

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS VISANDO A  
UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOESTATÍSTICA**

Luciane Daroit

Lajeado, maio de 2009

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

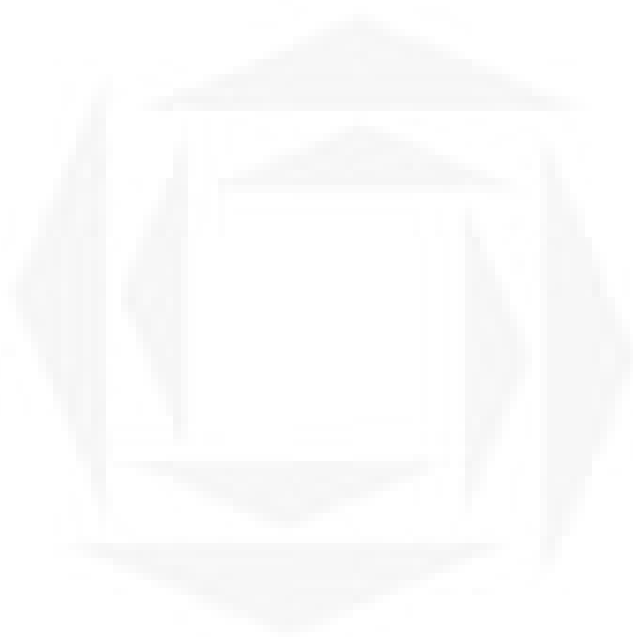
**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS VISANDO A  
UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOESTATÍSTICA**

Luciane Daroit

Dissertação apresentada no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Claus Haetinger  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Ms. Claudete Rempel

Lajeado, maio de 2009



# UNIVATES

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho à minha família, professores e amigos que com sua compreensão e incentivo tornaram possível a sua realização.*

*Ainda, dedico a todos os professores idealistas. Esses homens e mulheres que dedicam a sua vida a formar e ensinar nossas crianças e jovens, em busca de um futuro melhor para o mundo em que vivemos, muitas vezes sacrificando sua vida particular em benefício da Educação.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram pra a realização desta dissertação. E, em especial:

Ao Prof. Dr. Claus Haetinger pela orientação, amizade, apoio, paciência, entusiasmo, sugestões, críticas e pelo acompanhamento na construção deste trabalho, ajudando a transformá-lo em realidade.

À Prof<sup>a</sup>. Ms. Claudete Rempel pelo companheirismo, incentivo, críticas, sugestões e pelo acompanhamento no desenvolvimento da prática docente deste trabalho, sem os quais não seria possível a sua realização.

Ao Prof. Dr. Eduardo Périco pelas observações sobre o ensino da Bioestatística, pelas sugestões didáticas e indicação do software utilizado no desenvolvimento desta proposta.

Aos professores e colegas do curso de Mestrado pelas contribuições, apoio e sugestões de cada um.

A meus pais, Wellington e Irides Ana e ao meu irmão Alexandre, pela compreensão quanto às ausências como filha e irmã e, sobretudo, pelo apoio e incentivo nos momentos de desânimo.

A Deus, sem o qual nada é possível.

UNIVATES

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>                                     | <b>15</b> |
| <b>2.1. Ensino e Aprendizagem.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.2. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.....</b>              | <b>17</b> |
| 2.2.1. Conceitos Subsunçores.....   | 18        |
| 2.2.2. Condições para ocorrência da aprendizagem significativa.....           | 19        |
| 2.2.3. Tipos de aprendizagem significativa.....                               | 20        |
| 2.2.4. Assimilação, aprendizagem e retenção significativas.....               | 21        |
| 2.2.5. Linguagem e aprendizagem significativa.....                            | 22        |
| 2.2.6. A visão ausubeliana sobre o processo instrucional.....                 | 23        |
| <b>2.3. A teoria de educação de Novak .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>3. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>3.1. Informática na Educação.....</b>                                      | <b>27</b> |
| <b>3.2. Informática na educação x professor.....</b>                          | <b>28</b> |
| <b>3.3. Informática na educação x estudantes.....</b>                         | <b>29</b> |
| <b>3.4. Concepção construcionista.....</b>                                    | <b>30</b> |
| <b>3.5. Softwares educativos: auxiliam na construção do conhecimento.....</b> | <b>31</b> |
| <b>3.6. Categorias de software educacionais.....</b>                          | <b>33</b> |
| <b>3.7. Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).....</b>                       | <b>34</b> |
| <b>4. OBJETIVOS.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>4.1. Objetivo geral.....</b>   | <b>36</b> |
| <b>4.2. Objetivos Específicos.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>5. METODOLOGIA.....</b>  | <b>37</b> |
| <b>5.1. Aprendizagem Significativa e Aplicativos Computacionais.....</b>      | <b>37</b> |
| 5.1.1. Aspectos Motivacionais.....  | 38        |
| 5.1.2. Aspectos Cognitivos.....   | 38        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>5.2. Descrição dos Procedimentos do Estudo.....</b>                                | <b>39</b>  |
| 5.2.1. Contexto Investigado.....  | 39         |
| 5.2.2. Proposta de Ensino.....  | 39         |
| 5.2.3. Características da Turma.....  | 40         |
| 5.2.4. Conteúdo Estudado.....   | 41         |
| 5.2.5. Elaboração do Material Didático.....   | 42         |
| 5.2.6. Aplicativos Computacionais.....  | 44         |
| 5.2.7. Prática docente.....   | 45         |
| 5.2.8. Coleta de Dados da Pesquisa.....   | 45         |
| 5.2.9. Análise dos dados da pesquisa.....   | 47         |
| <b>6. DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE ENSINO.....</b>                                  | <b>48</b>  |
| <b>6.1. Considerações sobre a proposta de ensino e o software Bioestat 5.0... 48</b>  |            |
| <b>6.2. Considerações sobre o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) TelEduc.....</b> | <b>55</b>  |
| <b>6.3. Considerações sobre o material didático elaborado.....</b>                    | <b>56</b>  |
| <b>6.4. O desenvolvimento das aulas.....</b>  | <b>58</b>  |
| 6.4.1. Encontro 1 – Data: 05 de junho de 2008.....                                    | 58         |
| 6.4.2. Encontro 2 – Data: 12 de junho de 2008.....                                    | 72         |
| 6.4.3. Encontro 3 – Data: 19 de junho de 2008.....                                    | 84         |
| 6.4.4. Encontro 4 – Data: 26 de junho de 2008.....                                    | 89         |
| <b>7. ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA.....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>7.1. Considerações Gerais.....</b>   | <b>96</b>  |
| <b>7.2. Aspectos Motivacionais.....</b>   | <b>99</b>  |
| 7.2.1. Participação nas atividades.....   | 99         |
| 7.2.2. Aprendizagem extra-conteúdo.....   | 100        |
| <b>7.3. Aspectos Cognitivos.....</b>  | <b>101</b> |
| 7.3.1. Compreensão conceitual.....  | 101        |
| 7.3.2. Aplicação de conceitos a situações novas.....                                  | 106        |
| <b>7.4. Outras considerações.....</b>   | <b>107</b> |
| 7.4.1. Construção e manipulação de representações múltiplas.....                      | 107        |
| 7.4.2. Retenção de conhecimentos.....   | 108        |
| <b>7.5. Análise geral.....</b>  | <b>108</b> |
| <b>7.6. Comparativo de resultados.....</b>  | <b>110</b> |
| <b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>115</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>9. REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>117</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>   | <b>121</b> |
| <b>APÊNDICE A – Relato de revisão verbal realizada no encontro de 05 de junho de 2008 sobre o Teste t de acordo com Vieira (1980, p.121-130).....</b>   | <b>121</b> |
| <b>APÊNDICE B – Tarefa Avaliativa realizada no encontro de 26 de junho de 2008.....</b>   | <b>122</b> |
| <b>APÊNDICE C – Tabela comparativa dos resultados obtidos pelos estudantes na tarefa avaliativa realizada antes da aplicação da proposta de ensino (nota 1) e na realizada ao final desta (nota 2). .....</b> | <b>125</b> |
| <b>APÊNDICE D – Apontamentos referentes à observação direta realizada durante o desenvolvimento dos encontros.....</b>  | <b>126</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>127</b> |
| <b>ANEXO A – Exercícios sobre Correlação Linear Simples.....</b>  | <b>127</b> |
| <b>ANEXO B – Exemplos adicionais sobre o teste Qui-quadrado (<math>\chi^2</math>).....</b>  | <b>130</b> |
| <b>ANEXO C – Tabelas de valores de testes estatísticos.....</b>   | <b>131</b> |
| <b>ANEXO D – Tarefa Avaliativa anterior ao desenvolvimento da proposta de ensino.....</b>   | <b>133</b> |

UNIVATES

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 1 - abordagem pedagógica do ensino pelo computador (Valente, 1998).....           | 30  |
| TABELA 1 - Identificação do teste a ser utilizado na resolução da situação-problema..... | 103 |
| TABELA 2 - Interpretação dos dados apresentados na situação-problema. .                  | 103 |
| TABELA 3 - Determinação e análise (tomada de decisão) dos resultados numéricos. ....     | 104 |
| TABELA 4 - Conclusão sobre a situação-problema proposta. ....                            | 104 |
| TABELA 5 - Método utilizado para a realização dos cálculos.....                          | 104 |
| TABELA 6 - Análise descritiva dos resultados obtidos nas tarefas avaliativas...<br>..... | 111 |
| GRÁFICO 01 - Resultado gráfico obtido a partir da análise descritiva (TABELA 6).....     | 112 |
| TABELA 7 - Resultados obtidos na realização do Teste t .....                             | 113 |



## RESUMO

O objetivo deste trabalho é investigar a influência da utilização de aplicativos computacionais no processo educativo. Apresentamos uma proposta de ensino e aprendizagem com características de ser facilitadora no processo de construção do conhecimento, fundamentada em pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa sob a perspectiva da inserção da Informática na Educação. O conteúdo proposto para estudo é o Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) que desenvolvemos dentro da disciplina de Bioestatística em uma turma regular do curso de Nutrição, no Centro Universitário Univates – Lajeado. As informações procedentes da produção dos estudantes durante o desenvolvimento dos encontros foram colhidas através de materiais próprios elaborados para este fim, observação direta e depoimentos. Para subsidiar a análise e discussão destas informações foram previamente estabelecidos aspectos cognitivos e motivacionais, através dos quais fosse possível evidenciar a ocorrência da aprendizagem significativa. Ao final do trabalho, considera-se positivas as evidências encontradas da ocorrência de construção significativa de novos conceitos e do aprimoramento dos conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Defende-se, assim, que a cooperação entre estas duas vertentes, a Aprendizagem Significativa e a Informática na Educação, contribui para o estabelecimento de um processo instrucional que valoriza a formação efetiva do estudante, pois possibilita transformações nas formas de ensinar, aprender e interagir com o conhecimento.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa – Informática na Educação – Bioestatística

## ABSTRACT

The aim of the present paperwork is to investigate the influence of the use of computational applications on the educational process. It is hereby presented a teaching-learning proposal with the attributes of being a facilitator of the knowledge construction process and founded on theoretical assumptions of the Significant Learning Theory under the perspective of the insertion of Education Informatics. The content presented for study is the Chi-square Test ( $\chi^2$ ), which we developed inside the discipline of Biostatistics in a regular class of the Nutrition course of the Univates University Center – Lajeado. The information that arised from the student's production during the meetings was collected through: specific material developed for that purpose; direct observation; testimonies. To support the analysis and discussion of these data, cognitive and motivational patterns were previously established, through which it would be possible to identify the occurrence of Significant Learning. At the end of our work we judged positive the found evidences of the occurrence of significant construction of new concepts and of the enhancement of the concepts which already existed on the student's cognitive structure. Therefore, we uphold that the cooperation between these two branches, Significant Learning and Education Informatics, successfully adds to an instructional process which valorizes the effective formation of the student, thus making possible to do changes on the teaching and learning methods, as well as the ways of interacting with knowledge.

**Keywords:** Significant Learning – Education Informatics – Biostatistics

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O ensino expositivo e a aprendizagem puramente por recepção têm causado insatisfação crescente, pois, na maioria das vezes, os conteúdos são apresentados aos estudantes de tal forma que estes só conseguem “aprendê-los” por memorização, como se o desenvolvimento de habilidades pertinentes à resolução de problemas e da decorrente “aprendizagem” gerada por esta resolução representasse a sua compreensão. Desta forma, não surpreende que este processo de ensino tenha resultado no fracasso do esforço de aprendizagem por uma parcela de estudantes e venha sofrendo crescente rejeição por parte de professores que passaram a considerar que esta metodologia incentiva à memorização de verbetes vazios e desprovidos de significado (Ausubel, 2003).

Após alguns anos de atuação docente no ensino de Matemática e Física tomou-se consciência desta realidade através da observação dos resultados alcançados em nos bancos escolares. Dotados de certa dose de senso crítico, percebeu-se que as aulas puramente expositivas e a falta de relações interpessoais afetam negativamente no processo de ensino e aprendizagem e refletiu-se sobre como a interação entre professor e estudantes e a adoção de novas estratégias didáticas podem interferir na construção do conhecimento do educando.

A partir destas reflexões, foi possível compreender que o papel do professor não é transmitir sistematicamente informações e conceitos que somente serão reproduzidos pelo estudante, mas propiciar condições para que estes desenvolvam habilidades e competências que permitam a formação de novos conceitos, de forma autônoma, a partir de outros previamente adquiridos.

Desta forma, o professor deve estar sempre atento às necessidades cognitivas e afetivas dos estudantes auxiliando-os na busca de novas informações e experiências – importantes para a modificação de atitudes e comportamentos – que

contribuirão na sua formação crítica e para a busca de novos significados nas pessoas, nas coisas e nos fatos conseguindo, assim, envolvê-los nas atividades, garantir a sua efetiva participação no processo educativo e proporcionar sua intervenção na realidade.

As inquietações provenientes destes questionamentos instigaram o desenvolvimento desta proposta de ensino no intuito de contribuir para o processo instrucional. Este trabalho propõe explorar o uso de aplicativos computacionais como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem através da utilização de materiais didáticos próprios elaborados a partir de alguns pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel (1980 – 2003) buscando investigar de que forma esta estratégia didática oportunizará o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes e contribuirá na construção de significados e formação de conceitos.

Procurando melhor compreender e caracterizar a Teoria da Aprendizagem Significativa buscou-se apoio na literatura especializada consultando Ausubel, Novak e Hanesian (1980), Ausubel (2003), Coll et al (1998, 2000), Moreira (1997, 1999, 2003), Novak (1981), Novak e Gowin (1988) entre outros. Da mesma forma, foi realizado um estudo bibliográfico sobre Informática na Educação consultando, dentre outras, publicações de Papert (1986, 1994) e Valente (1997, 1998, 1999, 2005).

Na sociedade contemporânea, a disseminação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas mais diversas áreas do conhecimento tem influenciado a atividade humana, não podendo ser diferente no processo de ensino e aprendizagem. Assim, a questão da Informática na Educação é discutir como um *software* pode ser utilizado na promoção de uma mudança pedagógica incentivando o estudante a buscar e selecionar informações e a construir o seu conhecimento (Valente, 1998).

No processo educativo os recursos tecnológicos devem ser adequados ao estilo de aprendizagem dos estudantes em um contexto que se preocupe com o método e com a abordagem educacional, o que proporcionará ao educando a possibilidade de pensar, refletir e criar soluções. A implantação de computadores na Educação visa a enriquecer os ambientes de aprendizagem considerando que, para a sua concretização, são necessários, fundamentalmente, quatro elementos: o

computador, o *software* educativo, o professor capacitado para usar o computador e o estudante, todos em mesma ordem de importância. (Valente, 1998).

Foram estes argumentos que estimularam a embasar nossa proposta de ensino na utilização de aplicativos computacionais como facilitadores da aprendizagem, objetivando o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

A utilização de materiais próprios ancorados na Teoria da Aprendizagem Significativa se deu pela crença de que, conforme Ausubel et al (1980) e Novak (1981), a Educação é um misto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem para o desenvolvimento do indivíduo e para a sua ocorrência é necessário que os conhecimentos prévios sejam valorizados, uma vez que permitem ao estudante descobrir e redescobrir ideias e conceitos, caracterizando assim uma aprendizagem significativa.

Ainda, segundo Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003), uma aprendizagem torna-se mais significativa à medida que novas proposições e conceitos são incorporados à estrutura de conhecimento de um indivíduo e adquire significado quando interage com a estrutura de conhecimentos anteriormente estabelecidos.

O contexto escolhido para a investigação foi a disciplina de Bioestatística em uma turma de graduação no Centro Universitário Univates. Esta disciplina foi oferecida ao Curso de Nutrição, sendo a ementa condizente a este, porém com a possibilidade de participação de estudantes de outros cursos.

A opção de trabalhar com conteúdos de Bioestatística foi feita levando em conta que “a Estatística é a ciência de coletar, organizar e interpretar fatos numéricos” (Moore, 2006 apud Moraes & Benvenuto, SD, p.1) e que, atualmente, constitui um instrumento de trabalho utilizado na maioria das áreas do conhecimento quer ligado às Ciências Exatas, Humanas, Sociais ou Biomédicas, estando o seu ensino previsto nas ementas de diversos cursos universitários e de alguns currículos de ensino médio, o que torna necessário desenvolver estratégias didáticas direcionadas a estudantes com diferentes graus de preparação matemática, visando à superação do problema decorrente dos complexos cálculos que desviam o foco do estudante dos objetivos da disciplina (Moraes & Benvenuto, SD).

No processo de elaboração deste trabalho houve a compreensão de que é indispensável proporcionar aos estudantes atividades didáticas com potencial de serem significativas – dentro do contexto em estudo – que possibilitem a construção

ou atribuição de significados compartilhados e aceitos como corretos e, durante seu desenvolvimento, buscou-se na observação do envolvimento dos estudantes e na sua produção individual evidências de uma aprendizagem significativa (Borssoi, 2004).

Esta dissertação foi estruturada em oito capítulos. No primeiro capítulo, faz-se uma breve introdução apresentando algumas justificativas e objetivos que orientaram este estudo. O capítulo 2 discorre sobre alguns pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, que compõem parte do referencial teórico. Considerações sobre a inserção da Informática na Educação como ferramenta auxiliar ao processo de ensino e aprendizagem integram o capítulo 3.

Os objetivos específicos deste trabalho são apresentados no capítulo 4. A metodologia de estudo e o desenvolvimento das atividades são descritos nos capítulos 5 e 6, onde se procura tecer relações entre a nossa prática e os pressupostos que guiaram a elaboração desta proposta de ensino. A análise e discussão dos dados são realizadas no capítulo 7, as quais foram tecidas considerando os fundamentos teóricos arrolados nos capítulos 2 e 3. No capítulo 8 são apresentadas algumas considerações finais e, enfim, as referências bibliográficas e os anexos, que são integrados por materiais constantes do desenvolvimento deste trabalho.

A redação deste trabalho poderá causar certo grau de surpresa a um leitor atento devido à redundância encontrada. Esta redundância é intencional, pois reflete a convicção intuitiva – embora não confirmada em termos empíricos – de Ausubel (2003, p. XVI) e por nós compartilhada “de que a substância de uma determinada idéia fica fortalecida ao máximo na memória, caso seja discutida nos contextos em que for relevante, em vez de receber uma consideração apenas na primeira vez em que surge no texto”.

## 2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Este capítulo aborda aspectos relevantes sobre os processos de ensino e de aprendizagem.

Apresenta, de forma detalhada, alguns dos pressupostos teóricos que norteiam a Teoria da Aprendizagem Significativa na qual este trabalho está fundamentado, atendo-se aos processos de formação de conceitos e aquisição de conhecimentos, buscando entender as questões psicológicas ligadas à estrutura cognitiva humana no se refere à aprendizagem.

### 2.1. Ensino e Aprendizagem

A relação entre ensino e aprendizagem é uma das principais questões ligadas à Educação tendo em vista que uma das mais importantes opções feitas pelo professor dá-se entre o ensino que ministra ao estudante e a aprendizagem que este adquire. Muitos professores, em sala de aula, desenvolvem ações que podem ser expressas pelos verbos ensinar, instruir, orientar, apontar, guiar, treinar, preparar, entre outros, fazendo assim uma opção pelo ensino (transmissão sistemática de conhecimentos), colocando os estudantes na posição de agentes passivos no processo educativo (Gil, 2006).

Aprendizagem é o processo através do qual os indivíduos constroem e reconstroem continuamente o conhecimento, ocasionando o desenvolvimento de habilidades e competências. Assim, é fundamental reconhecer os estudantes como principais agentes do processo educativo, direcionando as atividades didáticas às suas aptidões, necessidades, interesses e condições para aprender, estimulando-os a expressar suas idéias e a procurar meios para o seu desenvolvimento individual. Desta forma, se o enfoque do processo educativo é a aprendizagem, a função do professor em sala de aula deixa de ser o de ensinar e passa a ser o de ajudar o aluno a aprender (Gil, 2006).

As Teorias de Aprendizagem buscam reconhecer a dinâmica envolvida nas ações de ensinar e aprender, buscando compreender o modo como as pessoas aprendem e as condições necessárias para que a aprendizagem ocorra.

Para Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) o fator mais importante para que ocorra a aprendizagem é o conhecimento prévio do indivíduo, assim, esta ocorre quando uma nova informação encontra sustentação em conceitos ou proposições pré-existentes.

Segundo Novak (1981), uma teoria da Educação deve considerar que os seres humanos pensam, sentem e atuam, e que a integração destes elementos conduz ao engrandecimento humano, assim toda ação educativa é um compartilhar de significados e sentimentos entre o estudante e o professor (Moreira, 1999).

Piaget (1973) defende que a construção do conhecimento acontece de acordo com os diferentes níveis de desenvolvimento do indivíduo e através de dois processos: assimilação (o indivíduo capta o ambiente e o organiza ampliando assim seus conhecimentos) e acomodação (modificação de uma estrutura cognitiva para compreender o meio).

Coll et al (1998) acredita que o professor, ao estabelecer as atividades didáticas, determina um maior ou menor grau de amplitude na construção da aprendizagem, porém o estudante é o responsável final pela sua aprendizagem ao atribuir significado aos conteúdos.

Bruner (1976) coloca que a aprendizagem é um processo ativo: o indivíduo assimila e adapta as novas instruções/informações a contextos e experiências pessoais. Dessa forma, ele formula hipóteses e toma decisões.

Conforme Moreira (1999) são definidos, de forma geral, três tipos de aprendizagem:

1. Aprendizagem cognitiva: armazenamento ordenado de informações na mente do indivíduo criando um complexo organizado denominado estrutura cognitiva.
2. Aprendizagem afetiva: retenção de informações através de sensações vivenciadas, agradáveis ou não, como dor, prazer, satisfações, desejos ou ansiedades.



3. Aprendizagem psicomotora: processa-se através de atividades que envolvam treino e prática, ou seja, repetição.

De forma geral, as aprendizagens afetiva e psicomotora muitas vezes estão interligadas à cognitiva, pois para que elas ocorram são necessárias informações previamente estabelecidas no indivíduo (Moreira, 1999).

## 2.2. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Ausubel propõe uma explicação do processo de aprendizagem baseada no cognitivismo, não desconsiderando a importância da dimensão afetiva como fonte de experiências, pois as atitudes e os sentimentos positivos em relação à experiência educativa a facilitam (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999).

Segundo Ausubel, para que ocorram aprendizagem e retenção significativas, a nova informação deve relacionar-se de forma lógica, não-arbitrária e substantiva (não-literal) com uma estrutura já existente no indivíduo (*subsunção*), promovendo a evolução de significados (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999).

Assim, para Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003), uma nova informação é aprendida de forma significativa quando se relaciona as ideias, conceitos ou proposições relevantes e inclusivos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, sendo mais ou menos facilitada dependendo do nível de organização desta.

Em contrapartida, no processo de aprendizagem mecânica, ocorre pouca ou nenhuma interação entre as novas informações e os conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a nova informação é aprendida de forma arbitrária e literal.

No entanto, Ausubel não estabelece uma dicotomia entre as aprendizagens significativa e mecânica, mas as vê como um contínuo. Da mesma forma como nas aprendizagens por recepção e descoberta: na aprendizagem por recepção os conteúdos são apresentados na sua forma final enquanto que, na aprendizagem por descoberta, o conteúdo deve ser descoberto pelo aprendiz. Contudo, para que ocorra aprendizagem significativa, a nova informação deve ser incorporada de maneira não-arbitrária à estrutura cognitiva, não importando se sua aquisição se deu por recepção ou por descoberta (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999).

### 2.2.1. Conceitos *Subsunçores*

*Subsunçores*, conforme visto anteriormente, são idéias, conceitos ou proposições existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, mas de onde eles vêm?

Segundo Moreira (1999) a origem dos conceitos *subsunçores* pode ser explicada sob dois aspectos: quando são apresentados ao indivíduo proposições ou conceitos em uma nova área de conhecimento ocorre a aprendizagem mecânica, até que alguns destes elementos tornem-se relevantes a novas informações na mesma área e possam servir de *subsunçores*, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem torna-se significativa, estes *subsunçores* vão sendo aperfeiçoados, tornando-se capazes de ancorar novas informações.

O segundo aspecto relaciona-se ao processo de formação de conceitos - que ocorre em crianças pequenas - que envolve generalizações de áreas específicas. Para ocorrência da aprendizagem significativa é necessária a formação de um conjunto adequado de conceitos, o qual está presente na maioria das crianças quando estas atingem a idade escolar (Moreira, 1999).

Independentemente da forma de aquisição de novos conhecimentos, a ocorrência de aprendizagem significativa pressupõe a existência de conceitos e proposições relevantes e inclusivas na estrutura cognitiva do indivíduo. Desta forma, o que fazer quando o estudante não possui os *subsunçores* necessários para o estabelecimento de relações com o conteúdo a ser desenvolvido?

Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) sugere a utilização de organizadores prévios: materiais introdutórios (textos, trechos de filmes, esquemas, pequenas frases afirmativas, perguntas, entre outros) a serem trabalhados antes do conteúdo em si, que funcionem como pontes cognitivas entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber e que auxiliem na formação de conceitos *subsunçores* que facilitem a aprendizagem subsequente. Um organizador prévio não é uma síntese do novo conteúdo a ser estudado, devendo apresentar um maior grau de abstração, generalidade e inclusividade, facilitando a integração da nova idéia (Moreira, 1999).

A utilização de organizadores prévios também é potencialmente eficaz para a organização dos *subsunçores* já existentes na estrutura cognitiva, visto que estes são normalmente gerais e não possuem as particularidades de conteúdo

necessárias para funcionarem como idéias âncoras eficientes para uma aprendizagem significativa (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003).

Moreira (1999) evidencia que um organizador prévio deve apresentar dois processos instrucionais que ocorrem no curso da aprendizagem significativa: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Diferenciação progressiva é a modificação de um *subsunçor* através do processo de interação e ancoragem, quando um novo conceito ou proposição é aprendido. Os conceitos e proposições mais gerais do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e diferenciados em termos de detalhe e especificidade (Moreira, 1999).

A reconciliação integrativa ocorre quando, no curso da aprendizagem significativa, as novas informações adquiridas e as idéias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser reconhecidas como relacionáveis e reorganizar-se, adquirindo novos significados. A relação entre as idéias deve ser explorada durante a instrução, apontando aspectos comuns e diferenças relevantes (Moreira, 1999).

Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e preposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre idéias relacionadas (Moreira, 1997, p.6).

### **2.2.2. Condições para ocorrência da aprendizagem significativa**

Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) estabelece condições para a ocorrência da aprendizagem significativa (Moreira, 1999):

1. Não-arbitrariedade do material: o material a ser aprendido deve ser relacionável com a estrutura cognitiva pré-existente no indivíduo, de forma não-arbitrária e não-literal. Um material que possui estas características é dito potencialmente significativo. Contudo, esta relação não deve ocorrer com qualquer ideia, mas com as ideias relevantes aos conceitos em estudo assim, para que ocorra aprendizagem significativa, não é suficiente somente a não-arbitrariedade do material, mas que a estrutura cognitiva do estudante possua os *subsunçores* adequados. Ainda, na elaboração de um material instrucional deve-se explorar a importância da utilização de princípios programáticos adequados à sua organização e a necessidade de princípios unificadores que os apóiem.

2. Substantividade: aprender de forma significativa refere-se a reter a substância das novas ideias, não as palavras utilizadas para a sua expressão. Durante o desenvolvimento do processo de aprendizagem significativa o significado lógico (literal) do material estudado passa a ter significado psicológico (idiossincrático), que é peculiar a cada indivíduo.

3. Disponibilidade para a aprendizagem significativa: a predisposição favorável do indivíduo em relacionar de forma substantiva e não-arbitrária o material potencialmente significativo a sua estrutura cognitiva, é uma condição imprescindível para a ocorrência da aprendizagem significativa. Devemos considerar que a predisposição não depende da sua estrutura cognitiva, mas das características do processo instrucional e de aspectos motivacionais. Esta condição implica que

[...] independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo (Moreira, 1999, p.156).

### 2.2.3. Tipos de aprendizagem significativa

Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) caracteriza três tipos de aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999):

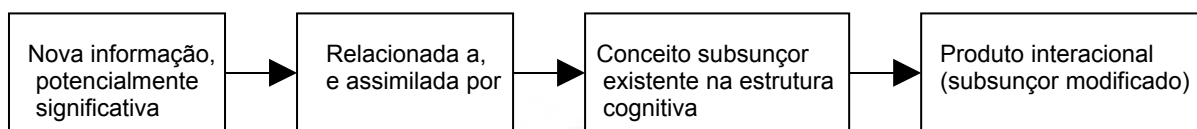
Aprendizagem representacional: relaciona símbolos (normalmente palavras) a objetos, conceitos ou eventos e lhes atribui significado. Ocorre, normalmente, a partir do primeiro ano de vida e é uma generalização feita por quase todas as pessoas.

Aprendizagem conceitual: não deixa de ser uma forma de aprendizagem representacional, pois consiste na atribuição do mesmo símbolo para acontecimentos ou fenômenos que possuem características ou propriedades comuns, apesar de poder ocorrer diversidade em determinados membros da categoria o que os classificaria como exceções.

Aprendizagem proposicional: faz a interação entre as aprendizagens relacional e conceitual, ou seja, vai além da compreensão do significado das palavras ou da interpretação dos conceitos como proposições isoladas. Propõe a compreensão das concepções envolvidas na elaboração do conceito.

#### 2.2.4. Assimilação, aprendizagem e retenção significativas

A Teoria da Assimilação, proposta por Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003), torna visível o processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva e pode ser representada esquematicamente da seguinte forma (Moreira, 1999):



O *subsunçor* modificado (novo significado) é desenvolvido através da associação de novas informações a um conceito *subsunçor* já existente na estrutura cognitiva, porém, este processo não implica em desenvolvimento imediato. A nova informação pode ser processada sozinha até *amadurecer* e só depois ser associada ao *subsunçor* já existente, emergindo assim o novo significado (Moreira, 1999).

O processo de aprendizagem significativa não acaba, simplesmente, com a aquisição de novos significados. Ele sempre é seguido pelo processo de retenção (armazenamento de idéias recentemente adquiridas, que serão retidas na memória com os *subsunçores* correspondentes), esquecimento ou uma redução gradativa relacionada às idéias ancoradas (*subsunçor obliterante*) (Moreira, 1999).

