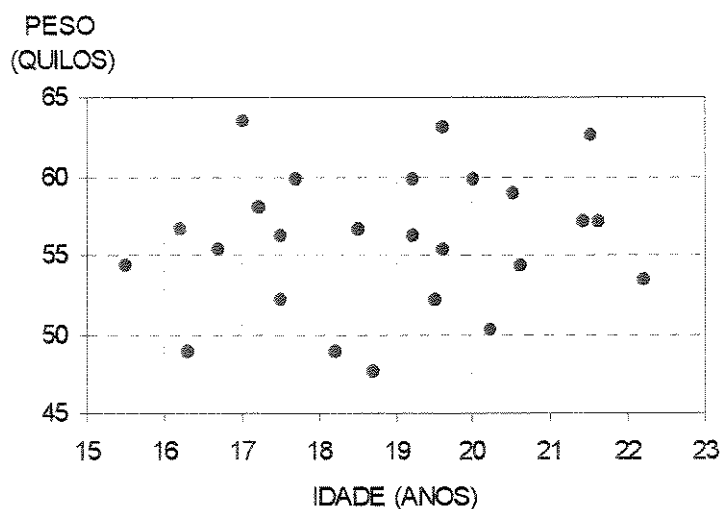
(Questões baseadas no *Graduate Record Examination*, 1997)

TESTE DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

NOME: _____ R.A.: _____

Início: _____ horas _____ minutos

IDADE E PESO DE 25 ESTUDANTES

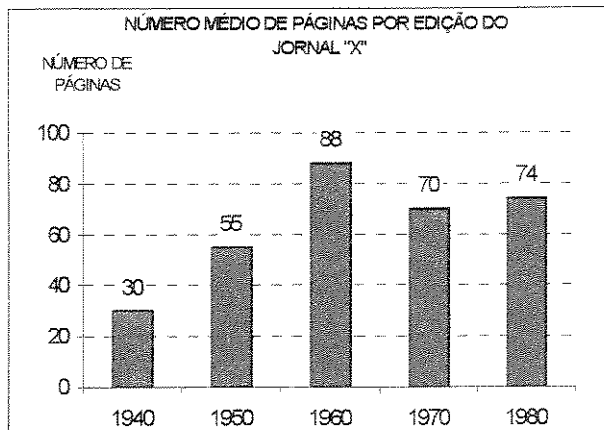
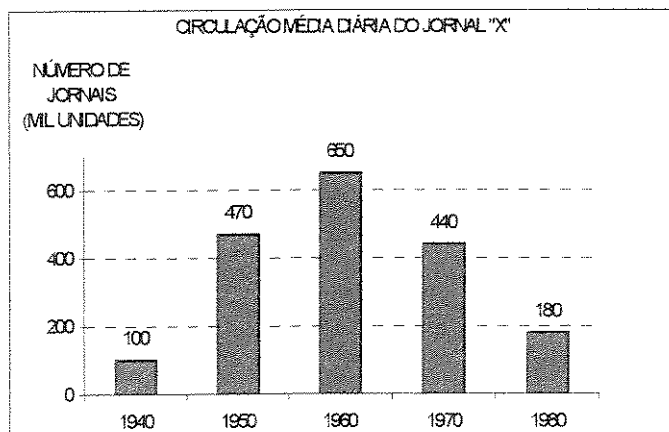


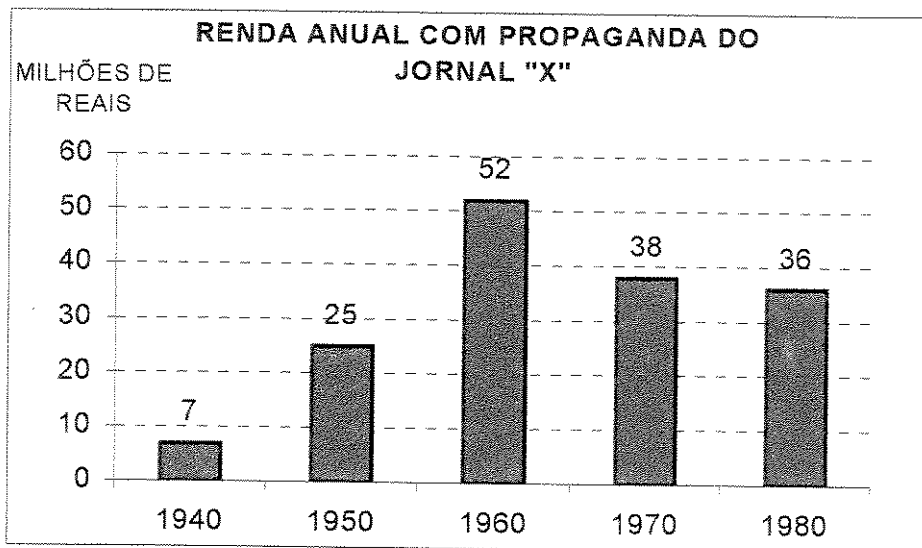
Assinale a alternativa mais adequada das cinco alternativas propostas:

1. Os pontos do gráfico a seguir indicam peso e idade de 25 estudantes. Qual a percentagem desses estudantes com idade inferior a 19 anos e peso superior a 50 quilos?

a) 48% b) 88% c) 36% d) 52% e) n.d.a.

As questões de número 2 a 6 referem-se aos seguintes gráficos:





2. Em quantos dos anos mostrados o número médio de páginas por edição foi no mínimo o dobro da média obtida em 1940?
- a) quatro b) três c) dois d) um e) nenhum
3. Em 1950, se o custo de impressão por jornal fosse igual a R\$ 0,05, qual seria o custo médio total de impressão de uma circulação diária?
- a) R\$ 23.500,00 b) R\$ 32.500,00 c) R\$ 26.000,00
d) R\$ 22.000,00 e) R\$ 2.350,00
4. Em 1980, quantas vezes a renda anual com propaganda foi maior que a circulação média diária?
- a) 500 b) 200 c) 100 d) 50 e) 20
5. A porcentagem de decréscimo ocorrido na circulação média diária de 1960 para 1970 foi aproximadamente de:
- a) 10% b) 12% c) 20% d) 26% e) 32%

6. Qual das afirmações a seguir podem ser inferidas dos dados?

- I. O maior acréscimo ocorrido na renda anual com propaganda sobre algum período de 10 anos foi igual a R\$ 27 milhões.
- II. Em cada um dos períodos de 10 anos em que ocorreu um decréscimo na renda anual com propaganda a circulação média diária também decresceu.
- III. De 1970 para 1980 o número médio de páginas por jornal cresceu em 10 unidades.

a) I somente b) II somente c) III somente d) I e II e) II e III

7. Qual das alternativas a seguir é igual a $\frac{1}{4}$ de 0,01 por cento?

a) 0,000025 b) 0,00025 c) 0,0025 d) 0,025 e) 0,25

8. Se $d = 5,03$ e g a expressão de d arredondada para décimos.

Comparando os valores d e g podemos afirmar que:

- a) d 0,6% superior a g b) d 0,03% superior a g c) d é igual a g
- d) d 1,006% superior a g e) d 0,006% superior a g

9. Se d_1 = tempo necessário para viajar d quilômetros a s quilômetros por hora
 d_2 = tempo necessário para viajar $d/2$ quilômetros a $2s$ quilômetros por hora

Considerando ($ds \neq 0$) então:

- a) d_1 maior que d_2 b) d_1 menor que d_2 c) $d_1 = d_2$ d) $d_1 = 0$
- e) não é possível responder

10. Numa certa loja, os cadernos são normalmente vendidos por R\$ 0,59 cada um. Numa segunda loja são vendidos dois desses cadernos por R\$ 0,99. Quanto pode ser economizado na compra de 10 cadernos na segunda loja?

a) R\$ 0,85 b) R\$ 0,95 c) R\$ 1,10 d) R\$ 1,15 e) R\$ 2,00

11. Se a média (média aritmética) de 5 números inteiros consecutivos é 12, qual é a soma do menor com o maior desses 5 números?

a) 24 b) 14 c) 12 d) 11 e) 10

12.O número 0,01 é quantas vezes maior que o número $(0,0001)^2$?

