

## DIPLOMATURA D'ESTADÍSTICA

---

### **Autoproblem: Motor generador de problemes d'estadística bàsica.**

Estudiants: Juan A. Martín Valdés.

Manuel Oviedo de la Fuente.

Professora Directora: Pilar Muñoz.

Data: Març del 2001

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
Biblioteca



1400708137



Facultat de Matemàtiques  
i Estadística

**DADES DEL PROJECTE:**

Nom de l'estudiant: JUAN A. MARTÍN VALDEÉS / MONDEL OVIEDO DE LA FUENTE

DNI: 47648870 / 46766202

Títol del Projecte: AUTOPROBLEM: MOTOR GENERADOR DE PROBLEMES  
D'ESTADÍSTICA BÀSICA

Director del Projecte: M. PUAR MUNTDE GRACIA

Tutor del Projecte:

**QUALIFICACIÓ**

MATRÍCULA D'HONOR

**MEMBRES DEL TRIBUNAL (nom i signatura)**

President: JOSEP COSCOMINAS GARCIA

Vocal: CARLES SEARÓ OJEA

Secretari M. PUAR MUNTDE GRACIA

Data: 29/08/02

## **Agraïments.**

Volem donar les gràcies a Ermengol perquè gràcies a la seva ajuda i dedicació, aquest projecte ha arribat allà on ens proposàvem. També gràcies a Pilar per donar-nos la possibilitat de desenvolupar aquest projecte, pels consells i l'assessorament que ens ha donat.

Gràcies també a totes les persones del nostre entorn que d'una manera o una altre han fet possible la realització d'aquest projecte.

<b>Capítol I. Definició i objectius del projecte</b>	<b>1</b>
<b>I.1. Per què s'origina el projecte i per què ara</b>	<b>1</b>
<b>I.2. Objectius del projecte</b>	<b>1</b>
<b>I.3. Descripció del projecte</b>	<b>2</b>
<b>I.4. Abast del projecte</b>	<b>3</b>
<b>I.5. Beneficis</b>	<b>3</b>
<b>Capítol II. El Motor Generador de Mostres Aleatòries</b>	<b>4</b>
<b>II.1. Els mètodes de simulació</b>	<b>4</b>
<b>II.1.1. Simulació d'una distribució Binomial</b>	<b>4</b>
<i>A. Característiques de la variable aleatòria, 5</i>	
<i>B. Algorisme de Simulació, 5</i>	
<b>II.1.2. La Transformació Inversa</b>	<b>6</b>
<b>II.1.3. Simulació d'una variable aleatòria Exponencial</b>	<b>6</b>
<i>A. Característiques de la variable aleatòria, 6</i>	
<i>B. Algorisme de Simulació, 6</i>	
<b>II.1.4. Simulació d'una variable aleatòria Normal</b>	<b>6</b>
<i>A. Característiques de la variable aleatòria, 6</i>	
<i>B. Algorisme de Simulació, 6</i>	
<i>C. Mètode de Box-Mulder, 7</i>	
<b>II.1.5. Simulació d'una variable aleatòria Poisson</b>	<b>7</b>
<i>A. Característiques de la variable aleatòria, 7</i>	
<i>B. Algorisme de Simulació, 7</i>	
<b>II.2. Programació dels Algorismes de Simulació</b>	<b>8</b>
<b>II.2.1. La classe V.A.</b>	<b>8</b>
<i>A. Diagrama de Classes, 8</i>	
<b>II.2.2. La classe Simulació</b>	<b>9</b>
<i>A. Diagrama de Classes, 9</i>	
<b>II.2.3. Classes Pare</b>	<b>9</b>
<b>II.2.4. Explicació de les Classes</b>	<b>10</b>
<i>A. Atributs Comuns, 10</i>	
<i>B. Atributs propis de cada classe, 10</i>	
<b>II.3. Verificació de les simulacions</b>	<b>12</b>
<b>II.3.1. El mètode de Kolmogorov-Smirnov</b>	<b>13</b>
<b>II.3.2. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria exponencial</b>	<b>14</b>

II.3.3. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Normal	16
II.3.4. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Poisson	18
II.3.5. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria binomial	19

## **Capítol III. Implementació en Java de les Taules Estadístiques** 21

### **III.1. Implementació de les rutines numèriques pel càlcul de les Funcions**

#### **Distribució** 22

##### **III.1.1. Implementació de la funció de Distribució T-Student** 22

- A. *La funció T-Student, 22*
- B. *Aproximació per sèrie, 22.*

##### **III.1.2. Implementació de la funció de Distribució Normal** 23

- A. *La funció d'error, 23*
- B. *Relació amb la funció de distribució Normal (0, 1), 24*

##### **III.1.3. Implementació de la funció de Distribució Chi-Quadrat** 25

##### **III.1.4. Implementació de la funció de Distribució F de Fischer-Snedecor** 25

- A. *La funció F de Fischer-Snedecor, 25*
- B. *Relació entre la F de Fischer-Snedecor amb la funció de distribució Beta, 26*

### **III.2. Interfície gràfica de les Taules Estadístiques** 27

#### **III.2.1. Presentació Inicial** 27

#### **III.2.2. Utilització de l'Aplicació** 27

- A. *Consulta de p-valors d'una Norma, 28*
- B. *Consulta del valor d'una Normal, 28*
- C. *Consulta del p-valor d'una t-Student, 29*
- D. *Consulta del valor d'una t-Student, 30*
- E. *Consulta de p-valors d'una Chi-quadrat, 31*
- F. *Consulta de valors d'una Chi-quadrat, 31*
- G. *Consulta de p-valors d'una F de Fischer-Snedecor, 31*
- H. *Consulta de valors d'una F de Fischer-Snedecor, 32*

<b>Capítol IV. Protocol de Comunicació</b>	<b>33</b>
IV.1. Comunicació entre l'aplicació del Professor i el servidor	33
IV.2. Procés de comunicació entre l'estudiant i el servidor	34
IV.2.1. L'indentificació	34
IV.2.2. Demanar un problema	35
IV.3. Sintaxi del protocol de comunicació	37
IV.3.1. Identificació d'un usuari	37
IV.3.2. Enviar un problema	37
IV.3.3. Comandes per demanar un problema	38
IV.4. Llista de variables que circulen pel programa	42
IV.4.1. La Classe Problema	42
IV.4.2. La classe Problema2Mostres	44
IV.5. El fitxer notes.dat	46
IV.5.1. Sintaxi	48
IV.6. Fitxers de problemes	49
IV.7. El fitxer usuaris.dat	50
IV.8. Error en la comunicació	50

<b>Capítol V. Interfície Usuari</b>	<b>52</b>
V.1. Interfície Professor	52
V.1.1. El disseny de la Pantalla	52
V.1.2. Edició de Problemes	54
V.1.3. Definició d'un problema	55
V.1.4. Recorreguts a través dels formularis d'edició del problema	55
A. <i>Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Binomial, 56</i>	
B. <i>Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Exponencial, 57</i>	
C. <i>Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Normal, 58</i>	
D. <i>Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Poisson, 59</i>	
E. <i>Transicions en l'edició d'un problema per la comparació de dues variable aleatòries Binomials, 60</i>	
F. <i>Transicions en l'edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Normals, 61</i>	
V.2. Interfície Estudiant	62
V.2.1. Disseny de la pantalla	62
V.2.2. L'Enunciat	63
V.2.3. Les Dades	64

<b>V.2.4. Les Taules Estadístiques</b>	<b>64</b>
<b>V.2.5. Les Preguntes del Problema</b>	<b>65</b>
<i>A. Tipus de Preguntes, 66</i>	
<i>B. La correcció del problema, 66</i>	
<i>C. Les ajudes, 66</i>	
<b>V.2.6. Avaluació</b>	<b>68</b>

**Capítol VI. Preguntes, càlculs i estadístics resum de l'estudiant** \_\_\_\_\_ **69**

<b>VI.1. Estadístics resum per cada problema tipus.</b>	<b>69</b>
<b>VI.1.1. Variable aleatòria Binomial.</b>	<b>69</b>
<b>VI.1.2. Variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>69</b>
<b>VI.1.3. Variable aleatòria Normal amb variància coneguda.</b>	<b>70</b>
<b>VI.1.4. Variable aleatòria Normal amb variància desconeguda.</b>	<b>70</b>
<b>VI.1.5. Variable aleatòria Poisson.</b>	<b>71</b>
<b>VI.1.6. Comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>71</b>
<b>VI.1.7. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies conegudes.</b>	<b>72</b>
<b>VI.1.8. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies desconegudes.</b>	<b>73</b>
<b>VI.1.9. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>74</b>
<b>VI.2. Preguntes i càlculs per cada problema tipus.</b>	<b>75</b>
<b>VI.2.1. Variable aleatòria Binomial.</b>	<b>75</b>
<b>VI.2.2. Variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>76</b>
<b>VI.2.3. Variable aleatòria Normal amb variància coneguda.</b>	<b>77</b>
<b>VI.2.4. Variable aleatòria Normal amb variància desconeguda.</b>	<b>78</b>
<b>VI.2.5. Variable aleatòria Poisson.</b>	<b>80</b>
<b>VI.2.6. Comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>81</b>
<b>VI.2.7. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies conegudes.</b>	<b>82</b>
<b>VI.2.8. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies desconegudes.</b>	<b>83</b>
<b>VI.2.9. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>86</b>

<b>Capítol VII. Verificació dels càlculs de l'aplicació de l'estudiant</b>	<b>87</b>
<b>VII.1. Descripció de les Taules de càlculs.</b>	<b>87</b>
<b>VII.2. Problemes d'una variable aleatòria Binomial.</b>	<b>88</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "PEIXOS", 89.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "PEIXOS", 90.</i>	
<b>VII.3. Problemes d'una variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>91</b>
<b>VII.3.1. Taula de càlculs del problema "Consultes telefoniques".</b>	<b>92</b>
<b>VII.3.2. Sortida Minitab del problema "Consultes telefoniques".</b>	<b>93</b>
<b>VII.4. Problemes d'una variable aleatòria Normal.</b>	<b>94</b>
<b>VII.4.1. Cas d'una variable aleatòria Normal amb variància coneguda: Problema "PROTOTIPUS".</b>	<b>95</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "PROTOTIPUS", 95.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "PROTOTIPUS", 96.</i>	
<b>VII.4.2. Cas d'una variable aleatòria Normal amb variància desconeguda: Problema: "Kings Fums".</b>	<b>97</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Kings Fums", 98.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Kings Fums", 100.</i>	
<b>VII.5. Problemes d'una variable aleatòria Poisson.</b>	<b>101</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Finestreta", 102.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Finestreta", 103.</i>	
<b>VII.6. Problema per la comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>104</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Finestreta", 105.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Finestreta", 106.</i>	
<b>VII.7. Problemes per la comparació de dues variables aleatòries Normals.</b>	<b>107</b>
<b>VII.7.1. Cas per dades aparellades: : Problema "NYIGUI-NYOGUI".</b>	<b>107</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "NYIGUI-NYOGUI", 108.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "NYIGUI-NYOGUI", 109.</i>	
<b>VII.7.2. Cas per mostres independents i variàncies conegudes : Problema "Examen Sigma".</b>	<b>110</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Examen Sigma", 111.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Examen Sigma", 112.</i>	
<b>VII.7.3. Cas per mostres independents i variàncies desconegudes i iguals: Problema "Examen Iguals".</b>	<b>113</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Examen Iguals", 114.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Examen Iguals", 116.</i>	
<b>VII.7.4. Cas per mostres independents i variàncies desconegudes i diferents: Problema "Examen Independents".</b>	<b>117</b>
<i>A. Taula de càlculs del problema "Examen Independents", 118.</i>	
<i>B. Sortida Minitab del problema "Examen Independents", 120.</i>	