O que é comum em ambas as fases - a aprendizagem significativa e a retenção-esquecimento - e que indica a ação dos processos de assimilação é que as idéias estáveis e estabelecidas na estrutura cognitiva interagem de forma selectiva (em virtude da relevância das mesmas) com novas idéias (assimiladas) do material de instrução, de modo a produzirem os novos significados que constituem o objectivo do processo de aprendizagem. Os novos significados sofrem, depois, uma estabilização, através da ligação (armazenamento), relativamente a estas mesmas idéias ancoradas estáveis (Ausubel, 2003, p.9).

Levando-se em conta o interesse na aprendizagem e retenção significativas em longo prazo e na capacidade de transferência dos conceitos estudados para outros aspectos da matéria, relacionados e sequencialmente dependentes a repetição (revisão, prática) é uma variável expressiva, pois aumenta a força de dissociabilidade de materiais instrucionais interiorizados e incorporados anteriormente, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva do indivíduo (Ausubel, 2003).

A repetição - em conjunto com as variáveis do material instrucional – exerce influência direta na aprendizagem e retenção significativas, pois modifica a estrutura cognitiva ao menos de quatro formas diferentes (Ausubel, 2003):

1. Facilita a retenção dos significados recentemente adquiridos em uma determinada experiência através do aumento da força de dissociabilidade dos mesmos.
2. Melhora da capacidade de resposta significativa a apresentações posteriores do mesmo material: efeito de sensibilização.
3. Proporciona a consciência dos fatores negativos que causaram o esquecimento de experiências anteriores evitando-os ou os contra-atacando de modo apropriado: efeito de imunização.
4. Facilita a aprendizagem e retenção de novas idéias, proposições ou conceitos relacionados e sequencialmente dependentes.

Ainda, segundo Ausubel

[...] a repetição facilita a disponibilidade, a estabilidade, a clareza e a capacidade de discriminação do conteúdo sobreposto anteriormente apreendido, que serve agora quer como idéias ancoradas, quer como variáveis da estrutura cognitiva (estabilidade, etc.), para toda a passagem de aprendizagem (Ausubel, 2003, p. 185).

Na verdade, as únicas condições indispensáveis para que a repetição resulte no domínio significativo do material são (Ausubel, 2003):

- A experiência de aprendizagem ser logicamente significativa.
- O indivíduo possuir as ideias âncoras necessárias e apresentar um âmbito de aprendizagem expressivo.
- As características (distribuição, sequência e organização) das atividades devem estar em acordo com os princípios estabelecidos de aprendizagem e retenção eficientes.

### **2.2.5. Linguagem e aprendizagem significativa**

O papel da linguagem (verbal ou não) deve ser destacado como fator facilitador da aprendizagem significativa, pois através das possibilidades representacionais das palavras, sinais, gestos, ícones (e outros símbolos) podem-se elucidar os significados dos conceitos e proposições a serem assimilados, tornando-

os mais concisos e relacionáveis. Assim, a linguagem deixa de possuir uma função meramente comunicativa e passa a ocupar um posto de integração no processo de raciocínio, exercendo papel ativo no processo de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2003).

Segundo Ausubel, o fato de palavras isoladas poderem representar significados complexos possibilita a realização de operações combinatórias e transformativas – de abstração, categorização, diferenciação e generalização – de conceitos conhecidos em novas conceitualizações. Isto é, a exploração das representações simbólicas propicia a construção de novos conceitos e proposições em níveis mais avançados de inclusividade, generalidade, clareza e precisão do que seria atingido se estes conceitos não tivessem nome, não fossem representados por palavras (Ausubel, 2003; Moreira, 2003).

#### **2.2.6. A visão ausubeliana sobre o processo instrucional**

A aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa na sala de aula depende de vários fatores organizacionais para obter êxito, sendo o mais importante a utilização da estrutura de conhecimentos cognitivos presentes no estudante no momento da aprendizagem, tendo em vista que Ausubel (2003) estabelece a hipótese de que as experiências das aprendizagens anteriores influenciam diretamente na formação (reformulação) de conceitos, de forma positiva ou não. Desta forma, pode-se dizer que a aprendizagem significativa também envolve transferência, pois não se pode conceber qualquer tipo de aprendizagem que não sofra a ação da estrutura cognitiva existente em cada indivíduo.

Segundo Moreira (1999), pode-se exercer influência sobre a estrutura cognitiva do indivíduo de duas maneiras:

- Substantivamente: pela apresentação de conceitos e princípios unificadores e inclusivos, ou seja, partindo de conceitos gerais e chegando às características particulares de cada conteúdo;
- Programaticamente: utilizando princípios programáticos para a organização seqüencial da matéria do ensino.

No sistema educacional atual, o processo de ensino está voltado para a aprendizagem por recepção. Segundo Moreira (1999), desenvolver um sistema de ensino a partir de um processo de aprendizagem por descoberta é ineficiente e

inadequado, pois para que este processo ocorra é necessário que o estudante redescubra os conteúdos a fim de chegar a uma aprendizagem significativa, o que requer muito tempo.

Desta forma o papel do professor - atuando como facilitador da aprendizagem significativa - envolve alguns aspectos fundamentais (Moreira, 1999):

- Identificar, em cada matéria do ensino, as estruturas conceitual e proposicional organizando-as de maneira seqüencial de modo que, a partir de conceitos, princípios e ideias gerais e abrangentes, ocorra a adequação necessária para o estabelecimento das particularidades específicas de cada conteúdo.

- Determinar quais os *subsunçores* mais adequados (ideias, proposições e conceitos) são necessários para a aprendizagem significativa dos conteúdos.

- Verificar quais dos *subsunçores* necessários para o desenvolvimento de cada conteúdo estão presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Enfim, a visão de Ausubel no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem, resume-se em que [...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo (Ausubel apud Moreira, 1999, p. 163).

### **2.3. A teoria de educação de Novak**

A colaboração entre Novak e Ausubel é muito antiga, porém com o afastamento de Ausubel da psicologia educacional, Novak e seus colaboradores tornaram-se os principais responsáveis pela divulgação e refinamento da Teoria da Aprendizagem Significativa, conferindo a ela uma visão mais humanista transpondo a visão cognitivista evidenciada por Ausubel (Moreira, 1999).

Novak (1981) amplia a Teoria da Aprendizagem Significativa ao considerar a Educação um conjunto de experiências cognitivas (pensamentos), afetivas (sentimentos) e psicomotoras (ações) que, aliadas, contribuem para o engrandecimento pessoal do indivíduo e propiciam, ao mesmo tempo, certo domínio conceitual que pode ser utilizado de forma eficiente na solução de problemas reais, visto que os conhecimentos adquiridos de forma significativa não são exteriorizados de forma literal, como foram aprendidos por possuírem a propriedade de ser utilizados em vários contextos (Moreira, 1999).



Segundo Novak (1981), os elementos constituintes de qualquer evento educativo são: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. Assim, em qualquer processo educativo um indivíduo adquire um conhecimento, inserido em determinado contexto, interagindo com um professor. A avaliação encaixa-se no final do processo, pois muitos dos resultados obtidos neste dependem de avaliação (Moreira, 1999).

Levando em conta estes cinco elementos, Novak (1981) propõe como ideia fundamental de sua teoria que, qualquer evento educativo implica uma ação para trocar sentimento e significados entre estudante e professor (Moreira, 1999).

Em outras palavras, durante um evento educativo, entre o professor (aquele que quer ensinar) e o estudante (aquele que se predispõe a aprender) é estabelecida uma via de mão-dupla. Ao ensinar, o professor apresenta aos estudantes os significados reconhecidos como válidos dentro de um determinado contexto. O estudante, de alguma forma, externaliza os significados que está captando, o que constitui a avaliação do conhecimento. Este processo desencadeia-se continuamente até o momento em que professor e estudante compartilhem os significados já compartilhados pela comunidade envolvida no contexto em estudo (Moreira, 1999).

No intuito de proporcionar uma visão mais abrangente da teoria de Novak (1981) alguns princípios (proposições norteadoras) considerados consistentes estão relacionados a seguir, segundo Moreira (1999, p.171-172):

1. Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação.
2. Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva ou negativamente.
3. A aprendizagem significativa requer: a) disposição para aprender, b) materiais potencialmente significativos e c) algum conhecimento relevante.
4. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.
5. O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz a essa construção.

6. O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos.
7. Significados são contextuais; aprendizagem significativa não implica aquisição de significados “corretos”.
8. Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes à mudança.
9. O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.
10. A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa.
11. O ensino, o currículo e o contexto também devem ser avaliados.

UNIVATES

### 3. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar uma visão geral das implicações da inserção da Informática na Educação, considerando a participação de professores e estudantes dentro do processo educativo.

A seguir, são apresentados os critérios necessários para que um *software* possa ser utilizado com fins educativos e tecidas algumas considerações sobre ambientes virtuais de aprendizagem.

#### 3.1. Informática na Educação

A principal questão relacionada à inserção da Informática na Educação é a distinção entre o uso do computador para ensinar ou para promover a aprendizagem (Valente, 1998).

A análise desta questão nos possibilita entender que utilização do computador como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento de atividades didáticas não é um atributo inerente ao mesmo, mas está relacionado à forma como é concebida a tarefa na qual ele será utilizado, ou seja, deve proporcionar uma integração conveniente ao enfoque educacional adotado: a tecnologia deve se adequar à educação e não o contrário (Valente, 1997).

Segundo Valente (1997), se o objetivo de sua utilização for passar informações para o estudante, administrando e avaliando as atividades que o mesmo desenvolve o computador exerce a mesma função que o professor tradicional, a de transmissor do conhecimento. Para possibilitar mudanças no sistema atual de ensino, o computador deve ser usado como um recurso no qual o estudante possa criar, pensar e manipular as informações, ações estas que auxiliam na construção do conhecimento.

Levy *et al* (1999) argumentam que, atualmente, a inserção da informática em todas as áreas vai muito além de sua utilização como ferramenta de trabalho, pois faz parte do cotidiano das pessoas de uma forma tão intensa que podemos falar em *cyber* cultura, onde as relações pessoais acontecem por intermédio do computador criando uma nova forma de comunicação, não podendo ser diferente no processo educativo. Desta forma, faz-se necessário investir em conhecimento, tecnologia e, especialmente, na capacitação dos profissionais em educação tornando-os aptos à mediação do conhecimento através do uso de recursos tecnológicos.

[...] o uso inteligente do computador na educação é justamente aquele que tenta provocar mudanças na abordagem pedagógica vigente ao invés de colaborar com o professor para tornar mais eficiente o processo de transmissão do conhecimento (Valente, 1997, p.2).

### 3.2. Informática na educação x professor

A inserção do computador na escola tem provocado questionamentos dos métodos e práticas educacionais ocasionando insegurança em professores, que passam a recluir ou rejeitar o seu uso. Estas reações adversas têm origem no fato destes professores não conhecerem os potenciais educacionais do computador não sendo, desta forma, capazes de intercalar de forma adequada à atividades tradicionais do processo de ensino e aprendizagem e as atividades desenvolvidas com o auxílio de aplicativos computacionais (Valente, 1998, 2005).

Desta forma, embora uma grande parcela das escolas disponha de laboratórios de informática verifica-se que os mesmos são pouco utilizados em função de os professores não serem capacitados para o uso desta tecnologia, não percebendo que o computador é uma ferramenta que pode ser utilizada para subsidiar a construção do conhecimento.

A preparação dos professores para tais utilizações não tem tomado parte nas prioridades educacionais [...] deixando transparecer a idéia equivocada de que o computador e o software resolverão os problemas educativos (Almeida, 1998, p.65-66).

Valente (1999) argumenta que é preciso investir na formação efetiva do professor para o uso pedagógico da informática, não somente torná-lo apto a utilizar a máquina. Assim, se faz necessário distinguir entre capacitação através de cursos de treinamento (resume-se a adição de conhecimentos e técnicas de informática às atividades já realizadas pelo professor em sala de aula) ou capacitação através de

cursos de formação (propiciam condições para que ocorra uma mudança na forma com que o professor vê a sua prática assumindo uma nova postura, a partir da compreensão de como ocorre o processo de ensino e aprendizagem através da utilização desta tecnologia).

Ainda, segundo Valente (1999), a inserção da Informática na Educação requer o conhecimento simultâneo das partes técnica e pedagógica, pois uma fornece suporte à outra. No momento em que o professor sentir segurança com as questões técnicas necessárias, poderá avançar de forma expressiva na exploração do desenvolvimento de atividades pedagógicas mais elaboradas.

[...] mesmo dispondo de uma gama imensa de possibilidades oferecidas pelos novos recursos de informática, deparamos com os usos banais dessa tecnologia, indicando uma falta de articulação entre o pedagógico e o técnico (Valente, 1999, p.21).

Assim, o papel do professor é redesenhado dentro do processo de ensino-aprendizagem: ele deixa de ser um transmissor de conhecimento, transformando-se no organizador de ambientes de aprendizagem e assumindo o papel de mediador no processo de desenvolvimento da estrutura cognitiva do estudante. Pois “é o professor, através de suas concepções sobre o que é ensinar e aprender, quem determina as possibilidades de uso dos *softwares* na Educação”. (Sette, 1998 apud Vieira, SD, p.8).

### **3.3. Informática na educação x estudantes**

A inserção da Informática na escola por si só não é suficiente para motivar ou predispor os estudantes ao processo educativo. Para tanto, é necessário subsidiar a utilização de aplicativos computacionais através de tarefas significativas dentro do contexto em estudo que, para seu desenvolvimento, exijam ações cooperativas, criativas e ativas do estudante, fazendo com que ele se torne parte integrante do processo.

Estas atividades devem instigar a curiosidade do estudante, fazendo com que este explore as possibilidades oferecidas pelos *softwares* educacionais, o que propiciará a construção efetiva do conhecimento, levando a uma aprendizagem significativa das idéias e proposições envolvidas no estudo.

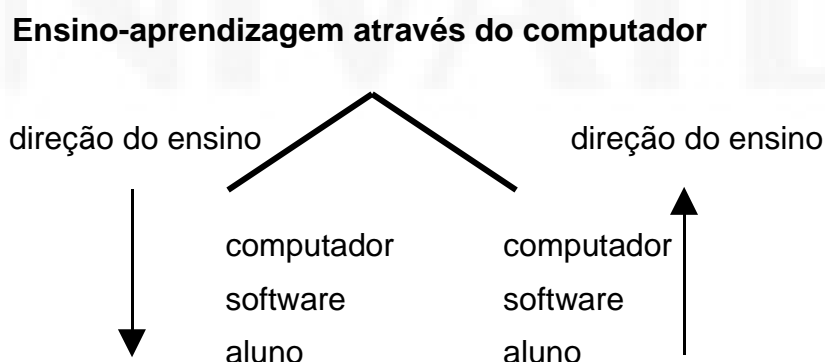
### 3.4. Concepção construcionista

Segundo Valente (1998), na concepção construcionista de Papert (1986-1994) o estudante constrói, através do computador, o seu próprio conhecimento (computador como ferramenta), isto é, quando o aprendiz está interagindo com o computador ele está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental.

[...] o Construcionismo [...] apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que os outros – *ismos* educacionais a idéia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções do mundo como um apoio do que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção [...] e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais utilizados (Papert, 1994, p.127-128).

Ainda, o estudante está inserido em um ambiente social e pode usar todos os elementos provenientes deste como fonte de conhecimento, ampliando o campo de ideias e estratégias a serem utilizadas na resolução dos problemas, através do computador (Valente, 1998).

Desta forma, o processo de ensino e aprendizagem tendo como ferramenta o computador subentende que o estudante, através de aplicativos computacionais, possa adquirir ou aprimorar conceitos sobre os mais variados domínios do conhecimento. Entretanto, a abordagem pedagógica sobre como isto acontece pode ocorrer de várias formas, oscilando entre dois extremos, como mostra a figura 1 (Valente, 1998):



**FIGURA 1 - abordagem pedagógica do ensino pelo computador (Valente, 1998).**

Os elementos formadores destes dois pólos são os mesmos, porém a diferença específica entre eles é a forma como estes elementos são usados.

Quando o computador, através de *softwares* ensina o estudante, o processo continua ocorrendo de forma tradicional. O computador nada mais é do que uma máquina de ensinar, ancorada por programas tutoriais, onde os estudantes seguem instruções programáticas direcionadas que não exigem dele habilidade de raciocínio, não propiciando assim o desenvolvimento da sua estrutura cognitiva e muito menos do senso crítico necessário para a sua formação, isto é, o computador simplesmente substitui os livros didáticos convencionais (Valente, 1998).

No segundo pólo, quando o estudante “ensina” o computador através da utilização de *softwares*, o computador passa a ser utilizado como uma ferramenta que proporciona ao estudante a oportunidade de resolver problemas, escrever, desenhar, simular situações teóricas, recriar projeções tridimensionais de objetos, ou seja, o aprendiz tem a oportunidade de manipular a informação, analisá-la e formular suas próprias conclusões (Valente, 1998).

As possibilidades de uso do computador como ferramenta educacional está crescendo e os limites dessa expansão são desconhecidos. Cada dia surgem novas maneiras de usar o computador como um recurso para enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem. Isso nos mostra que é possível alterar o paradigma educacional; hoje, centrado no ensino, para algo que seja centrado na aprendizagem (Valente, 1998, p.18).

Sob este aspecto o computador não é mais um instrumento utilizado para ensinar o aprendiz, mas uma ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador (Valente, 1998).

### **3.5. Softwares educativos: auxiliam na construção do conhecimento**

Para auxiliar no processo de construção do conhecimento, o computador deve ser usado como uma máquina a ser ensinada. Nesse caso, o estudante deve fornecer informações que representem suas idéias “ensinando” o computador a realizar uma determinada tarefa, usando elementos do conteúdo e estratégias (Valente, 1997).

Isso significa que um aplicativo computacional somente poderá ser analisado com finalidades educacionais considerando seu contexto pedagógico de uso, isto é,

deve-se ter uma visão clara da abordagem educacional na qual ele será inserido para considerar se um *software* pode ser tido como bom ou ruim (Valente, 1997).

Esta análise do aplicativo computacional deve ser feita levando em conta critérios para verificar se ele cumpre os objetivos de um *software* educativo: auxiliar na promoção da aprendizagem e na construção do processo de conceituação e ajudar no desenvolvimento de habilidades importantes para que o aluno participe da sociedade do conhecimento, isto é, ele deve ser concebido segundo uma teoria sobre como o estudante aprende, como ele constrói o seu conhecimento e, ainda, proporcionar ao aluno a chance de aprender com seus próprios erros, pois segundo Valente (1998) a identificação e correção do erro proporcionam ao estudante a oportunidade ímpar de aprender um determinado conceito necessário para a resolução do problema.

Desta forma, para um *software* ser educativo ele deve ser um ambiente interativo que proporcione ao estudante a possibilidade de investigar, refletir sobre as informações apresentadas e resultados obtidos, levantar hipóteses e testá-las com o objetivo de aprimorar as idéias iniciais referentes ao problema a ser resolvido.

Para tanto, Papert (1986) e Valente (1998) sugerem a realização do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição:

- Descrição do problema: representação (inserção) dos dados referentes ao problema usando os recursos disponíveis no *software*.

- Execução dessa descrição pelo *software*.

- Reflexão sobre os resultados apresentados: o processo de reflexão implica na abstração dos resultados obtidos, acarretando uma das seguintes ações alternativas:

- a resolução corresponde às idéias iniciais logo, não são necessárias modificações no procedimento;

- o resultado apresentado não corresponde às idéias iniciais assim, são necessárias modificações no procedimento.

Depuração: necessária quando os resultados apresentados pelo computador não correspondem às idéias iniciais e acontece através da busca de novas informações que serão utilizadas para modificar a descrição anteriormente definida.



Descrição do problema: refeita através da depuração, reiniciando o ciclo interativo.

Valente acrescenta ainda que:

[...] o processo de descrever, refletir e depurar não acontece simplesmente colocando o aluno em frente ao computador. A interação aluno-computador precisa ser mediada por um profissional [...] Além disso, o aluno como um ser social, está inserido em um ambiente social que é constituído, localmente, pelos seus colegas, e globalmente, pelos pais, amigos e mesmo a sua comunidade. O aluno pode usar todos esses elementos sociais como fonte de idéias, de conhecimento ou de problemas a serem resolvidos através do uso do computador (Valente, 1998, p.42-43).

### 3.6. Categorias de software educacionais

Para que a escolha do *software* contemple os objetivos da atividade a ser realizada, Valente (1998) sugere a sua organização em categorias que levem em conta as características e possibilidades de uso de cada um:

Programas tutoriais: funcionam como um livro didático eletrônico, pois apresentam informações pedagogicamente organizadas permitindo aos alunos somente a verificação do produto final e não os processos utilizados para alcançá-lo.

Programas de exercício-prática: têm como função revisar os conteúdos que envolvem memorização e repetição, vistos anteriormente em sala de aula. São constituídos, na sua maioria, de listas de exercícios com diferentes níveis de dificuldade que serão resolvidos em função dos diferentes graus de interesse e conhecimento do estudante.

Jogos educacionais: desenvolvidos com a finalidade de desafiar e motivar os estudantes envolvendo-os em uma competição com a máquina ou com os colegas. Estes jogos exploram conceitos em suas jogadas fazendo que, ao cometer um erro, o estudante reflita sobre a sua causa e tome consciência do conceito envolvido na jogada errada.

Simulação: envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados para situações reais de difícil verificação e execução e deve ser vista como a complementação de leituras, discussões e apresentações teóricas feitas em sala de aula.

Programação: permite que os estudantes, mesmo sem possuírem conhecimentos aprofundados de programação, criem seus próprios programas

utilizando os conceitos e as estratégias necessárias para a resolução de um problema.

Aplicativos: programas específicos utilizados no processo de manipulação de informações como processadores de texto, planilhas de cálculo, calculadoras eletrônicas e bancos de gerenciamento de dados.

Multimídia pronta e Internet: auxiliam o estudante na obtenção de informações sobre as quais ele pode refletir e desenvolver conjecturas, mas para que ocorra a construção do conhecimento é necessária à intervenção de um agente mediador.

### 3.7. Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

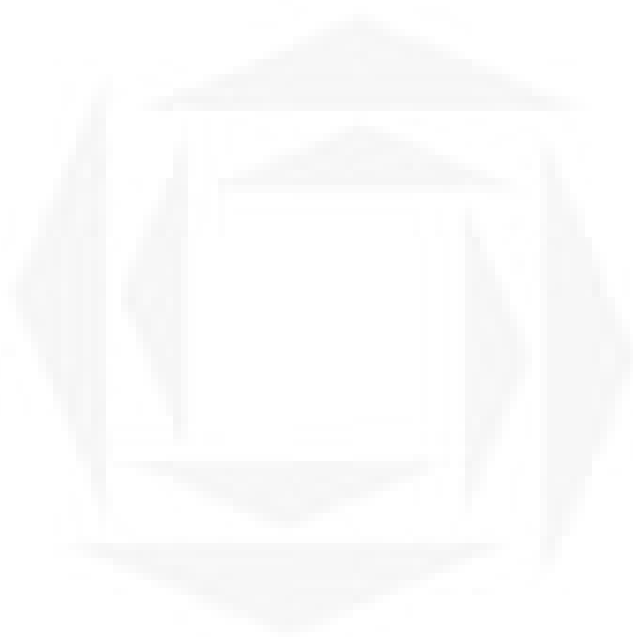
As tecnologias de informação e comunicação (TIC), por constituírem a fusão de três grandes vertentes – a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas – proporcionaram um avanço na (re)organização da atividade humana nas mais diversas áreas do conhecimento, afetando significativamente as mais variadas concepções da ciência e da sociedade, inclusive no âmbito educacional. Com o advento da *internet*, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) constituíram modernos espaços de interação virtual que, ao serem utilizados nos mais diversos campos, possibilitaram transformações na forma de ensinar, aprender e interagir com o conhecimento (Aguiar, 2005; Leon et al, 2007).

Dentro do campo educacional, entende-se por interatividade a dinâmica entre ações do estudante e as reações do ambiente em um sentido que vai além daquele em que a resposta do sistema é meramente informar sobre o acerto ou o erro, não proporcionando contribuições ao processo de ensino e aprendizagem (Gravina & Santarosa, 1998).

No contexto da sala de aula, o ambiente virtual de aprendizagem é um lugar comum de professores e estudantes, pois requer a sua participação ativa em atividades de reflexão, interação e cooperação.

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) são um dos principais elementos definidores das novas tecnologias de informação e comunicação educacionais. São ambientes que oferecem condições para que a interatividade, um conceito chave na comunicação mediada pelo computador, possa ser desenvolvida, facilitando assim a comunicação extra-classe entre professor e alunos e também entre alunos, aspectos imprescindíveis que devem ser considerados em todo o processo de ensino-aprendizagem. A interação é considerada um dos pré-requisitos fundamentais para a realização da aprendizagem e ela pode ser ainda mais desenvolvida se considerarmos que num ambiente virtual de aprendizagem

a mediação tecnológica possibilita ao aluno pesquisar, descobrir e desenvolver atividades no tempo, ritmo de trabalho e espaço em que se localiza [...] e até seguindo suas próprias necessidades e interesses, valorizando suas descobertas (Leon et al, 2007, p.2).



UNIVATES

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo geral

Explorar o uso de ferramentas computacionais através de materiais didáticos próprios, buscando verificar se estes possuem potencial de serem significativos e de que modo contribuem para o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes.

### 4.2. Objetivos Específicos

Investigar de que maneira o uso de ferramentas computacionais contribui para o aprimoramento dos conceitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes ou na formação de novos conceitos.

Averiguar a ocorrência de uma maior produção de significados e compreensão de conceitos estatísticos, a partir das ferramentas utilizadas e dos materiais elaborados.

Analisar de que modo os acadêmicos percebem a importância do uso de *softwares* para a realização de atividades didáticas.

## 5. METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é expor as características e ações metodológicas adotadas na elaboração e desenvolvimento desta proposta. A princípio, discorre sobre aprendizagem significativa e utilização de aplicativos computacionais como ferramentas auxiliares do processo de ensino e aprendizagem, conforme pressupostos teóricos apresentados nos capítulos 2 e 3.

Após, descreve o desenho geral da pesquisa desde algumas particularidades do contexto, dos procedimentos do estudo, da coleta de dados até as estratégias de análise utilizadas para interpretação dos mesmos.

### 5.1. Aprendizagem Significativa e Aplicativos Computacionais

Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) acredita em dois fatores fundamentais para a ocorrência de uma aprendizagem significativa: a predisposição do estudante para aprender e o conhecimento prévio do indivíduo.

Na concepção construcionista (Papert, 1986) o computador pode ser utilizado como ferramenta para a construção do conhecimento, isto é, ao interagir com o computador o estudante está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental (Valente, 1998).

No entanto, elaborar uma proposta de ensino a partir de materiais próprios que possuam potencial de serem significativos e que devam ser desenvolvidos com o auxílio de ferramentas computacionais, não é garantia da ocorrência de uma aprendizagem significativa. É fundamental que os materiais e estratégias utilizadas venham ao encontro dos interesses, expectativas e necessidades dos estudantes, propiciando um ambiente favorável para a ocorrência de uma relação não-arbitrária e substantiva entre as novas informações e as já existentes na sua estrutura cognitiva.

Desta forma, definimos alguns aspectos considerados como indicativos da ocorrência de uma aprendizagem significativa. A observação destes aspectos dependerá do acompanhamento criterioso do desenvolvimento das atividades propostas por parte dos estudantes e, para uma melhor análise, estes aspectos foram divididos em dois grupos (Borsoi, 2004):

- Aspectos motivacionais: relacionados à predisposição do estudante para a aprendizagem.

- Aspectos cognitivos: relacionados à aprendizagem do conteúdo.

### **5.1.1. Aspectos Motivacionais**

Participação nas atividades: um dos fatores que favorece uma atribuição de significados mais efetiva ao conteúdo em estudo e o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos estudantes é a utilização da criatividade na resolução das situações-problema propostas, o que só poderá ser alcançado com o envolvimento ativo na realização das atividades de aprendizagem, indicando a predisposição para aprender significativamente (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999; Borssoi, 2004).

Aprendizagem extra-conteúdo: além da aprendizagem sobre o conteúdo, uma atividade de ensino pode ocasionar o surgimento de um conjunto de aprendizagens que envolvam aspectos do contexto, habilidades, atitudes e valores que também podem contribuir para a Aprendizagem Significativa do conteúdo envolvido no estudo (Coll et al, 2000; Novak & Gowin, 1988; Borssoi, 2004).

### **5.1.2. Aspectos Cognitivos**

Compreensão conceitual: para a resolução de situações-problema é necessária a compreensão conceitual dos aspectos envolvidos, ou seja, deve ocorrer a interação entre a nova informação e a estrutura conceitual já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, o que influenciará diretamente na capacidade do estudante em adotar estratégias e tomar decisões. Desta forma, a compreensão de conceitos é fator determinante para que ocorra o sucesso do processo de ensino e aprendizagem, pois no caso da não ocorrência, provavelmente a determinação das variáveis envolvidas e das hipóteses não será adequada, tornando-se necessária a

sua reformulação (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999; Coll et al, 2000; Borssoi, 2004).

Aplicação dos conceitos a situações novas: uma das evidências da ocorrência de uma aprendizagem significativa é a capacidade do indivíduo de utilizar os novos conceitos formados na resolução de diferentes situações-problema (Coll et al, 2000; Moreira, 1999; Borssoi, 2004).

## **5.2. Descrição dos Procedimentos do Estudo**

### **5.2.1. Contexto Investigado**

Procurou-se investigar o processo de ensino e aprendizagem da Bioestatística, em particular, através da utilização de aplicativos computacionais, desenvolvendo esta proposta na disciplina de Bioestatística, no Centro Universitário Univates – Lajeado/RS, com estudantes dos cursos de Nutrição, Biomedicina, Farmácia, Ciências Exatas e Fisioterapia, no semestre 2008/A, com autorização dos coordenadores dos cursos envolvidos e em conjunto e de acordo com a professora Claudete Rempel, responsável pela disciplina e co-orientadora deste trabalho, tornando-nos parte integrante do processo.

### **5.2.2. Proposta de Ensino**

Buscou-se investigar se uma proposta baseada em atividades didáticas desenvolvidas a partir de materiais próprios que possuam potencial de serem significativos, explorados através do uso de ferramentas computacionais, contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes.

Acredita-se que a utilização de materiais que apresentem informações de forma lógica e substantiva pode contribuir no processo de evolução dos conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e para a formação de novos conceitos, servindo como fator motivador para o estudo de conteúdos, criando condições favoráveis para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Espera-se ainda, através da aplicação desta proposta, despertar nos estudantes o interesse para o uso de aplicativos computacionais na realização das tarefas constantes no processo educativo a partir da constatação de que computadores não são simplesmente mais um instrumento utilizado (como a

calculadora), mas uma ferramenta educacional com a qual podemos desenvolver algo. Desta forma, a aprendizagem ocorre pelo fato de o estudante estar desenvolvendo uma tarefa por intermédio do computador (Valente, 1998).

Esta proposta foi estruturada anteriormente à sua aplicação, entretanto durante o desenvolvimento do trabalho alguns aspectos foram revistos e reelaborados em resultado de necessidades que foram surgindo referentes ao envolvimento dos estudantes.