- a) 10^2 b) 10^4 c) 10^6 d) 10^8 e) 10^{10}

As questões de número 13 a 18 referem-se aos dados a seguir:

PERFIL DO CONGRESSO AMERICANO NO ANO “X”

(total de membros: 535)

TOTAL DE REPRESENTANTES		SENADO
Partido		
292	.Democrático.....	62
143	.Republicano.....	38
435	.Total.....	100
Sexo		
418	.Masculino.....	100
17	.Feminino.....	0
Idade		
27	.Mais Novo.....	34
77	.Mais Velho.....	80
48	.Média (média aritmética)	54
Religião		
255	.Protestante.....	69
107	.Católico.....	12
18	.Judeu.....	5
4	.Mórmon.....	3
51	.Outra.....	11

TOTAL DE REPRESENTANTES		SENADO
Profissão		
215	.Advogado.....	63
81	.Executivo / Banqueiro	15
45	.Educador.....	6
14	.Agricultor / Fazendeiro	6
22	.Oficial do Governo.....	0
24	.Jornalista, Executivo de Comunicação.....	4
2	.Médico.....	0
1	.Veterinário.....	1
0	.Geólogo.....	2
6	.Operário, Comerciante Especializado.....	0
25	.Outra.....	3

13. Qual das afirmações a seguir são, com certeza, verdadeiras?

- I. A variabilidade total de idades do Senado é maior do que a do total de Representantes.
- II. Mais de 30% dos Congressistas são democráticos.
- III. 50% do Senado tem idades superiores ou iguais a 54 anos.

a) I somente b) II somente c) III somente d) I e II e) II e III

14. No Senado, se 25 homens forem substituídos por 25 mulheres, a razão de homens para mulheres será:

a) 4 para 1 b) 3 para 1 c) 3 para 2 d) 2 para 1 e) 1 para 1

15. Qual porcentagem de membros do Congresso que são advogados?

a) 63% b) 58% c) 56% d) 52% e) 49%

16. Se 5 senadores são Democratas Católicos, quantos senadores não são Católicos e nem Democratas?

a) 79 b) 74 c) 69 d) 31 e) 21

17. Se todos os advogados e todas as mulheres do total de Representantes votam pela passagem de um projeto de lei, quantos votos mais serão necessários para a maioria?

a) 435 b) 220 c) 3 d) 0
e) Não pode ser determinado pela informação dada.

18. O que se pode inferir a partir das informações apresentadas?

- I. Mais de 80% dos homens do Congresso são membros Representantes.
- II. A porcentagem de membros que são Agricultores ou Fazendeiros é maior para o total de Representantes do que para o Senado.
- III. A idade mediana do Senado é 57.

a) I somente b) II somente c) III somente d) I e II e) II e III

Término: ____ horas ____ minutos

ANEXO 4

PROVA DE MATEMÁTICA

(Problemas matemáticos baseados em Krutetskii, 1976)

Prezado aluno(a)

Os problemas matemáticos a seguir fazem parte do estudo que estamos realizando a respeito das habilidades e atitudes dos alunos com relação à Estatística, do qual você já participou respondendo a um questionário inicial, a uma escala de atitudes e resolvendo alguns problemas estatísticos. Neste momento estamos solicitando que você resolva os problemas matemáticos, a seguir, que complementarão os dados da primeira etapa deste estudo.

Contamos com sua colaboração para que possamos compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem da Estatística e possamos apresentar algumas alternativas para sua melhoria.

Claudette M. M. Vendramini
Professora pesquisadora da USF
Doutoranda em Educação Matemática/UNICAMP

PROBLEMAS MATEMÁTICOS

ORIENTAÇÕES GERAIS

1. Leia cuidadosamente todas as orientações antes de iniciar a resolução dos problemas.
2. Ao iniciar cada questão, anote o horário de início no lugar apropriado.
3. Leia atentamente os problemas antes de resolvê-los.
4. É muito importante que os dois primeiros quadros referentes à: pergunta do problema e tipo de resposta; sejam respondidas antes da resolução dos mesmos no papel.
5. Resolva os problemas no espaço reservado registrando todos os passos necessários para tal (resolva à tinta e sem apagar nem rasurar qualquer anotação, operação matemática ou qualquer rascunho feito).
6. Quando faltar informações, indique possíveis soluções e resultados a partir das relações estabelecidas no problema.
7. Anote as respostas nos espaços reservados.
8. Não deixe questões em branco. Se você não souber resolver o problema responda “*Não sei*”.
9. Ao terminar a resolução de todos os problemas anote o horário do relógio grande, como no exemplo a seguir:

Término: 20 horas 40 minutos

Agradeço sua atenção e colaboração

Bom trabalho!

Exemplo 1:

1. Antes de iniciar a leitura do problema, anote o horário de início no lugar apropriado, como indicado a seguir:

Início: 19 horas 25 minutos

2. Leia atentamente o problema:

Um barril contém 100 litros de vinho e um outro contém a metade de vinho do primeiro.

3. Antes da resolução do problema no papel, ESCREVA a pergunta referente ao problema dado, por exemplo: “**Quantos litros de vinho contém o segundo barril?**”, mesmo que a mesma já esteja declarada no enunciado. Se você não souber, responda “*Não sei*”.

Neste caso a pergunta não estava declarada no enunciado.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.(X) Não 3.() Não sei

Qual pergunta? *Quantos litros de vinho contém o segundo barril?*

4. Anote em seguida, sem resolver o problema, se você acha que falta alguma informação para se chegar a uma resposta precisa, isto é, o tipo de resposta.

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.(X) possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

5. No espaço em branco imediatamente abaixo do retângulo grande, faça as operações necessárias para responder à pergunta formulada (declarada ou não). Se você não souber, escreva “*Não sei*”, por exemplo:

1º barril: 100 litros

2º barril: $100 / 2 = 50$ litros

6. Escreva o resultado obtido no retângulo menor, como no exemplo:

Resposta: *50 litros*

7. Responda no retângulo seguinte se faltou alguma informação para a resolução completa do problema. Se sim, escreva qual informação faltou.

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.(X) Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____
3.() Faltou informação. Qual(ais): _____
4.() Não sei responder.