<b>VII.8. Conclusions</b>	<b>121</b>
---------------------------	------------

## **Capítol VIII. Manuals del professor** **122**

<b>VIII.1. Parts comuns de l'aplicació del professor en l'edició de problemes tipus</b>	<b>123</b>
<b>VIII.1.1. Selecció del tipus de problema.</b>	<b>123</b>
<b>VIII.1.2. Parts comuns dins del formulari d'edició dels paràmetres de la variable aleatòria del problema.</b>	<b>124</b>
<b>VIII.1.3. Parts comuns dins del formulari d'edició de les preguntes del problema.</b>	<b>126</b>
<b>VIII.1.4. Missatges informatius quan el professor envia un problema cap al servidor.</b>	<b>127</b>
<b>VIII.1.5. Errors comuns per qualsevol variable aleatòria durant l'edició d'un problema.</b>	<b>128</b>
<b>VIII.2. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Binomial.</b>	<b>129</b>
<b>VIII.2.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Binomial.</b>	<b>129</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres de la variable aleatòria Binomial, 130.</i>	
<b>VIII.2.2. Edició de les preguntes per una variable aleatòria Binomial.</b>	<b>131</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria Binomial, 132.</i>	
<i>B. Possibles missatges d'error en l'edició de les preguntes per problemes de variables aleatòries Binomials, 134.</i>	
<b>VIII.2.3. Pantalla Resum per un problema d'una variable aleatòria Binomial.</b>	<b>135</b>
<b>VIII.3. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>136</b>
<b>VIII.3.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>136</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres de la variable aleatòria Exponencial, 137.</i>	
<b>VIII.3.2. Edició de les preguntes per una variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>137</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria Exponencial, 138.</i>	
<b>VIII.3.3. Pantalla Resum per un problema d'una variable aleatòria Exponencial.</b>	<b>140</b>
<b>VIII.4. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Normal.</b>	<b>141</b>
<b>VIII.4.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Normal.</b>	<b>141</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres, 142.</i>	
<b>VIII.4.2. Edició de les preguntes per un problema sobre una variable aleatòria Normal.</b>	<b>143</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria Normal amb variància coneguda, 144.</i>	

*B. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria Normal amb variància desconeguda, 147.*

*C. Possibles missatges d'error en l'edició de les preguntes per un problema sobre una variable aleatòria Normal, 149.*

<b>VIII.4.3. Pantalla Resum per un problema d'una variable aleatòria Normal.</b>	<b>150</b>
<b>VIII.5. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Poisson.</b>	<b>151</b>
<b>VIII.5.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Poisson.</b>	<b>151</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres de la variable aleatòria Poisson, 152.</i>	
<b>VIII.5.2. Edició de les preguntes per un problema sobre una variable aleatòria Poisson.</b>	<b>153</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria Poisson, 154.</i>	
<b>VIII.5.3. Pantalla Resum per un problema d'una variable aleatòria Poisson.</b>	<b>156</b>
<b>VIII.6. Edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>157</b>
<b>VIII.6.1. Edició dels paràmetres per cadascuna de les dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>158</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres de cadascuna de les variables aleatòries per problemes de comparació de dues Binomials, 159.</i>	
<b>VIII.6.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>160.</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials, 161.</i>	
<b>VIII.6.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.</b>	<b>163</b>
<b>VIII.7. Edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>164</b>
<b>VIII.7.1. Edició dels paràmetres per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>165</b>
<b>VIII.7.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>167</b>
<i>A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades, 168.</i>	
<b>VIII.7.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.</b>	<b>170</b>
<b>VIII.8. Edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes.</b>	<b>171</b>
<b>VIII.8.1. Edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes.</b>	<b>172</b>
<i>A. Possibles missatges d'error en l'edició de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes, 173.</i>	

**VIII.8.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes. \_\_\_\_\_ 174**

*A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes durant l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes, 175.*

**VIII.8.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues Normals amb dades independents i variàncies conegudes. \_\_\_\_\_ 178**

**VIII.9. Edició de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes. \_\_\_\_\_ 179**

**VIII.9.1. Edició dels paràmetres de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes. \_\_\_\_\_ 180**

**VIII.9.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes. \_\_\_\_\_ 182**

*A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes durant l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes, 183.*

**VIII.9.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb variàncies desconegudes i dades independents. \_\_\_\_\_ 186**

**Capítol IX. Manual d'usuari de l'aplicació de l'estudiant. \_\_\_\_\_ 187**

**IX.1. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Binomials. \_\_\_\_\_ 191**

**IX.2. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Exponencials \_\_\_\_\_ 194**

**IX.3. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Normals. \_\_\_\_\_ 196**

**IX.4. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Poissons. \_\_\_\_\_ 199**

**Capítol X. Annexes \_\_\_\_\_ 201**

**X.1. Annexe 1: Els enunciats de les preguntes de les aplicacions de l'estudiant i del professor \_\_\_\_\_ 201**

**X.1.1. Relació de preguntes seleccionades pel professor i les que li sortiran a l'estudiant pels diferents problemes tipus \_\_\_\_\_ 201**

*A. Problemes amb una variable aleatòria Binomial, 201*

*B. Problemes amb una variable aleatòria Exponencial, 202.*

*C. Problemes amb una variable aleatòria Normal amb variància coneguda, 203.*

*D. Problemes amb una variable aleatòria Normal amb variància desconeguda, 204.*

*E. Problemes amb una variable aleatòria Poisson, 205.*

*F. Problemes de comparació de dues variables aleatòries Binomials, 206.*

*G. Problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades, 207.*

*H. Problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies conegudes, 208.*

*I. Problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies desconegudes, 209.*

**X.1.2. Preguntes no visibles en funció de com el professor edita el problema** \_\_\_\_\_ **211**

**X.1.3. Preguntes que s'activen per l'estudiant quan es selecciona una pregunta en l'edició d'un problema tipus** \_\_\_\_\_ **212**

**X.2. Annexe 2: Taules Estadístiques, resultats de les rutines de les funcions de distribució programades en Java** \_\_\_\_\_ **214**

**X.2.1. Resultats per la t-Student** \_\_\_\_\_ **214**

**X.2.2. Resultats per la Normal Estàndard** \_\_\_\_\_ **215**

**X.2.3. Resultats per la Chi-Quadrat** \_\_\_\_\_ **217**

**X.2.4. Resultats per la F-Fischer** \_\_\_\_\_ **218**

**Capítol XI. Conclusions** \_\_\_\_\_ **219**

**XI.1. Avaluació global** \_\_\_\_\_ **219**

**XI.2. Possibles ampliacions i millores** \_\_\_\_\_ **220**

**Capítol XII. Bibliografia** \_\_\_\_\_ **222**

## Capítol I. Definició i objectius del projecte

### *1.1. Per què s'origina el projecte i per què ara*

En general, si els estudiants volen preparar problemes d'estadística bàsica, han de fer-los per escrit per després presentar-los al professor perquè els corregeixi. En particular aquest és un dels problemes dels estudiants d'Estadística II de la FIB. El mateix passa amb el professor, que no coneix quins són els errors més comuns dels estudiants, si no és per l'experiència de fer les classes d'aquesta assignatura o fins que no fa l'examen i surten les notes.

El Motor Generador de problemes d'Estadística intenta aportar una solució a aquests problemes aprofitant Internet i les possibilitats que la xarxa pot arribar a donar. Així els estudiants només hauran de carregar la pàgina on es trobi l'aplicació de l'estudiant, demanar el problema que vulguin o el que el professor els hagi dit i resoldre'l. En contrapartida, els estudiants deixen els seus resultats dins d'un fitxer que és el que periòdicament el professor visualitzarà per veure la progressió dels seus estudiants.

### *1.2. Objectius del projecte*

Els objectius del projecte són:

- Crear un conjunt d'aplicacions portables a qualsevol ordinador, per tal de que arribi al màxim d'usuaris possibles sigui quina sigui la seva situació geogràfica, si és a casa o si és a la facultat. D'aquesta manera es vol crear una aplicació que es pogués utilitzar com a material de classes de pràctiques, o com a material d'examen, o simplement perquè l'estudiant pugui estudiar l'assignatura.
- Creació d'un conjunt de rutines de simulació de dades aleatòries. D'aquesta manera estudiants que executen el mateix problema alhora tenen dades diferents, i per tant poden arribar a conclusions diferents.
- La creació d'un programa d'edició de problemes senzill i fàcil d'utilitzar per part del professor.
- Crear una aplicació de resolució seqüencial i guiada dels problemes plantejats pel professor. Aquest és un dels objectius més importants, doncs es vol que l'estudiant resolgui el problema plantejat per l'aplicació de manera que posi en pràctica tot el que ha après a la classe i a més, que el resolgui d'una manera seqüencial.

La creació d'un sistema de control dels estudiants que executin els problemes a la pàgina web. Aquest objectiu assolir aquest objectiu és important de cara a fer pràctiques o exàmens amb l'aplicació de l'estudiant. D'aquesta manera el professor pot conèixer l'evolució dels seus estudiants al llarg del quadrimestre en què es faci l'assignatura.

### ***1.3. Descripció del projecte***

Es tracta de crear un entorn informàtic autoavaluatiu d'edició i resolució de problemes d'estadística bàsica. L'aplicació d'edició de problemes és la que utilitza el professor, mentre que la de resolució de problemes, penjada a una pàgina web, permet la resolució dels problemes plantejats pel professor d'una manera seqüencial i guiada.

El Motor Generador de Problemes d'Estadística Bàsica és un a aplicació que funcionarà sota internet, programada en Java i Visual Java, que té per objectiu guiar l'estudiant en la solució de problemes d'una variable aleatòria i comparació de dues variables aleatòries.

Un cop identificat, mitjançant el DNI, el professor podrà introduir problemes d'una o dues variables aleatòries amb les següents característiques:

- distribució:
  - Binomial  $(n, \pi)$ .
  - Exponencial  $(\beta)$ .
  - Normal  $(\mu, \sigma^2)$ .
  - Poisson  $(\lambda)$ .
- tipus de preguntes que el professor vol que siguin resoltes. El professor podrà escollir entre una sèrie de preguntes predefinides: intervals de confiança per una mitjana o per una variància, proves d'hipòtesi per una mitjana o per una variància, comparació de mitjanes, comparació de variàncies, etc...tot fixant el nivell de significació.