Foi feita a análise da ementa da disciplina de Bioestatística, a qual prevê: ordenação de dados, tabelas e gráficos; medidas de tendência central, dispersões e variabilidade; estatística dedutiva e indutiva; regra de três e porcentagens; coeficiente, índices e proporções; testes estatísticos; noções de correlação e regressão. Da mesma forma, foi observado o objetivo nela constante que consiste em oportunizar ao aluno da área da saúde, conhecimento sobre amostragem, organização de hipóteses, testes estatísticos e conclusões - antes do planejamento das aulas e elaboração do material. A determinação do período de aplicação da proposta foi feita levando em conta as necessidades e possibilidades, em função da limitação de tempo. Desta forma, a proposta foi aplicada em dezesseis aulas, no período de 5 a 26 de junho de 2008. Ainda, julgou-se adequado um pré-encontro, que ocorreu no dia 29 de maio de 2008. Neste pré-encontro, houve a participação como monitor para observação das características da turma, tendo como objetivo a adequação da metodologia de trabalho e dos materiais a serem elaborados, sendo que o conteúdo foi ministrado pela professora titular Claudete Rempel.

### **5.2.3. Características da Turma**

Esta pesquisa foi desenvolvida na disciplina de Bioestatística no Curso de Nutrição do Centro Universitário Univates – Campus Lajeado. Os integrantes da turma são estudantes regulares do curso, embora freqüentassem a disciplina acadêmicos dos cursos de Biomedicina, Farmácia, Ciências Exatas e Fisioterapia. Esta disciplina é obrigatória para os cursos envolvidos e de responsabilidade do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS.

O perfil geral da turma, de forma indireta, foi obtido através de informações fornecidas pela professora titular e, de forma direta, a partir da participação em um encontro, em que se atuou como monitores. Independentemente do curso, a turma



apresentava heterogeneidade, principalmente em dois aspectos, a saber: quanto ao grau de interesse, ficou evidenciado que somente uma parcela dos acadêmicos estava realmente empenhada em aprender o conteúdo, e quanto aos fundamentos matemáticos básicos necessários para o desenvolvimento das atividades propostas dentro da disciplina, alguns estudantes apresentavam lacunas.

A turma era composta por quarenta e seis estudantes assim distribuídos: trinta e um acadêmicos do curso de Nutrição, onze do curso de Biomedicina, dois do curso de Fisioterapia, um do curso de Ciências Exatas e um do curso de Fisioterapia. Constatou-se ainda, que todos os estudantes estavam cursando a disciplina pela primeira vez e que possuíam idades entre 19 e 38 anos.

#### **5.2.4. Conteúdo Estudado**

A escolha do conteúdo – Bioestatística – deu-se, primeiramente, pela constatação da dificuldade enfrentada pelos estudantes no momento em que se faz necessária a interpretação dos resultados obtidos quando da execução de testes estatísticos.

Tendo em vista a limitação de tempo, o foco específico de estudo foi o Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Três fatores específicos determinaram estas escolhas:

1. A verificação de que os estudantes que cursam a disciplina apresentam dificuldades acentuadas no que se refere à produção de significados e à compreensão de conceitos, o que os torna resistentes ao seu estudo, dificultando o processo de aprendizagem.

2. A Bioestatística é a Estatística aplicada às Ciências Médicas, Biológicas e Agrárias assim, ensiná-la constitui um desafio, visto que uma parcela dos estudantes destas áreas não possui os fundamentos matemáticos básicos necessários para o seu estudo, o que dificulta a compreensão dos dados estatísticos (Vieira, 1980).

3. O Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) é um teste de hipóteses adequado para a análise de variáveis qualitativas com duas ou mais categorias, pois avalia a associação existente entre estas variáveis. Ele possui como princípio básico a comparação de proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências esperadas e observadas para certo evento. Assim, através dos resultados obtidos com o seu uso, podemos avaliar se dois grupos se comportam de forma semelhante, ou não. Desta forma, é um teste de grande importância para a análise e

interpretação de dados colhidos em pesquisas, mas de difícil compreensão, pois a elaboração das hipóteses, tomada de decisão e conclusão a partir dos resultados obtidos são tarefas relativamente complexas (Vieira, 1980).

### 5.2.5. Elaboração do Material Didático

A elaboração do material didático foi realizada a partir da análise dos conteúdos anteriormente desenvolvidos e fundamentada nas idéias de Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) e Moreira (1999).

Segundo Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) a relevância da observação dos princípios programáticos apropriados na organização dos materiais instrucionais e a necessidade de princípios unificadores que os sustentem é fundamental para que um material possua potencial de ser significativo permitindo, no mínimo, que o estudante faça a relação entre os novos conceitos e os anteriores já instalados na sua estrutura cognitiva.

Como os conceitos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo normalmente são gerais, Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003) sugere a utilização de *organizadores prévios* (capítulo 2) que possuam a função de âncoras eficientes para uma Aprendizagem Significativa. Em virtude da limitação de tempo, não foram utilizados estes materiais de forma específica, mas lançou-se mão de outra estratégia: utilizou-se os conceitos anteriormente estudados ao longo da disciplina e transformando-os em organizadores, objetivando construir *pontes cognitivas* entre conteúdos já trabalhados – Teste T e Correlação Linear Simples - e o objeto desta proposta, o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Segundo Moreira (1999) a estrutura cognitiva pode ser influenciada de duas maneiras: substantivamente e programaticamente.

Desta forma, o material foi elaborado com base em conceitos e princípios unificadores e inclusivos na tentativa de influenciar substantivamente a estrutura de conhecimentos existente nos estudantes, através da (re)apresentação das características gerais dos testes estatísticos em estudo e as possibilidades e adequações de utilização dos mesmos.

Para influenciar programaticamente, foram utilizados dois princípios instrucionais apropriados para a organização do material de ensino (Moreira, 1999):

- Diferenciação Progressiva: como os estudantes já possuíam conhecimentos prévios sobre a finalidade dos testes estatísticos em geral – agrupamento por afinidade e análise de dados colhidos em pesquisas – procuramos diferenciá-los em termos de especificidade.

- Reconciliação Integrativa: a partir da introdução do novo conteúdo, procuramos explorar em conjunto com os estudantes os aspectos comuns e as diferenças relevantes entre os testes em estudo, determinando a sua aplicabilidade.

Desta forma, no material didático elaborado constam situações-problema referentes ao Teste t, Correlação Linear Simples e Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), a fim de investigar de que forma os estudantes realizam a identificação dos mesmos. Também, levando em conta que a formação e o amadurecimento de significados variam de indivíduo para indivíduo (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Novak & Gowin, 1988), procurou-se atribuir ao material um caráter abrangente com a inclusão de situações-problema diversas, contemplando não somente temáticas dos cursos envolvidos, na tentativa de aumentar a probabilidade de ocorrência de compreensão das características básicas necessárias para a utilização do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) por um maior número de estudantes.

Os objetivos de todas as situações-problema constantes no material didático elaborado são comuns e podem ser definidos como:

Identificar qual teste estatístico é mais adequado para a resolução da situação-problema;

Formular as hipóteses relativas à situação-problema;

Determinar os valores crítico e calculado;

Analisar os valores encontrados, relacionando-os às hipóteses formuladas, tomando as decisões pertinentes;

Concluir, a partir da análise, sobre os dados apresentados na situação-problema.

Para alcançar estes objetivos, foi utilizada, como apoio bibliografia específica da área, – Callegari-Jacques (2003), Vieira (1980) e Doria Filho (1999) – o que permitiu o desencadeamento de novas idéias, respeitando o seu significado lógico.

### 5.2.6. Aplicativos Computacionais

A utilização de aplicativos computacionais como ferramenta auxiliar ao processo de ensino e aprendizagem da Bioestatística dentro desta proposta visa, em princípio, à transposição do primeiro obstáculo enfrentado pelos estudantes – a realização de cálculos – deixando que os mesmos disponham de maior tempo para o objetivo específico do conteúdo: a análise e interpretação dos dados propostos nas situações-problema o que, futuramente, poderá ser utilizado em suas pesquisas e projetos.

Para a escolha do *software* a ser utilizado no desenvolvimento desta proposta, foram consideradas as características – descritas no capítulo 3 – que o mesmo deve possuir para que possa ser utilizado com fins educacionais, segundo Valente (1998). Desta forma, o *software* escolhido foi o Bioestat 5.0<sup>1</sup> (Ayres, 2007): *software* específico para resolução de situações que envolvam Estatística e Bioestatística. Outro fator considerado na escolha foi o fato de o Bioestat 5.0 ser um *software* de domínio público apresentado em Língua Portuguesa.

O *software* Bioestat analisado a partir das características nomeadas por Valente (1998) pode ser considerado um *software* educativo, pois não é somente uma moderna máquina de calcular, por possuir uma gama de opções incluindo sugestões, explicações e exemplos dos aplicativos estatísticos nele existentes e, ainda, possui alternativas para a criação de gráficos representativos de dados e resultados estatísticos, que auxiliam e facilitam a análise dos mesmos.

Outro aspecto importante de sua estrutura diz respeito à execução dos testes estatísticos: após a inserção dos dados e ativação dos comandos para iniciar a realização do teste escolhido para uma determinada amostragem, o *software* alerta em caso da opção feita pelo usuário ser inadequada oferecendo, automaticamente, opções que melhor atendam os objetivos pretendidos na análise, possibilitando ao estudante uma releitura da situação-problema.

Além do *software* Bioestat, foi usado outro aplicativo computacional, o TelEduc<sup>2</sup> ambiente virtual de apoio ao processo de ensino e aprendizagem, que é um *software* livre desenvolvido pelos pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada a Educação (NIED) e pelo Instituto de Computação (IC) da Universidade

1 Disponível em: <[http://biocistron.blogspot.com/2008/07/programa-bioestat-50\\_7617.html](http://biocistron.blogspot.com/2008/07/programa-bioestat-50_7617.html)>

2 Disponível em: <<http://teleduc.univates.br>>

Estadual de Campinas (UNICAMP). O TelEduc possibilita a troca direta de informações entre estudantes e formadores, facilitando o esclarecimento de dúvidas e o acesso aos materiais didáticos necessários para o desenvolvimento das atividades propostas, ou seja, permite que os indivíduos envolvidos no processo possam discutir, compartilhar e colaborar no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Dentre os vários recursos disponíveis neste ambiente virtual, utilizou-se o correio eletrônico para facilitar a comunicação entre os participantes do curso e espaço para postagem de material de apoio e atividades didáticas.

### **5.2.7. Prática docente**

A aplicação desta proposta ocorreu em quatro etapas, cada qual de quatro horas semanais em período único, totalizando dezesseis horas. Nas etapas de aplicação estava presente a professora titular da disciplina e co-orientadora desta proposta, Claudete Rempel ou o professor orientador, Claus Haetinger.

No primeiro encontro, o conteúdo foi abordado da forma teórica tradicional, em sala de aula, somente com o auxílio de quadro e projeção de *slides* através do *datashow*. O segundo e terceiro encontros foram desenvolvidos em um laboratório de informática onde os estudantes puderam optar entre desenvolver as atividades propostas com o auxílio do *software* Bioestat, de planilhas de cálculo (MS Excel)<sup>3</sup> ou pelo método tradicional - com o auxílio da calculadora.

Nestas três primeiras etapas, independente da forma metodológica utilizada, sempre foi trabalhada a discussão e análise dos resultados encontrados. No último encontro, também realizado em um laboratório de informática, foi realizada uma tarefa avaliativa onde os estudantes optaram entre o uso ou não do computador, descrevendo as estratégias de resolução utilizadas.

### **5.2.8. Coleta de Dados da Pesquisa**

A estratégia para a obtenção de dados utilizada na proposta segue um modelo de pesquisa quali-quantitativo, isto é, seguindo uma combinação entre os métodos qualitativo e quantitativo, sendo que este último foi utilizado como meio de subsidiar a análise qualitativa feita dos dados colhidos (Teixeira & Freire, SD).

---

3 Fabricante: <<http://office.microsoft.com/excel>>

Lüdke & André (1986) apontam algumas características básicas do método de pesquisa qualitativa:

- Participação ativa do pesquisador: o pesquisador deve estar presente e em contato direto com o ambiente e com a situação investigada.
- Dados coletados descritivos: os dados coletados devem conter descrições, depoimentos e afins.
- Processo é mais importante que o produto: o interesse do pesquisador deve estar focado na forma como um problema se manifesta nas atividades e nos procedimentos.

Desta forma, no decorrer das aulas, foram utilizadas as seguintes estratégias para a coleta de dados:

1. Observação direta (APÊNDICE D): durante o desenvolvimento das aulas foi observada e registrada a forma com que os estudantes realizavam as atividades, procurando-se verificar se houve variação no grau de envolvimento dos mesmos após a implementação do *software*. Também se procurou observar se o nível de compreensão (interpretação) dos resultados obtidos sofreu evolução significativa durante o processo.

2. Situações-problema diversas: conjunto de situações-problema referentes ao conteúdo estudado a serem desenvolvidas pelos estudantes durante a aplicação da proposta.

3. Produção individual: formulação de uma situação-problema na qual a análise e interpretação de dados correspondesse às características do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

4. Tarefa avaliativa: constituída por situações-problema similares às trabalhadas durante o desenvolvimento da proposta. Os estudantes deveriam resolvê-las levando em conta os critérios adotados durante as aulas, podendo optar entre o uso ou não de aplicativos computacionais.

5. Depoimentos: uma das questões da tarefa avaliativa, de natureza facultativa, solicitava aos estudantes que justificassem o motivo pelo qual utilizaram ou não aplicativos computacionais para o desenvolvimento das situações-problema.

### 5.2.9. Análise dos dados da pesquisa

Segundo Lüdke & André (1986) os dados obtidos através da observação e da análise dos resultados das atividades realizadas no decorrer da proposta devem ser organizados em categorias afins, para que se possa analisar a existência ou não de tendências comuns e/ou padrões específicos entre eles.

De acordo com estas características, a organização dos dados obtidos foi feita dando ênfase a determinados aspectos específicos de cada atividade desenvolvida:

1. Produção Individual: as situações-problema foram analisadas para verificar se os estudantes formularam questões nas quais seja possível a realização do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), evidenciando assim se ocorreu uma compreensão adequada sobre os critérios necessários para a sua utilização.

2. Depoimentos: os depoimentos foram analisados e classificados por afinidade, para verificar se existe um consenso quanto à importância atribuída pelos estudantes em relação ao uso de aplicativos computacionais para a realização de atividades didáticas.

3. Resolução de situações-problema diversas e questões da tarefa avaliativa: foram analisadas levando em conta, principalmente, a formulação das hipóteses e a interpretação dada aos resultados obtidos.

4. Comparação de resultados: os resultados obtidos na tarefa avaliativa realizada durante a aplicação desta proposta foram comparados com os resultados apresentados pelos estudantes na tarefa avaliativa realizada anteriormente na disciplina, no mês de abril (ANEXO D), com o objetivo de analisar a ocorrência (ou não) de uma evolução na produção de significados e na compreensão de conceitos.

Tendo por objetivo investigar evidências dos aspectos teóricos, aos quais se faz referência nos capítulos 2 e 3, o material constituinte desta proposta de ensino – material de apoio, situações-problema, tarefa avaliativa, depoimentos, produção individual e apontamentos resultantes da observação direta – foi integrado ao desenvolvimento da proposta de ensino (capítulo 6) e à análise dos dados da pesquisa (capítulo 7).

## 6. DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE ENSINO

Neste capítulo, inicialmente, são tecidas algumas considerações sobre as estratégias didáticas utilizadas no processo de ensino e aprendizagem e sobre o material didático elaborado.

Em seguida, com o objetivo de proporcionar ao leitor uma visão abrangente de como foi conduzida a aplicação da proposta, efetua-se o registro do desenvolvimento dos encontros nos quais se arrola o material didático utilizado: material de apoio e situações-problema propostas, acompanhadas de seu desenvolvimento.

Em determinados momentos, lançou-se mão de comentários ou depoimentos realizados por estudantes, sendo estes denominados  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e assim sucessivamente, tendo em vista a preservação de sua integridade e identidade.

### 6.1. Considerações sobre a proposta de ensino e o *software* Bioestat 5.0

O objetivo geral da disciplina de Bioestatística (capítulo 5) é *oportunizar ao aluno da área da saúde conhecimento sobre amostragem, organização de hipóteses, testes estatísticos e conclusões*. Em entrevista oral informal com professores desta disciplina e com acadêmicos que já a haviam cursado ou que estavam em curso, pôde-se definir uma opinião comum: a grande quantidade de fórmulas e cálculos complexos necessários para a determinação dos resultados numéricos figura como principal obstáculo para o seu aprendizado.

Desta forma, os estudantes acabam por não assimilar a finalidade da Bioestatística que é a organização, análise e interpretação dos dados, e acabam definindo-a como “cálculo e Matemática puros” abrindo caminho para a pergunta-chave: para que aprender tanta matemática se não vou utilizá-la para nada na minha profissão?



Uma parcela dos docentes de Bioestatística tem tido como objetivo a transposição deste obstáculo. Uma das alternativas é a utilização de planilhas de cálculo. Esta estratégia, embora válida, não tem surtido resultados significativos, pois sabemos que as planilhas de cálculo são operadas através de comandos e fórmulas pré-determinados ou elaboradas a critério do conhecimento do estudante. No caso de erro, o usuário é alertado, mas as planilhas não fornecem informações relativas ao erro, dentro do conteúdo que está sendo estudado e muito menos alternativas que auxiliem na sua compreensão ou correção, ou seja, elas fundamentalmente cumprem o papel de calculadoras eletrônicas avançadas.

Outro obstáculo na utilização de planilhas é o fato de que o estudante precisa possuir um conhecimento médio em informática para obter sucesso na elaboração das fórmulas ou para a utilização de comandos prontos, pois eles são relativamente complexos.

Em vista destas observações, e por sugestão do professor Eduardo Périco, resolveu-se utilizar como ferramenta didática em nossa proposta o *software* Bioestat por ser específico para a área, apresentado em uma linguagem simples, precisa e formal e tendo em foco que o mesmo está fundamentado em uma abordagem construcionista - devido às suas características estruturais – o que favorece a integração, permitindo a ação do estudante sobre o computador.

Estas características estruturais propiciam o surgimento de circunstâncias apropriadas para que ocorra a aprendizagem, pois permitem a reflexão sobre o resultado apresentado pelo computador, criando condições para descoberta e correção do erro (em caso de existência), possibilitando uma grande interação com os conceitos e ideias em estudo. Estes fatores despertam a curiosidade dos estudantes, aumentando a motivação para a aprendizagem. Em outras palavras, favorece o aprender através do fazer (Valente, 1998).

Para melhor compreensão do *software*, valeu-se da resolução de uma situação-problema relativa ao teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Situação-problema: (Callegari-Jacques, 2003 - adaptado) O coleóptero *Chauliognathus flavipes* pode apresentar 10 diferentes padrões para as manchas pretas que ocorrem sobre élitros (asas coriáceas que ficam sobrepostas às asas membranosas, protegendo-as), que são amarelos. Machado e Araújo (1994) coletaram insetos dessa espécie em várias localidades do Rio Grande do Sul, nos

anos de 1989 e 1990. A tabela apresenta dados obtidos para as localidades de Porto Alegre, São Leopoldo e Caxias do Sul, com respeito aos padrões 2 (claro), 3 (intermediário) e 10 (escuro), com o objetivo de comparar as freqüências de tais padrões nas três populações. Verificar se existe diferença entre as localidades quanto às freqüências dos padrões dos élitros.

Número de indivíduos da espécie *Chauliognathus flavipes* com diferentes padrões de manchas nos élitros, coletados em três localidades do Rio Grande do Sul

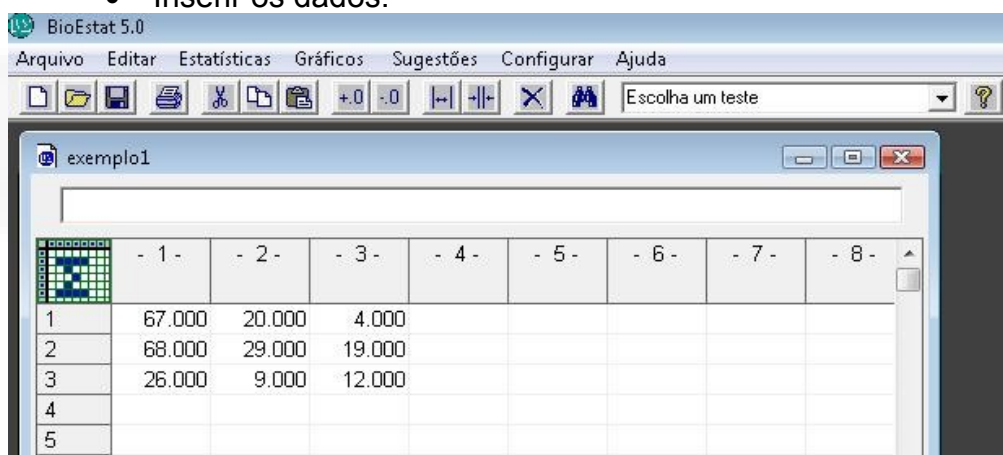
| Localidade    | Padrão 2 | Padrão 3 | Padrão 10 | Total |
|---------------|----------|----------|-----------|-------|
| Porto Alegre  | 67       | 20       | 4         | 91    |
| São Leopoldo  | 68       | 29       | 19        | 116   |
| Caxias do Sul | 26       | 9        | 12        | 47    |
| Total         | 161      | 58       | 35        | 254   |

Fonte: Machado e Araújo, 1994 (adaptado).

Pelas características da coleta de dados, esta situação-problema pode ser analisada através do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - associação ou independência (tabelas de contingência). Para demonstrar a resolução desta através do Bioestat vamos supor quatro situações:

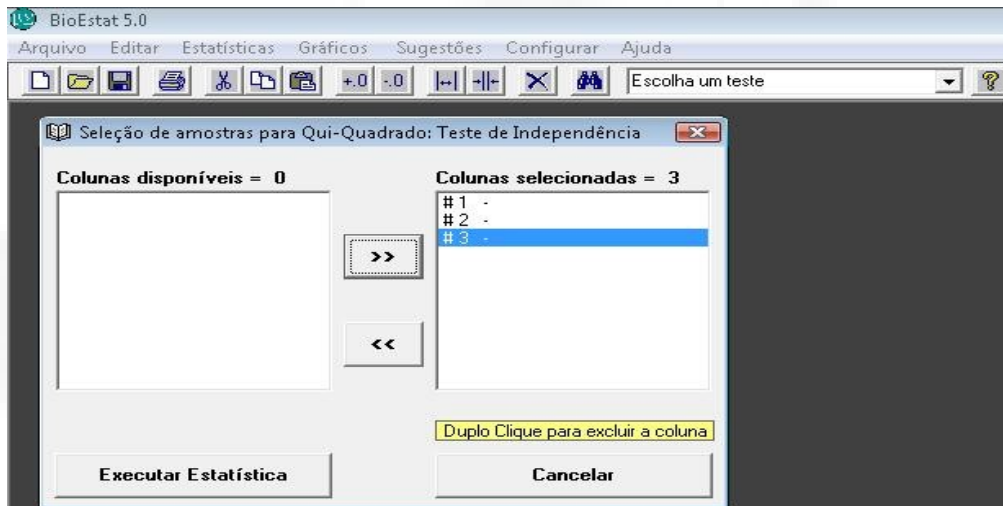
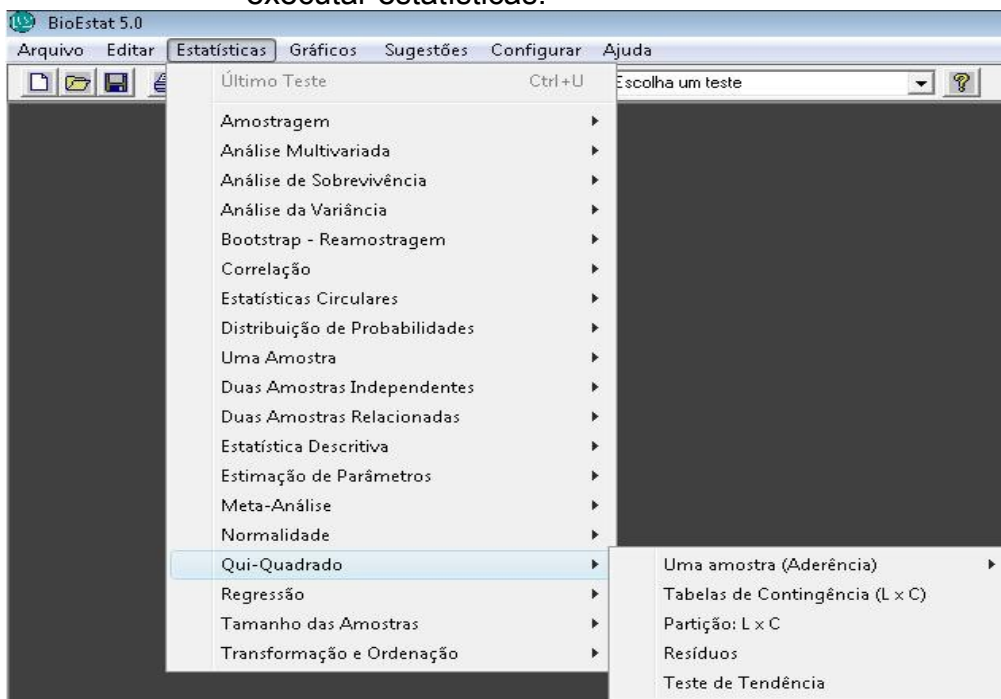
1ª situação: o estudante identificou o teste a ser utilizado na análise (Qui-quadrado) e o tipo (independência) assim, somente deve seguir o procedimento padrão do *software*:

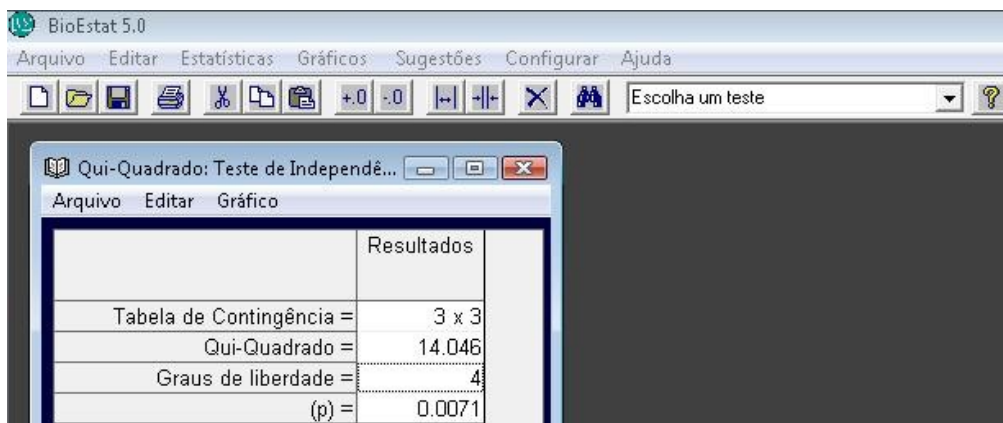
- Inserir os dados.



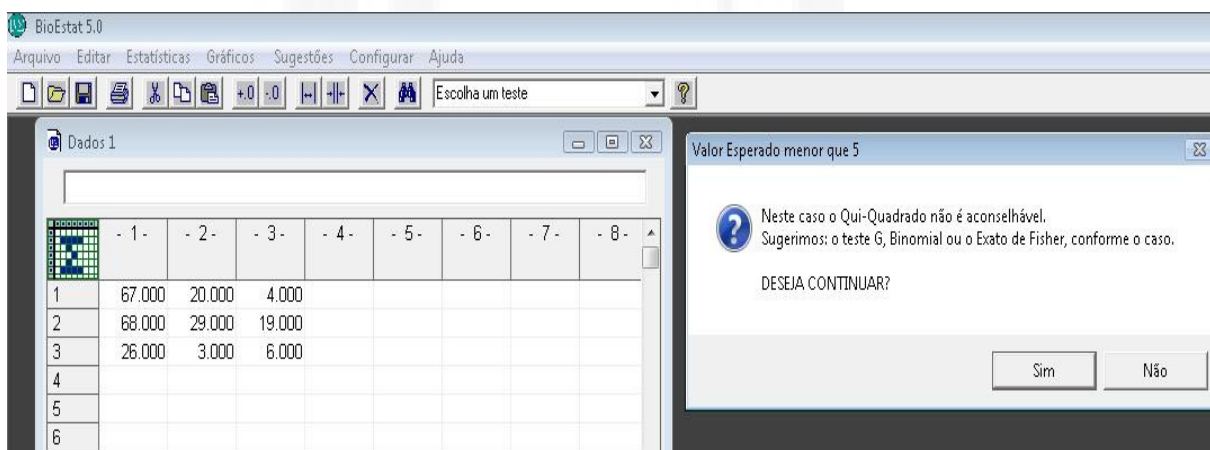
- Determinar os comandos:
  - estatísticas;
  - qui-quadrado;
  - tabelas de contingência (LxC);

- selecionar colunas,
- executar estatísticas.