Exemplo 2:

1. Antes de iniciar a leitura do problema, anote o horário de início no lugar apropriado, como indicado a seguir:

Início: 19 horas 25 minutos

2. Leia atentamente o problema:

Um armazém possui dois barris de vinho, sendo que o primeiro contém a metade do conteúdo do segundo. Quantos litros de vinho contém o primeiro barril?

3. Antes da resolução do problema no papel, **ESCREVA** a pergunta referente ao problema dado, por exemplo: **“Quantos litros de vinho contém o primeiro barril?”**, mesmo que a mesma já esteja declarada no enunciado. Se você não souber, responda **“Não sei”**.

Neste caso a pergunta estava declarada no problema.

A pergunta está declarada no problema? 1.(X)Sim 2.()Não 3.()Não sei
Qual pergunta? Quantos litros de vinho contém o primeiro barril?

4. Anote em seguida, sem resolver o problema, se você acha que falta alguma informação para se chegar a uma resposta precisa, isto é, o tipo de resposta

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
 2.(X) possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

5. No espaço em branco imediatamente abaixo do retângulo grande, faça as operações necessárias para responder à pergunta formulada (declarada ou não). Se você não souber, escreva **“Não sei”**, por exemplo:

1º barril: $x/2$ litros Se o 2º barril tiver “0” litros então o 1º também

2º barril: x litros terá “0” litros. Se o 2º tiver 10 litros então o 1º terá 5 litros, e assim sucessivamente. O problema tem infinitas soluções.

6. Escreva o resultado obtido no retângulo menor, como no exemplo:

Resposta: $x/2$ litros

7. Responda no retângulo seguinte se faltou alguma informação para a resolução completa do problema. Se sim, escreva qual informação faltou.

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
 2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____
 3.(X) Faltou informação. Qual(uais)? conteúdo de vinho de um dos barris
 4.() Não sei responder.

NOME: _____ R.A.: _____

Início: _____ horas _____ minutos

1. Usando 25 tubos, alguns de 5 metros de comprimento e outros de 8 metros de comprimento, foi construída uma tubulação de 155 metros de comprimento.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

2. Uma empresa coletora de lixo coletou 65 quilos de lixo reciclável, sendo 1 quilo a mais de plástico e papel juntos que de vidro e, 15 quilos a mais de papel que de plástico.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

3. Uma biblioteca contém um total de 6.100 livros português, francês e inglês. Há 25% mais livros em francês do que em inglês. Quantos livros há em cada língua ?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

4. Um estacionamento possui vagas para um total de 40 veículos, entre carros e motos. Todos os veículos juntos possuem 100 rodas e 40 motoristas. Quantos veículos de cada tipo há no estacionamento?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

5. A velocidade média de um caminhão de carga pesada é 38 quilômetros por hora e de um caminhão de carga leve 57 quilômetros por hora. O caminhão de carga pesada sai de um depósito A 7 horas antes do caminhão de carga leve que se distancia dele e chega ao destino B 2 horas antes.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

6. Duas pessoas têm juntas 28 reais e uma delas tem a reais.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei

Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar

2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;

2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

7. Um trem é composto de três tipos de vagões: vagões-tanque, vagões de carga e vagões para transporte de carros. O trem possui 4 vagões-tanque a menos do que vagões de transporte de carros, e 8 vagões-tanque a menos do que os de carga. Quantos vagões de cada tipo o trem possui?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

8. Um estudante comprou 2b cadernos em uma loja e 3,5 vezes essa mesma quantia em outra loja.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

9. Um supermercado armazena batatas em dois tipos diferentes de cestos, num total de 24 cestos. O primeiro tipo de cesto cheio de batatas pesa 3 quilos cada um, e o segundo tipo pesa 5 quilos cada um, com mais no primeiro tipo do que no segundo. O peso de todos os cestos de 5 quilos é igual ao peso de todos os cestos de 3 quilos. Quantos cestos de cada tipo o supermercado possui?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

10. Um jarro de mel pesa 500 gramas. O mesmo jarro cheio de leite pesa 350 gramas. Quanto pesa o jarro vazio?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

11. Um homem viveu a meses.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei

Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar

2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;

2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

12. Um trem parte de uma cidade A para uma cidade B a uma velocidade de 48 quilômetros por hora. Duas horas depois um segundo trem segue o primeiro a uma velocidade de 56 quilômetros por hora. A que distância do ponto de partida o segundo trem alcançará o primeiro, se a distância entre as cidades é de 1.200 quilômetros e se há duas vezes mais passageiros no primeiro trem do que no segundo?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

13. A roda de um automóvel dá 12a voltas (evoluções) ao percorrer uma distância de 1.800 metros.

A pergunta está declarada no problema? 1. () Sim 2. () Não 3. () Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1. () possível com uma única solução 3. () impossível de determinar
2. () possível com mais de uma solução 4. () não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1. () Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2. () Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3. () Faltou informação. Qual(uais)? _____

4. () Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

14. Um cachorro caça uma raposa que está a 30 metros dele. O cachorro salta 2 metros e a raposa 1 metro. Que distância o cachorro precisa cobrir para capturar a raposa ?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

15. Uma loja tem duas caixas registradoras que contêm, entre as duas, 140 notas de 1 real. Se forem transferidas 15 notas de 1 real da primeira caixa para a segunda, cada uma das caixas conterá a mesma quantidade de notas de 1 real.

A pergunta está declarada no problema? 1. () Sim 2. () Não 3. () Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1. () possível com uma única solução 3. () impossível de determinar
2. () possível com mais de uma solução 4. () não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1. () Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2. () Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3. () Faltou informação. Qual(uais)? _____

4. () Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

16. A distância entre duas cidades é 255 quilômetros. Dois ônibus partem simultaneamente: um ônibus parte da cidade A com uma velocidade média de 50 quilômetros/hora e o outro da cidade B a uma velocidade média de 40 quilômetros/hora. Quando os ônibus se encontraram ?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____
3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____
4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

17. Quatro caixas pesam juntas 40 quilos. Determine o peso da mais pesada, sabendo-se que cada uma delas é três vezes mais pesada que a seguinte e que a mais leve pesa 12 vezes a menos que as duas intermediárias juntas.

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

18. Antes que o dia termine devem passar $\frac{4}{5}$ do tempo que passou desde que o dia começou.

A pergunta está declarada no problema? 1. () Sim 2. () Não 3. () Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1. () possível com uma única solução 3. () impossível de determinar
2. () possível com mais de uma solução 4. () não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1. () Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2. () Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3. () Faltou informação. Qual(uais)? _____

4. () Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

19. Uma livraria precisa encadernar alguns livros de inglês, francês e alemão, que estão em uma razão de 3: 2: 1, respectivamente. Três oficinas se ofereceram para fazer o serviço, cada uma trabalhando independentemente. A primeira faz o serviço em 20 dias, a segunda em 30 dias e a terceira em 60 dias. Para que as encadernações fiquem prontas o mais rápido possível, foi decidido dar o serviço para todas as três oficinas ao mesmo tempo. Em quantos dias as oficinas farão todo o trabalho, se trabalharem simultaneamente ?