Aquesta informació serà emmagatzemada en un sistema de fitxers, un per cada tipus de problema, és a dir, existeix un fitxer per problemes de variables aleatòries Binomials, un altre per problemes de variables aleatòries Normals, etc...

L'estudiant accedirà al programa d'avaluació mitjançant el seu DNI, i escollirà el problema que el professor li ha demanat. Com a resultat rebrà una simulació o una sèrie d'estadístics resum segons:

- el problema escollit.
- la distribució del problema.

Els algorismes simulen dades de les distribucions a partir de números pseudo-aleatoris generats per Java. Aquests números són transformats mitjançant diferents algorismes per tal d'aconseguir les dades procedents de la distribució desitjada.

La solució guiada es farà de la següent manera:

- a l'estudiant se li demana uns càlculs previs, com per exemple el càlcul de la mitjana mostral. Si l'estudiant comet un error se li avisa. Si resol bé el problema passa a resoldre la següent part del problema.
- després de que hagi resolt bé els càlculs previs resol les preguntes plantejades pel professor. La manera de guiar és la mateixa que abans, cada vegada que comet un error se li avisa.

Tota la informació generada durant la sessió que ha fet l'estudiant és guardada en un altre sistema de fitxers, un per avaluació dels estudiants i l'altre per control de l'accès al servidor. El fitxer d'avaluació de l'estudiant guarda informació sobre l'estudiant: nom, Dni, nombre d'errors, número d'ajudes demanades, etc.... A més guarda informació sobre el problema que ha fet, el dia i l'hora que ha accedit.

#### ***1.4. Abast del projecte***

Aquest projecte no només té repercussió a l'assignatura d'Estadística II de la FIB. La manera en què s'ha estructurat el programa fa que aquest estil de programa s'ampliï a d'altres assignatures, que necessiten que l'estudiant resolgui problemes d'una manera guiada.

#### ***1.5. Beneficis***

Els beneficis d'aquest conjunt d'aplicacions són diversos. En primer lloc els estudiants tenen al seu abast una aplicació per practicar la resolució de problemes d'estadística bàsica molt accessible, amb tots els beneficis que això comporta, com l'accés des de qualsevol ordinador des de qualsevol lloc en qualsevol moment. També el professor en resulta beneficiat, doncs pot arribar a conèixer, amb aquesta i successives ampliacions del programa, quins són els errors típics que els estudiants cometien quan resolen els problemes de la seva assignatura. De la mateixa manera que el professor pot arribar a conèixer els errors dels estudiants, l'estudiant pot adonar-se de quin és la part que no domina de l'assignatura. Donada la seqüencialitat de la resolució dels problemes plantejats, l'estudiant pot adonar-se per exemple de quin és el seu error més comú.

## Capítol II: El Motor Generador de mostres aleatòries.

L'estudiant, per resoldre els problemes plantejats pel professor, necessita dades. Aquestes poden ser fixes per una mateix problema o que cada cop que s'executi un problema es generin aleatòriament. L'entorn que hem dissenyat genera automàticament les dades cada vegada que un estudiant es connecta a l'aplicació de l'estudiant.

A continuació s'expliquen tot el conjunt de rutines que fan que quan l'estudiant executa l'aplicació per resoldre els problemes aquest rebi les dades o els estadístics resum del problema, els quals sempre seran diferents en cada execució del problema, ja que cada cop que s'accedeixi a un problema les dades d'aquest són generades aleatòriament.

Quan l'aplicació de l'estudiant s'executa, aquestes rutines agafen els paràmetres teòrics de cada variable aleatòria dels problemes guardats al servidor pel professor durant l'edició del problema<sup>1</sup> per generar les dades del problema, i les presenten a l'estudiant per que resolgui el problema.

La eina utilitzada per desenvolupar el Motor Generador de Mostres Aleatòries ha estat el Workshop de Java 2.0.

### II.1- Els mètodes de Simulació

A continuació es presenten els diferents algorismes de simulació<sup>2</sup> que s'utilitzen a aquestes rutines. Aquests algorismes generen dades independents que segueixen determinades distribucions a partir de números pseudo-aleatoris generats pel mètode *random* de la classe *Math* de Java. Per tal de fer com una mena de neteja i que les dades siguin el més independents possible, les rutines de simulació generen més dades de les que es necessiten. Per exemple, si volem 20 dades d'una distribució normal, es generen 120 per tal de que l'algorisme de simulació simuli de forma eficient. Les 100 primeres no es tenen en compte (no es guarden a cap lloc), mentre que les 20 últimes les guardem al vector de la distribució i seran les que l'aplicació mostrarà a l'estudiant i que tant l'aplicació com l'estudiant utilitzaran per fer el càlculs adients.

De qualsevol manera es pot mirar l'Annexe 2: **Taules Estadístiques** on es realitzen diferents proves per veure que les dades són procedents de les respectives distribucions .

---

<sup>1</sup> Veure apartat *VIII. Manual del professor*.

<sup>2</sup> Aquests algoritmes han estat extrets del llibre *Simulation a Statistical Perspective* de Jack Kleijnen and Willem van Groenendaall.



**II.1.1- Simulació d'una distribució binomial.**

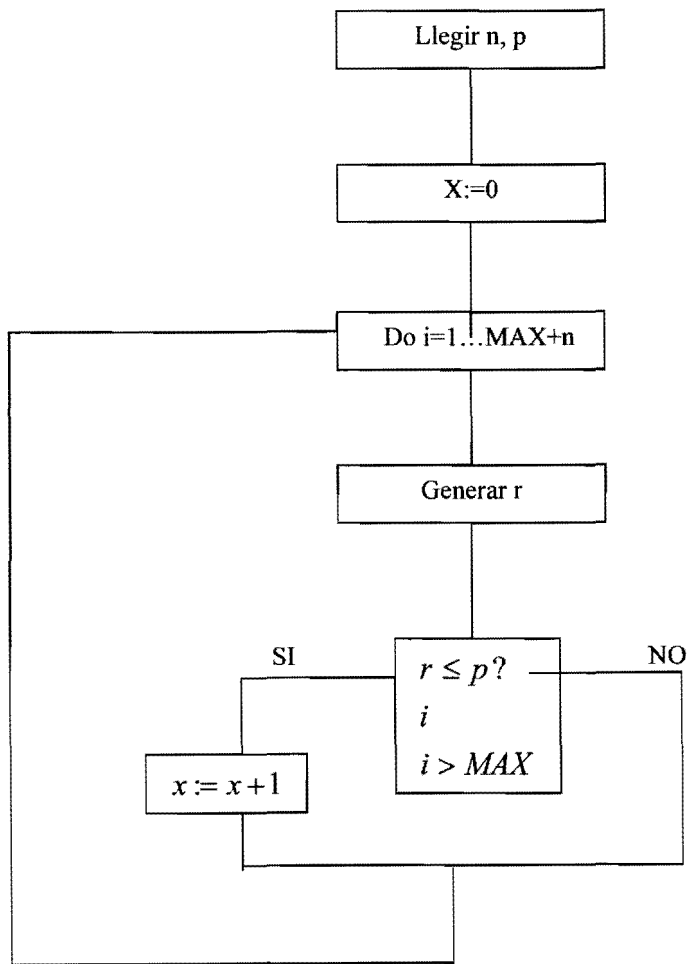
**A. Característiques de la variable aleatòria.**

$$P(x = k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

$$E[X] = np \quad \text{amb } k = 0, 1, \dots, n, n \in \mathbb{N} \text{ i } 0 \leq p \leq 1$$

$$V[X] = np(1-p)$$

**B. Algorisme de simulació**



On:

**n** és el número de dades que es volen simular.

**p** és la probabilitat de la distribució binomial.

**r** és un número pseudo-aleatori procedent d'una distribució  $U(0,1)$ .

**MAX** és una constant amb valor igual a 100.

### II.1.2- La transformació inversa.

És el mètode utilitzat per generar dades procedents de variables contínues. Aquest mètode permet trobar a partir d'un número pseudo-aleatori el valor  $x$  de la variable aleatòria que li correspon de la següent manera:

$$\text{Si } F_1(r) = r$$

si  $x$  segueix la distribució  $F_2$ , podem arribar a:

$$r = F_2(x)$$

que significa:

$$x = F_2^{-1}(r) = \min(x | F_2 \geq r) \text{ on } F_2^{-1} \text{ és la funció inversa de } F_2.$$

### II.1.3- Simulació d'una variable exponencial.

#### **A Característiques de la variable aleatòria.**

La distribució exponencial té per funció de distribució:

$$F(x) = \int_0^x \beta e^{-\beta z} dz = 1 - e^{-\beta x} \text{ amb } \beta > 0 \text{ i } x \geq 0$$

#### **B. Algorisme de simulació**

Aplicant la transformació inversa podem obtenir:

$$r = 1 - e^{-\beta x} \Rightarrow x = \frac{\ln(1-r)}{-\beta} \Rightarrow \frac{\ln(r)}{-\beta} \text{ doncs } r \text{ i } (1-r) \text{ es distribueixen igual, una } U(0,1).$$

### II.1.4- Simulació d'una variable normal.

#### **A. Característiques de la variable aleatòria.**

La funció de distribució d'una normal estàndard és:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{x^2}{2}\right)} \text{ amb } -\infty < x < \infty.$$

#### **B. Algorisme de simulació.**

Com no es pot trobar la funció de distribució, utilitzem el mètode de Box-Mulder per tal de simular dades d'una variable aleatòria normal.

**Simulació a partir del mètode de Box-Mulder:**

Aquest mètode utilitza dues variables independents generades de forma pseudo-aleatòria, per generar dues variables normals independents estandaritzades:

$$x_1 = \cos(2\pi r_2) \times \{-2 \ln(r_1)\}^{0.5}$$

$$x_2 = \sin(2\pi r_2) \times \{-2 \ln(r_1)\}^{0.5}$$

on  $r_1$  i  $r_2$  són números pseudo-aleatòris procedents d'una distribució  $U(0,1)$ .

**II.1.5- Simulació d'una variable aleatòria Poisson.**

**A. Característiques de la variable aleatòria.**

La funció de densitat d'una variable aleatòria Poisson és:

$$P(x = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \text{ amb } \lambda > 0 \text{ i } k = 0, 1, \dots$$

**B. Algorisme de simulació.**

Per simular una variable aleatòria Poisson amb paràmetre  $\lambda$  podem utilitzar una seqüència de variables aleatòries exponencials independents amb paràmetre  $\lambda$ . Aquestes noves variables les anomenem  $t_i(\lambda)$ .