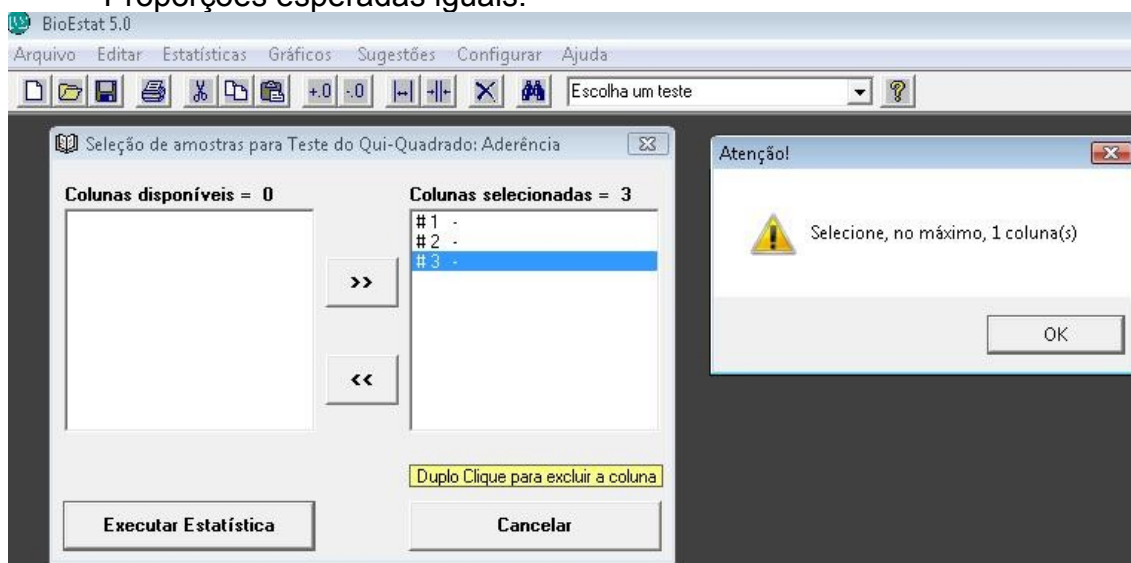


**2ª situação:** embora sendo possível a realização do teste escolhido pelo estudante para resolver a situação-problema, o mesmo é inadequado. Neste caso, o *software* informa o razão da inadequação e apresenta sugestões. Observe a tela:

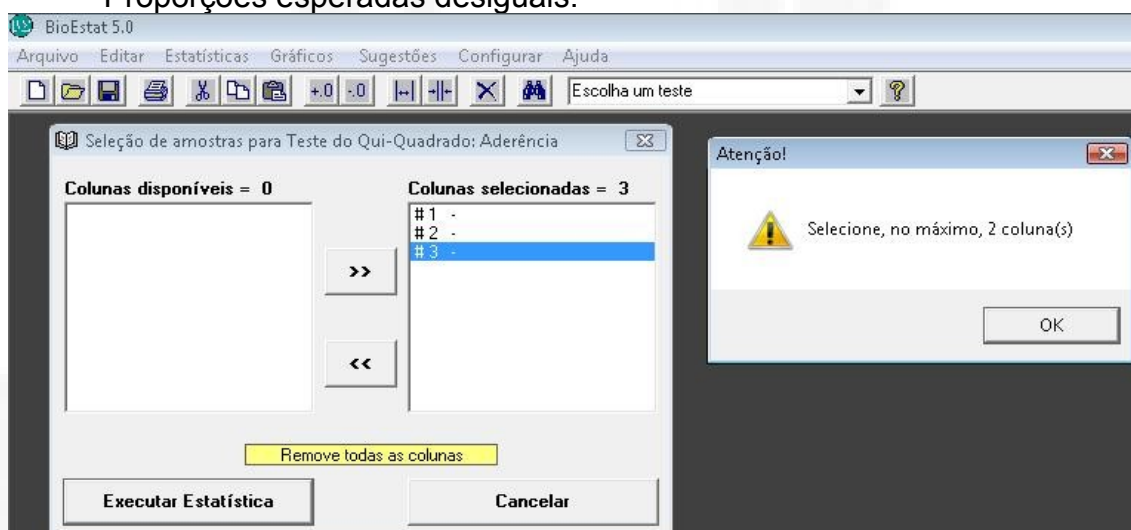


**3ª situação:** o estudante identificou o teste a ser utilizado na análise (Qui-quadrado –  $\chi^2$ ), mas não tem segurança quanto ao tipo (independência ou aderência). No caso de optar pela forma incorreta de análise (aderência) verificamos a inviabilidade através da execução do teste, pois independentemente da forma o mesmo não permite a análise de todos os dados simultaneamente, o que não interessa à situação-problema em questão: proporções esperadas iguais (1 coluna) ou desiguais (2 colunas). Vamos observar as telas:

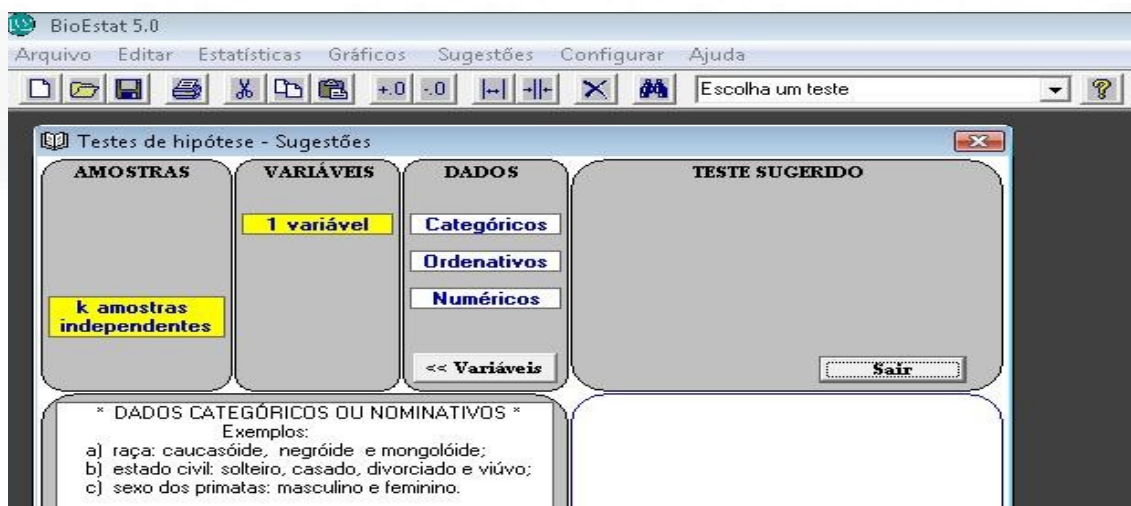
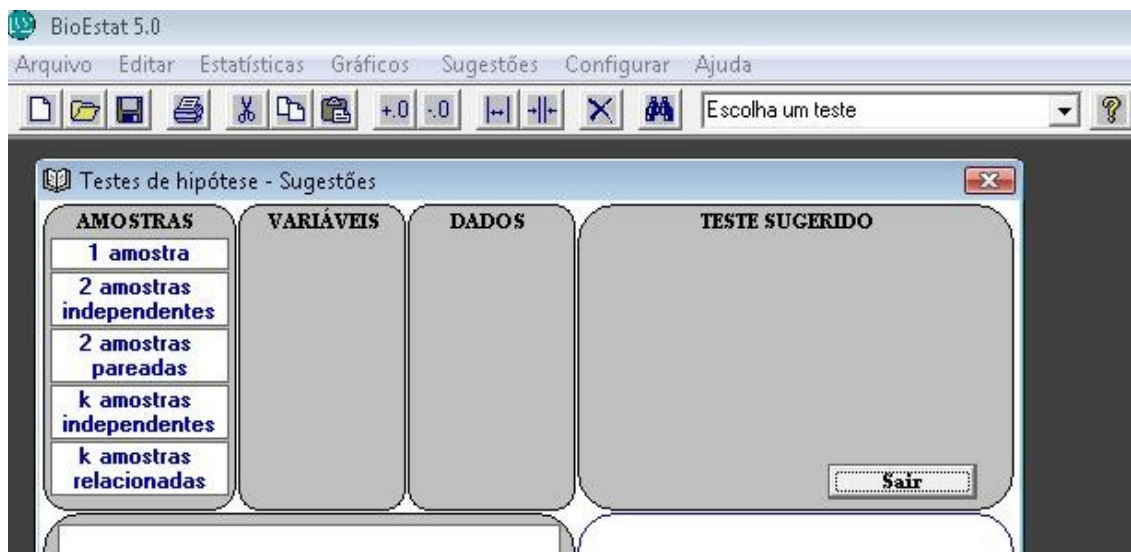
### Proporções esperadas iguais:

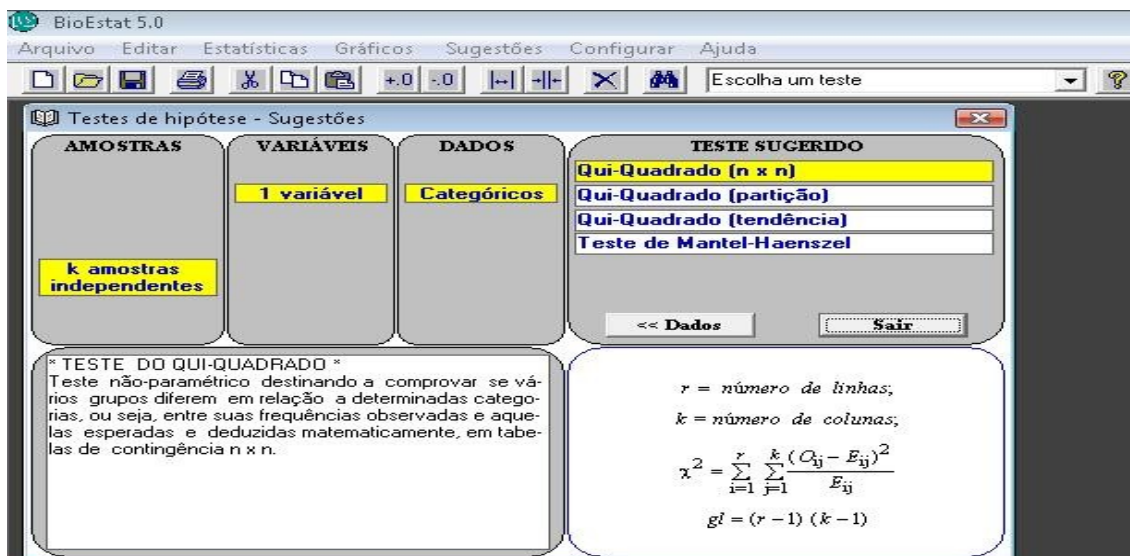


### Proporções esperadas desiguais:



4ª situação: o estudante não conseguiu determinar o teste adequado para a análise dos dados. Neste caso, o *software* possui o comando **sugestões** que oferece possibilidades de testes viáveis à situação-problema em questão. É importante ressaltar que as sugestões oferecidas são acompanhadas por definições e exemplos, o que possibilita a determinação da aplicabilidade dos testes. Vamos observar a sequência das telas:





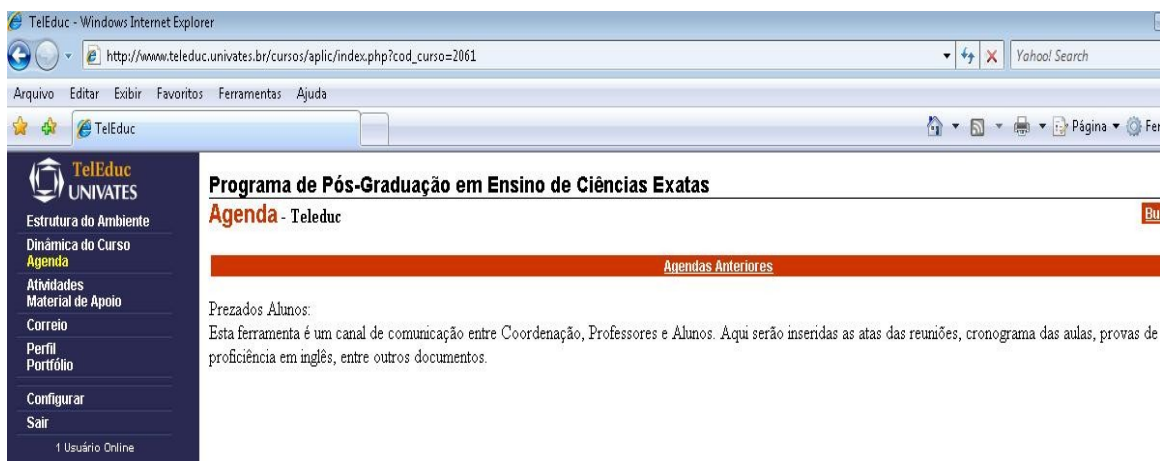
## 6.2. Considerações sobre o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) TelEduc

A interatividade é um dos fatores determinantes para que se obtenha sucesso no processo de ensino e aprendizagem e é um conceito chave na comunicação mediada pelo computador, pois facilita a comunicação extra-classe entre estudante e professor e também, entre os estudantes (Leon et al, 2007).

A comunicação proporcionada pela utilização do correio eletrônico do TelEduc atua como fator motivador para os estudantes, pois os mesmos não precisam esperar até um próximo encontro para esclarecerem suas dúvidas ou manifestar suas opiniões e sugestões em relação às atividades propostas.

A utilização do TelEduc também teve como objetivos incentivar a participação dos estudantes e facilitar o acesso aos materiais didáticos.





### 6.3. Considerações sobre o material didático elaborado

No processo instrucional (capítulo 2), um dos fatores mais importantes a ser considerado é a estrutura cognitiva do estudante no momento da aprendizagem. Portanto, para que um material possua potencial de ser significativo ele deve permitir que o estudante relacione de forma lógica, não-arbitrária e substantiva os novos conceitos aos já instalados na sua estrutura cognitiva (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003).

Segundo Moreira (1999), pode-se exercer influência sobre a estrutura cognitiva do indivíduo de duas maneiras: substantivamente e programaticamente (capítulo 2).

A elaboração do material didático seguiu estas características (rever 5.2.5) e convém salientar que o mesmo é uma compilação de informações, conceitos e exercícios obtidos em literatura específica da área de Bioestatística: Callegari-Jacques, 2003; Doria Filho, 1999; Vieira, 1980 e, ainda, destacamos que algumas das situações-problema foram elaboradas sem auxílio de bibliografia.

Para as situações-problema constantes no material didático foram estabelecidos objetivos (capítulo 5) e identificados os pré-requisitos necessários para o cumprimento destes.

Objetivos das situações-problema: quatro dos objetivos estabelecidos possuem pré-requisitos comuns. São eles:



- Identificar qual teste estatístico é mais adequado para a resolução da situação-problema.
- Formular as hipóteses relativas à situação-problema.
- Analisar os valores encontrados relacionando-os às hipóteses formuladas, tomando as decisões pertinentes;
- Concluir, a partir da análise, sobre os dados apresentados na situação-problema.

Tendo em vista que do material didático constam questões envolvendo três tipos de testes estatísticos – Teste t e Correlação Linear Simples (estudados anteriormente) e Teste Qui-quadrado (objeto da proposta de ensino) – estes objetivos somente serão cumpridos satisfatoriamente se o estudante conhecer as características e a aplicabilidade destes testes.

Isto remete a dois pré-requisitos básicos: o conhecimento dos testes estatísticos estudados anteriormente e a ciência de conceitos estatísticos fundamentais (hipóteses e variáveis estatísticas, amostra, população, desvios, variância, média aritmética, probabilidade, curva normal ou de Gauss, entre outros).

A linguagem também é fator determinante para o cumprimento destes objetivos, pois somente com a leitura e interpretação criteriosas dos dados constantes na situação-problema o estudante poderá identificar as características estatísticas específicas de cada caso.

Quanto ao objetivo “determinar os valores crítico e calculado”, deve-se considerar alguns aspectos:

- valor crítico: para os Testes t e Qui-quadrado os valores críticos referentes a qualquer situação-problema são pré-estabelecidos e apresentados em forma de tabelas (ANEXO C). Para a Correlação Linear Simples é realizada uma avaliação qualitativa quanto à sua intensidade. Esta avaliação do grau de correlação existente entre duas variáveis obedece a critérios pré-estabelecidos (ANEXO C).

Portanto, para a determinação dos valores críticos é necessário atenção na organização dos dados apresentados no enunciado e conhecimentos básicos de leitura e manuseio de tabelas.

- valor calculado: os pré-requisitos necessários para a determinação do valor calculado em cada situação-problema dependem da opção do estudante no

momento da resolução da mesma, mas a organização dos dados apresentados no enunciado continua a ser fundamental.

Se a opção for realizar o exercício na forma tradicional, além de possuir as fórmulas referentes ao teste em questão, são necessários conhecimentos de Matemática básica (aritmética).

No caso de o estudante optar por ferramentas computacionais, ele deve possuir conhecimentos básicos de informática e um *software* adequado.

#### **6.4. O desenvolvimento das aulas**

Esta seção destina-se à descrição do desenvolvimento das aulas.

##### **6.4.1. Encontro 1 – Data: 05 de junho de 2008**

Objetivos:

- Estabelecer as características dos diferentes testes estatísticos.
- Analisar, a partir de observação direta realizada durante o desenvolvimento dos exercícios propostos, se as principais dúvidas referem-se à realização de cálculos ou à interpretação das situações-problema.

A primeira aula foi ministrada de forma expositiva tradicional em sala de aula.

Em um primeiro momento, foi realizada a correção de exercícios referentes ao conteúdo anterior - Correlação Linear Simples (ANEXO A) e logo após foi feita a retomada de outro teste estatístico estudado – Teste t (APÊNDICE A) - tendo como objetivo estabelecer a aplicabilidade de cada um deles.

A finalidade deste primeiro momento foi o estabelecimento dos *organizadores prévios* que possuem a função de *pontes cognitivas* entre os conteúdos estudados anteriormente e o conteúdo a ser desenvolvido – Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - conforme capítulos 2 e 5.

Dois princípios instrucionais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (capítulos 2 e 5) foram largamente explorados: *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora*.

Anteriormente a efetivação desta proposta, os testes estatísticos foram apresentados de forma geral aos estudantes, com o objetivo de determinar as suas finalidades. Em seqüência, foram especificados os tipos de testes estatísticos,

diferenciando-os em termos de aplicação; neste procedimento fica evidenciada a *diferenciação progressiva*.

À medida que os testes foram sendo desenvolvidos, gradativamente as situações-problema foram comparadas entre si, sendo apontados os aspectos comuns e as diferenças existentes entre os dados constantes em cada caso. Estabelecemos desta forma, a *reconciliação integrativa*.

No segundo momento, foi introduzido o conteúdo previsto na proposta (Teste Qui-quadrado –  $\chi^2$ ). O conteúdo foi explicado verbalmente com o auxílio de quadro de giz e projeção de *slides* – *datashow* sendo este trabalho acompanhado sistematicamente pelos estudantes que possuíam cópias xerografadas do texto integrante dos mesmos. Foram desenvolvidos junto ao quadro de giz dois exemplos de aplicação do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Durante a explicação e realização dos exemplos foi dada grande ênfase à interpretação dos dados e formulação das hipóteses estatísticas, com o intuito de mostrar aos estudantes que o cálculo dos valores do teste é importante, mas que de nada adianta termos resultados numéricos, se não soubermos interpretá-los de forma correta. Conseguindo assim chegar a uma conclusão coerente a partir da análise dos dados coletados.

Surgiram muitas dúvidas tanto em relação à formulação das hipóteses quanto em relação à realização dos cálculos. Foi possível perceber que alguns estudantes se preocupavam muito mais com a parte Matemática do que com a interpretação das situações-problema, preocupação esta originada, talvez, pela falta de conhecimentos matemáticos básicos necessários para a aplicação das fórmulas.

“Não consigo entender como se calcula os valores esperados, não dá para calcular de outro jeito? Quem sabe por regra de três? (E<sub>38</sub> - comentário realizado durante a realização do cálculo dos valores esperados no exemplo de aderência)”.

“O que devemos considerar para a formulação das hipóteses? O sexo das pessoas ou a ausência/presença de dentes? (E<sub>25</sub> - comentário realizado durante a resolução do exemplo de independência)”.

Após a realização dos exemplos, foi proposta aos estudantes a resolução das dez situações-problema seguintes, distribuídas da seguinte maneira: oito referentes ao Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e dois referentes ao Teste t, sendo que os estudantes não foram informados de que havia variação no tipo de exercícios. Este

procedimento foi adotado a fim de verificar se perceberiam a diferença entre as situações-problema e as resolveriam pelo teste adequado.

Em função do tempo não foi possível efetuar a resolução de todos os exercícios em sala de aula, ficando determinado que os estudantes finalizassem a resolução extraclasse, sendo a correção das atividades agendada para o próximo encontro. A fim de auxiliá-los na realização desta tarefa, foi postada no TelEduc a resolução dos exemplos realizados em sala de aula, bem como dois exemplos adicionais (ANEXO B).

A seguir, efetuou-se o registro do material de apoio (texto introdutório) e da resolução integral dos exemplos. Mas, a partir deste ponto, com o intuito de tornar o relato mais objetivo, na resolução dos exercícios efetuaremos somente a transcrição das hipóteses, dos valores crítico (tabela) e calculado, da tomada de decisão e da formulação da conclusão.

### **Texto introdutório**

### **Teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ )**

- Teste de hipóteses adequado para analisar variáveis qualitativas com duas ou mais categorias, avaliando a associação existente entre variáveis qualitativas.
- Teste não-paramétrico (dados não se distribuem em curva normal): não depende dos parâmetros populacionais como média e dispersão.
- Princípio básico: comparar proporções, isto é, as possíveis divergências entre as frequências observadas e esperadas para certo evento.
- Pode-se dizer que dois grupos se comportam de forma semelhante se a diferença entre as frequências esperadas e observadas em cada categoria for muito pequena, próximas a zero.

### **Hipóteses Estatísticas**

Hipóteses estatísticas são conjecturas formuladas para a comparação de dois ou mais parâmetros (variáveis) quer afirmando que são iguais ou não.

### **Tipos de hipóteses estatísticas:**

*Hipótese nula ou de nulidade ( $H_0$ ):* é a primeira a ser formulada. Determina a ausência de diferença entre os parâmetros, isto é, simplesmente afirma que não há

diferença entre os grupos estudados, atribuindo a ocorrência do fenômeno ou resultado observado ao acaso.

*Hipótese alternativa ( $H_1$  ou  $H_A$ ):* contraria a hipótese nula, ou seja, determina a existência de diferença entre os parâmetros estudados.

### **Teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) de Aderência (Ajustamento)**

- Verifica se uma distribuição observada de frequência (O) está de acordo com uma distribuição de valores esperados (E) conforme uma determinada teoria ou lei científica que rege o fenômeno em estudo.

### **Procedimento**

- Elaboração das hipóteses estatísticas

$H_0$ : a distribuição de frequências observadas é igual à distribuição de frequências esperadas ( $H_0 : O = E$ )

$H_1: O \neq E$

- Escolha do nível de significância: decisão arbitrária do pesquisador, baseada na experiência, na literatura e/ou relevância clínica ( $\alpha = 5\%$  /  $\alpha = 1\%$  /  $\alpha = 0,1\%$ ).
- Determinação do valor crítico do teste (grau de liberdade)

gl = número de categorias – 1

- Encontrar o valor ( $\chi^2$ ) da tabela  $\longrightarrow \chi^2_{\text{tab}} (\alpha ; \text{gl})$
- Determinação do valor calculado do teste

$$\chi^2_{\text{calc}} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

- Decisão

$\chi^2_{\text{calc}} < \chi^2_{\text{tab}} \longrightarrow$  não se rejeita  $H_0$

$\chi^2_{\text{calc}} \geq \chi^2_{\text{tab}} \longrightarrow$  rejeita-se  $H_0$

- Conclusão

### Teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) de Independência (Associação)

- Testa a correlação entre duas ou mais variáveis qualitativas, independentes entre si, ou seja, verifica se duas ou mais populações tem a mesma proporção de indivíduos com a mesma característica.
- Os dados são organizados em uma tabela de contingência.
- O único total fixo é o total de indivíduos estudados.
- Não existe teoria ou lei científica que permite prever as frequências esperadas.
- Frequências esperadas (E) são obtidas a partir das frequências observadas (O).

#### Procedimento

- Elaboração das hipóteses estatísticas

$H_0$ : a distribuição de frequências observadas é igual à distribuição de frequências esperadas ( $H_0 : O = E$ )

$H_1: O \neq E$

- Escolha do nível de significância: decisão arbitrária do pesquisador, baseada na experiência, na literatura e/ou relevância clínica ( $\alpha = 5\%$  /  $\alpha = 1\%$  /  $\alpha = 0,1\%$ ).
- Determinação do valor crítico do teste (grau de liberdade)  
 $gl = (\text{linhas da tabela} - 1) \cdot (\text{colunas da tabela} - 1)$
- Encontrar o valor ( $\chi^2$ ) da tabela  $\longrightarrow X^2_{\text{tab}}(\alpha ; gl)$
- Determinação do valor calculado do teste

$$\chi^2_{\text{calc}} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

onde:  $E = \frac{\text{total da coluna} \times \text{total da linha}}{\text{total geral}}$

- Decisão

$\chi^2_{\text{calc}} < \chi^2_{\text{tab}} \longrightarrow$  não se rejeita  $H_0$

$\chi^2_{\text{calc}} \geq \chi^2_{\text{tab}} \longrightarrow$  rejeita-se  $H_0$

- Conclusão

**Exemplo 1 (aderência)**

(Callegari-Jacques, 2003) Na população branca a proporção de indivíduos sensíveis: insensíveis à feniltiocarbamida (PTC) é 7 : 3. Em uma amostra de 240 pessoas brancas com problemas de tireóide foram encontradas 144 sensíveis. Considerando que o fenótipo sensível é dominante sobre o insensível, analise os dados obtidos e tire uma conclusão ( $\alpha = 0,05$ ).

**H<sub>0</sub>:** em pessoas brancas com problemas de tireóide o fenótipo sensível à feniltiocarbamida (PTC) é dominante sobre o fenótipo insensível (O=E)

**H<sub>1</sub>:** em pessoas brancas com problemas de tireóide o fenótipo sensível à feniltiocarbamida (PTC) não é dominante (O≠E)

**Determinação do  $\chi^2$  (tabela)**

**$\alpha = 0,05$**

**Graus de liberdade** = categorias – 1 = 2 - 1 = 1

- categorias = 2 (sensível e insensível)

**$\chi^2_{(0,05;1)} = 3,84$**

**Determinação do  $\chi^2$  (calculado)**

|            | OBSERVADO | sensíveis:insensíveis<br>total proporção: 10 (7 : 3) | ESPERADO |
|------------|-----------|--|----------|
| Sensível   | 144       | $\frac{240 \cdot 7}{10}$                             | 168      |
| Insensível | 96        | $\frac{240 \cdot 3}{10}$                             | 72       |
| Total      | 240       | -----  | 240      |

$$\chi^2_{(calc)} = \frac{\sum (O - E)^2}{E}$$

$$\chi^2_{(calc)} = \frac{(144 - 168)^2}{168} + \frac{(96 - 72)^2}{72} = 3,248 + 8 = 11,428$$

**Decisão**

$$\chi^2_{(calc)} \geq \chi^2_{(tab)} \longrightarrow \text{rejeita-se } H_0$$

$$(11,428 \geq 3,84)$$

**Conclusão**

Entre as pessoas brancas com problemas de tireóide o fenótipo sensível à feniltiocarbamida (PTC) não é dominante sobre o fenótipo insensível, ou seja, entre

as pessoas brancas com problema de tireóide a proporção de pessoas sensíveis à PTC é menor do que na população branca em geral.

### **Exemplo 2 (independência)**

(Vieira, 1980) Com base nos dados apresentados na tabela abaixo teste, ao nível de significância de 1%, a hipótese de que a ausência congênita de dentes independe do sexo.

#### Escolares segundo o sexo e a ausência congênita de dentes

| Sexo      | Ausência congênita de dentes |                                 | Total |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|-------|
|           | Portador                     | Não portador                    |       |
| Masculino | 23 (E <sub>1</sub> = 34,68)  | 1078 (E <sub>2</sub> = 1066,32) | 1101  |
| Feminino  | 40 (E <sub>3</sub> = 28,32)  | 859 (E <sub>4</sub> = 870,68)   | 899   |
| Total     | 63                           | 1937                            | 2000  |

**IMPORTANTE:** lembrar que os valores fornecidos na tabela são os **OBSERVADOS**, os valores **ESPERADOS** encontram-se entre parênteses e são determinados conforme o cálculo abaixo:

**H<sub>0</sub>:** a ausência congênita de dentes independe do sexo (O = E)

**H<sub>1</sub>:** a ausência congênita de dentes depende do sexo (O ≠ E)

#### **Determinação do $\chi^2$ (tabela)**

$$\alpha = \frac{1\%}{100} = 0,01$$

$$\text{Graus de liberdade} = (\text{colunas} - 1) \cdot (\text{linhas} - 1) = (2-1) \cdot (2-1) = 1$$

$$\chi^2_{(0,01;1)} = 6,63$$

#### **Determinação dos valores esperados**

$$E = \frac{\text{total da linha} \cdot \text{total da coluna}}{\text{total geral}}$$

$$E_1 = \frac{1101 \cdot 63}{2000} = 34,68$$

$$E_2 = \frac{1101 \cdot 1937}{2000} = 1066,32$$

$$E_3 = \frac{899 \cdot 63}{2000} = 28,32$$

$$E_4 = \frac{899 \cdot 1937}{2000} = 870,68$$



**Determinação do  $\chi^2$  (calculado)**

$$\chi^2_{(calc)} = \frac{\sum (O - E)^2}{E}$$

$$\chi^2_{(calc)} = \frac{(23 - 34,68)^2}{34,68} + \frac{(1078 - 1066,32)^2}{1066,32} + \frac{(40 - 28,32)^2}{28,32} + \frac{(859 - 870,68)^2}{870,68}$$

$$\chi^2_{(calc)} = 3,934 + 0,128 + 4,817 + 0,157 = \mathbf{9,036}$$

**Decisão**

$$\chi^2_{(calc)} \geq \chi^2_{(tab)} \longrightarrow \text{rejeita-se } H_0$$

$$(9,036 \geq 6,63)$$

**Conclusão**

A ausência congênita de dentes depende do sexo.

**Situações-problema propostas**

01. (Vieira, 1980) Com base nos dados apresentados na tabela abaixo teste, ao nível de significância de 5% a hipótese de que a proporção de recém-nascidos vivos portadores de anomalia congênita é a mesma nos dois sexos.

**Recém-nascidos vivos segundo o sexo e a presença ou ausência de anomalia**

| Sexo      | Anomalia |         | Total |
|-----------|----------|---------|-------|
|           | Presente | Ausente |       |
| Masculino | 28       | 1485    | 1513  |
| Feminino  | 45       | 1406    | 1451  |
| Total     | 73       | 2891    | 2964  |

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**H<sub>0</sub>:** A proporção de recém-nascidos vivos com anomalia congênita independe do sexo (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A proporção de recém-nascidos vivos com anomalia congênita depende do sexo (O ≠ E).

$$\chi^2_{(tabela: 0,05;1)} = 3,84$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 4,819$$

Como:  $\chi^2_{(calc)} \geq \chi^2_{(tab)} \rightarrow$  diferença é significativa = rejeita-se  $H_0$ .

### **Conclusão:**

A proporção de recém-nascidos vivos com anomalia congênita é diferente nos dois sexos (depende do sexo) e é maior no sexo feminino.

02. (Vieira, 1980) Com base nos dados apresentados na tabela abaixo teste, ao nível de significância de 5%, a hipótese de que a proporção de pessoas com  $Rh^-$  não depende da origem.

#### Indivíduos segundo a origem e o fator Rh

| Origem    | Fator Rh        |                 | Total |
|-----------|-----------------|-----------------|-------|
|           | Rh <sup>+</sup> | Rh <sup>-</sup> |       |
| Árabe     | 289             | 27              | 316   |
| Não-árabe | 737             | 83              | 820   |
| Total     | 1026            | 110             | 1136  |

### **Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**$H_0$ :** A proporção de pessoas com  $Rh^-$  independe da origem ( $O = E$ ).

**$H_1$ :** A proporção de pessoas com  $Rh^-$  depende da origem ( $O \neq E$ ).

$$\chi^2_{(tabela: 0,05;1)} = 3,84$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 0,648$$

### **Como:**

$\chi^2_{(calc)} < \chi^2_{(tab)} \rightarrow$  diferença não é significativa = não se rejeita  $H_0$ .

### **Conclusão:**

A proporção de pessoas com  $Rh^-$  não depende da origem.

03. De acordo com a teoria, a descendência de um cruzamento de determinada espécie de aves deveria ser vermelha, preta ou branca na seguinte proporção: 9:3:4. Se um experimento apresentou 74, 32 e 38 descendentes, respectivamente, nessas categorias, a segregação proposta pela teoria está confirmada? ( $\alpha = 5\%$ )

### **Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) – aderência**

**$H_0$ :** A segregação proposta pela teoria é válida ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** A segregação proposta pela teoria não é válida (O ≠ E).

$$\chi^2_{(tabela: 0,05;2)} = 5,99$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 1,642$$

**Como:**

$\chi^2_{(calc)} < \chi^2_{(tab)}$  → diferença não é significativa = não se rejeita H<sub>0</sub>.

**Conclusão:**

A segregação proposta pela teoria é válida.