A pergunta está declarada no problema? 1.() Sim 2.() Não 3.() Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

- 1.() possível com uma única solução 3.() impossível de determinar
2.() possível com mais de uma solução 4.() não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

- 1.() Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2.() Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3.() Faltou informação. Qual(uais)? _____

4.() Não sei responder.

Início: _____ horas _____ minutos

20. Um automóvel viajou 760 quilômetros a uma velocidade média de m quilômetros por hora.

A pergunta está declarada no problema? 1. () Sim 2. () Não 3. () Não sei
Qual pergunta? _____

Que tipo de resposta o problema possui?

1. () possível com uma única solução 3. () impossível de determinar
2. () possível com mais de uma solução 4. () não sei responder

Resolução:

Resposta:

Para dar a resposta precisa e determinada do problema:

1. () Não faltou informação. Utilizei todas informações dadas no problema;
2. () Sobrou informação. As informações desnecessárias foram: _____

3. () Faltou informação. Qual(uais)? _____

4. () Não sei responder.

ANEXO 5

PLANILHAS DO BANCO DE DADOS

Tabela 51 - Exemplo da planilha do banco de dados com as informações dos instrumentos aplicados no primeiro dia

R_A	ANO	SER	CURSO	FAC	PER	NASC	SEXO	ESC	PRF	ESC	PRF
(V01)	(V02)	(V03)	(V04)	(V05)	(V06)	(V07)	(V08)	PAI (V09)	PAI (V10)	MÃE (V11)	MÃE (V12)
110016	98	1	COMP	FE	N	08/04/77	M	1ºINCOMP	APOS	1ºINCOMP	LAR
110017	98	1	COMP	FE	N	24/08/79	F	1ºCOMPL	MOTOR	1ºCOMPL	LAR
120111	98	2	MATEM	FCH	N	22/08/68	M	1ºCOMPL	ENG	1ºCOMPL	LAR
120018	98	1	COMP	FCH	N	16/08/80	M	1ºCOMPL	GRAF	2ºCOMPL	LAR
130116	98	1	COMP	FCH	N	23/02/78	M	1ºINCOMP	APOS	1ºINCOMP	PROF
130114	98	1	COMP	FE	N	07/02/80	F	1ºCOMPL	MECAN	SUPERIOR	APOS
130108	98	1	COMP	FE	N	27/12/98	M	SUPERIOR	MOTOR	2ºCOMPL	APOS
140111	98	1	COMP	FE	N	24/09/77	M	SUPERIOR	APOS	2ºCOMPL	LAR
140100	98	1	COMP	FCE	N	25/08/67	F	1ºINCOMP	APOS	1ºCOMPL	LAR
140112	98	1	COMP	FCE	N	11/07/80	M	2ºINCOMP	ADVO	1ºCOMPL	PROF

(continua)

Tabela 51 – (continuação)

CUR_EST	ONDE	REP_EST	MAT_REP	MAT_MENO	MAT MAIS	AN01	AN02	.....	AC21	ATIT
(V13)	(V14)	(V15)	(V16)	(V17)	(V18)	(V19)	(V20)	.....	(V39)	(V40)
N	FAC	0	NENH	CAL	IPC	DT	DT	.....	D	56
S	COL	0	NENH	NENH	TODAS	D	D	.....	D	54
N	FAC	0	CAL,FIS	POR		C	D	.....	C	53
S	FAC	0	NENH	NENH	IPC	D	D	.....	D	53
S	FAC	0	NENH	NENH	IPC	D	D	.....	C	59
S	CO,FA	0	NENH	IPC	TODAS	DT	DT	.....	DT	51
S	FAC	0	NENH	PSIC	TOPMAT	DT	DT	.....	D	64
S	FAC	0	NENH	NENH	NENH	DT	D	.....	C	58
N	COL	1	2ºCOL	NENH	NENH	D	D	.....	D	57
N	COL	0	NENH	TOPMAT	IPC	D	D	.....	D	40

(continua)

Tabela 51 – (continuação)

INICIO	T01	T02	.....	T18	GRAF	CALC	TABE	NOTA	TERMINO
(V41)	(V42)	(V43)	.....	(V59)	(V60)	(V61)	(V62)	(V63)	(V64)
19:10	d	b	.....	c	2	1	1	4	22:30
19:15	e	b	.....	b	4	1	5	10	22:09
19:13	b	a	.....	a	0	4	1	5	22:09
19:10	c	b	.....	b	5	2	1	8	22:08
19:15	c	b	.....	b	6	4	2	12	22:10
19:13	b	b	.....	c	2	3	1	6	22:00
19:10	C	b	.....	b	6	3	4	13	22:17
19:15	C	b	.....	e	5	4	3	12	22:07
19:13	C	b	.....	b	4	2	3	9	22:05
19:20	A	b	.....	b	4	2	2	8	21:50

Nota: As especificações das variáveis contidas no cabeçalho das colunas estão apresentadas na Tabela 52, a seguir.

Tabela 52 - Especificação das variáveis contidas na planilha do banco de dados com as informações do primeiro dia de aplicação das provas

<i>Variável</i>	<i>Nome da Variável</i>	<i>Especificação da Variável</i>
V01	R_A_	Registro Acadêmico do Aluno
V02	ANO_ING	Ano de Ingresso no Curso (dois últimos dígitos, por exemplo 98 para 1998)
V03	SERIE	Série que está cursando em 1998 (1 para 1ª Série, 2 para 2ª Série, etc.)
V04	CURSO	Código do curso do aluno (01 = Medicina, 10 = Pedagogia, etc.)
V05	FACULD	Faculdade a que pertence (FE = Faculdade de Engenharia, etc.)
V06	PER	Período do curso (M = Manhã, T = Tarde, N = Noite, I = Integral)
V07	NASC	Data de nascimento (dd/mm/aaaa)
V08	SEXO	Sexo (M = Masculino, F = Feminino)
V09	ESC_PAI	Escolaridade do Pai (NUNCA = Nunca estudou, 1ºCOMPL = 1º Grau Completo, etc.)
V10	PRF_PAI	Profissão do Pai (APOS = Aposentado, MOTOR = Motorista, etc.)
V11	ESC_MAE	Escolaridade da Mãe (NUNCA = Nunca estudou, 1ºCOMPL = 1º Grau Completo, etc.)
V12	PRF_MAE	Profissão da Mãe (APOS = Aposentada, LAR = Do lar, etc.)
V13	CUR_EST	Cursou ou está cursando estatística (S = Sim, N = Não)
V14	ONDE	Onde cursou ou cursa estatística (COL = Colégio, FAC = Faculdade, etc.)
V15	REP_EST	Reprovações em Estatística (0 = nenhuma reprovação, 1 = Uma reprovação, etc.)
V16	MAT_REP	Matérias com reprovação (NENH = Nenhuma reprovação, PORT = Reprovado em Português, etc.)
V17	MAT_MENO	Matéria que menos gosta (NENH = Nenhuma reprovação, PORT = Reprovado em Português, etc.)
V18	MAT MAIS	Matéria que mais gosta (NENH = Nenhuma reprovação, PORT = Reprovado em Português, etc.)
V19	AN01	Atitude do aluno em relação à primeira afirmação negativa da escala (DT = Discordo Totalmente = 4 pontos, D = Discordo = 3 pontos, C = Concordo = 2 pontos, CT = Concordo Totalmente = 1 ponto)
V20	AN02	Atitude do aluno em relação à segunda afirmação negativa da escala (DT = Discordo Totalmente = 4 pontos, D = Discordo = 3 pontos, C = Concordo = 2 pontos, CT = Concordo Totalmente = 1 ponto)
V38	AP20	Atitude do aluno em relação à décima afirmação positiva da escala (DT = Discordo Totalmente = 1 ponto, D = Discordo = 2 pontos, C = Concordo = 3 pontos, CT = Concordo Totalmente = 4 pontos)
V39	AC21	Atitude do aluno em relação à afirmação complementar (negativa) (DT = Discordo Totalmente = 4 pontos, D = Discordo = 3 pontos, C = Concordo = 2 pontos, CT = Concordo Totalmente = 1 ponto)
V40	ATITUD	Soma dos pontos obtidos pelo aluno na escala de atitudes. =V19+V20+V21+V22+V23+V24+V25+V26+V27+V28+V29+V30+V31+V32+V33+ V34+V35+V36+V37+V38
V41	INICIO	Horário de início da solução das questões referentes ao teste de Matemática e Estatística.
V42	T01	Alternativa respondida pelo aluno à primeira questão do Teste de Matemática e Estatística (a=1, b=2, c=3, d=4 ou e=5)
V43	T02	Alternativa respondida pelo aluno à segunda questão do Teste de Matemática e Estatística (a=1, b=2, c=3, d=4 ou e=5).
V59	T18	Alternativa respondida pelo aluno à décima oitava questão do Teste de Matemática e Estatística (a=1, b=2, c=3, d=4, e=5)