D'aquesta manera  $x$  és el valor més gran de  $k$  on la suma dels temps entre arribades cau en un període:

$$x = k \text{ si } \sum_{i=1}^k t_i(\lambda) \leq 1 < \sum_{i=1}^{k+1} t_i(\lambda)$$

$$x = k \text{ if } -(\alpha)^{-1} \ln\left(\prod_{i=1}^k r_i\right) \leq 1 < -(\alpha)^{-1} \ln\left(\prod_{i=1}^{k+1} r_i\right)$$

$$\ln\left(\prod_{i=1}^k r_i\right) \geq -\alpha > \ln\left(\prod_{i=1}^{k+1} r_i\right)$$

D'altra manera:

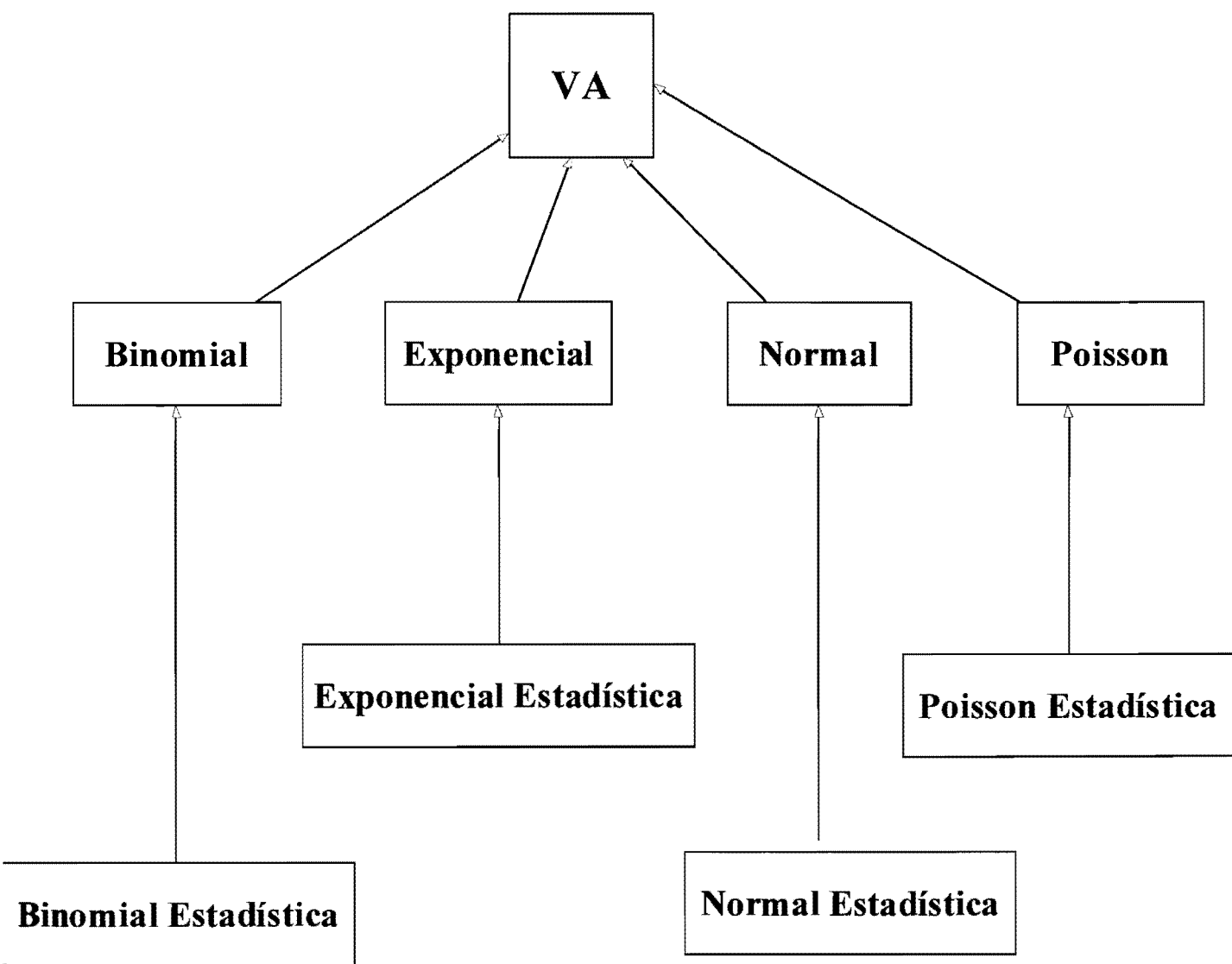
$$x = k \text{ si } \prod_{i=1}^k r_i \geq e^{-\alpha} > \prod_{i=1}^{k+1} r_i$$

En resum, el valor de  $k$  és el número més gran possible de números pseudo-aleatòris multiplicats entre ells. que son més petits que la constant  $e^{-\alpha}$ .

II.2- Programació dels Algorismes de Simulació:

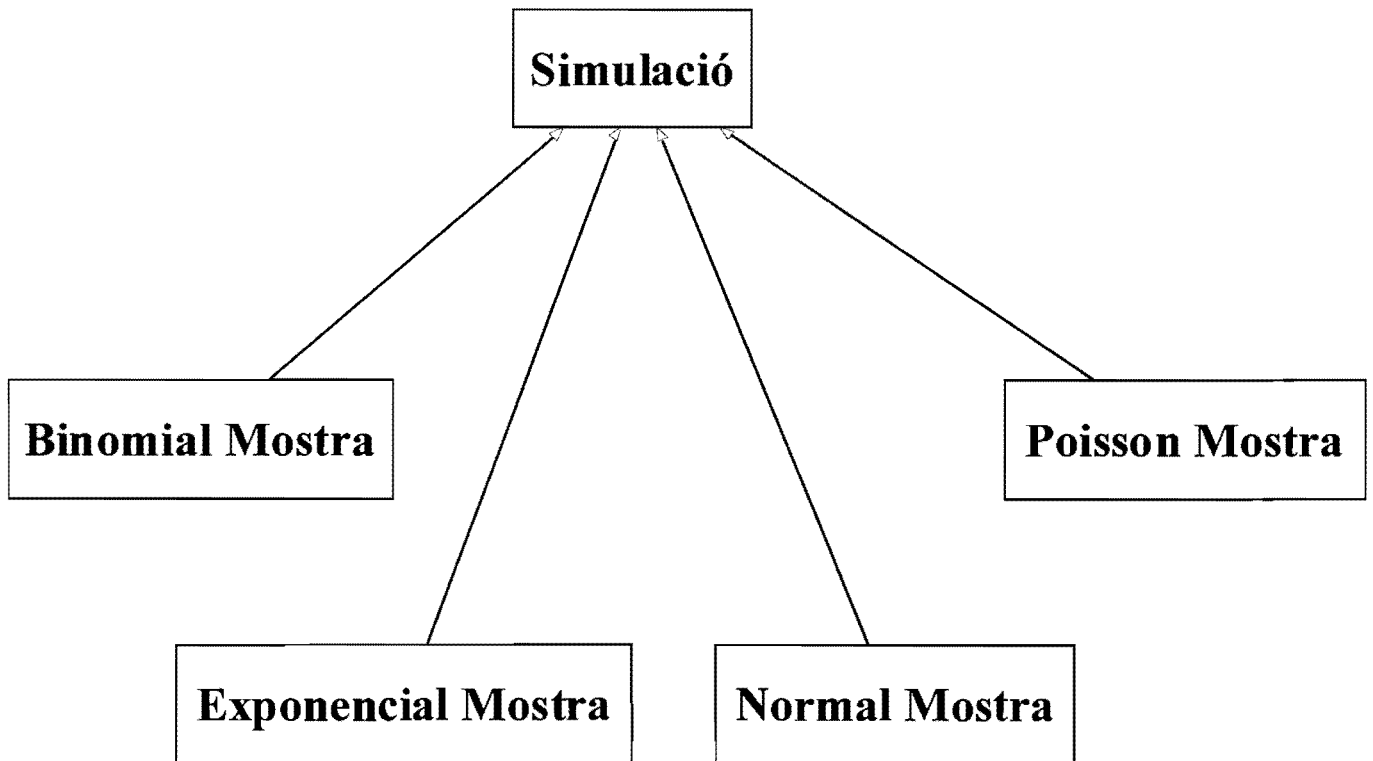
II.2.1- La classe VA

A. Diagrama de les classes:



## II.2.2- La classe Simulació:

### A. Diagrama de les classes:



## II.2.3- Classes Pare:

- *La classe VA:* És la classe de la qual hereten tots els tipus de variables aleatòries del programa. Aquesta classe té els següents atributs:
  - **esperança:** Aquest atribut guarda la esperança teòrica de qualsevol distribució.
  - **variància:** Aquest atribut guarda la variància teòrica de qualsevol distribució.
- *La classe simulació:* És una classe abstracta. Tota classe que vulgui ser de simulació està obligada a implementar el mètode `simular mostra`. Aquesta té dos mètodes utilitzats per generar números aleatoris.
  - **generar\_aleatori:** Mitjançant la funció *random* de Java genera un número aleatori procedents d'una Uniforme ( 0,1 ).
  - **simular\_mostra:** Al ser declarat abstracte és obligat definir a cada tipus de variable aleatòria el comportament d'aquest mètode.

Si es volgués canviar la manera de generar números aleatoris, només es tindria que canviar el mètode `generar_aleatori` i totes les classes que heretessin de simulació tindria el nou mètode, sense modificar el codi.

## II.2.4- Explicació de les classes:

A continuació explicarem tots els atributs de les classes que formen part dels algorismes de simulació.

### A- Atributs comuns:

- **MAX:** Grandària màxima de mostra que es pot fixar, el programa té definida aquesta constant amb valor 100.
- **nTeorica:** Grandària de mostra que vol fixar el professor, mai serà superior a **MAX**.
- **Mostra[ ]:** Vector on es guardarà els números generats pel motor de simulació. La grandària d'aquest vector ve determinada per nTeorica.

### B- Atributs propis de cada classe:

- *La classe binomial:* Aquesta classe guarda tota la informació necessària d'una Binomial ( n, p ). Té els següents atributs:
  - **pTeorica:** Guarda el valor del paràmetre teòric de un variable aleatòria binomial. Aquest paràmetre serà a partir del qual es generaran les mostres aleatòries.
  - **pEstimada:** Guarda el valor estimat del paràmetre p en la simulació donada. El mètode d'estimació ha estat:

$$\hat{p} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

doncs l'algorisme de simulació proporciona els valors  $x_i$  que poden ser 0 o 1.