04. (Vieira, 1980) Na tabela abaixo são dados as massas de 9 pessoas, antes e depois de uma dieta de emagrecimento. Teste, ao nível de significância de 1%, se a dieta tem efeito significativo, ou seja, se a dieta seguida pelo grupo realmente emagrece.

**Massa dos indivíduos antes e depois da dieta de emagrecimento**

|        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Antes  | 77 | 62 | 61 | 80 | 90 | 72 | 86 | 59 | 88 |
| Depois | 80 | 58 | 61 | 76 | 79 | 69 | 90 | 51 | 81 |

**Teste t – amostras relacionadas**

**H<sub>0</sub>:** A dieta de emagrecimento não tem efeito significativo (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A dieta de emagrecimento tem efeito significativo (O ≠ E).

$$t_{(tabela: 0,01;8)} = 3,355$$

$$t_{(calculado)} = 2,000$$

**Como:**

$t_{(calc)} < t_{(tab)}$  → diferença não é significativa = não se rejeita H<sub>0</sub>.

**Conclusão:**

O tratamento não tem efeito significante, ou seja, o experimento não provou que a dieta emagrece.

05. (Vieira, 1980) A tabela abaixo representa a proporção de natimortos, segundo o sexo. Teste, ao nível de significância de 5%, a hipótese de que a proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos.

Recém-nascidos segundo o sexo e a condição de vivo ou natimorto

| Sexo      | Condição |           | Total |
|-----------|----------|-----------|-------|
|           | Vivo     | Natimorto |       |
| Masculino | 1513     | 37        | 1550  |
| Feminino  | 1451     | 27        | 1478  |
| Total     | 2964     | 64        | 3028  |

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) – independência**

**H<sub>0</sub>:** A proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A proporção natimortos não é a mesma nos dois sexos (O  $\neq$  E).

$$\chi^2_{(tabela: 0,05;1)} = 3,84$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 1,148$$

**Como:**

$$\chi^2_{(calc)} < \chi^2_{(tab)} \rightarrow \text{diferença não é significativa} = \text{não se rejeita } H_0.$$

**Conclusão:**

A proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos.

06. (Vieira, 1980) Dez ratos machos adultos, criados em laboratório, foram separados aleatoriamente em dois grupos: um grupo foi tratado com a ração normalmente usada no laboratório e o outro grupo foi submetido a uma nova ração (experimental). Decorrido certo período de tempo, foi medida a massa dos ratos (em gramas), as quais estão apresentadas na tabela abaixo. Teste a hipótese de que o peso médio dos ratos é o mesmo, para os dois tipos de ração, ao nível de significância de 5%.

Massas dos ratos segundo o tipo de ração

|              |     |     |     |     |     |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Padrão       | 200 | 180 | 190 | 190 | 180 |
| Experimental | 220 | 200 | 210 | 220 | 210 |

**Teste t – amostras independentes**

**Ho:** Após o tratamento os ratos apresentam o mesmo peso médio independente do tipo de ração utilizada ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Após o tratamento os ratos apresentam peso médio diferente para cada tipo de ração utilizada ( $O \neq E$ ).

$$t_{(tabela: 0,05;8)} = 2,306$$

$$t_{(calculado)} = 4,536$$

**Como:**

$t_{(calc)} \geq t_{(tab)} \rightarrow$  diferença é significativa = rejeita-se Ho.

**Conclusão:**

Após o tratamento os ratos apresentam peso médio diferente para cada tipo de ração utilizada. Os ratos submetidos à ração experimental ganharam mais peso.

07. (Viera, 1980) Bradford-Hill e colaboradores estudaram a incidência de crianças nascidas com defeito físico em mulheres que contraíram rubéola durante a gravidez (Brit. J. Prev. Soc. Med. 12:1, 1958). Deseja-se saber se existe associação entre o período da gestação em que a mãe adoeceu e a condição do recém-nascido ( $\alpha = 0,01$ ).

Recém-nascidos segundo a época do ataque de rubéola na gestante e a condição  
Período / Gestação    Condição do recém-nascido

|                    | Normal | Com defeito físico | Total |
|--------------------|--------|--------------------|-------|
| Antes do 3º mês    | 36     | 14                 | 50    |
| A partir do 3º mês | 51     | 3                  | 54    |
| Total              | 87     | 17                 | 104   |

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**Ho:** Não existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola ( $O \neq E$ ).

$$\chi^2_{(tabela: 0,01;1)} = 6,63$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 9,573$$

**Como:**  $\chi^2_{(calc)} \geq \chi^2_{(tab)} \rightarrow$  diferença é significativa = rejeita-se Ho.

**Conclusão:** Existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola. As crianças cujas mães tiveram rubéola até o 3º mês de gestação têm maior probabilidade de nascer com defeito físico.

08. (Callegari-Jacques, 2003) Em determinada empresa, foram registrados os seguintes números de acidentes de trabalho no mês de agosto de 1998: 42 em segundas-feiras, 23 em terças-feiras, 25 em quartas-feiras, 19 em quintas-feiras, 23 em sextas-feiras, 48 em sábados (manhã e tarde). Verifique se os acidentes de trabalho ocorrem com a mesma freqüência nos seis dias úteis da semana ( $\alpha = 0,01$ ).

### **Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) – aderência**

**Ho:** Os acidentes de trabalho ocorrem com mesma freqüência nos seis dias úteis da semana ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Os acidentes de trabalho não ocorrem com a mesma freqüência nos seis dias úteis da semana ( $O \neq E$ ).

$$\chi^2_{(tabela: 0,01;5)} = 15,09$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 23,732$$

**Como:**  $\chi^2_{(calc)} \geq \chi^2_{(tab)} \rightarrow$  diferença é significativa = rejeita-se Ho.

**Conclusão:** Os acidentes de trabalho não ocorrem com a mesma freqüência nos seis dias úteis da semana.

09. Um pesquisador realizou um estudo em duas tribos indígenas, tendo como objetivo a determinação dos grupos sanguíneos dos indivíduos que as integram. Ponha à prova a hipótese de que as tribos não diferem entre si quanto às freqüências em cada tipo XY (fictício), usando um nível de significância de 0,05.

### **Indivíduos segundo a tribo indígena e o grupo sanguíneo**

|         | Grupo Sanguíneo |    |    | Total |
|---------|-----------------|----|----|-------|
|         | XX              | XY | YY |       |
| Tribo 1 | 40              | 20 | 10 | 70    |
| Tribo 2 | 60              | 40 | 30 | 130   |
| Total   | 100             | 60 | 40 | 200   |

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**Ho:** A frequência dos tipos sanguíneos XY independe da tribo indígena (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A frequência dos tipos sanguíneos XY independe da tribo indígena (O  $\neq$  E).

$$\chi^2_{(tabela: 0,05;2)} = 5,99$$

$$\chi^2_{(calculado)} = 2,931$$

**Como:**  $\chi^2_{(calc)} < \chi^2_{(tab)} \rightarrow$  diferença não é significativa = não se rejeita Ho.

**Conclusão:** A frequência dos tipos sanguíneos XY independe da tribo indígena.

10. (Callegari-Jacques, 2003) Doll e Bradford-Hill (1952) realizaram um extenso estudo sobre a etiologia do câncer de pulmão em doentes ingleses. Uma das partes do estudo referiu-se à associação entre esse carcinoma e o número de cigarros fumados por dia. Cada paciente com câncer havia sido pareado com outra pessoa de mesmo sexo e idade, que estava hospitalizado por outro problema que não câncer de tórax, vias aéreas superiores, lábios ou outro órgão que pudesse estar relacionado ao hábito de fumar. A tabela a seguir apresenta os dados obtidos em indivíduos do sexo masculino. Conclua sobre a associação mencionada, para  $\alpha = 0,001$ .

Número médio de cigarros fumados por dia

| Doença    | Idade (em anos) |        |         |         |      | Total |
|-----------|-----------------|--------|---------|---------|------|-------|
|           | < 5             | 5 a 14 | 15 a 24 | 25 a 49 | > 50 |       |
| C. Pulmão | 55              | 489    | 475     | 293     | 38   | 1350  |
| Outras    | 129             | 570    | 431     | 154     | 12   | 1296  |
| Total     | 184             | 1059   | 906     | 447     | 50   | 2646  |

**Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**Ho:** Não existe associação entre a incidência de câncer de pulmão e a quantidade de cigarros fumados por dia (O = E).

**H<sub>1</sub>:** Existe associação entre a incidência de câncer de pulmão e a quantidade de cigarros fumados por dia (O  $\neq$  E).

$$\chi^2_{(tabela: 0,001;4)} = 18,47$$

$$\chi^2_{\text{(calculado)}} = 93,782$$

**Como:**  $\chi^2_{\text{(calc)}} \geq \chi^2_{\text{(tab)}} \rightarrow$  diferença é significativa = rejeita-se  $H_0$ .

**Conclusão:** Existe associação entre a incidência de câncer de pulmão e a quantidade de cigarros fumados por dia. O risco de desenvolver câncer de pulmão aumenta com a quantidade de cigarros fumados diariamente.

#### 6.4.2. Encontro 2 – Data: 12 de junho de 2008

Objetivos:

- Apresentar, aos estudantes, o *software* Bioestat 5.0 como ferramenta auxiliar para o desenvolvimento das atividades propostas.
- Analisar, através de observação direta (APÊNDICE D), se estão ocorrendo progressos na formação e compreensão de conceitos.
- Verificar, através da elaboração de uma situação-problema, se houve compreensão das características e possibilidades de utilização do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).
- Observar qual o procedimento utilizado para a realização dos exercícios propostos.

O segundo encontro foi realizado em um laboratório de informática e, no início da aula foi apresentado aos estudantes o *software* Bioestat 5.0. Eles foram orientados sobre a sua utilização através de projeção das telas do programa pelo *datashow* e no decorrer do trabalho foram manuseando o *software* que estava instalado em todas as máquinas. Foi realizada a correção dos exercícios da aula anterior em conjunto com os estudantes, refazendo os cálculos com o uso do *software*.

Mesmo com a utilização do Bioestat alguns estudantes quiseram conferir seus cálculos de forma manual. Este trabalho foi feito individualmente com aqueles que apresentavam interesse.

À medida que os estudantes iam entendendo o funcionamento do *software*, foi possível perceber que a preocupação com os cálculos foi sendo amenizada e o foco foi direcionado para a formulação das hipóteses da situação-problema e à tomada de decisões.



Após a correção, foram propostas novas situações-problema para serem resolvidas fazendo uso do *software*, sem utilizar a forma tradicional de cálculo. Durante a realização dos exercícios foi possível observar que uma parcela dos estudantes percebeu que existiam exercícios de tipos variados.

A partir deste momento, em virtude de não existirem mais preocupações relevantes relacionadas à exatidão dos valores calculados, foi possível intensificar o trabalho de interpretação dos dados das situações-problema propostas.

Para determinar o objetivo (hipóteses) da pesquisa que está sendo relatada em cada questão a linguagem continua sendo pré-requisito fundamental. A dificuldade na realização desta tarefa ficou evidenciada em grande parcela dos estudantes, sendo indicada a leitura pausada e criteriosa dos enunciados para assimilação das informações.

“Eu ainda não consigo entender como eu faço as hipóteses. Me confundo toda. Não consigo diferenciar dentro dos exercícios qual é a  $H_0$  e qual é a  $H_1$ . (E<sub>43</sub>)”

Na tentativa de sanar esta deficiência, utilizou-se como estratégia o questionamento das situações propostas: através do debate ficaram evidenciadas as características específicas de cada caso determinando as variáveis e amostras envolvidas, o que auxiliou na compreensão do exercício e a determinação do teste adequado para a sua solução.

Alguns estudantes optaram por inserir diretamente os dados da situação-problema no *software* e trabalhar com a opção **sugestões** (rever 6.1). Embora este procedimento ampare-se no método de tentativas, ele pode auxiliar no processo de compreensão de conceitos se considerarmos a estrutura elucidativa apresentada pelo Bioestat: indicação do erro (no caso de ocorrência) e orientação para a reavaliação/reclassificação dos dados.

Na seqüência, duas novas estratégias foram apresentadas para auxiliar a interpretação dos resultados obtidos, a saber:

1. Após a determinação das hipóteses é possível, em alguns casos, concluir sobre os dados através da análise dos valores tabelados.

Exemplo (situação-problema nº 07 – 05 de junho de 2008)

(Viera, 1980) Bradford-Hill e colaboradores estudaram a incidência de crianças nascidas com defeito físico em mulheres que contraíram rubéola durante a gravidez (Brit. J. Prev. Soc. Med. 12:1, 1958). Deseja-se saber se existe associação entre o período da gestação em que a mãe adoeceu e a condição do recém-nascido ( $\alpha = 0,01$ ).

Recém-nascidos segundo a época do ataque de rubéola na gestante e a condição  
Período / Gestação                      Condição do recém-nascido

|                    | Normal | Com defeito físico | Total |
|--------------------|--------|--------------------|-------|
| Antes do 3º mês    | 36     | 14                 | 50    |
| A partir do 3º mês | 51     | 3                  | 54    |
| Total              | 87     | 17                 | 104   |

### **Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência**

**Ho:** Não existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola ( $O \neq E$ ).

**Conclusão:** Existe relação entre a incidência de crianças nascidas com defeito físico e o período de gestação em que a mãe contraiu rubéola. As crianças cujas mães tiveram rubéola até o 3º mês de gestação têm maior probabilidade de nascer com defeito físico

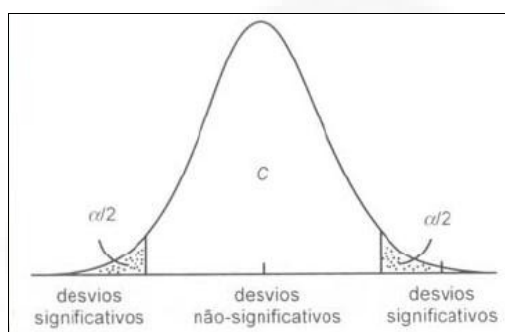
Analisando os valores da tabela, nota-se claramente uma incidência muito maior de defeito físico nos recém-nascidos cuja mãe contraiu rubéola antes do 3º mês de gestação. Neste caso, realizamos o teste para confirmar a *pré-conclusão* formulada através da observação dos dados coletados na pesquisa.

2. Significância estatística de um desvio: como o *software*, além de fornecer os resultados do teste, fornece ainda o valor de p (probabilidade), podemos realizar a análise estatística para determinar a veracidade da hipótese nula. Esta análise deve ser feita através observação da curva de Gauss, considerando o nível de significância ( $\alpha$ ) atribuído à situação-problema (Callegari-Jacques, 2003):

- os desvios da média próximos da média populacional são considerados estatisticamente *desvios não-significativos*;

- área ou região de não-significância (C): intervalo de desvios não-significativos ao redor da média populacional. Estipula-se que esta fração de indivíduos deva ser grande, já que um valor discrepante deve ser raro. A metade desta fração equivale a valores adjacentes e acima da média enquanto a outra metade, a valores adjacentes e inferiores à média;

- os valores que ficarem fora do intervalo dos desvios não-significativos são considerados *desvios significativos*.



Em síntese: um valor de  $p$  pequeno (*significativo*) indica que a diferença encontrada tem pouca probabilidade de ser causada pelo acaso – variabilidade das amostras – rejeitando-se  $H_0$ . Em contrapartida, um valor de  $p$  elevado (*não-significativo*) não implica que  $H_0$  seja verdadeira, mas tão somente em que as evidências disponíveis não são suficientes para rejeitá-la (Doria Filho, 1999).

#### Exemplo (situação-problema nº 05 – 05 de junho de 2008)

(Vieira, 1980) A tabela abaixo representa a proporção de natimortos, segundo o sexo. Teste, ao nível de significância de 5%, a hipótese de que a proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos.

#### Recém-nascidos segundo o sexo e a condição de vivo ou natimorto

| Sexo      | Condição |           |       |
|-----------|----------|-----------|-------|
|           | Vivo     | Natimorto | Total |
| Masculino | 1513     | 37        | 1550  |
| Feminino  | 1451     | 27        | 1478  |
| Total     | 2964     | 64        | 3028  |

#### Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) - independência

**Ho:** A proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** A proporção natimortos não é a mesma nos dois sexos ( $O \neq E$ ).

**Pelo valor de p:**

$p = 0,2840$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  não é significativo (diferença não é significativa) logo, não existem evidências suficientes para rejeitar  $H_0$ .

**Conclusão:** A proporção de natimortos é a mesma nos dois sexos.

Os estudantes iniciaram as atividades em aula com atendimento individualizado conforme solicitação dos mesmos, à medida que iam surgindo dúvidas. Esta nova lista não foi totalmente resolvida em sala de aula em função do tempo.

Foi solicitada aos acadêmicos, como tarefa adicional, a elaboração de uma situação-problema a ser resolvida através da utilização do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), a ser entregue no próximo encontro. A tarefa adicional teve como objetivo analisar se estava ocorrendo uma compreensão das características e possibilidades de utilização do teste.

A seguir, foi efetuado o registro de situações-problema propostas neste encontro acompanhadas de sua resolução, com a proposital omissão dos cálculos, tornando a transcrição mais objetiva, atendo-se o texto às hipóteses, aos valores do teste, à probabilidade ( $p$ ), à tomada de decisão e à formulação da conclusão.

**Situações-problema propostas**

01. (Doria Filho, 1999) A literatura informa que determinada doença é de origem genética e tem caráter autossômico dominante. Espera-se, assim, que os filhos de pais portadores dessa doença sejam afetados numa proporção de 50%. Suponha que determinado estudo envolvendo 50 filhos de casais, em que um dos pais é portador da doença, só tenha encontrado 12 afetados. Visto que se esperaria encontrar cerca de 25 afetados, a discrepância encontrada permite contestar a literatura? Justifique sua resposta. ( $\alpha = 0,001$ )

**Teste Qui-quadrado (aderência)**

**Ho:** A discrepância encontrada não é evidência suficiente para a contestação da literatura, ou seja, a doença é de origem genética e tem caráter autossômico dominante ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** A discrepância encontrada é evidência suficiente para a contestação da literatura

( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de Qui-quadrado:**

$\chi^2(\text{tabela}) = 10,83$

$\chi^2(\text{calculado}) = 13,52$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) \geq \chi^2(\text{tabela}) = \text{rejeita-se Ho}$

**Pelo valor de p:**  $p = 0,0002 =$  comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,001$ ) o valor de  $p$  é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** A discrepância encontrada é estatisticamente significativa assim, justifica-se o questionamento da literatura.

02. (Doria Filho, 1999) Considere dois tratamentos, A e B, para uma determinada doença e que se deseje compará-los com relação à sua eficácia, tendo como base os dados apresentados na tabela de contingência abaixo. Verifique, ao nível de significância de 5%, se existe disparidade entre a eficácia dos dois tratamentos.

**Índices de morte e sobrevida segundo o tratamento realizado**

|              | Morte | Sobrevida | Total |
|--------------|-------|-----------|-------|
| Tratamento A | 22    | 25        | 47    |
| Tratamento B | 8     | 16        | 24    |
| Total        | 30    | 41        | 71    |

**Teste Qui-quadrado (independência)**

**Ho:** Não existe disparidade entre a eficácia dos dois tratamentos ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe disparidade entre a eficácia dos dois tratamentos ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de Qui-quadrado:**

$\chi^2(\text{tabela}) = 3,84$

$\chi^2(\text{calculado}) = 1,182$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{não se rejeita } H_0$

**Pelo valor de p:**  $p = 0,2769 = \text{comparando com o nível de significância de } (\alpha = 0,05)$  o valor de p não é significativo (diferença não é significativa).

**Conclusão:** Não existe disparidade entre a eficácia dos dois tratamentos.

03. (Vieira, 1980) Para verificar se duas dietas para emagrecer são igualmente eficientes, um médico separou, ao acaso, um conjunto de pacientes em dois grupos. Cada paciente seguiu a dieta designada para seu grupo. Decorrido certo tempo, o médico obteve a perda de peso, em quilogramas, de cada paciente do grupo, conforme tabela abaixo. Determine ao nível de significância de 5% se, em média, as perdas de peso de pacientes submetidos às duas dietas são diferentes. E, em caso das médias serem significativamente diferentes, em qual das duas ocorre a maior perda de peso?

Perda de peso, em quilogramas, segundo a dieta

Dieta

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 12 | 8  | 15 | 13 | 10 | 12 | 14 | 11 | 12 | 13 |
| 2 | 15 | 19 | 15 | 12 | 13 | 16 | 15 |    |    |    |

**Teste t (amostras independentes)**

**H<sub>0</sub>:** As perdas de peso, em média, dos pacientes submetidos às duas dietas não são diferentes ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** As perdas de peso, em média, dos pacientes submetidos às duas dietas são diferentes

( $O \neq E$ ).

**Pelos valores do teste t:**

t (tabela) = 2,131

t (calculado) = 2,9021

**Como:** t (calculado)  $\geq$  t (tabela) = **rejeita-se H<sub>0</sub>**

**Pelo valor de p(bilateral):**

p (bilateral) = 0,0109 = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** Em média, as perdas de peso de pacientes submetidos às duas dietas são diferentes.

04. (Vieira, 1980) Um estudo de casos de diagnóstico pré-natal segundo a idade da gestante deseja verificar se existe relação entre a presença/ausência de aberração cromossômica. Os dados coletados estão registrados na tabela a seguir. Verifique ao nível de significância de 5%, se esta relação realmente existe.

Incidência de aberração cromossômica segundo a idade da gestante

| Idade da Gestante | Aberração cromossômica |         | Total |
|-------------------|------------------------|---------|-------|
|                   | Presente               | Ausente |       |
| De 35 até 40 anos | 10                     | 447     | 457   |
| 40 anos ou mais   | 18                     | 510     | 528   |
| Total             | 28                     | 957     | 985   |

**Teste Qui-quadrado (independência)**

**Ho:** Não existe relação entre a idade da gestante e a presença/ausência de aberração cromossômica ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe relação entre a idade da gestante e a presença/ausência de aberração cromossômica ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de Qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 3,84$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 1,322$$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{não se rejeita } H_0$

**Pelo valor de p:**

$p = 0,2501 =$  comparando com o nível de significância de ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  não é significativo (diferença não é significativa).

**Conclusão:** Não existe relação entre a idade da gestante e a presença/ausência de aberração cromossômica.

05. (Vieira, 1980) Com base nos dados apresentados na tabela teste, ao nível de significância de 1%, a hipótese de que o tipo sanguíneo independe da origem do indivíduo.

Indivíduos segundo a origem e o tipo sanguíneo

| Origem    | Tipo Sanguíneo |     |     |    | Total |
|-----------|----------------|-----|-----|----|-------|
|           | O              | A   | B   | AB |       |
| Árabe     | 130            | 149 | 29  | 8  | 316   |
| Não-árabe | 417            | 292 | 94  | 17 | 820   |
| Total     | 547            | 441 | 123 | 25 | 1136  |

### **Teste Qui-quadrado (independência)**

**H<sub>0</sub>:** O tipo sanguíneo independe da origem do indivíduo (O = E).

**H<sub>1</sub>:** O tipo sanguíneo depende da origem do indivíduo (O ≠ E).

### **Pelos valores de Qui-quadrado:**

$\chi^2(\text{tabela}) = 11,34$

$\chi^2(\text{calculado}) = 13,617$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) \geq \chi^2(\text{tabela}) = \text{rejeita-se } H_0$

### **Pelo valor de p:**

$p = 0,0035$  = comparando com o nível de significância de ( $\alpha = 0,01$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** O tipo sanguíneo depende da origem do indivíduo.

06. Entre os motoristas que tiveram acidentes de carro escolheu-se 88 ao acaso e foram classificados de acordo com a idade. Teorias sociológicas afirmam que os percentuais de acidentes mudam de acordo com a idade do motorista. Assim, para motoristas com idade inferior a 25 anos foram observados 36 acidentes; entre 25 e 44 anos observou-se 21 acidentes; entre 45 e 64 anos, 12 acidentes e, em idades acima de 64 anos, 19 acidentes. A referida teoria afirma que a proporção esperada de acidentes para estas idades e respectivamente: 16%, 44%, 27% e 13%. Verificar se os valores observados de acidentes por idade confirmam a teoria estabelecida. ( $\alpha = 5\%$ )

### **Teste Qui-quadrado (aderência)**

**H<sub>0</sub>:** A afirmação da teoria de que os percentuais de acidentes mudam de acordo com a idade do motorista é válida (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A afirmação da teoria de que os percentuais de acidentes mudam de acordo com a idade do motorista não é válida (O ≠ E).



**Pelos valores de Qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 7,81$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 53,051$$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) \geq \chi^2(\text{tabela}) = \text{rejeita-se } H_0$

**Pelo valor de p:**

$p < 0,0001$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** A afirmação da teoria de que os percentuais de acidentes mudam de acordo com a idade do motorista não é válida.

07. Em certo tipo de cirurgia, pode-se optar entre a anestesia local ou a anestesia geral, conforme dados pesquisados e registrados na tabela abaixo. Teste, ao nível de significância de 5%, que a sobrevivência/mortalidade independe do tipo de anestesia utilizado no procedimento cirúrgico.

**Índice de sobrevivência/mortalidade segundo o tipo de anestesia**

| Tipo de Anestesia | Vivos | Mortos | Total |
|-------------------|-------|--------|-------|
| Local             | 501   | 27     | 528   |
| Geral             | 175   | 23     | 198   |
| Total             | 676   | 50     | 726   |

**Teste Qui-quadrado (independência)**

**H<sub>0</sub>:** A sobrevivência/mortalidade independe do tipo de anestesia utilizado no procedimento cirúrgico ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** A sobrevivência/mortalidade depende do tipo de anestesia utilizado no procedimento cirúrgico ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de Qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 3,84$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 9,495$$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) \geq \chi^2(\text{tabela}) = \text{rejeita-se } H_0$

**Pelo valor de p:**

$p = 0,0021$  = comparando com o nível de significância de ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** A sobrevivência/mortalidade depende do tipo de anestesia utilizado no procedimento cirúrgico.

08. É crença popular que as vitórias em corridas de 4 mil metros ocorrem em proporções iguais para cada um dos pontos de partida. Um levantamento de 144 corridas apresentou os seguintes dados: pista 1 (20 vitórias); pista 2 (19 vitórias); pista 3 (18 vitórias); pista 4 (25 vitórias); pista 5 (17 vitórias); pista 6 (14 vitórias); pista 7 (15 vitórias) e pista 8 (16 vitórias). Teste, ao nível de significância de 5%, a validade desta crença.

#### **Teste Qui-quadrado (aderência)**

**H<sub>0</sub>:** As vitórias em corridas de 4 mil metros ocorrem em proporções iguais para cada um dos pontos de partida ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** As vitórias em corridas de 4 mil metros não ocorrem em proporções iguais para cada um dos pontos de partida ( $O \neq E$ ).

#### **Pelos valores de Qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 14,07$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 4,667$$

**Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{não se rejeita } H_0$

#### **Pelo valor de p:**

$p = 0,7006 =$  comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  não é significativo (diferença não é significativa).

**Conclusão:** As vitórias em corridas de 4 mil metros ocorrem em proporções iguais para cada um dos pontos de partida.

09. (Vieira, 1980) Os quocientes de inteligência (QI) de 10 crianças, segundo dois testes de inteligência, A e B, estão apresentados na tabela abaixo. Verifique ao nível de significância de 5%, se os dois testes de inteligência dão, em média, o mesmo valor.

#### **Valores de QI em dez crianças, segundo o teste de inteligência aplicado**

Teste

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 100 | 105 | 98  | 101 | 100 | 108 | 98  | 100 | 99  | 99  |
| B | 105 | 108 | 102 | 103 | 100 | 110 | 106 | 100 | 103 | 103 |

#### **Teste t (amostras relacionadas)**

**H<sub>0</sub>:** Os resultados obtidos nos dois testes de inteligência apresentam, em média, o mesmo valor ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Os resultados obtidos nos dois testes de inteligência não apresentam, em média, o mesmo valor ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores do teste t:**

t (tabela) = 2,262

t (calculado) = 4,2262

**Como:**  $t(\text{calculado}) \geq t(\text{tabela}) = \text{rejeita-se } H_0$ **Pelo valor de p(bilateral):**p (bilateral) = 0,0022 = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).**Conclusão:** Os resultados obtidos nos dois testes de inteligência não apresentam, em média, o mesmo valor.

10. Verificar se existe associação entre o grau de nutrição de indivíduos e o nível de inteligência apresentado pelos mesmos, tendo como base os dados apresentados na tabela abaixo. ( $\alpha = 5\%$ )

**Nível de inteligência segundo o grau de nutrição**

| Grau/Nutrição    | Nível de Inteligência |       |       | Total |
|------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|                  | Alto                  | Médio | Baixo |       |
| Satisfatório     | 245                   | 228   | 177   | 650   |
| Não satisfatório | 31                    | 27    | 13    | 71    |
| Total            | 276                   | 255   | 190   | 721   |

**Teste Qui-quadrado (independência)****H<sub>0</sub>:** Não existe associação entre o grau de nutrição de indivíduos e o nível de inteligência apresentado pelos mesmos ( $O = E$ ).**H<sub>1</sub>:** Existe associação entre o grau de nutrição de indivíduos e o nível de inteligência apresentado pelos mesmos ( $O \neq E$ ).**Pelos valores de Qui-quadrado:** $\chi^2(\text{tabela}) = 5,99$  $\chi^2(\text{calculado}) = 2,687$ **Como:**  $\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{não se rejeita } H_0$ **Pelo valor de p:**p = 0,2610 = comparando com o nível de significância de ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p não é significativo (diferença não é significativa).**Conclusão:** Não existe associação entre o grau de nutrição de indivíduos e o nível de inteligência apresentado pelos mesmos.

### 6.4.3. Encontro 3 – Data: 19 de junho de 2008

Objetivo:

- Investigar, através de observação direta, se a utilização do *software* no desenvolvimento das atividades propostas está contribuindo para a formação de significados e compreensão de conceitos.

Realizado em um laboratório de informática, o terceiro encontro iniciou com a resolução/correção das situações-problema propostas no encontro anterior.

Os procedimentos e estratégias didáticas (leitura criteriosa de enunciados, debate sobre as características específicas de cada caso, análise do valor de  $p$ , análise dos dados tabelados, utilização da opção **sugestões** do *software*, análise dos valores crítico e calculado, [...]) detalhadas nos encontros anteriores foram largamente utilizados durante todo este encontro.

Durante a correção de exercícios foi dada grande ênfase à determinação do tipo de variáveis (qualitativas ou quantitativas) envolvidas em cada situação-problema, pois este é um ponto-chave para a determinação do teste a ser utilizado.

Ainda estava evidenciada a dificuldade na interpretação dos enunciados, formulação das hipóteses e tomadas de decisão (conclusão). Contudo, pôde-se perceber que uma parcela significativa dos estudantes havia conseguido sanar parte das dúvidas.

Após a correção dos exercícios propostos, foram refeitos os exercícios do primeiro encontro referentes à Correlação Linear Simples (ANEXO B), desta vez fazendo uso do *software* Bioestat.

Foi solicitada a resolução de uma lista adicional de situações-problema mesclando os três conteúdos: Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), Teste  $t$  e Correlação Linear Simples. A resolução foi iniciada em aula nos mesmos moldes propostos anteriormente e a resolução/correção foi fornecida aos alunos através do TelEduc.