(continua)

Tabela 52 – (continuação)

<i>Variável</i>	<i>Nome da Variável</i>	<i>Especificação da Variável</i>
V60	GRAF	Soma dos pontos correspondentes às questões de interpretação de gráficos. Se a variável V42 for igual a e 3(alternativa c) some 1 ponto e assim sucessivamente para as outras variáveis. $=(V42=3)*1+(V43=2)*1+(V44=1)*1+(V45=2)*1+(V46=5)*1+(V47=4)*1$
V61	CALCUL	Soma dos pontos correspondentes às questões que envolvem cálculos e conceitos básicos de matemática e estatística. Se a variável V48 for igual a e 1(alternativa a) some 1 ponto e assim sucessivamente para as outras variáveis. $=(V48=1)*1+(V49=1)*1+(V50=1)*1+(V51=2)*1+(V52=1)*1+(V53=3)*1$
V62	TABE	Soma dos pontos correspondentes às questões de interpretação de tabelas. Se a variável V54 for igual a e 2(alternativa b) some 1 ponto e assim sucessivamente para as outras variáveis. $=(V54=2)*1+(V55=2)*1+(V56=4)*1+(V57=4)*1+(V58=5)*1+(V59=1)*1$
V63	NOTA	Nota obtida no teste de matemática e estatística =V60+V61+V62
V64	TERMINO	Horário de término da solução das questões referentes ao teste de Matemática e Estatística.

ANEXO 6

PROBLEMAS MATEMÁTICOS PROPOSTOS POR KRUTETSKII (1976, p.105-111)

(Séries I, II e III)

(Traduzido por Claudette Maria Medeiros Vendramini)

SÉRIE I: PROBLEMAS COM PERGUNTA NÃO DECLARADA

Nessa série de problemas a pergunta não está declarada, nem direta e nem indiretamente, mas decorre logicamente das relações matemáticas dadas no problema. Nesses problemas Krutetskii (1976) podia verificar se o examinado podia formular a pergunta, se ele percebia a lógica das relações e dependências dadas no problema e se ele compreendia sua essência. Essa série pretendia revelar algumas características da percepção mental dos alunos sobre o problema matemático. Problemas desse tipo foram utilizados no estudo psicológico de Doblaev (1957, como citado em Krutetskii, 1976), mas com outro propósito: revelar a natureza das associações subjacentes à composição das equações. Para Krutetskii (1976) o ponto alto dessa série é que se podia esclarecer como um aluno percebe um problema matemático - se ele vê no problema apenas uma coleção de fatos estranhos e não relacionados (que ainda devem ser expressamente relacionados) ou se para ele um problema existe naturalmente como um complexo de quantidades interrelacionadas. No caso anterior, podia-se esperar que o aluno, com uma regra, não descobrisse a pergunta oculta, ou que, pelo menos, ele não prestasse atenção a ela de imediato; ao passo que, se o examinado compreendesse rapidamente as relações básicas do problema, ele veria a pergunta oculta, que sempre procede organicamente a partir dessas relações.

Essa série consiste de três testes - um teste aritmético, um teste algébrico e um teste geométrico - que são aplicados um após o outro. Após receber um cartão com o problema, o aluno lia o problema e formulava a pergunta logo que fosse possível. Todo o percurso do raciocínio do examinado era apurado e o tempo gasto com os testes era, também, registrado.

A seguir são reproduzidos os testes dessa série (com a pergunta oculta mostrada entre parênteses).

A. Teste Aritmético

1. Vinte e cinco tubos de 5m e 8m de comprimento foram colocados, sucessivamente, em uma distância de 155 m, (Quantos tubos de cada tipo foram colocados?)

2. Há 140 rublos em duas caixas de uma loja. Se forem passados 15 rublos da primeira para a segunda caixa, haverá a mesma quantia em cada uma das duas caixas. (Quanto dinheiro há em cada caixa?)

3. Alguns Jovens Pioneiros coletaram 65 kg de sucata, sendo que foram coletados 1 kg a mais de cobre e alumínio juntos do que de zinco e 15 kg a mais de cobre do que de alumínio. (Quantos quilos de cobre, alumínio e zinco foram coletados separadamente?)

4. Eu fui às compras. Se eu pagar pela minha compra em notas de três rublos, eu precisarei de 8 notas a mais do que se eu pagar em notas de cinco rublos. (Quanto custou a compra?)

5. Um menino tem irmãos e irmãs, e sua irmã tem metade de irmãos e metade de irmãs (Quantos irmãos e quantas irmãs há na família?)

6. A velocidade de um trem de carga é 38 km por hora e de um trem de passageiros é de 57 km por hora. O primeiro sai da estação A 7 horas antes do segundo, mas o segundo se distancia dele e chega à estação B duas horas antes. (Encontre a distância de A até B.)

7. Antes do final do dia restam $\frac{4}{5}$ do que já transcorreu desde que o dia começou. (Que horas são agora?)

8. Um ciclista fez a jornada de A até B a 20 km por hora, mas voltou a 10 km por hora. (Qual foi sua velocidade média durante toda a jornada ?)

B. Teste algébrico

1. Duas pessoas têm juntas 28 rublos e uma delas tem a rublos. (Quantos rublos tem a outra?)
2. Um estudante comprou $2b$ cadernos em uma loja e 3,5 vezes essa mesma quantia em outra loja. (Quantos cadernos ele comprou ao todo?)
3. Um carro percorreu 760 km a uma velocidade média de x km por hora. (Quanto tempo ele gastou na viagem?)
4. Uma roda fez $12a$ revoluções percorrendo uma distância de 1.800 m. (Qual é o perímetro da roda?)
5. Um homem viveu a meses. (Qual é a sua idade?)