*La classe exponencial:* Aquesta classe guarda tota la informació necessària per simular una Exponencial ( $\beta$ ):

- **betaTeorica:** Guarda el valor de la  $\beta$  teòric, proporcionat pel professor paràmetre teòric d'una variable aleatòria exponencial. Aquest paràmetre serà a partir del qual es generaran les mostres aleatòries.
- **betaEstimada:** Guarda el valor estimat del paràmetre  $\beta$  en la simulació donada. El mètode utilitzat és:

$$\hat{\beta} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

- *La classe normal:* Aquesta classe guarda tota la informació necessària per simular una Normal ( $\mu, \sigma$ ):

- **muTeorica:** guarda el valor de la mitjana teòrica ( $\mu$ ) d'una  $N(\mu, \sigma)$ , a partir del qual es generen les simulacions.
- **s2Teorica:** guarda el valor de la variància teòrica ( $\sigma^2$ ) d'una  $N(\mu, \sigma)$ , a partir del qual es generen les simulacions.
- **muEstimada:** estimació de la mitjana mostral d'una simulació. El mètode utilitzat ha estat:

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

- **s2Estimada:** estimació de la variància mostral d'una simulació. El mètode utilitzat ha estat:

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

- *La classe poisson:* Aquesta classe guarda tota la informació necessària per simular una variable aleatòria Poisson ( $\lambda$ ):

- **lamdaTeorica:** Aquest atribut guarda el paràmetre teòric, donat pel professor, de la variable aleatòria Poisson.
- **lamdaEstimada:** Guarda el paràmetre estimat en la simulació. El mètode és el següent:

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

### II.3. Verificació dels algorismes de simulació del Motor Generador de Mostres Aleatòries.

A l'apartat anterior s'han explicat els diferents mètodes que hem emprat per generar les dades que rebrà l'estudiant al carregar un problema. Dins d'aquest apartat es validen les dades generades pels algorismes de simulació.

El mètode de validació ha estat el següent:

- Deesprés de generar n mostres per cada distribució, agafem aleatòriament tres mostres de 10000 dades cadascuna per cada tipus d'algorisme de simulació de dades. D'aquestes 10000 dades, n'agafem les últimes 5000. La raó de fer aquesta tria, és que la pantalla de sortida del programa de Java només suporta una sortida per 5000 dades, per variables aleatòries enteres. En canvi per variables aleatòries contínues, com l'Exponencial o la Normal, la sortida es limitava a 1000 dades, per qüestions d'espai.
- Un cop tenim les dades en una fulla de SPSS 8.0 utilitzem les proves de contrast de Kolmogorov-Smirnov per fer les validacions. Aquest contrast compara la funció de distribució teòrica amb l'observada, generada pels nostres algorismes de simulació. Aquest tipus de contrast només és vàlid per variables aleatòries contínues, com ara la variable aleatòria Normal o la variable aleatòria Exponencial. Les característiques de la variable aleatòria Poisson també permet utilitzar la prova de contrast de Kolmogorov-Smirnov per validar el seu algorisme de simulació.

En canvi per la validació dels mètodes de simulació per variables aleatòries Binomials, s'ha utilitzat l'aproximació a una Normal.

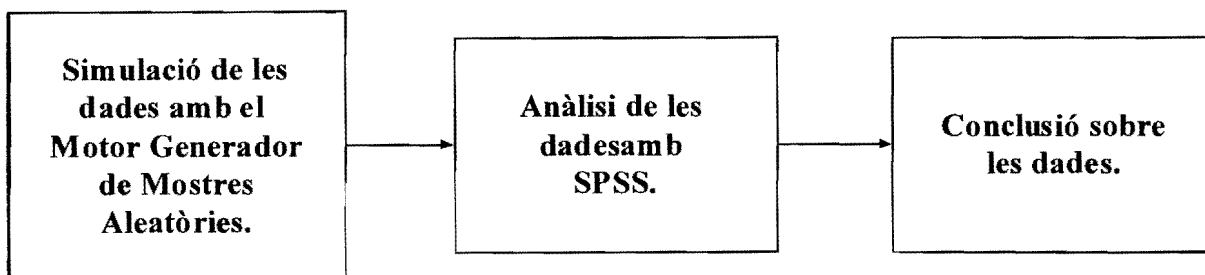


Figura 1: Esquema de la Validació dels mètodes de simulació del Motor Generador de Mostres Aleatòries.



### II.3.1. El mètode de Kolmogorov-Smirnov

La hipòtesi nul·la en aquest contrast es que la mostra prové d'un model continu  $F(x)$ , que en el nostre cas pot ser el model *Exponencial*( $\beta$ ), *Normal*( $\mu, \sigma^2$ ). El procediment per construir els contrast és el següent:

- i. Ordenar els valors mostrals, de manera que:

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$$

- ii. Calcular la funció de distribució empírica de la mostra,  $F_n(x)$  amb:

$$F_{(n)} = \begin{cases} 0 & x < x_{(1)} \\ r/n & x_{(r)} \leq x \leq x_{(r+1)} \\ 1 & x \geq x_{(n)} \end{cases}$$

- iii. Calcular la discrepància màxima entre les funcions de distribució observada y teòrica amb el estadístic:

$$D_n = \max |F_n(x) - F(x)|$$

on la seva distribució està tabulada quan  $F(x)$  és certa. Si la distància calculada  $D_n$  es major que la trobada en les taules, fixat  $\alpha$ , rebutgem el model  $F(x)$ .

### II.3.2. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Exponencial

Per comprovar l'algorisme de simulació de dades procedents d'una variable aleatòria Exponencial de paràmetre  $\beta=0.5$ , hem generat 10000 dades amb aquest algorisme de simulació. Ens hem quedat amb les 1000 últimes dades i hem aplicat el contrast de Kolmogorov-Smirnov.

La prova que plantejem és la següent:

$$\begin{cases} H_0 : X \sim \text{Exponencial}(\beta) \\ H_1 : \neg H_0 \end{cases}$$

Els resultats donats per SPSS han estat els que es veuen a la **Taula 1**:

**Taula 1:** Prova de Kolmogorov-Smirnov per una variable aleatòria Exponencial.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		EXP1	EXP2	EXP3
N		1000	1000	1000
Parámetro exponencial. <sup>a,b</sup>	Media	2,0595	2,0380	2,0261
Diferencias más extremas	Absoluta	,025	,018	,029
	Positiva	,015	,018	,015
	Negativa	-,025	-,015	-,029
Z de Kolmogorov-Smirnov		,777	,572	,906
Sig. asintót. (bilateral)		,582	,899	,384

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

La taula ens mostra que les dades que li ha proporcionat l'algorisme de simulació d'una exponencial, són dades correctes tant com es veurà a continuació. Per les tres mostres el valor de la mitjana mostral és aproximadament igual a 2.

Tenint en compte que:

$$\bar{x} = \frac{1}{\beta} \text{ i que } \beta = 0.5$$

i que llavors, la distribució teòrica tindria un valor de mitjana poblacional igual a 2, ja ens fa pensar que aquestes dades provenen de l'Exponencial de paràmetre  $\beta=0.5$ .

Les sospites es confirmen al fer la prova d'hipòtesi de Kolmogorov-Smirnov:

Per la primera variable aleatòria exponencial tenim:

- **Significació asimptòtica**=0.582>0.05 amb una confiança del 95%.

Per la segona variable aleatòria exponencial tenim que:

- **Significació asimptòtica**=0.899>0.05 amb una confiança del 95%.

Per la tercera variable aleatòria exponencial tenim que:

- **Significació asimptòtica**=0.384>0.05 amb una confiança del 95%.

Per tant podem concloure que la distribució de les dades és en efecte una exponencial de paràmetre beta igual a 0.5, i que, per tant, l'algoritme de simulació del Motor Generador de Mostres Aleatòries per variables exponencials simula de forma correcta les dades.

### II.3.3. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Normal

Dins d'aquest apartat es validaran els mètodes de simulació de dades d'una variable aleatòria Normal del Motor Generador de Mostres Aleatòries. Com abans, generem 10000 dades d'una  $Normal(\mu = 10, \sigma = 2)$  i ens quedem les 1000 últimes dades.

Plantegem la següent prova d'hipòtesi:

$$\begin{cases} H_0 : X \sim Normal(\mu, \sigma) \\ H_1 : \neg H_0 \end{cases}$$

Els resultats donats per SPSS han estat els que es veuen a la **Taula 2**:

**Taula 2:** Prova de Kolmogorov-Smirnov per una variable aleatòria Normal.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		VAR00023	VAR00024	VAR00025
N		1000	1000	1000
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	9,8757	9,9919	10,0297
	Desviación típica	1,9487	2,0242	1,9727
Diferencias más extremas	Absoluta	,025	,016	,021
	Positiva	,025	,015	,021
	Negativa	-,016	-,016	-,015
Z de Kolmogorov-Smirnov		,788	,512	,650
Sig. asintót. (bilateral)		,564	,956	,793

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

El primer cop d'ull ens fa veure que la mitjana mostral és bastant semblant a la mitjana poblacional, al voltant de les deu unitats, com també la desviació tipus mostral també és semblant a la poblacional, als voltants de les dues unitats. Si després mirem les diferències més extremes, aquestes són petites i molt similars.

Si mirem el resultat de la prova d'hipòtesi de Kolmogorov-Smirnov, tenim que per cada variable aleatòria els següents resultats:

Per la primera variable aleatòria tenim amb una confiança del 95%:

- Significació asimptòtica=0.564>0.05

Per la segona variable aleatòria tenim, amb una confiança del 95%:

- Significació asimptòtica=0.956>0.05

Per la última variable aleatòria tornem a tenir que, amb una confiança del 95%:

➤ Significació asimptòtica= $0.793 > 0.05$

Per tant podem concloure que les dades segueixen una variable aleatòria Normal de mitjana poblacional 10 desviació tipus poblacional de dues unitats, i que el Motor Generador de Mostres Aleatòries proporciona dades procedents de variables aleatòries Normals de forma correcta.

### II.3.4. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Poisson

Ara validarem les dades donades per les rutines de simulació del Motor Generador de Mostres Aleatòries que proporcionen dades d'una Poisson de paràmetre lambda. L'algoritme de validació és el mateix que per les dues anteriors variables aleatòries. Tornem a generar tres mostres procedents d'una variable aleatòria Poisson de grandària 10000 i  $\lambda=5$ , i ens quedem amb les últimes 5000 amb l'algorisme simulació de variables aleatòries Poisson.

Després d'això plantegem la següent prova d'hipòtesi:

$$\begin{cases} H_0 : X \sim Poisson(\lambda) \\ H_1 : \neg H_0 \end{cases}$$

Realitzem el contrast de Kolmogorov- Smirnov per les tres mostres generades i obtenim els següents resultats:

**Taula 3:** Prova de Kolmogorov-Smirnov per una variable aleatòria Poisson.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		POISSON	POISSON2	POISSON3
N		5000	5000	5000
Paràmetre de Poisson <sup>a,b</sup>	Media	4,9720	4,9998	5,0788
Diferencias más extremas	Absoluta	,002	,003	,005
	Positiva	,002	,002	,005
	Negativa	-,002	-,003	-,004
Z de Kolmogorov-Smirnov		,171	,245	,358
Sig. asintót. (bilateral)		1,000	1,000	1,000

<sup>a</sup>. La distribución de contraste es la de Poisson.

<sup>b</sup>. Se han calculado a partir de los datos.

Tornem a tenir una mitjana mostral molt propera al paràmetre poblacional lambda, i les diferències màximes són 0.002, 0.003 i 0.005 per cadascuna de les variables aleatòries.