Relaciona-se seguir as situações-problema propostas seguindo os critérios utilizados nos encontros anteriores: omissão dos cálculos efetuando o registro das hipóteses, dos valores do teste, da probabilidade ( $p$ ), da tomada de decisão e da formulação da conclusão.

**Situações-problema propostas**

01. (Périco, 2007) Avaliando o quociente de inteligência (QI) de crianças de vários níveis econômicos foram obtidos os dados apresentados na tabela abaixo. Teste, à nível de significância de 1%, se o nível econômico em que a criança está inserida interfere no quociente de inteligência apresentado pela mesma.

**Quociente de inteligência segundo o nível econômico**

Nível Econômico    Quociente de Inteligência

|       | Alto | Médio | Baixo | Total |
|-------|------|-------|-------|-------|
| Alto  | 81   | 322   | 233   |       |
| Médio | 141  | 457   | 153   |       |
| Baixo | 127  | 163   | 48    |       |
| Total |      |       |       |       |

**Teste Qui-quadrado (independência)**

**Ho:** O nível econômico em que a criança está inserida não interfere no quociente de inteligência da mesma ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** O nível econômico em que a criança está inserida interfere no quociente de inteligência da mesma ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de qui-quadrado:**

$$\chi^2 (\text{tabela}) = 13,28$$

$$\chi^2 (\text{calculado}) = 134,685$$

**Como:**  $\chi^2 (\text{calculado}) \geq \chi^2 (\text{tabela}) = \text{rejeita-se Ho}$

**Pelo valor de p:**

$p < 0,0001 =$  comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,01$ ) o valor de p é significativo (diferença significativa).

**Conclusão:** O nível econômico em que a criança está inserida interfere no quociente de inteligência apresentado pela mesma.

02. Uma pesquisa realizada em um Pronto Socorro Médico buscou verificar se a quantidade de pacientes atendidos ao longo de uma semana é homogênea. A tabela abaixo apresenta a quantidade de pacientes segundo os dias de atendimento. A partir dos dados coletados, o que se pode concluir? ( $\alpha = 5\%$ )

Pacientes atendidos segundo os dias da semana

|           |         |         |       |        |        |       |        |
|-----------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Dias      | domingo | segunda | terça | quarta | quinta | sexta | sábado |
| Pacientes | 35      | 30      | 32    | 33     | 38     | 55    | 57     |

**Teste Qui-quadrado (aderência)**

**H<sub>0</sub>:** A quantidade de pacientes atendidos durante os dias da semana é homogênea (O = E).

**H<sub>1</sub>:** A quantidade de pacientes atendidos durante os dias da semana não é a mesma (O ≠ E).

**Pelos valores de qui-quadrado:**

$\chi^2$  (tabela) = 12,59

$\chi^2$  (calculado) = 18,90

**Como:**  $\chi^2$  (calculado) ≥  $\chi^2$  (tabela) = **rejeita-se H<sub>0</sub>**

**Pelo valor de p:**

p = 0,0043 = comparando com o nível de significância (α = 0,05) o valor de p é significativo (diferença significativa).

**Conclusão:** A quantidade de pacientes atendidos durante os dias da semana não é a mesma.

03. (Callegari-Jacques, 2003) Stein (1984) estudou 73 pacientes diabéticos, atendidos no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, com o objetivo de avaliar a associação proteinúria (excreção excessiva de proteínas na urina) e a presença ou não de retinopatia (doença degenerativa não-inflamatória da retina). Os pacientes com uma taxa de proteínas menor do que 1g/L na urina foram reunidos no grupo denominado “sem proteinúria” e aqueles com valores mais altos, no grupo “com proteinúria”. Os dados obtidos estão apresentados na tabela abaixo. Verifique, em nível de significância de 5%, se existe relação entre a presença de proteinúria e o desenvolvimento da retinopatia em diabéticos.

Presença de retinopatia em diabéticos com e sem proteinúria

| Pacientes       | Presença de retinopatia |     |       |
|-----------------|-------------------------|-----|-------|
|                 | Sim                     | Não | Total |
| Com proteinúria | 33                      | 4   |       |
| Sem proteinúria | 23                      | 13  |       |
| Total           |                         |     |       |

Fonte: Stein, 1984.

**Teste Qui-quadrado (independência)**

**H<sub>0</sub>:** Não existe relação entre a presença de proteinúria e o desenvolvimento de retinopatia em indivíduos diabéticos ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe relação entre a presença de proteinúria e o desenvolvimento de retinopatia em indivíduos diabéticos ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de qui-quadrado:**

$\chi^2$  (tabela) = 3,84

$\chi^2$  (calculado) = 6,538

**Como:**  $\chi^2$  (calculado)  $\geq \chi^2$  (tabela) = **rejeita-se H<sub>0</sub>**

**Pelo valor de p:**

$p = 0,0106$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p é significativo (diferença significativa).

**Conclusão:** Existe relação, ou seja, indivíduos diabéticos com proteinúria apresentam uma frequência maior de retinopatia.

04. (Périco, 2007) Foi testada a taxa de creatinina em um grupo de 10 pessoas antes e depois da utilização de um novo fármaco. Os dados obtidos estão relacionados na tabela abaixo. Verifique, ao nível de significância de 5%, se ocorreu uma diminuição significativa da taxa de creatinina após o uso do fármaco.

**Taxa de creatinina antes e depois da utilização do fármaco**

Taxa

|        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Antes  | 3,2 | 4,5 | 2,8 | 3,9 | 4,1 | 3,6 | 2,8 | 4,1 | 3,1 | 3,6 |
| Depois | 2,9 | 3,3 | 2,8 | 2,9 | 3,6 | 2,8 | 2,1 | 3,0 | 2,5 | 2,2 |

**Teste t (amostras relacionadas)**

**H<sub>0</sub>:** Não ocorreu uma diminuição significativa da taxa de creatinina após o uso do fármaco

( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Ocorreu uma diminuição significativa da taxa de creatinina após o uso do fármaco

( $O \neq E$ ).

**Pelos valores do teste t:**

t (tabela) = 2,262

$t$  (calculado) = 5,5893

**Como:**  $t$  (calculado)  $\geq t$  (tabela) = **rejeita-se  $H_0$**

**Pelo valor de  $p$  (bilateral):**

$p < 0,0001$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  é significativo (diferença significativa).

**Conclusão:** Ocorreu uma diminuição significativa da taxa de creatinina após o uso do fármaco.

05. (Périco, 2007) Dezoito indivíduos adultos foram separados aleatoriamente em dois grupos e submetidos a um tratamento com dois estimulantes (A e B), para testá-los quanto ao seu efeito no aumento da pressão sangüínea. A partir dos dados registrados (tabela abaixo) o que se pode concluir? ( $\alpha = 5\%$ )

Pressão sangüínea segundo o estimulante

|               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Estimulante A | 106 | 105 | 103 | 110 | 100 | 101 | 100 | 104 | 102 |
| Estimulante B | 109 | 112 | 107 | 109 | 107 | 109 | 111 | 115 | 101 |

**Teste  $t$  (amostras independentes)**

**$H_0$ :** Os dois estimulantes (A e B) têm o mesmo efeito em relação ao aumento da pressão sangüínea ( $O = E$ ).

**$H_1$ :** Existe diferença quanto ao efeito dos dois estimulantes (A e B) em relação ao aumento da pressão sangüínea ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores do teste  $t$ :**

$t$  (tabela) = 2,120

$t$  (calculado) = 3,2257

**Como:**  $t$  (calculado)  $\geq t$  (tabela) = **rejeita-se  $H_0$**

**Pelo valor de  $p$  (bilateral):**

$p = 0,0053$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  é significativo (diferença significativa).

**Conclusão:** Existe diferença quanto ao efeito dos dois estimulantes (A e B) em relação ao aumento da pressão sangüínea (o estimulante B provocou, em média, um aumento maior da pressão sangüínea).



06. (Périco, 2007) Verifique se existe correlação entre a dose de remédio utilizada (mg) e o tamanho do tumor de pâncreas (mm) a partir dos dados da tabela abaixo:

Dose de remédio e tamanho do tumor de pâncreas

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Tamanho (mm) | 17 | 23 | 12 | 11 | 18 | 19 | 14 | 15 | 20 | 21 | 23 | 25 |
| Dose (mg)    | 9  | 12 | 7  | 8  | 11 | 14 | 7  | 11 | 12 | 10 | 13 | 15 |

**Correlação Linear Simples**

**Pelo valor de  $r = 0,08308$**

**Conclusão:** Existe correlação positiva de grau forte entre a dose de remédio utilizada (mg) e o tamanho do tumor de pâncreas (mm).

**Pelo valor de  $p = 0,0008$**

**Conclusão:** Este valor de  $p$  indica ser muito pequena a probabilidade de que a dose de remédio utilizada (mg) seja casual (independente do tamanho do tumor de pâncreas (mm)).

**6.4.4. Encontro 4 – Data: 26 de junho de 2008**

Objetivo:

Aplicar uma tarefa avaliativa com vistas à análise posterior para verificar se ocorreu o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos estudantes no que se refere à compreensão das características e possibilidades de aplicação do Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e utilização de aplicativos computacionais.

No quarto encontro, também realizado em um laboratório de informática, os acadêmicos realizaram uma Tarefa Avaliativa onde constavam questões dos três conteúdos trabalhados através do *software* Bioestat. A avaliação foi realizada em duplas em virtude do número insuficiente de computadores. Cada questão da Tarefa Avaliativa poderia ser realizada pelo método tradicional ou através da utilização de computador, cabendo aos estudantes/dupla a opção de resolução, dependendo de suas preferências e aptidões.

Em todas as situações-problema propostas, independentemente do método utilizado, os estudantes deveriam chegar à solução final de acordo com a interpretação do enunciado (formulação de hipóteses, tomada de decisão e conclusão).

Ainda, de acordo com o método escolhido, deveriam ser observados os critérios descritos abaixo:

Método Tradicional: constar todos os cálculos efetuados com as respectivas etapas intermediárias, ordenadas.

Computador: além dos resultados numéricos pertinentes, deveria ser elaborado um roteiro descrevendo os passos seguidos até se chegar à resolução da situação problema.

A Tarefa Avaliativa foi elaborada contendo sete questões: seis situações-problema e a sétima questão, de natureza facultativa e pessoal, solicitava aos estudantes que justificassem a opção feita para a resolução das questões anteriores (método tradicional x computador).

A cópia integral da Tarefa Avaliativa consta no APÊNDICE B. As questões com sua respectiva resolução - seguindo os critérios utilizados na transcrição das situações-problema propostas nos encontros 2 e 3 - acrescida de um roteiro de execução através do *software* Bioestat, foram fornecidas posteriormente aos estudantes através do TelEduc e estão registradas a seguir.

### **Questões – Tarefa Avaliativa**

01. (Callegari-Jacques, 2003) Com o objetivo de detectar uma possível diferença genética entre pessoas que apresentam formas distintas de esquistossomose, foi estudada uma amostra de 117 pacientes obtida em Catolândia, Bahia, onde essa doença é endêmica (Weimer e colaboradores, 1991). Os dados a seguir referem-se aos fenótipos de haptoglobina (Hp) encontrados nessas pessoas. Compare as duas formas de enfermidade quanto à frequência dos tipo Hp. ( $\alpha = 5\%$ )

Forma de esquistossomose segundo o fenótipo Hp

| Esquistossomose | Fenótipo Hp |     |     | Total |
|-----------------|-------------|-----|-----|-------|
|                 | 1-1         | 2-1 | 2-2 |       |
| Hepatoesplênica | 17          | 31  | 8   |       |
| Intestinal      | 14          | 37  | 10  |       |
| Total           |             |     |     |       |

### **Teste Qui-quadrado (independência)**

**H<sub>0</sub>:** O fenótipo Hp independe da forma de esquistossomose ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** O fenótipo Hp depende da forma de esquistossomose ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de qui-quadrado:**

$\chi^2(\text{tabela}) = 5,99$

$\chi^2(\text{calculado}) = 0,829$

$\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{n\~{a}o se rejeita Ho}$

**ROTEIRO**

Bioestat  
Estatísticas  
Qui-quadrado  
Tabelas de Contingência (LxC)

**Pelo valor de p:**

$p = 0,6604$  = comparando com o nível de significância de ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p não é significativo (diferença não significativa).

**Conclusão:** O fenótipo Hp independe da forma de esquistossomose (os tipos Hp têm freqüências diferentes nas duas formas de esquistossomose).

02. (Callegari-Jacques, 2003) Cinco pessoas, que se submeteram a uma mesma cirurgia de joelho, usaram dois instrumentos de avaliação para indicar o nível de dor 12 horas após a operação. A seguir estão os escores de dor de cada pessoa, em cada instrumento. Existe correlação entre os escores determinados nos dois instrumentos?

Nível de dor segundo o instrumento de avaliação

| Instrumento 1 | Instrumento 2 | $x^2$ | $y^2$ | $x.y$ |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| 8             | 9             |       |       |       |
| 6             | 7             |       |       |       |
| 4             | 4             |       |       |       |
| 3             | 4             |       |       |       |
| 4             | 6             |       |       |       |

**Correlação Linear Simples****Pelo valor de  $r = 0,9428$** 

**Conclusão:** Existe correlação positiva muito forte entre os escores de dor determinados nos dois instrumentos

**Pelo valor de  $p = 0,0163$** 

**Conclusão:** Este valor de p indica ser muito pequena a probabilidade de que os escores de dor determinados nos dois instrumentos não estejam correlacionados.

**ROTEIRO**

Bioestat  
Estatísticas  
Correlação  
Coeficiente de Correlação de Pearson

03. (Callegari-Jacques, 2003) Vieira e Prolla (1979) estudaram uma amostra de 384 pacientes com problemas pulmonares, classificando-os segundo a presença ou não de eosinófilos no escarro e o tipo de pneumonia diagnosticada (tabela abaixo). Verifique, ao nível de significância de 0,001, se os dados obtidos constituem evidência suficiente de associação entre essas duas variáveis.

Presença de eosinófilos no escarro e tipo de doença pulmonar em 384 pacientes  
Eosinófilos no escarro                      Grupo quanto ao tipo de pneumopatia\*

|       | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Total |
|-------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Sim   | 142     | 26      | 32      | 28      |       |
| Não   | 55      | 19      | 41      | 41      |       |
| Total |         |         |         |         |       |

\* Grupo 1: asma; Grupo 2: bronquite crônica com broncoespasmo; Grupo 3: bronquite crônica sem broncoespasmo; Grupo 4: outras doenças pulmonares.

Fonte: Vieira e Prolla, 1979.

### **Teste Qui-quadrado (independência)**

**H<sub>0</sub>:** Não existe associação entre a presença de eosinófilos no escarro e o tipo de pneumonia diagnosticada ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe associação entre a presença de eosinófilos no escarro e o tipo de pneumonia diagnosticada ( $O \neq E$ ).

#### **Pelos valores de qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 16,27$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 30,641$$

$$\chi^2(\text{calculado}) \geq \chi^2(\text{tabela}) = \text{rejeita-se } H_0$$

#### **ROTEIRO**

Bioestat  
Estatísticas  
Qui-quadrado  
Tabelas de contingência (LxC)

#### **Pelo valor de p:**

$p < 0,0001$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,001$ ) o valor de p é significativo (diferença é significativa).

**Conclusão:** Existe associação entre a presença de eosinófilos no escarro e o tipo de pneumonia diagnosticada.

04. (Callegari-Jacques, 2003) Um pesquisador está estudando a presença dos antígenos R e S (fictícios) em tecido humano. Estes antígenos estão relacionados com a histocompatibilidade, sendo os mesmos extremamente

importantes em casos de transfusões e transplante de tecidos e órgãos e são classificados em três grupos:

- tipo R: pessoas que só possuem o antígeno R.
- tipo S: pessoas que só possuem o antígeno S.
- tipo RS: pessoas que possuem os dois antígenos.

Conforme determina a Primeira Lei de Mendel os filhos resultantes de cruzamentos de mulheres RS com homens RS devem apresentar três genótipos possíveis, nas proporções  $\frac{1}{4}$  para R,  $\frac{1}{2}$  para RS e  $\frac{1}{4}$  para S.

Desejando testar a hipótese de que os alelos R e S são co-dominantes, o pesquisador então estudou 24 filhos de casamentos RS x RS, escolhidos aleatoriamente, e obteve 6 indivíduos do tipo R, 15 do tipo RS e 3 do tipo S. Verifique, ao nível de significância de 5%, a hipótese de co-dominância formulada pelo pesquisador.

#### **Teste Qui-quadrado (aderência)**

**H<sub>0</sub>:** Os alelos R e S são co-dominantes ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Os alelos R e S não são co-dominantes ( $O \neq E$ ).

#### **Pelos valores de qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 5,99$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 2,25$$

$$\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{não se rejeita } H_0$$

#### **ROTEIRO**

Bioestat  
Estatísticas  
Qui-quadrado  
Uma amostra – aderência  
Proporções esperadas desiguais

#### **Pelo valor de p:**

$p = 0,3247$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p não é significativo (diferença não significativa).

**Conclusão:** Não há evidências que contradigam a hipótese de que o mecanismo que determina os tipos R, RS e S é o de herança simples com co-dominância.

05. (Rempel, 2007) Na tabela abaixo está representado o índice de glicemia de dois grupos de pacientes submetidos a duas diferentes dietas. Existe diferença entre elas? Em caso de existir diferença entre os resultados das dietas, qual delas proporciona uma maior redução do índice glicêmico? ( $\alpha = 5\%$ )

#### Índice de glicemia segundo a dieta

|         |     |     |     |     |     |    |    |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| Dieta 1 | 110 | 115 | 118 | 106 | 120 | 90 | 85 | 98  |
| Dieta 2 | 88  | 102 | 100 | 93  | 119 | 80 | 90 | 100 |

**Teste t (amostras independentes)**

**H<sub>0</sub>:** Não existe diferença (em média) entre o resultado das duas dietas ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe diferença (em média) entre o resultado das duas dietas ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores do teste t:**

t (tabela) = 2,145

t (calculado) = 1,411

t (calculado) < t (tabela) = **não se rejeita H<sub>0</sub>**

**ROTEIRO**

Bioestat  
Estatísticas  
duas amostras independentes  
teste t: dados amostrais

**Pelo valor de p(bilateral):**

p (bilateral) = 0,1800 = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de p não é significativo (diferença não significativa).

**Conclusão:** No existe diferença (em média) entre o resultado das duas dietas.

06. Em um estudo clínico procurou-se estabelecer a relação entre a incidência de câncer de esôfago e o consumo de erva-mate (em forma de chimarrão). Verifique ao nível de significância de 5%, se esta relação existe. Os dados coletados estão tabelados abaixo:

Incidência de câncer de esôfago segundo o consumo de chimarrão  
Consumo de chimarrão (média de cuias / dia)

| Câncer de esôfago | dez | vinte | trinta | Total |
|-------------------|-----|-------|--------|-------|
| Sim               | 80  | 75    | 96     |       |
| Não               | 780 | 805   | 910    |       |
| Total             |     |       |        |       |

**Teste Qui-quadrado ( independência)**

**H<sub>0</sub>:** Não existe relação entre a incidência de câncer de esôfago e o consumo de erva-mate, em forma de chimarrão ( $O = E$ ).

**H<sub>1</sub>:** Existe relação entre a incidência de câncer de esôfago e o consumo de erva-mate, em forma de chimarrão ( $O \neq E$ ).

**Pelos valores de qui-quadrado:**

$$\chi^2(\text{tabela}) = 5,99$$

$$\chi^2(\text{calculado}) = 0,6276$$

$$\chi^2(\text{calculado}) < \chi^2(\text{tabela}) = \text{n\~{o} se rejeita } H_0$$

**ROTEIRO**

Bioestat

Estatísticas

Qui-quadrado

Tabelas de contingência (LxC)

**Pelo valor de p:**

$p = 0,7307$  = comparando com o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ) o valor de  $p$  não é significativo (diferença não significativa).

**Conclusão:** Não existe relação entre a incidência de câncer de esôfago e o consumo de erva-mate (em forma de chimarrão).

07. Com o intuito de colaborar com o estudo em andamento junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, solicitamos sua opinião sobre a questão abaixo:

“Qual dos métodos de resolução (tradicional x computador) você prefere utilizar para resolver situações-problema sobre este assunto? Justifique sua resposta.”

UNIVATES

## 7. ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Este capítulo destina-se à análise e discussão dos dados obtidos durante o desenvolvimento da proposta, buscando averiguar se os instrumentos utilizados foram suficientes para a constatação dos objetivos estabelecidos (rever 3).

Em determinados momentos, lançou-se mão de comentários ou depoimentos realizados por estudantes, sendo estes denominados como E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> e assim sucessivamente, tendo em vista a preservação de sua integridade e identidade.

### 7.1. Considerações Gerais

A análise dos dados colhidos na pesquisa foi feita levando em consideração os objetivos propostos, procurando determinar se os instrumentos utilizados foram suficientes para a sua verificação.

Levou-se em conta, ainda, os aspectos teóricos abordados nos capítulos 2 e 3, procurando verificar se as estratégias didáticas utilizadas foram suficientes para a ocorrência de uma aprendizagem significativa de conteúdos de Bioestatística.

Segundo Ausubel existem três condições para que ocorra uma Aprendizagem Significativa (Moreira, 1999):

- o material didático utilizado deve ser *potencialmente significativo*;
- o estudante deve ter disponíveis em sua estrutura cognitiva os *subsunções* adequados;
- o estudante deve manifestar predisposição positiva para relacionar o conhecimento que possui com os novos conceitos a serem aprendidos.

A predisposição positiva do estudante para aprender não depende da sua estrutura cognitiva, mas das características do processo de ensino e de aprendizagem no qual o mesmo está inserido e de fatores motivacionais. Esta



condição implica que, não importa o quão potencialmente significativo seja o material didático utilizado, se o estudante possui simplesmente a intenção de memorizá-lo, o processo de aprendizagem será automático e seu produto, mecânico (Moreira, 1999).

A investigação da predisposição dos estudantes envolvidos neste projeto foi realizada de forma informal, através de questionamentos anteriores ao início da aplicação da proposta (rever 6.1) e durante o primeiro encontro.

Percebeu-se através dos comentários efetuados que cerca de 30% dos estudantes não possuíam motivação para o estudo da Bioestatística por julgarem-na Matemática pura, sem aplicação na sua futura profissão. Uma parte dos estudantes (em torno de 25%), apesar de a julgarem importante para a sua formação, apresentava resistência ao seu estudo, em vista das dificuldades referentes a cálculos matemáticos. O restante dos estudantes (45%) apresentava predisposição positiva, julgando a disciplina de grande importância para a realização da análise dos dados de trabalhos futuros e/ou para possível aplicação em suas atividades profissionais.

Na tentativa de aumentar a motivação durante a aplicação desta proposta, tentou-se evidenciar os conceitos básicos de lógica que muitos estudantes perceberiam através da leitura e interpretação das situações-problema apresentadas, se seu foco não fosse desviado pela Matemática das estatísticas (Magnusson & Mourão, 2005).

Você pode capturar um fenômeno em uma malha lógica ou matemática. A lógica é uma malha grossa, mas forte. A matemática é uma malha fina, porém frágil. A matemática é uma forma bonita de embrulhar um problema, mas não pode reter a sua essência, a não ser que ela tenha sido capturada na malha lógica desde o começo (Platt, 1964 apud Magnusson & Mourão, 2005, p.1).

A existência dos *subsunçores* adequados ao estudo do novo conteúdo (rever 6.3) foi investigada anteriormente à aplicação da proposta no pré-encontro, dia 29 de maio de 2008. Nesta aula, foi efetuada pela professora titular a correção da primeira tarefa avaliativa (ANEXO D) realizada na disciplina.

De forma geral, consideramos satisfatória a existência de conhecimentos prévios detectada, pois cerca de 84% dos estudantes participaram - de forma direta ou indireta (nos grupos) - do desenvolvimento das atividades, demonstrando ter

aprendido significativamente ao menos alguns dos conceitos e conteúdos estudados anteriormente. Mesmo assim, fez-se necessária durante o desenvolvimento da proposta, a retomada de alguns conceitos de Estatística e de Matemática básica, bem como de interpretação textual.

Considera-se importante deixar claro que quando falamos de *subsunções* adequados não nos referimos somente aos conceitos estudados anteriormente à aplicação da proposta na disciplina de Bioestatística, atendo-nos à detecção da existência de conceitos na estrutura cognitiva do estudante formados, também, durante sua educação básica.

Os currículos escolares apresentam uma seqüência de conteúdos logicamente significativa, o que favorece a atribuição de significados lógicos às atividades didáticas por parte dos estudantes (Moreira, 1999).

Como o material didático utilizado nesta proposta foi elaborado respeitando a ementa da disciplina de Bioestatística, ele apresenta uma estrutura clara e não-arbitrária, o que possibilitou aos estudantes o estabelecimento de relações substantivas entre os conhecimentos prévios existentes na sua estrutura cognitiva e as novas informações expostas.

Esta estrutura logicamente significativa atribuída ao material elaborado permite que o estudante transforme o significado lógico (significado potencial) em significado real (significado psicológico: interpretação que cada indivíduo concede ao significado lógico) para si, percebendo alguma relevância no novo conhecimento (Novak apud Moreira, 1999).

[...] quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados pessoais para essa informação [...] Essa construção de significados não é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa (Tavares, 2008, p.95).

Verificou-se, durante o desenvolvimento das atividades propostas, indícios, embora tênues, da transformação de significados lógicos em significados psicológicos pelos estudantes. Assim, acreditamos que o material elaborado possua potencial de ser significativo.

## 7.2. Aspectos Motivacionais

A predisposição do estudante para a aprendizagem depende da motivação do mesmo para o estudo dos novos conteúdos que estão sendo propostos. Nesta seção será analisado se a utilização de aplicativos computacionais como ferramenta auxiliar para a resolução das atividades propostas influenciou positivamente no desenvolvimento ou aprimoramento da motivação, bem como na compreensão conceitual.

### 7.2.1. Participação nas atividades

No início das atividades o grau de envolvimento dos estudantes foi bastante heterogêneo. Embora muitos estudantes participassem ativamente contribuindo com comentários, questionamentos e realizando os cálculos, uma parcela demonstrou até mesmo descaso com a realização das atividades.

O fato de os estudantes realizarem as atividades em conjunto (duplas, trios,...) auxiliou na tarefa de interpretação e análise dos dados através do debate dos significados e impressões de cada integrante sobre as informações apresentadas na situação-problema, o que contribuiu positivamente no processo de aprendizagem.

A aprendizagem não é uma atividade a ser compartilhada, pois é algo de responsabilidade de cada indivíduo. O que pode ser compartilhado, discutido e negociado são os significados. Assim, as atividades compartilhadas podem contribuir com a aprendizagem de cada participante de forma diferenciada, mas têm uma importante função social de promover um espaço para discussões e troca de significados (Novak & Gowin, 1988, p.40).

Os estudantes que optaram pela utilização de aplicativos computacionais foram isentados da aplicação de fórmulas matemáticas, podendo direcionar os seus esforços para a interpretação das situações-problema propostas. A partir deste momento, percebeu-se uma maior participação dos estudantes, pois um dos maiores obstáculos enfrentados no ensino da Bioestatística estava sendo superado. Como a interpretação estava sendo trabalhada entre os grupos, o trabalho tornou-se mais homogêneo e produtivo.

Quando questionados quanto à utilização ou não de aplicativos computacionais como ferramenta auxiliar para a realização de atividades didáticas (tarefa avaliativa – questão 7), 74% dos estudantes disseram preferir o uso do

computador (Bioestat), basicamente por dois motivos: precisão de resultados numéricos sem utilizar muito tempo o qual pode ser utilizado na interpretação dos dados e análise dos resultados e pela sua estrutura auto-explicativa e funcional; 17% acham importante aprender a trabalhar pelos dois métodos (computador e tradicional) e 9% preferem trabalhar pelo método tradicional.

Preferimos utilizar o computador, porque, além de ser mais prático, nos dá um resultado mais preciso e nos prepara para a realização do trabalho de conclusão. (E<sub>43</sub> e E<sub>44</sub>)

Computador. Porque pelo computador é tudo mais simplificado, facilitando os cálculos matemáticos, sendo necessário saber interpretar a questão e analisar os dados. (E<sub>45</sub> e E<sub>46</sub>)

Na nossa opinião a tradicional, pois é mais demorada mas faz com que a gente use mais a interpretação fazendo com que se grave com maior facilidade ... (E<sub>41</sub> e E<sub>42</sub>)

Computador. É mais prático, utiliza-se menor tempo e ao mesmo tempo faz pensar mais na interpretação e raciocínio do assunto. (E<sub>7</sub> e E<sub>8</sub>)

Infelizmente tivemos pouco tempo para aprender a fazer o qui-quadrado e sendo ele tão complicadinho. Mas, sem dúvida o teste feito pelo computador é mais simples, mais prático e mais rápido. Porém o teste feito à mão não pode ser descartado, pois se um dia não houver um computador e nós precisarmos fazer o cálculo a mão, é importante saber. (E<sub>23</sub> e E<sub>24</sub>)

### 7.2.2. Aprendizagem extra-conteúdo

Aprendizagem extra-conteúdo envolve o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas a aspectos do contexto que podem contribuir para a ocorrência da aprendizagem significativa (rever 5.1) do conteúdo em estudo e também servir como conhecimento prévio para novas aprendizagens (Borssoi, 2004).

Anteriormente à aplicação desta proposta, os estudantes já haviam trabalhado com aplicativos computacionais (planilha de cálculo – MS Excel) na disciplina de Bioestatística. Alguns apresentavam dificuldades na manipulação desta ferramenta computacional devido à sua experiência anterior resumir-se à utilização de *internet*, jogos ou editores de texto.

Com o desenvolvimento das atividades no laboratório de informática, os estudantes começaram a aprender os procedimentos e entender os passos básicos para a resolução de problemas na linguagem dos *softwares* utilizados com fins

educacionais que proporcionam, entre outras possibilidades, uma facilitação na organização dos dados, identificação das variáveis envolvidas e clareza das alternativas de comando e exposição de informações, fatores esses que favorecem o sucesso do processo de ensino e de aprendizagem.

Como vários *softwares* educacionais são projetados e desenvolvidos observando, basicamente, as mesmas características estruturais os estudantes têm a possibilidade de transferir os conhecimentos adquiridos para outros aplicativos computacionais mesmo que em diferentes áreas do conhecimento.

### **7.3. Aspectos Cognitivos**

Aprendizagem do conteúdo pode ser definida, sinteticamente, como o processo no qual o indivíduo adquire novos conhecimentos, desenvolvendo habilidades e competências relacionadas a estes.

A análise, nesta seção, considera se as estratégias utilizadas nesta proposta de ensino contribuíram para a ocorrência de uma aprendizagem significativa do conteúdo.

#### **7.3.1. Compreensão conceitual**

Segundo Ausubel et al (1980; Ausubel, 2003), a compreensão autêntica de um conceito ou proposição implica o domínio de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Propõe-se, então, a busca de evidências de compreensão significativa através da verificação de ocorrência da interação entre as novas informações e as existentes na estrutura cognitiva do estudante (Moreira, 1999).