C. Teste geométrico

1. É dado um ponto sobre uma reta, a partir do qual são construídos dois raios de um lado da reta. A medida de um dos ângulos assim formado é igual a $\frac{3}{5} d^1$ e o tamanho do outro é a metade do primeiro ângulo. (Determine o tamanho do terceiro ângulo)
2. Um dos ângulos de um triângulo tem 30° a mais que o segundo, e o terceiro ângulo tem 20° a menos que o primeiro. (Encontre o tamanho do primeiro ângulo)
3. Em um retângulo as diagonais se interceptam em um ponto que está 6cm do mais longe do lado menor do que do lado maior. O perímetro do retângulo é igual a 44cm. (Encontre o comprimento dos lados)
4. É dado um quadrado. Se um lado é diminuído de 1,2m e o outro de 1,5m, a área do retângulo assim obtido será de $14,4\text{m}^2$ menor que a área do quadrado. (Qual é a medida do lado do quadrado ?)

¹ $d = \pi/2$. O d (ângulo reto) é uma designação freqüentemente usada em trabalhos matemáticos na Rússia. Ed.

SÉRIE II: PROBLEMAS COM FALTA DE INFORMAÇÃO

Nos problemas dessa série, falta alguma informação, que parece tornar impossível dar uma resposta exata para esses problemas. Quando a informação é introduzida, uma resposta exata pode ser obtida. Krutetskii (1976) verificou se o examinado podia indicar um complexo de relações entre as quantidades matemáticas necessárias para resolver o problema (para dar uma resposta exata para a sua pergunta) e se podia anotar os dados ausentes. Essa série, como a primeira, pretendia expor certos aspectos da percepção mental dos alunos sobre o problema matemático. Problemas similares foram utilizados por outros pesquisadores - em particular, Menchinskaya (1955, como citado em Krutetskii, 1976), Kalmykova (1947, 1954, 1955, como citado em Krutetskii, 1976) e Gal'perin e seus colegas (1965, como citado em Krutetskii, 1976) - mas para outros propósitos. Notadamente, Gal'perin utilizou problemas desse tipo em relação ao controle do processo de aprendizagem. Krutetskii (1976) utilizou esse tipo de problema para descobrir se (e como) os alunos compreendem a estrutura formal de um problema, como eles percebem os termos do problema e se eles são capazes de detectar a informação que falta.

Nos problemas dessa série as informações que faltam podem ser indicados precisamente somente quando a estrutura formal do problema é percebida - o complexo das quantidades interrelacionadas que constitui sua essência. É como uma regra que impossibilita ver o elemento escondido em tal complexo se a estrutura formal do problema não puder ser vista.

Certamente, mesmo a partir das informações que faltam, um tipo de solução pode ser encontrada, uma certa proposição pode ser deduzida (por exemplo, o problema 1 do teste aritmético produz o seguinte tipo de solução: o trem consiste de pelo menos 15 unidades, ele tem pelo menos 9 vagões de carga, e assim por diante). Os alunos poderiam começar utilizando, não rejeitando as informações que são inadequadas para a solução de um problema, mas atentando para extrair o máximo possível dessas informações.

Essa série consiste de dois testes - um aritmético e um geométrico - que são apresentados a seguir. Depois de receber o cartão com o problema, ou o examinado declarava imediatamente que ele não podia dar uma resposta precisa para a pergunta do problema ou ele chegava a essa conclusão após pensar. Em ambos os casos ele é questionado: "Porque você não pode dar uma resposta precisa? O que falta? O que precisa ser acrescentado? Prove que agora o problema pode ser resolvido precisamente." Alunos mais capazes são questionados: "Mas você pode extrair algo a partir dessa informação? Qual conclusão pode ser tirada analisando o que é dado? Deixe a resposta ser imprecisa ou indefinida." Em todos os casos, todo o raciocínio completo dos alunos, o número de problemas resolvidos e o tempo gasto por eles foram anotados.

Krutetskii (1976) anotou principalmente o que um aluno indicava e que era simplesmente impossível para solucionar um problema corretamente, sem explicar ou justificar e sem determinar as informações que faltavam, não tinha nenhum valor para ele e não qualificava a própria resposta.

Os testes dessa série são apresentados a seguir (as informações necessárias para uma solução correta aparecem entre parênteses).

A. Teste aritmético

1. Um trem consiste de vagões para transporte de carros, vagões de carga e vagões tanque. Há 4 vagões para transporte de carros a menos do que os vagões tanque, e 8 vagões para transporte de carros a menos do que os vagões de carga. Quantos vagões de transporte de carros, vagões de carga e vagões tanque o trem possui? (O número total de vagões é desconhecido.)

2. Quantos litros de água fervente e de água à temperatura ambiente são necessários para produzir 10 litros de água à temperatura de 58° ? (Não se sabe o que significa temperatura ambiente)

3. Uma turma de alunos recebeu cadernos regulares e especiais - 80 ao todo. Um caderno regular custa 8 *kopeks*, e um especial custa 2 *kopeks*.

Quantos cadernos de cada tipo a turma de alunos recebeu? (É preciso saber o preço total dos cadernos)

4. Uma livraria contém um total de 6.100 livros em russo, francês e inglês. Há 25% mais livros em francês do que em inglês. Quantos livros há em cada língua ? (Não há informação do número de livros em nenhuma das línguas)

5. Metade do comprimento de um fio e mais 0,5m foram cortados, então metade do que sobrou e mais 0,5m foram cortados e, finalmente, metade do segundo pedaço restante e 0,5m. Então somente um pequeno pedaço do fio sobrou. Encontre o comprimento original do fio. (É preciso conhecer o comprimento do pedaço que sobrou.)

6. Um cachorro caça uma raposa que está a 30m longe dele. O cachorro salta 2m e a raposa 1m. Que distância o cachorro precisa cobrir para capturar a raposa? (Não há informação relativa à frequência dos saltos, por exemplo, enquanto a raposa dá três saltos, o cachorro dá dois.)

7. Um jarro de mel pesa 500 g. O mesmo jarro pesa 350g quando está cheio de querosene. Quanto pesa o jarro vazio? (É preciso conhecer a relação entre o peso do mel e o peso do querosene, por exemplo, querosene é duas vezes mais leve que o mel)

8. A distância entre duas cidades é 225km. Dois trens partem simultaneamente: um trem de passageiros parte da primeira (a 50 km por hora) e um trem de carga parte da segunda (a 40 km por hora). Quando os trens se encontrarão? (Não está indicado se os trens se movem na mesma direção ou em direções contrárias.)

B. Teste geométrico

1. Calcule o lado de um quadrado de área 64cm^2 . Calcule o lado de um retângulo cuja área é de 36cm^2 . (No segundo cálculo, é preciso conhecer ou a medida de um dos lados ou a relação entre as medidas dos lados.)