Per les tres variables aleatòries la Significació asimptòtica és 1, i per tant podem concloure que les tres variables aleatòries poisson generades, segueixen una variables aleatòria Poisson, i que les rutines del Motor Generador de Mostres Aleatòries generen dades de forma correcta.

### II.3.2. Verificació de les simulacions procedents d'una variable aleatòria Binomial

Ara validarem les dades donades per les rutines de simulació del Motor Generador de Mostres Aleatòries que proporcionen dades d'una Binomial de paràmetre  $\pi^3$ . Per tant, es generen tres mostres procedents d'una variable aleatòria Binomial de grandària 10000 i  $\pi=0.7$ , i ens quedem amb les últimes 5000 dades.

Després plantegem la següent prova d'hipòtesi que volem verificar:

$$\begin{cases} H_0 : X \sim \text{Binomial}(\pi = 0.7) \\ H_1 : \neg H_0 \end{cases}$$

Ara la validació no es fa mitjançant el mètode de Kolmogorov-Smirnov, sinó mitjançant l'aproximació a la Normal (0, 1).

Com  $n > 100$  podem realitzar la següent aproximació:

$$\frac{\frac{p-\pi}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}}{\sim N(0,1)}$$

**Tabla 4:** Prova de Kolmogorov-Smirnov per una variable aleatòria Binomial

**Prueba binomial**

		Categoría	N	Proporción observada	Prop. de prueba	Sig. asintót. (unilateral)
BINO1	Grupo 1	,00	3529	,7058	,7	,190 <sup>a</sup>
	Grupo 2	1,00	1471	,3		
	Total		5000	1,0		
BINO2	Grupo 1	,00	3466	,6932	,7	,151 <sup>b</sup>
	Grupo 2	1,00	1534	,3		
	Total		5000	1,0		
BINO3	Grupo 1	,00	3517	,703400	,7	,305 <sup>a</sup>
	Grupo 2	1,00	1483	,3		
	Total		5000	1,0		

a. Basado en la aproximación Z.

b. La hipótesis alternativa establece que la proporción de casos del primer grupo sea  $< ,7$ .

<sup>3</sup> En aquest cas, el paràmetre  $\pi$  és la probabilitat del Grup 1, es a dir, que surti un 0.

Per la primera mostra tenim una proporció observada pel Grup 1 de  $p_1=0.7058$ .

- Tenint un *nivell de Significació asimptòtica*= $0.190 < 0.05$ ,

Per la segona mostra tenim una proporció observada pel Grup 2 de  $p_2=0.6932$ .

- Tenint un *nivell de Significació asimptòtica*= $0.151 < 0.05$ ,

Per la tercera mostra tenim una proporció observada pel Grup 3 de  $p_3=0.7034$ .

- Tenint un *nivell de Significació asimptòtica*= $0.305 < 0.05$ ,

Per tant, no hi ha en cap cas evidència per rebutjar la hipòtesi nul·la i acceptem que les tres mostres han estat veritablement generades per una distribució Binomial ( $\pi = 0.7$ ) amb un risc del 5%.



## Capítol III. Implementació en Java de les Taules Estadístiques

Per resoldre els problemes d'interval de confiança i proves d'hipòtesi en els problemes d'estadística bàsica són necessàries les taules estadístiques. Aquesta aplicació ha incorporat rutines de consulta de taules estadístiques, per tal que els estudiants no les portin a la pràctica. La motivació d'aquesta inclusió es minimitzar el material que ha de portar l'estudiant i, a més, portar un seguiment de la resolució del seu exercici, per després avaluar-lo.

Aquest conjunt de rutines incorpora les següents distribucions:

- t-Student
- Normal
- Chi-2
- F de Fisher-Snedecor.

Les rutines numèriques per trobar valors o probabilitats de les anteriors distribucions han estat programades en Java. Els avantatges d'implementar les funcions de distribucions són:

- ◆ *L'estudiant no ha de mirar les taules, les pot consultar de manera interactiva sempre que vulgui.*<sup>1</sup>
- ◆ *Estalvi de recursos.* És més eficient implementar les funcions per cada distribució que introduir taules amb els valors de les funcions de distribució dins del programa, com a constants. És més, el temps d'execució es redueix, ja que no hem de recórrer la taula estalviant espai, temps i recursos molt important en l'àmbit informàtic.
- ◆ *Implementant les funcions de distribució l'error es redueix.* Si introduïssim les taules com a constants en el programa tindríem com a màxim 3 o 4 decimals, ja que les taules són tabulacions de les funcions de distribucions. En canvi amb la implementació de les rutines s'aconsegueixen millors resultats per totes les distribucions.
- ◆ *No s'acumula error durant l'execució de l'aplicació de l'estudiant.* És a dir, el programa i l'estudiant treballen amb els mateixos números.

---

<sup>1</sup> Veure Apartat *III.2 Interfície gràfica de les Les Taules Estadístiques* .

### **III.1. Implementació de les rutines numèriques pel càlcul de les funcions de distribució.**

La implementació de les distribucions t-Student, Normal,  $\chi^2$  i F de Fischer-Snedecor s'ha realitzat prèviament en Matlab. Aquest programa matemàtic ens ofereix més llibertat a l'hora de fer els càlculs, veure els resultats i així com realitzar les primeres comprovacions d'aquestos. Tots els algorismes utilitzats estant trets del llibre *Statistical Computing* de William J.Kennedy, Jr. i James E.Gentle i del llibre *Handbook of Mathematical Functions* d'Abramovitz, M. i Stegun, I.A.

Cal dir que aquestes funcions de distribució estan definides per integrals., i aquestes acostumen a no ser fàcils d'avaluar. Per tant, per implementar aquestes integrals es recorreix a diferents tècniques per tal de generar els valors de les funcions de distribució, com pot ser el càlcul de funcions relacionades més fàcils de d'integrar, l'aproximació per sèries o l'integració per parts.

#### III.1.1 Implementació de la Funció de Distribució t-Student.

##### **A. La funció de distribució t-Student.**

La funció de distribució t-Student de n graus de llibertat es defineix per:

$$T(t; n) = \frac{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}{\sqrt{n\pi}\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)} \int_{-\infty}^t \left(1 + \frac{x^2}{n}\right)^{-\frac{n+1}{2}} dx \text{ per } t \in \mathfrak{R}$$

Els mètodes numèrics o computacionals per a la funció de distribució t-Student s'obtenen aproximant les funcions  $P(t; n) = 2[1 - T(t; n)]$  per a  $t > 0$  i  $Q(t; n) = 1 - P(t; n)$ .

**B. Aproximació per sèries**

El canvi de variables  $x = \sqrt{n} \tan(z)$  ens dona la següent expressió per a la funció  $Q(t;n)^2$ .

$$Q(t;n) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \left\{ \theta + \sin \theta \left[ \cos \theta + \dots + \frac{2 \times 4 \times \dots \times (n-3)}{3 \times 5 \times \dots \times (n-2)} \right] \right\}, n \\ \sin \theta \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cos^2 \theta + \dots + \frac{1 \times 3 \times 5 \times \dots \times (n-3)}{2 \times 4 \times 6 \times \dots \times (n-2)} \right\}, n \end{cases}$$

Seguint aquests plantejaments hem programat una rutina en Java, testejada amb MATLAB<sup>3</sup>, per avaluar la distribució t-Student en qualsevol punt i per qualsevol grau de llibertat. Aquest mètode és el millor mètode, ja que fa la integral per parts exacte. En principi tots els decimals que s'obtenen són correctes.

**III.1.2. Implementació de la Funció de Distribució Normal.**

**A. La funció error.**

La funció d'error es defineix per:

$$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2}, \text{ per } x > 0$$

i el seu complementari és  $erfc(x) = 1 - erf(x)$ .

**B. Relació amb la distribució Normal (0,1).**

Per una variable aleatòria normal  $t \sim N(0,1)$  s'anomena  $\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$  la funció de densitat i es

nota per  $\Phi(x) = P(t \leq x)$  la funció de distribució. Així:

$$\Phi(x) = \begin{cases} \frac{1 + erf\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right)}{2} & x \geq 0 \\ \frac{erfc\left(-\frac{x}{\sqrt{2}}\right)}{2} & x < 0 \end{cases}$$

<sup>3</sup> Per més informació veure *Handbook of Mathematical Functions* d'Abramovitz, M. i Stegun, I.A.

<sup>4</sup> Veure la taula de comprovacions en l'Annexe 2: *Taules Estadístiques*

Aquest mètode depèn de si l'aproximació de les funcions  $erfc(x)$  i  $erf(x)$ . D'aquesta manera si considerem:

$$R_1 = \frac{\sum_{j=0}^3 p_j x^{2j}}{\sum_{j=0}^3 q_j x^{2j}} \text{ amb } 0 < x < 0.5$$

$$R_2 = \frac{\sum_{j=0}^7 p_j x^j}{\sum_{j=0}^7 q_j x^j} \text{ amb } 0.46875 \leq x \leq 4.0$$

$$R_3 = \frac{\sum_{j=0}^4 p_j x^{-2j}}{\sum_{j=0}^4 q_j x^{-2j}}$$

D'aquesta manera les funcions d'error queden:

$$erf(x) = xR_1(x) \text{ si } 0 < x \leq 0.5$$

$$erfc(x) = \exp(-x^2)R_2(x) \text{ si } 0.46875 \leq x \leq 4.0$$

$$erfc(x) = \left( \frac{\exp(-x^2)}{x} \right) \left\{ \pi^{\frac{1}{2}} + x^{-2} R_3(x^{-2}) \right\} \text{ si } x \geq 4$$

Per veure els valors de les  $R_i$  i dels valors dels de les cues de probabilitat generades per la rutina en Java, consultar l'Annexe 2: Taules Estadístiques.

### III.1.3 Implementació de la Funció de Distribució Chi-Quadrat.

El mètode que hem utilitzat per programar la funció de distribució de la Chi-Quadrat es basa en la següent fórmula recurrent:

$$H(x | n) = 1 - H(x | n - 2) + \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^{\frac{n-2}{2}} \exp\left(-\frac{x}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}$$

I els valors per començar venen donats per:

$$1 - H(x | 2) = \exp\left(-\frac{x}{2}\right)$$

$$1 - H(x | 1) = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \int_{\sqrt{x}}^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

$\int_{\sqrt{x}}^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$  és la funció *erf*(x).

Cada terme d'aquesta expansió es positiu, evitant la cancel·lació de dígits significatius. I només es pot aplicar per graus de llibertat enters. Els graus de llibertat utilitzats en el programa sempre seran enters. Ja que els graus de llibertat venen relacionats amb la grandària mostral de les simulacions que sempre són enters.

### III.1.4. Implementació de la Funció de Distribució F de Fischer-Snedecor.

Per implementar la aquesta distribució es necessita abans implementar la funció Beta, doncs resulta difícil trobar bones aproximacions per la F amb els algorismes existents. Aquesta relació entre la F i la Beta permet calcular la funció de distribució acumulada (cdf) i la inversa d'aquesta.