A observação, investigação e análise do desenvolvimento das atividades propostas podem fornecer os indícios necessários para a verificação da ocorrência de compreensão significativa, pois permitem verificar se os estudantes efetuaram corretamente a identificação das variáveis envolvidas, a determinação de estratégias para resolução do problema, a análise dos resultados, a tomada de decisão, a elaboração de conclusões e ainda, se evidenciaram o erro em caso de existência, com o conseqüente reconhecimento da sua origem, realizando a reformulação das estratégias para nova tentativa de resolução.

A revisão de conteúdos anteriormente estudados através da inserção de questões referentes a estes, além de objetivar a introdução de *organizadores prévios*, possui um efeito facilitador sobre a aprendizagem e retenção significativas (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003).

Segundo Ausubel (2003) em resultado à tentativa ou ao fracasso de lembrar os conteúdos estudados anteriormente, o indivíduo toma consciência dos fatores negativos da situação da aprendizagem e retenção que originam o esquecimento – áreas de instabilidade, de ambiguidade, de confusão e de falta de capacidade de discriminação – podendo apropriar-se dos procedimentos necessários durante a sessão de reaprendizagem para fortalecer os componentes deficientes da tarefa de aprendizagem, resolvendo a confusão e ambiguidade existentes e aumentando a capacidade de discriminação entre as idéias anteriormente apreendidas e as novas proposições relacionadas.

Durante a resolução das listas de questões propostas verificamos que alguns estudantes apresentaram uma evolução satisfatória na formação (ou reafirmação) de conceitos e produção de significados, ou seja, evidenciamos que a instabilidade (insegurança) apresentada no momento em que se fazia necessária a discriminação das variáveis e determinação do teste a ser utilizado foi sendo amenizada fundamentalmente por dois fatores:

- as situações propostas faziam referência a assuntos diversos, o que estimula a capacidade de interpretação através da discussão das variadas soluções que poderiam ser dadas a elas. Estas discussões proporcionam aos integrantes significativos avanços de compreensão conceitual;
- várias confusões e ambiguidades relacionadas às variáveis envolvidas foram elucidadas através da utilização do Bioestat (rever 6.1).

Com a finalidade de buscar maiores evidências da ocorrência significativa de compreensão conceitual, serão analisadas, agora, as informações obtidas através das tarefas avaliativas (rever 6.4.4).

No intuito de tornar a análise mais precisa e clara, estabeleceu-se itens a serem observados em cada questão e classificou-se os mesmos quanto à sua execução em certo, errado ou incompleto. Os itens que não apresentaram resolução - em vista de o fator tempo não ter influenciado na não execução - foram classificados como erro, por se considerar que a ausência desta implica o não

desenvolvimento de habilidades, competências ou compreensão conceitual e/ou falta de atenção no momento da leitura e interpretação dos enunciados.

Tendo em vista que a tarefa avaliativa era constituída de seis questões e que foi realizada por quarenta e seis estudantes, cada item arrolado possui um total de 276 respostas das quais foram calculados os equivalentes percentuais para possibilitar uma melhor investigação (visualização) dos resultados.

**TABELA 1 - Identificação do teste a ser utilizado na resolução da situação-problema.**

| Certo       | Errado | Incompleto* |
|-------------|--------|-------------|
| Questão 146 | 0      | 0           |
| Questão 246 | 0      | 0           |
| Questão 344 | 0      | 2           |
| Questão 432 | 4      | 10          |
| Questão 530 | 4      | 12          |
| Questão 640 | 6      | 0           |
| Total (%)   | 86%    | 5%          |
|             |        | 9%          |

\* Neste item a classificação “incompleto” refere-se a respostas nas quais os estudantes, embora tenham identificado o tipo de teste, efetuaram erroneamente a sua subclassificação.

**TABELA 2 - Interpretação dos dados apresentados na situação-problema.**

| Certo       | Errado | Incompleto* |
|-------------|--------|-------------|
| Questão 144 | 0      | 2           |
| Questão 246 | 0      | 0           |
| Questão 346 | 0      | 0           |
| Questão 432 | 8      | 6           |
| Questão 538 | 6      | 2           |
| Questão 642 | 4      | 0           |
| Total (%)   | 90%    | 6%          |
|             |        | 4%          |

\* Neste item a classificação “incompleto” refere-se a equívocos relativos à análise das variáveis e/ou à determinação de hipóteses.

**TABELA 3 - Determinação e análise (tomada de decisão) dos resultados numéricos.**

|           | Certo | Errado | Incompleto* |
|-----------|-------|--------|-------------|
| Questão 1 | 46    | 0      | 0           |
| Questão 2 | 46    | 0      | 0           |
| Questão 3 | 44    | 2      | 0           |
| Questão 4 | 26    | 20     | 0           |
| Questão 5 | 24    | 22     | 0           |
| Questão 6 | 38    | 8      | 0           |
| Total (%) | 81%   | 19%    | 0%          |

\* Neste item a classificação “incompleto” refere-se à análise incorreta ou incompleta dos resultados numéricos.

**TABELA 4 - Conclusão sobre a situação-problema proposta.**

|           | Certo | Errado | Incompleto* |
|-----------|-------|--------|-------------|
| Questão 1 | 34    | 6      | 6           |
| Questão 2 | 44    | 0      | 2           |
| Questão 3 | 32    | 8      | 6           |
| Questão 4 | 14    | 32     | 0           |
| Questão 5 | 24    | 22     | 0           |
| Questão 6 | 28    | 18     | 0           |
| Total (%) | 64%   | 31%    | 5%          |

\* Neste item a classificação “incompleto” refere-se à conclusão cuja elaboração apresenta equívocos na relação entre as variáveis.

**TABELA 5 - Método utilizado para a realização dos cálculos.**

|           | Bioestat | Excel | Calculadora | Não realizado |
|-----------|----------|-------|-------------|---------------|
| Questão 1 | 46       | 0     | 0           | 0             |
| Questão 2 | 40       | 2     | 4           | 0             |
| Questão 3 | 46       | 0     | 0           | 0             |
| Questão 4 | 40       | 0     | 2           | 4             |
| Questão 5 | 46       | 0     | 0           | 0             |
| Questão 6 | 42       | 0     | 0           | 4             |
| Total (%) | 94%      | 1%    | 2%          | 3%            |

Efetuada uma análise dos percentuais, foram considerados positivos os resultados obtidos nos itens 1, 2 e 3, tendo em vista que nestes os estudantes obtiveram um índice maior que 80%. Este valor indica a ocorrência de uma evolução dos conceitos existentes na estrutura cognitiva e formação de novos conceitos, o que atribuímos às características do material elaborado, às estratégias didáticas



utilizadas durante os encontros visando à compreensão conceitual e o aprimoramento da capacidade de interpretação, e à utilização do *software* Bioestat, conforme considerações tecidas anteriormente.

O item 4, embora sendo o índice percentual de acertos obtido 64%, foi considerado satisfatório, pois os resultados referentes a este são diretamente dependentes da execução dos anteriores, ou seja, a ocorrência de qualquer erro anterior afeta a conclusão sobre a situação-problema.

Pôde-se constatar que os estudantes acham importante a utilização de *softwares* para a realização de atividades didáticas através do item 5, onde observamos que o índice de utilização do Bioestat foi de 94%. Os indicativos desta preferência foram analisados através dos depoimentos dos estudantes registrados na questão 7 da tarefa avaliativa (rever 7.2.1).

No entanto, em vista dos resultados obtidos, a utilização do *software* permitiu um avanço na compreensão de conceitos e formação de significados, ou somente funcionou como facilitador de cálculos?

Após as discussões preliminares e inserção dos dados no computador vários estudantes optaram por utilizar a opção **sugestões** (rever 6.1) do Bioestat para verificar se as suas decisões estavam corretas através dos conceitos e exemplos de aplicação nela existentes. Desta forma o *software* funcionou como ferramenta para o aprimoramento de conceitos já existentes na estrutura cognitiva e formação de novos conceitos.

Estes fatos ficam evidenciados através da observação direta e participação das discussões nos grupos, das quais destacamos alguns depoimentos:

[...] na última aula saí da sala muito boba, pois acreditava que tudo que eu havia aprendido, acabara ficando muito confuso ... não acreditava que graças ao Bioestat pudesse ser tudo tão fácil. Que ele pudesse simplificar tanto a vida dos alunos de Bioestatística. (E<sub>35</sub> e E<sub>36</sub>)

[...] o método computador proporciona maior agilidade para a obtenção dos resultados e a maior calma para pensar nas conclusões e analisar resultados. (E<sub>13</sub> e E<sub>14</sub>)

[...] eu acho que para este exercício nós devemos usar o Qui-quadrado, mas quem sabe vamos conferir no computador? Não dá certo. Pelo que tá escrito aqui estas variáveis são quantitativas e não qualitativas, então é o Teste t. (E<sub>44</sub>)

Considerou-se, ainda, o fato de as tarefas avaliativas terem sido realizadas em duplas um fator positivo na obtenção destes resultados, pois se acredita que as atividades compartilhadas auxiliam os estudantes na determinação do contexto correto para a utilização do novo conceito. Desta forma, a verificação da ocorrência da aprendizagem significativa deve buscar evidências de que o estudante usa os significados aceitos no contexto da matéria de ensino (Moreira, 1997, 1999, 2003).

Tendo em vista os resultados obtidos através desta análise, acredita-se ter encontrado evidências positivas da ocorrência significativa de compreensão conceitual.

### **7.3.2. Aplicação de conceitos a situações novas**

A habilidade de transferir os conhecimentos adquiridos para a resolução de situações diversas pode ser uma evidência da ocorrência de aprendizagem significativa.

Durante a realização das atividades e na análise da tarefa avaliativa percebemos indícios afirmativos desta transferência, que pôde ser amplamente explorada, visto que as situações-problema propostas apresentavam dados de pesquisas, hipotéticas ou não, inseridas em vários contextos.

A solicitação da elaboração de uma situação-problema (rever 6.4.2) na qual o processo de resolução pudesse incidir em estudos análogos aos desenvolvidos em sala de aula (Teste Qui-quadrado) incitou os estudantes a identificarem características similares em conjunturas distintas das trabalhadas.

Foi possível verificar que cerca de 70% dos estudantes obtiveram êxito na realização da tarefa adicional, tendo elaborado questões que apresentavam os quesitos mínimos necessários - adequação conceitual, organização e coerência de dados - para a aplicação das novas ideias e proposições em estudo. A seguir, estão listadas algumas das situações-problema elaboradas. Convém destacar que somente os enunciados serão reproduzidos, pois estes constituem o indicativo da transferência de conceitos a novas situações:

Segundo pesquisa de colaboradores sobre o estudo de crianças nascidas com má formação fetal devido ao consumo de álcool durante a gravidez. Deseja-se saber se existe associação entre o período de gestação em que a mãe consumiu álcool e a condição do recém-nascido. (A<sub>38</sub>)

Com base nos dados apresentados na tabela abaixo teste ao nível de significância de 5% a hipótese de que recém-nascidos vivos portadores de síndrome de Down é a mesma nos dois sexos. ( $A_5$ )

Com base nos dados da tabela teste ao nível de significância de 5%, a hipótese de que a deficiência visual é a mesma nos dois sexos. ( $A_{12}$ )

Este resultado consolida os apontamentos anteriormente tecidos, os quais ponderam sobre o desempenho dos estudantes considerando-o, na maior parcela, satisfatório, levando à constatação da ocorrência de uma maior produção de significados e compreensão de conceitos devido às estratégias didáticas utilizadas no desenvolvimento desta proposta a partir dos materiais elaborados.

#### **7.4. Outras considerações**

Durante a aplicação desta proposta teve-se a intenção de haver efetuado a análise de dois outros aspectos cognitivos que consideramos muito importante para a verificação da ocorrência de aprendizagem significativa. A não análise destes aspectos se deve ao período de desenvolvimento das atividades, relativamente curto em função da necessidade de cumprimento do cronograma e da ementa da disciplina de Bioestatística.

A seguir, serão feitos alguns comentários a respeito destes aspectos.

##### **7.4.1. Construção e manipulação de representações múltiplas**

Uma mesma situação-problema pode oferecer várias interpretações em virtude das diferentes facetas que expressa e da formação e amadurecimento de significados de cada indivíduo, ou seja, esta interpretação dependerá da atribuição pessoal de significados por parte de cada estudante tornando-se, assim, significativa no processo de construção de conceitos (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999; Coll et al, 2000; Borssoi, 2004).

Uma determinada idéia (conceito) pode ser percebida através de diversas nuances que definem as suas características. O canal visual pode ser mais conveniente para transmitir certas nuances [...] Na medida que o aprendiz recebe uma informação com várias nuances, a construção de seu conhecimento será mais rica, mais inclusiva. Ademais, como a informação é recebida de maneira associada através de dois canais, a sua recuperação em um momento posterior é facilitada (Tavares, 2008, p.98).

Este aspecto pode ser amplamente abordado através da manipulação do Bioestat, pois o mesmo permite a aplicação de vários testes a uma mesma situação-

problema, evidenciando a possibilidade de análise de dados de pesquisa através de variados enfoques estatísticos. Outra alternativa oferecida pelo *software* é a construção de gráficos, o que permite uma visão mais clara dos dados manipulados ou dos resultados encontrados.

#### **7.4.2. Retenção de conhecimentos**

Quando a aprendizagem de um conceito é significativa ele fica integrado na estrutura cognitiva do indivíduo de forma precisa e clara, o que não ocorre com os conhecimentos adquiridos através da aprendizagem mecânica. Isto não implica que não possa ocorrer esquecimento, mas neste caso, os conceitos integrados na estrutura cognitiva podem ser facilmente reativados (Ausubel et al, 1980; Ausubel, 2003; Moreira, 1999; Borssoi, 2004).

Para a verificação da ocorrência de retenção de conhecimentos pelos estudantes deveria ter sido efetuada uma investigação sobre os conceitos estudados nesta proposta em um maior intervalo de tempo, o que não foi possível tendo em vista que os mesmos eram oriundos de vários cursos de graduação.

#### **7.5. Análise geral**

O objetivo geral estabelecido para esta proposta foi verificar se a utilização de aplicativos computacionais como ferramentas auxiliares para o desenvolvimento de atividades propostas em materiais didáticos próprios contribuiriam para o desenvolvimento de habilidades e competências por parte dos estudantes e buscar indícios que confirmassem a nossa hipótese de que estes materiais possuem potencial de ser significativos.

Através das considerações e observações feitas anteriormente (rever 6.3, 7.1 e 7.3.1) acredita-se que o material utilizado tem potencial de ser significativo em vista, principalmente, de dois aspectos: respeitar a seqüência lógica dos conteúdos e proporcionar a revisão dos conceitos estudados anteriormente o que, segundo Ausubel (2003), é uma estratégia que facilita a ocorrência de aprendizagem e retenção significativas.

Antes de discorrer sobre a utilização de ferramentas computacionais, menciona-se o entendimento sobre habilidades e competências.

Competências pressupõem operações mentais (por exemplo: domínio da linguagem, capacidade de abstração, desenvolvimento do pensamento sistêmico, criatividade, solução de problemas, elaboração de propostas, capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema), capacidades para usar as habilidades, emprego de atitudes adequadas à realização de tarefas e conhecimentos enquanto que, habilidades ligam-se aos atributos relacionados ao saber-fazer: ação que indica a capacidade adquirida assim, identificar variáveis, relacionar informações, analisar situações-problema são exemplos de habilidades.

Desta forma, é importante ressaltar que as competências devem ser usadas para nortear a escolha de conteúdos deixando claro que, no decorrer do processo educativo, o que importa não é a quantidade de informações, mas a capacidade adquirida pelo estudante de interagir com elas, através de processos que impliquem em sua assimilação, comunicação, construção ou aprimoramento, propiciando a sua transposição a novas situações (PCN – Brasil, 1998).

Considerou-se positivo o resultado da utilização de aplicativos computacionais para o desenvolvimento de várias das habilidades e competências acima consideradas em vista da série de alternativas estruturais apresentadas pelo *software* Bioestat (rever 6.1, 7.2.1 e 7.4.1).

Constatou-se, entretanto, que uma das competências citadas e que constitui ponto crucial para o aprimoramento dos conceitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes ou na formação de novos conceitos não pode ser desenvolvida diretamente através da utilização de aplicativos computacionais: o domínio da linguagem, que reflete diretamente na interpretação dos dados e na análise dos resultados obtidos.

Como se sabe, a interpretação das possíveis facetas representadas em um problema é uma atribuição peculiar a cada indivíduo não podendo, assim, ser desenvolvida somente com a utilização de *softwares* dependendo da utilização de estratégias didáticas específicas - leitura criteriosa do problema proposto e discussão dos significados individuais e alternativas para análise de resultados obtidos - as quais utilizamos largamente durante a aplicação da proposta (rever 6).

A utilização da discussão dos significados emergentes em cada situação como estratégia para o aprimoramento da compreensão textual e, conseqüentemente, da capacidade de interpretação é devida a Novak (1981):

qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados e sentimentos entre aprendiz e professor, pois devemos ter sempre em foco que os seres humanos fazem três coisas: pensam, sentem e atuam. Isto é, de alguma forma em um evento educacional um indivíduo adquire conhecimento relacionado a um determinado contexto através da interação com um professor (ou com algo que o substitua) (Moreira, 1999).

Desta forma acredita-se ter obtido êxito, embora parcial, no que se refere a esta competência através da associação em nossa proposta didática dos quesitos necessários para o seu desenvolvimento.

## **7.6. Comparativo de resultados**

Não obstante à falta de acesso à primeira tarefa avaliativa, em função desta ter sido devolvida aos estudantes, a professora titular informou que os critérios de análise e correção possuíam o mesmo enfoque que os da proposta desenvolvida: interpretação dos dados e resultados obtidos.

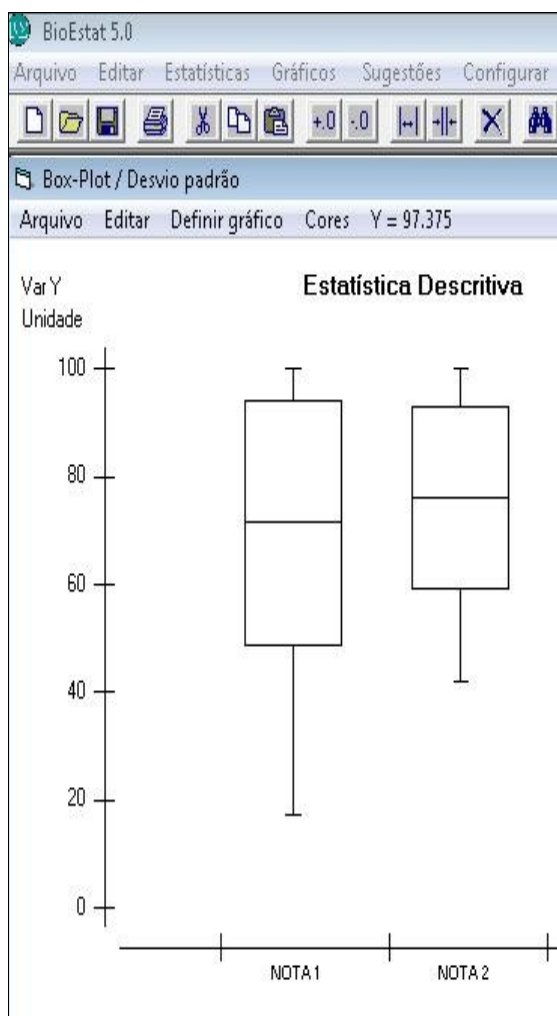
Comparou-se os resultados (APÊNDICE C) obtidos na primeira tarefa avaliativa realizada pelos estudantes com os alcançados na tarefa avaliativa realizada durante a aplicação da proposta, submetendo-os a uma análise descritiva (dados quantitativos). Para realizar esta análise, foram utilizados os recursos estatísticos existentes no *software* Bioestat.

Na comparação dos resultados das tarefas avaliativas (APÊNDICE C) verificamos a ocorrência, em alguns casos, de variações acentuadas nas notas, para mais ou para menos. Atribuímos estas variações ao fato de as tarefas avaliativas terem sido realizadas em duplas – que necessariamente não foram as mesmas – pois a sua formação ficou a critério dos estudantes.

A análise descritiva fornece várias medidas estatísticas, mas o trabalho foi ancorado em medidas de tendência central (visto que dão uma idéia de onde se localiza o centro, ou seja, o ponto médio de determinado conjunto de dados) e de dispersão (modo como os dados se posicionam ao redor do ponto médio) (Doria Filho, 1999).

**TABELA 6 - Análise descritiva dos resultados obtidos nas tarefas avaliativas.**


|                          | - 1 -<br>NOTA 1 | - 2 -<br>NOTA 2 |
|--------------------------|-----------------|-----------------|
| Tamanho da amostra =     | 46              | 46              |
| Mínimo                   | 17.0000         | 42.0000         |
| Máximo                   | 100.0000        | 100.0000        |
| Amplitude Total          | 83.0000         | 58.0000         |
| Mediana                  | 75.0000         | 85.0000         |
| Primeiro Quartil (25%)   | 57.0000         | 64.0000         |
| Terceiro Quartil (75%)   | 88.2500         | 90.2500         |
| Desvio Interquartilico   | 31.2500         | 26.2500         |
| Média Aritmética         | 71.3913         | 75.9130         |
| Variância                | 510.4657        | 283.4589        |
| Desvio Padrão            | 22.5935         | 16.8362         |
| Erro Padrão              | 3.3312          | 2.4824          |
| Coefficiente de Variação | 31.65%          | 22.18%          |
| Assimetria (g1)          | -0.7997         | -0.4238         |
| Curtose (g2)             | -0.1120         | -0.9834         |
| Média Harmônica =        | 59.6351         | 71.6894         |
| N (média harmônica) =    | 46              | 46              |
| Média Geométrica =       | 66.5147         | 73.8921         |
| N (média geométrica) =   | 46              | 46              |
| Variância (geom.) =      | 1.0808          | 1.0258          |
| Desvio Padrão (geom.) =  | 1.5267          | 1.2741          |

**GRÁFICO 01 - Resultado gráfico obtido a partir da análise descritiva (TABELA 6)**

Analisando a média aritmética (medida de tendência central), verificou-se que esta sofreu um aumento de 4,52, valor considerado pequeno. Mas quando se observa um conjunto de dados, também é preciso verificar a sua distribuição ao redor da média, pois quanto mais próximos estes dados se encontrarem do ponto central, maior será a homogeneidade do conjunto. Desta forma, existe interesse em medir esta proximidade, o que foi feito pelo desvio-padrão, pela variância e pela amplitude total (medidas de dispersão).

Observando o desvio-padrão e a variância, verificam-se decréscimos de 5,7573 e 227,0068 respectivamente, mostrando que os resultados obtidos na segunda tarefa avaliativa possuem uma maior concentração ao redor da média, indicando uma evolução nos resultados.



A amplitude total sofreu um decréscimo igual a 25, valor também indicativo da ocorrência desta evolução, pois esta variação decorre unicamente do aumento de 17 para 42 no resultado mínimo, sendo que o máximo permaneceu constante.

Realizamos, ainda, o Teste t (amostras pareadas) para verificar a variação dos resultados obtidos nas duas tarefas avaliativas levando em consideração que este teste é indicado para a comparação de médias (dados qualitativos).

Na aplicação do Teste t estabelecemos as hipóteses nula e alternativa:

$H_0$ : Não existe diferença, em média, entre os resultados obtidos nas duas tarefas avaliativas.

$H_1$ : Existe diferença, em média, entre os resultados obtidos nas duas tarefas avaliativas.

**TABELA 7 - Resultados obtidos na realização do Teste t**



|                           | - 1 -<br>NOTA 1   | - 2 -<br>NOTA 2 |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
| Indivíduos                | 46                | 46              |
| Média                     | 71.3913           | 75.9130         |
| Desvio Padrão             | 22.5935           | 16.8362         |
| Erro Padrão               | 3.3312            | 2.4824          |
| Desv. Padrão da Diferença | 24.9290           | ---             |
| Erro Padrão da Diferença  | 3.6756            | ---             |
| Média das diferenças      | -4.5217           | ---             |
| (t)=                      | -1.2302           | ---             |
| Graus de Liberdade        | 45                | ---             |
| (p) unilateral =          | 0.1125            | ---             |
| (p) bilateral =           | 0.2249            | ---             |
| IC (95%)                  | -11.9223 a 2.8789 | ---             |
| IC (99%)                  | -14.4008 a 5.3574 | ---             |

Atribuindo à análise um nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) encontramos o valor crítico de  $t(\text{tabela}) = 2,021$ . Comparando com o valor de  $t(\text{calculado}) = -1,2302$ , verificamos que o valor calculado é menor que o valor crítico.

Efetuando a análise da probabilidade bilateral ( $p = 0,2249$ ) verificamos que o valor relativamente elevado (não-significativo).

Através da análise dos resultados obtidos a partir da realização do Teste t concluímos que os dados disponíveis (notas obtidas nas tarefas avaliativas) não constituem evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula, o que confirma os resultados obtidos através da análise descritiva – aumento relativamente pequeno na média (4,52) – pois este teste somente efetua a análise das médias (notas) antes e depois da aplicação da proposta. Este resultado confirma a necessidade da análise da dispersão dos resultados em torno da média, para avaliarmos a evolução apresentada pelos estudantes.

Em vista destes resultados é importante observar que a análise dos dados realizada a partir do Teste t é bastante tênue. Para que a avaliação de dados a partir deste teste fornecesse resultados mais consistentes as avaliações deveriam ter sido realizadas no início e ao final da aplicação desta proposta de ensino, o que não foi possível devido ao tempo restrito de aplicação da proposta.

Considera-se, assim, que os resultados provenientes desta análise comparativa (análise descritiva e Teste t) constituem um indicativo da ocorrência do aprimoramento e da construção de conceitos, fatores determinantes da aprendizagem significativa.

Enfim, é possível considerar que os resultados obtidos ao final desta análise constituem indícios positivos da ocorrência de aprendizagem significativa promovida através da aplicação de estratégias didáticas ancoradas na utilização de materiais próprios que possuem potencial de serem significativos, desenvolvidos com o auxílio de aplicativos computacionais.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se ter conseguido, no transcorrer do texto, responder aos questionamentos e reflexões tecidas anteriormente e no decorrer da elaboração desta proposta de ensino. Durante a análise e discussão dos dados procurou-se ser objetivo ao efetuar a relação entre estes e os pressupostos teóricos que fundamentaram esta pesquisa.

Estando consciente da complexidade que envolve os processos de ensino e aprendizagem e em consideração aos poucos encontros que aconteceram para o desenvolvimento da prática, sabe-se que chegar a conclusões relacionadas ao desenvolvimento de uma aprendizagem significativa seria prematuro. Então, buscou-se sinais que indicassem a ocorrência de uma aprendizagem significativa através das pistas fornecidas pelos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Os indícios obtidos podem ser considerados positivos através da estratégia de ensino adotada, pois verificou-se que a utilização de materiais didáticos elaborados a partir de preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa – na tentativa de atribuir a estes um caráter potencialmente significativo – desenvolvidos com o auxílio de ferramentas computacionais, contribuiu expressivamente no aprimoramento de conceitos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e auxiliou o processo de formação de novos conceitos.

Há que se destacar, ainda, que como o caráter da pesquisa é qualitativo, algumas das considerações tecidas a partir da análise e discussão dos dados apresentam um considerável grau de subjetividade, visto terem sido formuladas seguindo impressões colhidas através de observação do desenvolvimento das atividades e análise da produção textual dos estudantes, informações estas que não podem ser quantificadas. A quantificação estatística foi feita somente para a comparação de resultados das tarefas avaliativas, a partir da

qual podemos considerar uma evolução de conceitos basicamente cognitiva, não fornecendo subsídios para análise dos aspectos afetivo e psicomotor.

E, por fim, através da elaboração e aplicação desta proposta didática espera-se estar contribuindo para a melhoria do processo educativo e, a partir dos resultados obtidos, buscar-se-á estimular e encorajar mais professores para a utilização de aplicativos computacionais como ferramentas auxiliares ao processo de ensino e aprendizagem.



## 9. REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. V. (2005) Desenvolvimento e análise de ambiente virtual de aprendizagem. Disponível em <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/078tcc2.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.

ALMEIDA, M.E.B. Da atuação à formação de professores. In: BRASIL. MEC. Secretaria da Educação a Distância. **TV e Informática na educação**. Brasília, 1998.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Trad. Eva Nick. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano. Tradução de Lígia Teopisto et al. do original The Acquisition and retention of knowledge: A Cognitive view, Kluwer Academic Publishers, 2000.

BIOESTAT 5.0. Disponível em: <[http://biocistron.blogspot.com/2008/07/programa-bioestat-50\\_7617.html](http://biocistron.blogspot.com/2008/07/programa-bioestat-50_7617.html)>. Acesso em: out. 2008.

BORSSOI, A.H. **A Aprendizagem Significativa em Atividades de Modelagem Matemática como Estratégia de Ensino**. 2004. 140f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **As novas diretrizes curriculares que mudam o ensino médio brasileiro**. Brasília, 1998.

BRUNER, J. S. **Uma nova teoria de aprendizagem**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1976.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.

COLL, C. et al. **Psicologia do Ensino**. Trad. Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

COLL, C. et al. **Os Conteúdos da Reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

DORIA FILHO, U. **Introdução à Bioestatística**: para simples mortais. São Paulo: Negócio, 1999.

GIL, A.C. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2006.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados**. Trabalho apresentado no IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.url.edu.gt/sitios/tice/docs/trabalhos/117.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.

LEON, I.O.R.; PAULA, M.T.D.; NOGUEIRA, T.F. (2007) **O TelEduc como recurso virtual de aprendizagem e apoio ao ensino presencial**: relato de uma experiência de uso em um curso semi-presencial de Ensino Superior. Disponível em: [http://aveb.univap.br/opencms/opencms/sites/ve2007neolpt-BR/imagens/27-06-07/Universidade/trabalho14\\_italo\\_anais.pdf](http://aveb.univap.br/opencms/opencms/sites/ve2007neolpt-BR/imagens/27-06-07/Universidade/trabalho14_italo_anais.pdf)>. Acesso em: jan. 2009.

LEVY, P.; BONANNO, R. **Cybercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. **Estatística sem Matemática**: a ligação entre as questões e a análise. Londrina: Planta, 2005.

MORAIS, J. F. D.; BENVENUTI, N. R. K.; **Atitudes dos alunos de graduação de uma universidade em relação ao ensino de Estatística**. Disponível em: <[http://www.sbem.com.br/files/ix\\_enem/Comunicacao\\_Cientifica/Trabalhos/CC21698244053.doc](http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC21698244053.doc)>. Acesso em: jan. 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Fórum Permanente de Professores. Brasília: Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e Aprendizagem Significativa**. Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil, set.2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: dez. 2008.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Trabalho publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n. 23 a 28: 87-95, 1988.

Adaptado e atualizado, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: dez. 2008.

NOVAK, J. D. **Uma teoria da educação**. Tradução de Marco Antonio Moreira do original *A theory of education*, Cornell University Press, 1977. São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprendiendo a Aprender**. Tradução: J. M. Campanario & E. Campanario, Barcelona: Martinez Roca, 1988.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **Logo**: Computadores na Educação. 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PERICO, E. **Notas de aula**. Não publicado. 2007.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Rio de Janeiro: Vozes, 1973.