2. Em um triângulo isósceles o lado lateral é menor que a base. Seu perímetro é 31cm. Qual é a medida dos lados do triângulo? (É preciso conhecer a medida de um dos lados ou a relação entre o lado lateral e a base.)

3. São dados dois círculos. O raio de um deles é 3cm e a distância entre seus centros é 10cm. Os círculos se interceptam ? (É preciso conhecer o raio do outro círculo.)

4. Um linha reta é desenhada a partir do vértice de um triângulo e para fora dele, formando um ângulo de $d/3$ com um dos seus lados. Determine a medida do ângulo formado pela linha e pelo outro lado do ângulo dado. (É preciso conhecer a medida do ângulo da base.)

5. Os lados de um triângulo estão numa razão 5:4:3. Encontre as medidas de seus lados. (É preciso conhecer o perímetro ou, pelo menos, um de seus lados.)

SÉRIE III: PROBLEMAS COM INFORMAÇÕES EM EXCESSO

Nos problemas dessa série, são introduzidos palpites desnecessários, suplementares, sem valor, que mascaram os fatos necessários para a solução. Krutetskii (1976) determinou se o examinado era capaz de distinguir o complexo de relações entre as quantidades matemáticas necessárias para solucionar os problemas e para eliminar as informações não necessárias. Essa série também é direcionada para revelar algumas características da percepção mental dos alunos sobre o problema matemático. Problemas similares foram utilizados sob condições específicas e para diferentes propósitos por Menchinskaya (1955, como citado em Krutetskii, 1976), Kalmykova (1947, 1954, 1955, como citado em Krutetskii, 1976) e Gal'perin e seus colegas (1965, como citado em Krutetskii, 1976). A terceira série de problemas possibilita descobrir como os alunos, usando um conjunto de quantidades que lhes são dadas, isolar aquelas que representam um sistema de relações que constituem a essência do problema e que são necessárias e suficientes para resolvê-lo. Essa série consiste de dois testes - um aritmético e um geométrico - apresentados a seguir. Para estudar os alunos que são mais hábeis matematicamente, utilizou-se também a técnica de confrontá-los em tarefas mais complicadas: os problemas da segunda e terceira séries eram misturados. Isso evitava a sugestão de que em um grupo de problemas "havia sempre algo oculto" e que em outro "havia, deliberadamente, algo extra. "Mas, essa técnica tornava as operações para os alunos menos hábeis demasiado complicadas, então essa regra foi abandonada ao trabalhar com eles. Após receber o cartão com o problema, o examinado escolhia o menor número de informações necessárias para uma solução e para explicar porque as outras informações eram supérfluas. Krutetskii (1976) anotou o percurso do raciocínio dos alunos, o número de problemas resolvidos e o tempo gasto por eles. Assim, pode-se estudar algumas características da memória matemática, foi pedido aos alunos

que reproduzissem os problemas individuais após a lição, após uma semana e após três meses. Ficou claro como os alunos recordavam: (1) um tipo de problema, (2) os fatos específicos e (3) as informações desnecessárias.

São apresentados a seguir os testes dessa série (as informações desnecessárias aparecem em *itálico*).

A. Teste aritmético

1. Em uma loja, 24 sacos de batatas pesam 3 kg e 5 kg cada um, *com mais no primeiro do que no segundo*. O peso de todos os sacos de 5 kg é igual ao peso de todos os sacos de 3 kg. Quanto pesa cada um?

2. Há 40 veículos - carros e motos - em um estacionamento. Todos juntos têm 100 rodas *e 40 volantes*. Quantos veículos de cada tipo há no estacionamento?

3. Um menino tinha alguns *kopeks*. Quando ele ganhou mais 14 *kopeks*, ele comprou 4 lápis com todo o seu dinheiro, pagando em dobro por lápis mais do que ele tinha no começo. *Ele não podia comprar nem mesmo um lápis com sua quantia de dinheiro anterior*. Quanto dinheiro ele possuía antes de receber os 14 *kopeks*?

4. Quatro cargas pesam juntas 40 kg. Determine o peso da mais pesada, sabendo que cada uma delas é três vezes mais pesada que a seguinte, *e que a mais leve pesa 12 vezes menos que as duas intermediárias juntas*.

5. Um trem parte de uma cidade A para uma cidade B a uma velocidade de 48 km por hora. Duas horas depois um segundo trem segue o primeiro a uma velocidade de 56 km por hora. A que distância do ponto de partida o segundo trem alcançará o primeiro, *se a distância entre as cidades é de 1.200 km e há duas vezes mais carros no primeiro trem do que no segundo*?

6. Uma livraria precisa encadernar alguns livros ingleses, franceses e alemães, *cujas quantidades estão em uma razão de 3:2:1*. Três oficinas se ofereceram para fazer o trabalho, cada uma trabalhando independentemente: a

primeira em 20 dias, a segunda em 30 dias e a terceira em 60. Para o trabalho ser feito o mais rápido possível, foi decidido dar o trabalho para todas as três oficinas ao mesmo tempo. Em quantos dias as oficinas farão o trabalho, trabalhando simultaneamente?

B. Teste geométrico

1. É dado um triângulo isósceles, com um lado medindo 2 cm, um outro 10 cm e o terceiro igual a um dos dois lados dados. Encontre o terceiro lado.

2. Dois lados de um triângulo isósceles estão em uma razão de 3:8. Encontre os lados, se o perímetro do triângulo é igual a 38 cm, e um dos lados é 10 cm maior que o outro, expressando os lados em números inteiros.

3. *Problema.* São dados três triângulos equiláteros congruentes, com lados iguais a 6 cm (Figura 1). Prove que AB é um reta.

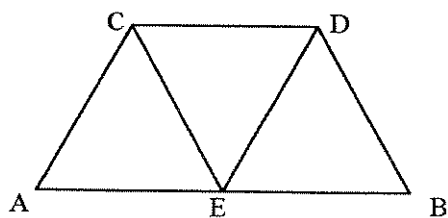


Figura 1

4. *Problema.* Dados: $AB = AC = BC$; ΔABC é equiângulo;

$BD \parallel AC$ (Figura 2)

Prove: BD é o bissetor de $\angle EBC$

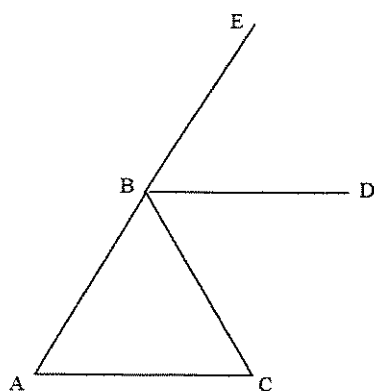


Figura 2

5. *Problema.* Dados: $\angle AOB = \angle DOE$; OC é o bissetor de

$\angle BOD$; $\angle DOE = 20^\circ$ (Figura 3)

Prove: OC é o bissetor de $\angle AOE$.