#### **A. La distribució F de Fischer-Snedecor.**

$$F(x | n_1, n_2) = \frac{2\Gamma\left(\frac{n_1 + n_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n_1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n_2}{2}\right)} \int_0^{\arcsin(\sqrt{a})} \sin^{n_1-1}(\theta) \cos^{n_2-1}(\theta) d\theta$$

on  $a = \frac{n_1 x}{(n_2 + n_1 x)}$ .

**B. Relació entre la F de Fischer i la Beta.**

La funció de distribució de la Beta amb paràmetres  $\alpha$  i  $\beta$  és:

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}$$

L'anterior integral es calcula mitjançant la següent relació:

$$F(y | n_1, n_2) = 1 - I_x \left( \frac{n_2}{2}, \frac{n_1}{2} \right)$$

on  $n_1$  son els graus de llibertat de la primera mostra,  $n_2$  els graus de llibertat de la segona mostra i

$$x = \frac{n_2}{n_2 + n_1 y}$$

$I_x \left( \frac{n_2}{2}, \frac{n_1}{2} \right)$  és una integral calculada de la següent manera:

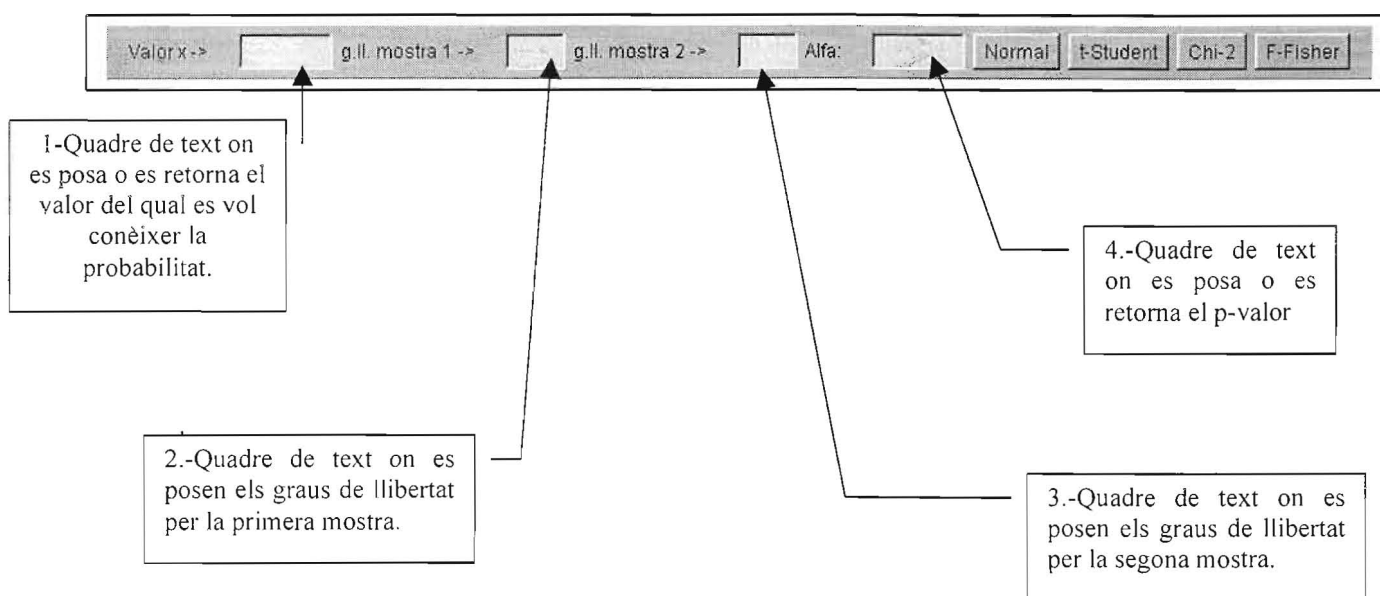
$$I_x(a, b) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a+1)\Gamma(b)} x^a (1-x)^{b-1} + I_x(a+1, b-1)$$

on  $\Gamma(a) = (a-1)!$

## III.2. Interfície gràfica de les Taules Estadístiques.

La interfície gràfica de les rutines de les funcions de distribució ha estat programada també en Java, mitjançant el programa Java Work-Shop 2.0. Aquí l'estudiant podrà consultar qualsevol valor de les taules de les funcions de distribució Normal, t-Student, Chi-2 i F-Fisher-Snedecor.

### III.2.1. Presentació Inicial



### III.2.2. Utilització de les taules

La interfície gràfica de les taules permet realitzar dos tipus de consultes:

- ◆ Trobar p-valors, és a dir, donat un determinat valor de la funció de distribució ( $x$ ) i els valors dels graus de llibertat trobar la probabilitat acumulada.
- ◆ Trobar valors  $x$  de la funció de distribució donat un cert valor d'alfa i els valors dels graus de llibertat.



### A. Consulta de p-valors d'una Normal.

Per consultar el p-valor per un determinat punt  $x$  d'una  $Normal(0,1)$  cal que posem el  $x$  a la caixa de text que diu "Valor  $x$ ->". Després clicant el botó **Normal** el programa retorna el p-valor en la caixa de text que diu "Alfa" per una normal estandarditzada



Figura 1: Esquema de consulta d'un p-valor d'una variable aleatòria Normal.

Aquest tipus de consulta es utilitzada en la resolució de problemes de proves d'hipòtesi, i es demana el límit de la regió crítica.

### B. Consulta del valor d'una Normal.

Per consultar el valor d'una  $Normal(0,1)$  cal que posem el p-valor a la caixa de text que diu "Alfa:". Després clicant el botó **Normal** el programa retorna el valor  $x$  per una normal estandarditzada amb aquest p-valor introduït en la caixa de text que diu "Valor ->".

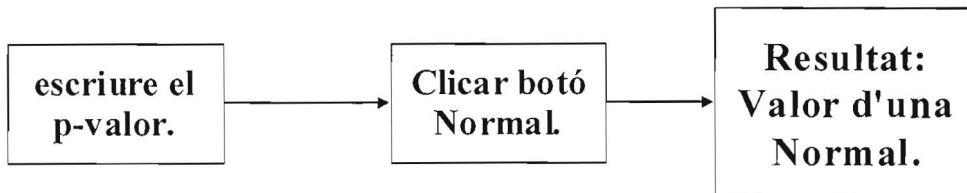


Figura 2: Consulta d'un valor d'una variable aleatòria Normal.

Aquest tipus de consulta és útil per problemes amb preguntes d'Intervals de Confiança.





**C. Consulta de p-valors d'una t-Student.**

**Autoproblema d'una mostra.**

Per consultar el p-valor per un determinat valor de  $x$  que prové d'una t-Student amb  $v$  graus de llibertat cal posar el valor  $x$  a la caixa de text que diu "Valor  $x$ ->", els graus de llibertat de la mostra a la caixa que diu "g.l.l.mostra1" i després clicar el botó **t-Student** el programa retorna el p-valor per una t-Student pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Alfa".

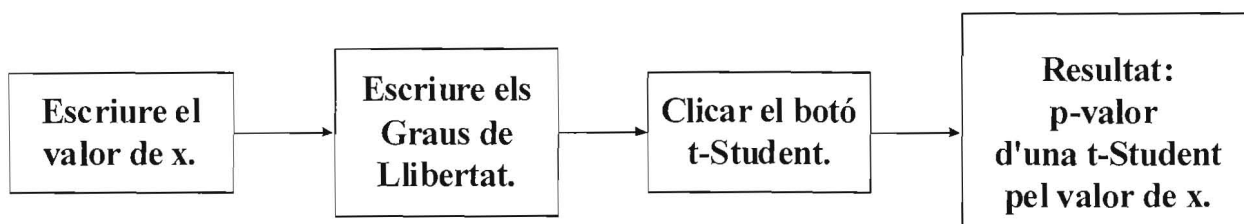


Figura 3: Consulta d'un p-valor d'una t-Student per problemes d'una mostra.

**Autoproblema de dues mostres.**

Per consultar el p-valor per un determinat valor de  $x$  que prové d'una t-Student amb  $v=n_1+n_2-2$  graus de llibertat cal posar el valor  $x$  a la caixa de text que diu "Valor  $x$ ->", els graus de llibertat de la mostra ( $v$ ) a la caixa que diu "g.l.l.mostra1" i després clicar el botó **t-Student** el programa retorna el p-valor per una t-Student pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Alfa".

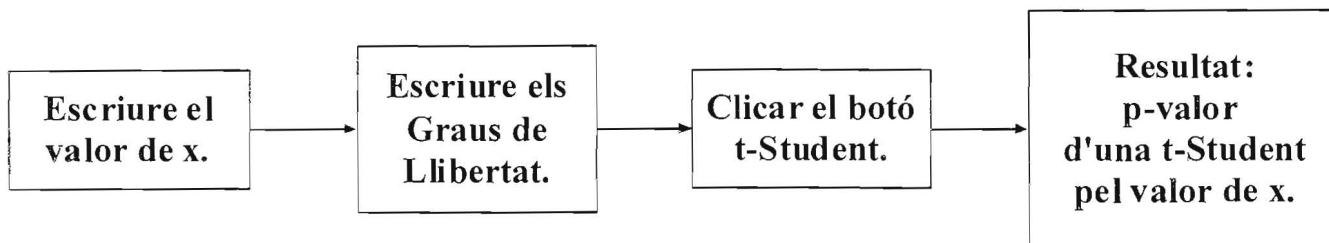


Figura 4: Consulta d'un p-valor per un t-Student per problemes de comparació de dues variables aleatòries.



**D. Consulta del valor d'una t-Student.**

**Autoproblema d'una mostra.**

Per consultar el valor d'una t-Student amb  $v$  graus de llibertat cal que posem el p-valor a la caixa de text que diu "Alfa:" i els graus de llibertat de la mostra a la caixa que diu "g.l.l.mostra1" Després clicant el botó **t-Student** el programa retorna el valor  $x$  per una t-Student pels valors introduïts. en la caixa de text que diu "Valor ->".

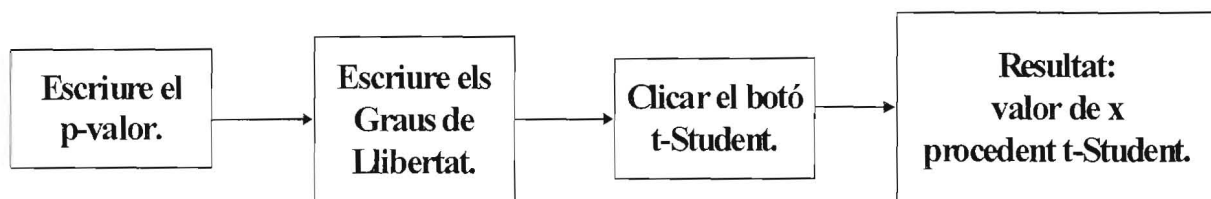


Figura 5: Consulta d'un valor  $x$  per un t-Student, per problemes d'una mostra.