REMPEL, C. **Notas de aula**. Não publicado. 2008.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. Ciência e Cognição. 2008. v.13. Disponível em: <[http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec\\_13\\_1\\_m318229.pdf](http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec_13_1_m318229.pdf)>. Acesso em: jan/2009

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR, O. **Um Estudo sobre a Influência da História e Filosofia da Ciência na Formação de Estudantes de Física**. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0372-1.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.

TELEDUC. Disponível em: <<http://teleduc.univates.br>>. Acesso em: out. 2008.

VALENTE, J. A. (org). **Computadores e Conhecimento**: repensando a educação. 2.ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1998.

VALENTE, J. A. **Informática na Educação**: uma questão técnica ou pedagógica? Revista Pátio, ano 3, n. 9, maio/julho. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

VALENTE, J. A. (1997) **O uso inteligente do computador na educação**. Disponível em: <<http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/biblioteca/215.pdf>>. Acesso em: jan. 2009.

VALENTE, J. A. (2005) **Informática na educação**: intrucionismo x construcionismo. Disponível em: <<http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=18&texto=1021>>. Acesso em: jan. 2009.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de Software Educativo**: Reflexões para uma Análise Criteriosa. Disponível em: <<http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>>. Acesso: out. 2008.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1980.



UNIVATES



## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Relato de revisão verbal realizada no encontro de 05 de junho de 2008 sobre o Teste t de acordo com Vieira (1980, p.121-130).

#### Teste t

O Teste t é indicado quando precisamos comparar médias (dados qualitativos) de duas populações ou condições experimentais como, por exemplo, dois grupos realizaram dietas diferentes (A e B) para emagrecimento e deseja-se comparar os resultados a fim de saber qual a dieta proporciona uma maior redução de peso (em média).

#### a) Teste t para observações independentes

Os dados amostrais são proveniente de observações feitas em indivíduos diferentes logo, não estão associados.

#### Exemplo:

(Vieira, 1980) Dez ratos machos adultos, criados em Laboratório, foram separados aleatoriamente em dois grupos: Um grupo foi tratado com ração normalmente usada no laboratório e o outro grupo foi submetido a uma nova ração (experimental). Decorrido certo período de tempo, pesaram-se os ratos. Teste a hipótese de que o peso médio dos ratos é o mesmo, para os dois tipos de ração.

#### b) Teste t para observações pareadas

Os dados amostrais são provenientes de observações feitas no mesmo indivíduo logo, estão associados.

#### Exemplo:

(Vieira, 1980) Foram determinados os quocientes de inteligência (QI) de 10 crianças, segundo dois testes de inteligência, A e B. Verifique se os dois testes de inteligência dão, em média, o mesmo valor.

**APÊNDICE B – Tarefa Avaliativa realizada no encontro de 26 de junho de 2008.**

**Centro Universitário Univates**

**Disciplina:** Bioestatística

**Semestre:** 2008 / A

**Tarefa Avaliativa**

Nome: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

**Orientações Gerais**

Cada questão desta tarefa avaliativa poderá ser resolvida pelo método tradicional (lápis, papel e calculadora) ou através da utilização de computador, cabendo à dupla fazer esta opção, dependendo de suas preferências e aptidões.

Em todos os exercícios, independentemente do método utilizado, a dupla deverá colocar a solução do problema, de acordo com o enunciado (tomada de decisão e conclusão).

De acordo com o método escolhido, deverão ser observados os critérios descritos abaixo:

- Método tradicional: devem constar todos os cálculos efetuados com as respectivas etapas intermediárias, ordenadas.
- Computador (planilha ou Bioestat 5.0): além dos resultados numéricos pertinentes, deverá ser elaborado um roteiro que descreva os passos seguidos até se chegar à resolução da situação-problema.

**Fórmulas**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>Média</b>   | <b>Variância</b>                                      | <b>Variância ponderada</b>  |   |
| $\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$   | $s^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}$ | $S^2 = \frac{(n_1 - 1) \cdot (s_1)^2 + (n_2 - 1) \cdot (s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$ |   |
| <b>Teste t</b>   |   | <b>Teste t</b>  | <b>Desvio Padrão</b>  |
| $t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{S^2 \cdot (1/n_1 + 1/n_2)}}$   |   | $t = \frac{\bar{x}}{(s / \sqrt{n})}$  | $s = \sqrt{s^2}$  |
| <b>Teste qui-quadrado</b>  |   | <b>Teste qui-quadrado</b>   |   |
| $\chi^2 = \frac{\sum (O - E)^2}{E}$  |   | $\chi^2 = \frac{\sum (O - E)^2}{E}$   | $E = \frac{\text{total coluna} \cdot \text{total linha}}{\text{total geral}}$ |
| <b>Correlação Linear</b>   |   |   |   |
| $r = \frac{\sum(x.y) - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \cdot \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}}$ |   |   |   |

**Questões:**

1. (Callegari-Jacques, 2003) Com o objetivo de detectar uma possível diferença genética entre pessoas que apresentam formas distintas de esquistossomose, foi estudada uma amostra de 117 pacientes obtida em Catolândia, Bahia, onde essa doença é endêmica (Weimer e colaboradores, 1991). Os dados a seguir referem-se aos fenótipos de haptoglobina (Hp) encontrados nessas pessoas. Compare as duas formas de enfermidade quanto à frequência dos tipo Hp. ( $\alpha = 5\%$ )

| Forma de esquistossomose | Fenótipo Hp |     |     | Total |
|--------------------------|-------------|-----|-----|-------|
|                          | 1-1         | 2-1 | 2-2 |       |
| Hepatoesplênica          | 17          | 31  | 8   |       |
| Intestinal               | 14          | 37  | 10  |       |
| Total                    |             |     |     |       |

2. (Callegari-Jacques, 2003) Cinco pessoas, que se submeteram a uma mesma cirurgia de joelho, usaram dois instrumentos de avaliação para indicar o nível de dor 12 horas após a operação. A seguir estão os escores de dor de cada pessoa, em cada instrumento. Existe correlação entre os escores determinados nos dois instrumentos?

| Instrumento 1 | Instrumento 2 | $x^2$ | $y^2$ | $x.y$ |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| 8             | 9             |       |       |       |
| 6             | 7             |       |       |       |
| 4             | 4             |       |       |       |
| 3             | 4             |       |       |       |
| 4             | 6             |       |       |       |
|               |               |       |       |       |

3. (Callegari-Jacques, 2003) Vieira e Prolla (1979) estudaram uma amostra de 384 pacientes com problemas pulmonares, classificando-os segundo a presença ou não de eosinófilos no escarro e o tipo de pneumonia diagnosticada (tabela abaixo). Verifique, ao nível de significância de 0,001, se os dados obtidos constituem evidência suficiente de associação entre essas duas variáveis.

**Presença de eosinófilos no escarro e tipo de doença pulmonar em 384 pacientes**

| Eosinófilos<br>no escarro | Grupo quanto ao tipo de pneumopatia* |         |         |         | Total |
|---------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|-------|
|                           | Grupo 1                              | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |       |
| Sim                       | 142                                  | 26      | 32      | 28      |       |
| Não                       | 55                                   | 19      | 41      | 41      |       |
| Total                     |                                      |         |         |         |       |

Grupo 1: asma; Grupo 2: bronquite crônica com broncoespasmo; Grupo 3: bronquite crônica sem broncoespasmo; Grupo 4: outras doenças pulmonares.

Fonte: Vieira e Prolla, 1979.

4. (Callegari-Jacques, 2003) Um pesquisador está estudando a presença dos antígenos R e S (fictícios) em tecido humano. Estes antígenos estão relacionados com a histocompatibilidade, sendo os mesmos extremamente importantes em casos de

- transfusões e transplante de tecidos e órgãos e são classificados em três grupos:
- tipo R: pessoas que só possuem o antígeno R.
  - tipo S: pessoas que só possuem o antígeno S.
  - tipo RS: pessoas que possuem os dois antígenos.

Conforme determina a Primeira Lei de Mendel os filhos resultantes de cruzamentos de mulheres RS com homens RS devem apresentar três genótipos possíveis, nas proporções  $\frac{1}{4}$  para R,  $\frac{1}{2}$  para RS e  $\frac{1}{4}$  para S.

Desejando testar a hipótese de que os alelos R e S são co-dominantes, o pesquisador então estudou 24 filhos de casamentos RSxRS, escolhidos aleatoriamente, e obteve 6 indivíduos do tipo R, 15 do tipo RS e 3 do tipo S. Verifique, ao nível de significância de 5%, a hipótese de co-dominância formulada pelo pesquisador.

5. (Périco, 2007) Na tabela abaixo está representado o índice de glicemia de dois grupos de pacientes submetidos a duas diferentes dietas. Existe diferença entre elas? Em caso de existir diferença entre os resultados das dietas, qual delas proporciona uma maior redução do índice glicêmico? ( $\alpha = 5\%$ )

|         |     |     |     |     |     |    |    |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| Dieta 1 | 110 | 115 | 118 | 106 | 120 | 90 | 85 | 98  |
| Dieta 2 | 88  | 102 | 100 | 93  | 119 | 80 | 90 | 100 |

6. Em um estudo clínico procurou-se estabelecer a relação entre a incidência de câncer de esôfago e o consumo de erva-mate (em forma de chimarrão). Verifique, ao nível de significância de 5%, se esta relação existe. Os dados coletados estão tabelados abaixo:

| Câncer de esôfago | Consumo de chimarrão (média de cuias / dia) |       |        | Total |
|-------------------|---|-------|--------|-------|
|                   | dez   | vinte | trinta |       |
| Sim               | 80  | 75    | 96     |       |
| Não               | 780   | 805   | 910    |       |
| Total             |   |       |        |       |

7. Com o intuito de colaborar com o estudo em andamento junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, solicitamos sua opinião sobre a questão abaixo:

Qual dos métodos de resolução (tradicional x computador) você prefere utilizar para resolver situações-problema sobre este assunto? Justifique sua resposta.

**APÊNDICE C – Tabela comparativa dos resultados obtidos pelos estudantes na tarefa avaliativa realizada antes da aplicação da proposta de ensino (nota 1) e na realizada ao final desta (nota 2).**

| aluno | nota 1 | nota 2 | aproveitamento |
|-------|--------|--------|----------------|
| 1     | 75     | 78     | maior          |
| 2     | 75     | 78     | maior          |
| 3     | 81     | 85     | maior          |
| 4     | 73     | 85     | maior          |
| 5     | 53     | 92     | maior          |
| 6     | 56     | 92     | maior          |
| 7     | 75     | 85     | maior          |
| 8     | 81     | 85     | maior          |
| 9     | 100    | 85     | menor          |
| 10    | 81     | 85     | maior          |
| 11    | 100    | 92     | menor          |
| 12    | 89     | 92     | maior          |
| 13    | 98     | 92     | menor          |
| 14    | 92     | 92     | igual          |
| 15    | 83     | 50     | menor          |
| 16    | 60     | 50     | menor          |
| 17    | 67     | 85     | maior          |
| 18    | 86     | 85     | igual          |
| 19    | 70     | 71     | igual          |
| 20    | 50     | 71     | maior          |
| 21    | 56     | 64     | maior          |
| 22    | 20     | 64     | maior          |
| 23    | 92     | 57     | menor          |

| aluno | nota 1 | nota 2 | aproveitamento |
|-------|--------|--------|----------------|
| 24    | 100    | 57     | menor          |
| 25    | 95     | 64     | menor          |
| 26    | 86     | 64     | menor          |
| 27    | 31     | 100    | maior          |
| 28    | 92     | 100    | maior          |
| 29    | 75     | 50     | menor          |
| 30    | 30     | 50     | maior          |
| 31    | 30     | 42     | maior          |
| 32    | 64     | 42     | menor          |
| 33    | 72     | 64     | menor          |
| 34    | 95     | 64     | menor          |
| 35    | 55     | 92     | maior          |
| 36    | 17     | 92     | maior          |
| 37    | 78     | 85     | maior          |
| 38    | 80     | 85     | maior          |
| 39    | 95     | 85     | menor          |
| 40    | 81     | 85     | maior          |
| 41    | 86     | 71     | menor          |
| 42    | 64     | 71     | maior          |
| 43    | 62     | 100    | maior          |
| 44    | 100    | 100    | igual          |
| 45    | 35     | 57     | maior          |
| 46    | 48     | 57     | maior          |

## **APÊNDICE D – Apontamentos referentes à observação direta realizada durante o desenvolvimento dos encontros.**

### Encontro 1 – Data: 05 de junho de 2008

- Turma apresenta bastante heterogeneidade tanto em interesse quanto em embasamento matemático.
- Durante o desenvolvimento dos encontros alguns alunos apresentaram dúvidas quanto à identificação dos testes.
- As maiores dúvidas e o foco das perguntas estavam direcionados à realização dos cálculos.
- Surgiram alguns questionamentos relacionados com a interpretação dos dados e formulação das hipóteses.

### Encontro 2 – Data: 12 de junho de 2008

- No primeiro momento o foco estava direcionado a entender o mecanismo de funcionamento do *software* Bioestat.
- Embora todos os estudantes já tivessem tido contato com o computador, uma parcela apresentava muitas dúvidas técnicas quanto à sua utilização.
- À medida que os estudantes foram se familiarizando com o computador, a preocupação com os cálculos foi amenizada.
- Alguns estudantes apresentaram relutância em utilizar o Bioestat e optaram por realizar as atividades, inicialmente, através do Excel ou com a calculadora.
- As dúvidas referentes à identificação dos testes, interpretação dos dados, formulação das hipóteses e conclusões continuaram persistentes e constantes. Mas, ao final do encontro, pudemos perceber que alguns estudantes estavam conseguindo esclarecê-las.

### Encontro 3 – Data: 19 de junho de 2008

- Com a utilização do Biostat os questionamentos e dúvidas provenientes da realização de cálculos foram dissipados.
- Vários estudantes demonstraram dúvidas relacionadas ao manuseio do computador que foram sendo sanadas durante o desenvolvimento do encontro.
- As dúvidas pertinentes à identificação dos testes, interpretação dos dados, formulação das hipóteses e conclusões persistiam em uma parcela significativa dos estudantes. Como durante a correção de exercícios vários enfoques para a solução das situações-problema foram apresentadas, ao final do encontro pudemos perceber avanços no desenvolvimento de vários estudantes.

### Encontro 4 – Data: 26 de junho de 2008

- O fato de a tarefa avaliativa haver sido realizada em duplas favoreceu o debate o que auxiliou no compartilhamento de significados, influenciando de maneira positiva no desempenho desta.
- Algumas duplas solicitaram a presença do professor, pois persistiram dúvidas de identificação e interpretação e em algumas questões.

## ANEXOS

### ANEXO A – Exercícios sobre Correlação Linear Simples

Fonte: REMPEL, C. **Notas de aula**. Não publicado. 2008. Disponibilizado no TelEduc para os estudantes.

#### EXERCÍCIOS 6 – CORRELAÇÃO

1. Faça o diagrama de dispersão e calcule o coeficiente de correlação para os dados apresentados na tabela abaixo:

| País           | Consumo individual de proteínas | Coeficiente de natalidade |
|----------------|---------------------------------|---------------------------|
| Formosa        | 7,7                             | 45,6                      |
| Malásia        | 7,5                             | 39,7                      |
| Índia          | 8,7                             | 33,0                      |
| Japão          | 9,7                             | 27,0                      |
| Iogoslávia     | 11,2                            | 25,9                      |
| Grécia         | 15,2                            | 23,5                      |
| Itália         | 15,2                            | 23,4                      |
| Bulgária       | 16,8                            | 22,2                      |
| Alemanha       | 37,3                            | 20,0                      |
| Irlanda        | 46,7                            | 19,1                      |
| Dinamarca      | 56,1                            | 18,3                      |
| Austrália      | 59,9                            | 18,0                      |
| Estados Unidos | 61,4                            | 17,9                      |
| Suécia         | 62,6                            | 15,0                      |

2. Faça o diagrama de dispersão e calcule o coeficiente de correlação para os dados apresentados na tabela abaixo:

| Temperatura (°C) | Nº de casos de pneumonia |
|------------------|--------------------------|
| 30               | 1                        |
| 28               | 3                        |
| 25               | 3                        |
| 22               | 9                        |
| 20               | 16                       |
| 15               | 15                       |
| 13               | 13                       |
| 15               | 16                       |
| 20               | 9                        |
| 21               | 5                        |
| 25               | 2                        |
| 30               | 0                        |

3. Calcule o coeficiente de correlação para os dados apresentados na tabela:

| Idade gestacional (semanas) | 28  | 32  | 35  | 38  | 39  | 41  | 42   |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Peso ao nascer (kg)         | 1,2 | 1,2 | 1,7 | 2,2 | 3,2 | 3,2 | 4,25 |
|                             | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   |      |

4. Em um trabalho sobre acumulação de placa dental em pacientes jovens, foi obtido o índice clínico para medir a quantidade de placa e o peso seco das placas, em miligramas. Os dados estão na tabela abaixo. Construa o diagrama de dispersão. Há correlação entre as medidas?

| Índice clínico | Peso seco (mg) |
|----------------|----------------|
| 25             | 2,7            |
| 45             | 2,7            |
| 60             | 3,5            |
| 68             | 3,7            |
| 80             | 5,8            |
| 100            | 5,1            |
| 120            | 4,8            |
| 140            | 11,7           |
| 143            | 11,1           |
| 148            | 14,2           |

5. Faça o diagrama de dispersão e calcule o coeficiente de correlação para os dados apresentados:

| Proteínas | Natalidade |
|-----------|------------|
| 6,8       | 55,6       |
| 8,5       | 49,7       |
| 8,7       | 33,0       |
| 9,7       | 27,0       |
| 11,2      | 25,9       |
| 15,2      | 23,5       |
| 15,2      | 23,4       |
| 16,8      | 22,2       |
| 37,3      | 20,0       |
| 46,7      | 19,1       |
| 56,1      | 18,3       |
| 59,9      | 18,0       |



6. Faça o diagrama de dispersão e calcule o coeficiente de correlação para os dados apresentados:

| A (comprimento) | B (peso) |
|-----------------|----------|
| 95              | 30       |
| 98              | 32       |
| 76              | 25       |
| 35              | 13       |
| 14              | 5        |
| 26              | 11       |
| 15              | 5        |
| 40              | 17       |
| 26              | 13       |
| 13              | 20       |

## ANEXO B – Exemplos adicionais sobre o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ )

Fonte: REMPEL, C. **Notas de aula**. Não publicado. 2008. Disponibilizado no TelEduc para os estudantes.

### Qui-quadrado ( $\chi^2$ )

É um teste estatístico destinado a comprovar se vários grupos diferem em relação a determinadas categorias, ou seja, entre suas frequências observadas e aquelas esperadas e deduzidas matematicamente, em tabelas chamadas de tabelas de contingência.

Podem ser várias amostras (vários indivíduos) e uma variável (ter ou não ter gostado da aula de estatística, por exemplo).

Os dados podem revelar tendência crescente ou decrescente nas proporções das categorias das variáveis observadas (o número de pessoas que gostam aumenta ou diminui com o passar dos semestres).

#### Exemplo 1:

Em uma pesquisa laboratorial procurou-se estabelecer tendência de hipertrofia prostática em relação à idade (à medida que aumenta a idade, aumenta a hipertrofia?) Os dados obtidos foram os seguintes:

| Hipertrofia prostática | 54-59 | 60-64 | 65-69 | 70-74 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Sim                    | 120   | 135   | 162   | 190   |
| Não                    | 784   | 800   | 950   | 950   |

A hipótese nula ( $H_0$ ) sempre é a negação de que haja qualquer relação entre o que se está observando. Assim,  $H_0$  neste caso é: não há tendência de maior número de indivíduos com hipertrofia prostática com o aumento da idade.

Então, a hipótese a ser testada ( $H_1$ ) é a de que há tendência de maior número de indivíduos com hipertrofia prostática com o aumento da idade.

Assim, para um alfa de 0,05 (5%) e 3 graus de liberdade (são 4 classes de idade – 1 = 3), o qui-quadrado da tabela é 7,81.

O qui-quadrado calculado (ou feito no computador) dá 4,9848.

Assim, como o qui-quadrado calculado é menor do que o da tabela, aceitamos a  $H_0$  e, neste caso, não há tendência a ter maior hipertrofia prostática com o aumento da idade.

#### Exemplo 2:

Efetou-se um levantamento de 250 granjas de trigo, com a finalidade de determinar a influência da lagarta sobre a produção deste grão. As granjas foram classificadas em 4 tipos, de acordo com a intensidade da infestação – leve, moderada, alta, muito alta, registrando-se em cada uma o resultado da colheita – satisfatória ou não-satisfatória.

| Colheita         | Leve | Moderada | Alta | Muito alta |
|------------------|------|----------|------|------------|
| Satisfatória     | 94   | 62       | 31   | 15         |
| Não satisfatória | 15   | 15       | 17   | 11         |

A  $H_0$  é de que a produção de trigo independe do grau de infestação pela lagarta.

Portanto  $H_1$  é a de que a produção de trigo depende do grau de infestação pela lagarta.

Assim, para um alfa de 0,05 (5%) em 3 graus de liberdade (são 4 classes – 1 = 3), o qui-quadrado da tabela é 7,81.

O qui-quadrado calculado (ou feito no computador) dá 15,709.

Assim conclui-se que há diferença entre a produção de trigo e o nível de infestação por lagarta, pois o qui-quadrado calculado é maior do que o da tabela.

**ANEXO C – Tabelas de valores de testes estatísticos.**Teste Qui-quadrado: valores críticos da distribuição qui-quadrado ( $\chi^2$ )

Fonte: CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003, p.235.

| $\alpha$ | 0,20  | 0,10  | 0,05  | 0,02  | 0,01  | 0,001 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| gl       |       |       |       |       |       |       |
| 1        | 1,64  | 2,71  | 3,84  | 5,41  | 6,63  | 10,83 |
| 2        | 3,22  | 4,61  | 5,99  | 7,82  | 9,21  | 13,82 |
| 3        | 4,64  | 6,25  | 7,81  | 9,84  | 11,34 | 16,27 |
| 4        | 5,99  | 7,78  | 9,49  | 11,67 | 13,28 | 18,47 |
| 5        | 7,29  | 9,24  | 11,07 | 13,39 | 15,09 | 20,51 |
| 6        | 8,56  | 10,64 | 12,59 | 15,03 | 16,81 | 22,46 |
| 7        | 9,80  | 12,02 | 14,07 | 16,62 | 18,48 | 24,32 |
| 8        | 11,03 | 13,36 | 15,51 | 18,17 | 20,09 | 26,12 |
| 9        | 12,24 | 14,68 | 16,92 | 19,68 | 21,67 | 27,88 |
| 10       | 13,44 | 15,99 | 18,31 | 21,16 | 23,21 | 29,59 |
| 11       | 14,63 | 17,28 | 19,68 | 22,62 | 24,73 | 31,26 |
| 12       | 15,81 | 18,55 | 21,03 | 24,05 | 26,22 | 32,91 |
| 13       | 16,98 | 19,81 | 22,36 | 25,47 | 27,69 | 34,53 |
| 14       | 18,15 | 21,06 | 23,68 | 26,87 | 29,14 | 36,12 |
| 15       | 19,31 | 22,31 | 25,00 | 28,26 | 30,58 | 37,70 |
| 16       | 20,47 | 23,54 | 26,30 | 29,63 | 32,00 | 39,25 |
| 17       | 21,61 | 24,77 | 27,59 | 31,00 | 33,41 | 40,79 |
| 18       | 22,76 | 25,99 | 28,87 | 32,35 | 34,81 | 42,31 |
| 19       | 23,90 | 27,20 | 30,14 | 33,69 | 36,19 | 43,82 |
| 20       | 25,04 | 28,41 | 31,41 | 35,02 | 37,57 | 45,31 |
| 21       | 26,17 | 29,62 | 32,67 | 36,34 | 38,93 | 46,80 |
| 22       | 27,30 | 30,81 | 33,92 | 37,66 | 40,29 | 48,27 |
| 23       | 28,43 | 32,01 | 35,17 | 38,97 | 41,64 | 49,73 |
| 24       | 29,55 | 33,20 | 36,42 | 40,27 | 42,98 | 51,18 |
| 25       | 30,68 | 34,38 | 37,65 | 41,57 | 44,31 | 52,62 |
| 26       | 31,79 | 35,56 | 38,89 | 42,86 | 45,64 | 54,05 |
| 27       | 32,91 | 36,74 | 40,11 | 44,14 | 46,96 | 55,48 |
| 28       | 34,03 | 37,92 | 41,34 | 45,42 | 48,28 | 56,89 |
| 29       | 35,14 | 39,09 | 42,56 | 46,69 | 49,59 | 58,30 |
| 30       | 36,25 | 40,26 | 43,77 | 47,96 | 50,89 | 59,70 |

Correlação Linear Simples: avaliação qualitativa do grau de correlação entre duas variáveis.

Fonte: CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003, p.90.

| Coeficiente de correlação (r) | A correlação é dita |
|-------------------------------|---------------------|
| 0                             | Nula                |
| 0 – 0,3                       | Fraca               |
| 0,3 – 0,6                     | Regular             |
| 0,6 – 0,9                     | Forte               |
| 0,9 – 1                       | Muito forte         |
| 1                             | Plena ou perfeita   |

Teste t: valores críticos da distribuição t de Student

Fonte: CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003, p.224.

| gl       | $\alpha$ Bilateral  | 0,40  | 0,20  | 0,10  | 0,05   | 0,02   | 0,01   | 0,001   |
|----------|---------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
|          | $\alpha$ Unilateral | 0,20  | 0,10  | 0,05  | 0,025  | 0,01   | 0,005  | 0,0005  |
| 1        |                     | 1,376 | 3,078 | 6,314 | 12,706 | 31,821 | 63,656 | 636,578 |
| 2        |                     | 1,061 | 1,886 | 2,920 | 4,303  | 6,965  | 9,925  | 31,600  |
| 3        |                     | 0,978 | 1,638 | 2,353 | 3,182  | 4,541  | 5,841  | 12,924  |
| 4        |                     | 0,941 | 1,533 | 2,132 | 2,776  | 3,747  | 4,604  | 8,610   |
| 5        |                     | 0,920 | 1,476 | 2,015 | 2,571  | 3,365  | 4,032  | 6,869   |
| 6        |                     | 0,906 | 1,440 | 1,943 | 2,447  | 3,143  | 3,707  | 5,959   |
| 7        |                     | 0,896 | 1,415 | 1,895 | 2,365  | 2,998  | 3,499  | 5,408   |
| 8        |                     | 0,889 | 1,397 | 1,860 | 2,306  | 2,896  | 3,355  | 5,041   |
| 9        |                     | 0,883 | 1,383 | 1,833 | 2,262  | 2,821  | 3,250  | 4,781   |
| 10       |                     | 0,879 | 1,372 | 1,812 | 2,228  | 2,764  | 3,169  | 4,587   |
| 11       |                     | 0,876 | 1,363 | 1,796 | 2,201  | 2,718  | 3,106  | 4,437   |
| 12       |                     | 0,873 | 1,356 | 1,782 | 2,179  | 2,618  | 3,055  | 4,318   |
| 13       |                     | 0,870 | 1,350 | 1,771 | 2,160  | 2,650  | 3,012  | 4,221   |
| 14       |                     | 0,868 | 1,345 | 1,761 | 2,145  | 2,624  | 2,977  | 4,140   |
| 15       |                     | 0,866 | 1,341 | 1,753 | 2,131  | 2,602  | 2,947  | 4,073   |
| 16       |                     | 0,865 | 1,337 | 1,746 | 2,120  | 2,583  | 2,921  | 4,015   |
| 17       |                     | 0,863 | 1,333 | 1,740 | 2,110  | 2,567  | 2,898  | 3,965   |
| 18       |                     | 0,862 | 1,330 | 1,734 | 2,101  | 2,552  | 2,878  | 3,922   |
| 19       |                     | 0,861 | 1,328 | 1,729 | 2,093  | 2,539  | 2,861  | 3,883   |
| 20       |                     | 0,860 | 1,325 | 1,725 | 2,086  | 2,528  | 2,845  | 3,850   |
| 21       |                     | 0,859 | 1,323 | 1,721 | 2,080  | 2,518  | 2,831  | 3,819   |
| 22       |                     | 0,858 | 1,321 | 1,717 | 2,074  | 2,508  | 2,819  | 3,792   |
| 23       |                     | 0,858 | 1,319 | 1,714 | 2,069  | 2,500  | 2,807  | 3,768   |
| 24       |                     | 0,857 | 1,318 | 1,711 | 2,064  | 2,492  | 2,797  | 3,745   |
| 25       |                     | 0,856 | 1,316 | 1,708 | 2,060  | 2,485  | 2,787  | 3,725   |
| 26       |                     | 0,856 | 1,315 | 1,706 | 2,056  | 2,479  | 2,779  | 3,707   |
| 27       |                     | 0,855 | 1,314 | 1,703 | 2,052  | 2,473  | 2,771  | 3,689   |
| 28       |                     | 0,855 | 1,313 | 1,701 | 2,048  | 2,467  | 2,763  | 3,674   |
| 29       |                     | 0,854 | 1,311 | 1,699 | 2,045  | 2,462  | 2,756  | 3,660   |
| 30       |                     | 0,854 | 1,310 | 1,697 | 2,042  | 2,457  | 2,750  | 3,646   |
| 40       |                     | 0,851 | 1,303 | 1,684 | 2,021  | 2,423  | 2,704  | 3,551   |
| 60       |                     | 0,848 | 1,296 | 1,671 | 2,000  | 2,390  | 2,660  | 3,460   |
| 120      |                     | 0,845 | 1,289 | 1,658 | 1,980  | 2,358  | 2,617  | 3,373   |
| infinito |                     | 0,842 | 1,282 | 1,645 | 1,960  | 2,326  | 2,576  | 3,290   |

## ANEXO D – Tarefa Avaliativa anterior ao desenvolvimento da proposta de ensino.

Fonte: REMPEL, C. **Notas de aula**. Não publicado. 2008.

UNIVATES  
Disciplina: Bioestatística  
Semestre: 2008/A

### 1ª AVALIAÇÃO

1. O que são dados quantitativos e dados qualitativos? Dê exemplos.
2. Que cuidados devemos ter ao representar os dados em gráficos ou tabelas?
3. Na série abaixo, que representa a amostra de dados de um hematócrito, indique:

41    43    41    41    52    52    47    44    51

- a) média
- b) moda
- c) mediana
- d) amplitude
- e) variância
- f) desvio padrão

4. Abaixo está representado o tamanho (em mm) de células tumorais resultantes do tratamento com um novo fármaco comparado com o placebo. Utilizando o teste t (alfa = 0,05) conclua sobre a eficiência deste novo produto.

|            |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Placebo    | 4 | 3 | 5 | 6 | 3 | 5 | 4 |
| Tratamento | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |   |

5. Suponha que o nível total de colesterol no sangue de pessoas saudáveis tem média de 200 mg/dl e desvio padrão de 50 mg/dl:
  - a) Qual a probabilidade de encontrarmos uma pessoa com taxas entre 190 e 210 mg/dl?
  - b) Qual a probabilidade de encontrarmos uma pessoa com taxa menor que 180 mg/dl?
  - c) Qual a probabilidade de encontrarmos uma pessoa com taxa maior que 220 mg/dl?
  - d) De uma amostra de 2000 pessoas, quantas devem apresentar taxas entre 180 e 195 mg/dl?