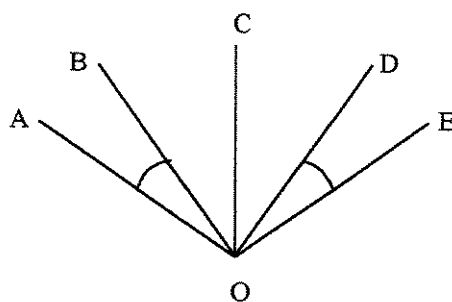


Figura 3

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Aiken, 1970.....59
 Aiken e Dreger, 1961.....59
 Almeida, 1994 17, 18, 19, 20
 Anand e Ross, 1987.....43
 Artzt e Newman, 1993..... 7
 Assessment Systems Corporation, 1996 71
 Associação Brasileira de Normas
 Técnicas, 1990 6
 Austin, 1992..... 6, 48, 157

B

- Batanero, 1999..... 9
 Batanero, Estepa e Godino, 1992 9
 Berry, 199625
 Berry, Poortinga, Segall e Dasen, 1992 25
 Bloom, 1972.....15
 Boruchovitch, 1994 5
 Brito, 1993..... 44, 45
 Brito, 1996.....2, 37, 38, 39, 40, 58,
 60, 61, 87, 95, 100, 154, 161
 Brito e Fini, 1994..... 47, 48
 Brito, 1998..... 60, 61, 154
 Brito, Fini e Neumann García, 199.....45,
 41, 42, 161
 Brito, González, e Vendramini, 1998.. 161
 Burrill, 19906, 8

C

- Campos, 1995 6
 Carelli, 1996 5
 Carlson e Widaman, 1987.....20
 Carone, 1976 5
 Carroll, 1993.....22, 23, 24, 28
 Carroll, 1996..... 22, 24

- Castro, 1949 15
 Cattell, 1971 19
 Cazorla, Silva, Vendramini e Brito, 1999
 50, 59, 61, 62, 94, 95, 100, 154, 156,
 160
 Cazorla, Silva, Vendramini e Brito, 2000
 160, 161
 Charles, Lester e O'Daffer, 1994.....7
 Crespo, 1993 49
 Cronbach e Snow, 1977.....35

D

- Dallal, 1990 50
 Davis, 1965.....6
 Dennis e Tapsfield, 199622, 24

E

- Ertl e Schafer, 1969 21
 Eysenck, 1981 17
 Eysenck, 1988 17, 19, 20

F

- Feijoo, 1991..... 155
 Ferguson, 1956 25

G

- Gage, 1969 15
 Gal e Ginsburg, 1994, 10, 50, 51, 52,
 54, 156, 160
 Galton, 1869 17, 20
 Gardner, 1983 21
 Gardner, 1994 21
 Garfield, 1994a 8, 46, 160
 Garfield, 1994b 3, 6, 160
 Glaser, 1974 16
 Glencross e Cherian, 1992, 1995 91

Gonçalez, 1995	3, 161
Gonçalez e Brito, 1996.....	161
Gordon, 1993.....	6
Graduated Record Examination, 1996...	62
Green, 1989.....	6
Guilford, 1954	39
Guilford, 1959	19
Guilford, 1985	24
Guth, 1990	6

H

Hawkins, Jolliffe e Glickman, 1992	45
Hendrickson, 1982.....	21
Hirsch, 1989.....	4
Horn, 1985	24
Howard, 1993	18, 19
Howe, 1988	17
Howe, 1996	26, 27
Huberty, Dresden e Bak, 1993	9
Hunsley, 1987.....	52
Hynd e Willis, 1985.....	24

I

Irvine e Berry, 1988	25
----------------------------	----

J

Jensen, 1982.....	20
Jensen, 1987.....	19
Jolliffe, 1991.....	45
Jones, 1992	6

K

Kerlinger, 1980.....	80
Klausmeier e Goodwin, 1977 .	13, 40, 162
Krehbiel e McClure, 1993.....	6
Krutetskii, 1976	10, 11, 40, 41, 42, 57,
64, 65, 68, 116, 153, 154, 158	
Kyllonen e Christal, 1990.....	33
Kyllonen, 1993	27

Kyllonen, 1994.....	28
Kyllonen, 1996.....	28, 29, 30, 31, 33

L

Lan, 1993	6
Larkin, 1980	43
Littlefield e Rieser, 1993	43, 44
Lovell, 1988.....	13, 14

M

Mackay, 1994.....	6
Mackintosh, 1987	17
Marini, 1986	5
Matarazzo, 1992	24
McCall, Madjidi e Belli, 1991	50, 156
McLeod, 1992	52
Mercuri, 1991.....	5
Montague e Applegate, 1993.....	43
Morales, Shule e Pellegrino, 1985 ..	43, 44
Moron, 1998	3, 161
Morton, 1994	6
MSEB, 1993.....	46
Muth 1992	43

N

NCSM, 1978	44
NCTM, 1981	8
NCTM, 1989	7, 8
NCTM, 1995	7
Neumann García, 1995.....	41

O

Office of Technology Assessment, 1988	6
---------------------------------------	---

P

Paas, 1992	6
Parker e Widmer, 1992	6
Pellegrini, 1996.....	5
Pereira, 1983.....	5

Perney e Ravid, 1991	3, 51, 160
Peterson, 1991	51, 160
Piaget, 1970	14, 19
Pirola, Silva e Vendramini, 1998	158, 161
Pollak, 1987	7
Primi e Almeida, 1998	105, 131
Prybutok, 1991	6
Pugh e Pawan, 1991	4

R

Resnick, 1976	20
Richardson, 1991	17, 21
Roberts e Bilderback, 1980	52, 53, 91
Roberts e Reese, 1987	53, 91, 160
Roberts e Saxe, 1982	52, 53, 95, 160
Rocco, 1981	5
Ronca e Escobar, 1980	15, 16, 81
Rosenthal, 1992	50, 156

S

Santos, 1989	5
Santos, Primi, Vendramini, Taxa, Lukjanenko, Müller, Sampaio, Andréus Júnior, Kuse, Bueno, 2000	159
Scheaffer, 1990	9
Scheffler, 1991	44
Schoenfeld e Herrmann, 1982	43, 44
Shrigley, Koballa e Simpson, 1988	38
Sigurdson e Olson, 1992	44
Silva, 1999	100
Silva e Sá, 1993	5
Silva, Cazorla e Brito, 1999	95, 155, 160
Silva, Cazorla, Vendramini e Brito, 2000	155, 160
Spaletta, 1998	161
Spearman e Wynn Jones, 1950	24
Spearman, 1904	17, 18
Spearman, 1923	22

Spearman, 1927	18, 21, 22, 24
Stagner, 1937	39
Sternberg, 1985	19
Sternberg, 1993	35
Sternberg, 1996	34, 35, 36
Sweller, 1989	44

T

Thurstone, 1938	19, 23, 24
Tukey, 1962	9
Tukey, 1970	9

V

Valeixo, 1993	7
Valsiner, 1984	17
Vandenberg e Vogler, 1985	24
Vendramini, Silva, Cazorla e Brito, 2000	160
Vernon e Mori, 1992	21
Vernon, 1965	19
Vernon, 1987	21

W

Walberg, Strykowski, Rovai, e Hung, 1984	6
Waters, Martelli, Zakrajset & Popovic, 1989	95
Watts, 1991	50
Weaver e Kintsch, 1992	44
Weiberg, 1969	21
Werts, 1976	6
Wise, 1985	50, 53, 156, 160
Wolman, 1985	24