**Autoproblema de dues mostres.**

Per consultar el valor d'una t-Student amb  $v=n_1+n_2-2$  graus de llibertat cal que posem el p-valor a la caixa de text que diu "Alfa:" i els graus de llibertat de la mostra a la caixa que diu "g.l.l.mostra1" Després clicant el botó **t-Student** el programa retorna el valor  $x$  per una t-Student pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Valor ->".

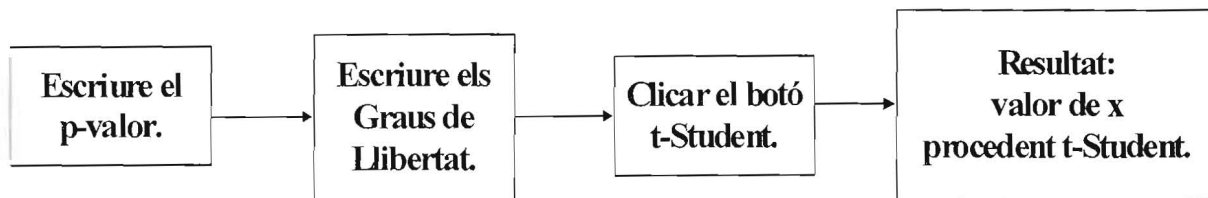


Figura 6: Consulta d'un valor  $x$  per un t-Student, per problemes d'una mostra.



### E. Consulta de p-valors d'una Chi-Quadrat.

Per consultar el p-valor per un determinat valor de  $x$  que prové d'una Chi-Quadrat amb  $v$  graus de llibertat cal posar el valor  $x$  a la caixa de text que diu "Valor  $x$ ->", els graus de llibertat de la mostra a la caixa que diu "g.ll.mostra1" i després clicar el botó **Chi-2** el programa retorna el p-valor per una Chi-Quadrat pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Alfa".

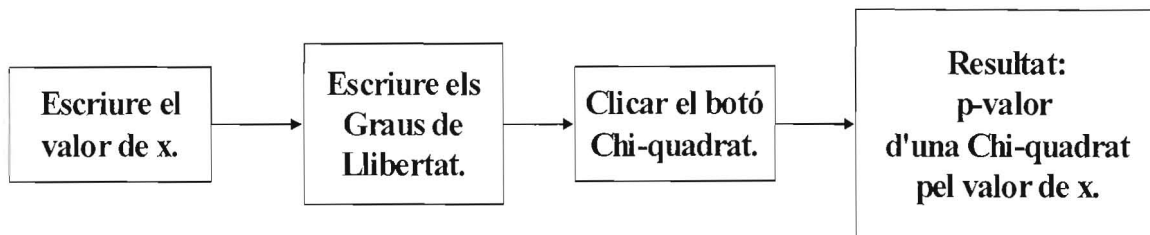


Figura 7: Consulta d'un valor  $x$  per una Chi-quadrat, per problemes d'una mostra.

Aquesta consulta és necessària en autopoblemes d'una i dues mostres amb variàncies desconegudes, i es demana la resolució d'un interval de confiança.

### F. Consulta d'un valor d'una Chi-Quadrat.

Per consultar el valor d'una Chi-Quadrat amb  $v$  graus de llibertat cal que posem el p-valor a la caixa de text que diu "Alfa:" i els graus de llibertat de la mostra a la caixa que diu "g.ll.mostra1" Després clicant el botó **Chi-2** el programa retorna el valor  $x$  per una Chi-Quadrat pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Valor ->".

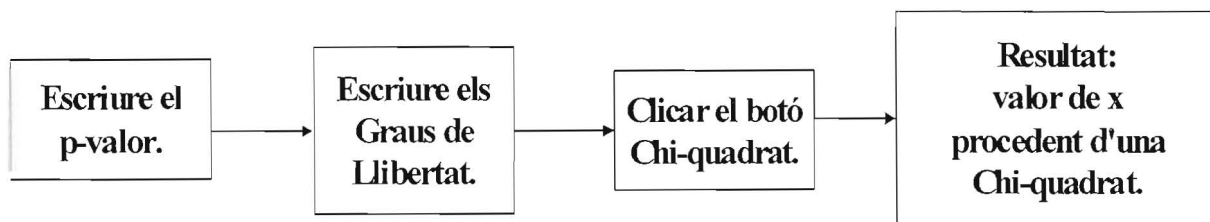


Figura 8: Consulta d'una valor d'una Chi-quadrat.

### G. Consulta de p-valors d'una F de Fischer-Snedecor.

Per consultar el p-valor per un determinat valor  $x$  que prové d'una F-Fischer-Snedecor. el programa necessita saber els valors dels graus de llibertat i el valor de  $x$ . Així en les caixes de text corresponents es posen els valors, a "Valor  $x$ ->" s'escriu el valor de la  $x$ , a "g.ll.mostra1" el número de graus de llibertat per la primera mostra i a "g.ll.mostra2" el número de graus de llibertat per la segona mostra. i després clicar el botó **F-Fisher** el programa retorna el p-valor per una F-Fisher pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Alfa".



Aquesta consulta és necessària en autoproblemes de dues mostres amb variàncies desconegudes, i es demanen els límits de la regió crítica en la resolució d'una prova d'hipòtesi per la variància poblacional.

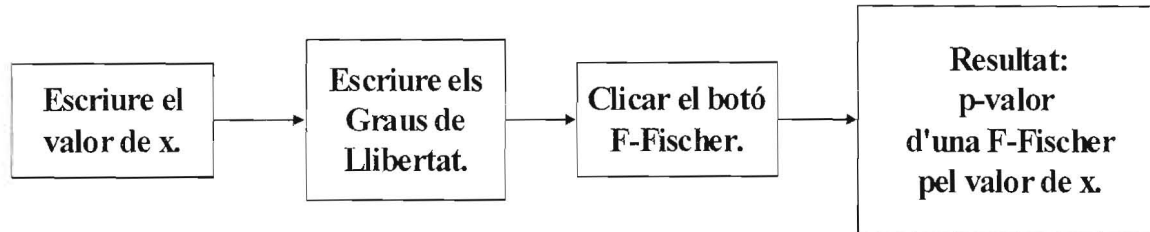


Figura 9: Esquema de consulta d'un p-valor per una distribució F-Fischer.

#### H. Consulta d'un valor d'una F de Fischer-Snedecor.

Per consultar un valor d'una F-Fischer-Snedecor. el programa necessita saber els valors dels graus de llibertat i el p-valor. Així en les caixes de text corresponents es posa el p-valors, a "Alfa ->", a "g.l.l.mostra1" el número de graus de llibertat per la primera mostra i a "g.l.l.mostra1" el número de graus de llibertat per la segona mostra. i després clicar el botó **F-Fischer** el programa retorna el valor d'una F-Fischer-Snedecor pels valors introduïts en la caixa de text que diu "Valor ->".

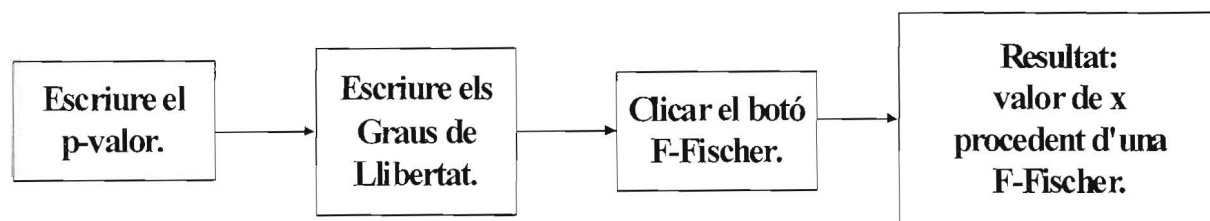


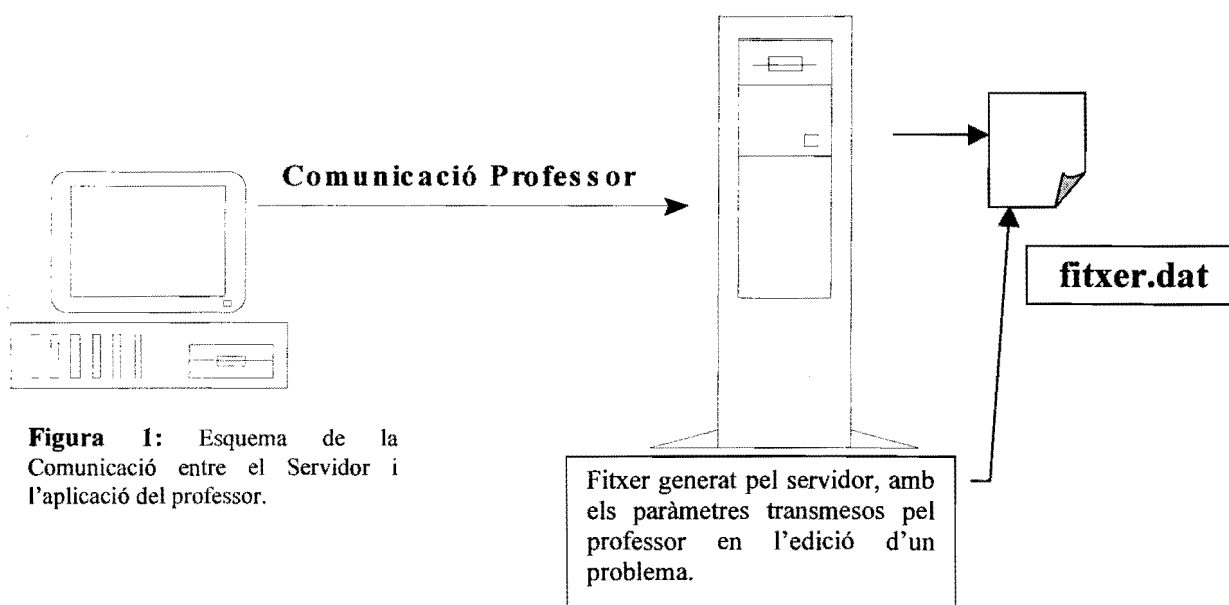
Figura 10: Consulta d'un valor d'una F-Fischer.

## Capítol IV. El Protocol de Comunicació.

El protocol de comunicació és la manera en què les aplicacions de l'estudiant amb el motor generador de mostres aleatòries, del professor i el servidor es comuniquen. Per tant el protocol de comunicació actua en dos nivells, a nivell de la relació professor-servidor, i a nivell de la relació estudiant-servidor.

### IV.1. Comunicació entre l'aplicació del Professor i el servidor

L'esquema de la comunicació entre l'aplicació del professor i el servidor és el següent:



Una vegada el professor ha editat el problema amb tots els seus paràmetres i totes les preguntes que el professor considera oportunes, arriba el moment d'emmagatzemar el problema dins del **fitxer.dat**. El **fitxer.dat** és un fitxer de text que conté tots els paràmetres codificats segons el protocol de comunicació. Una seqüència d'un problema seria la següent, per exemple:

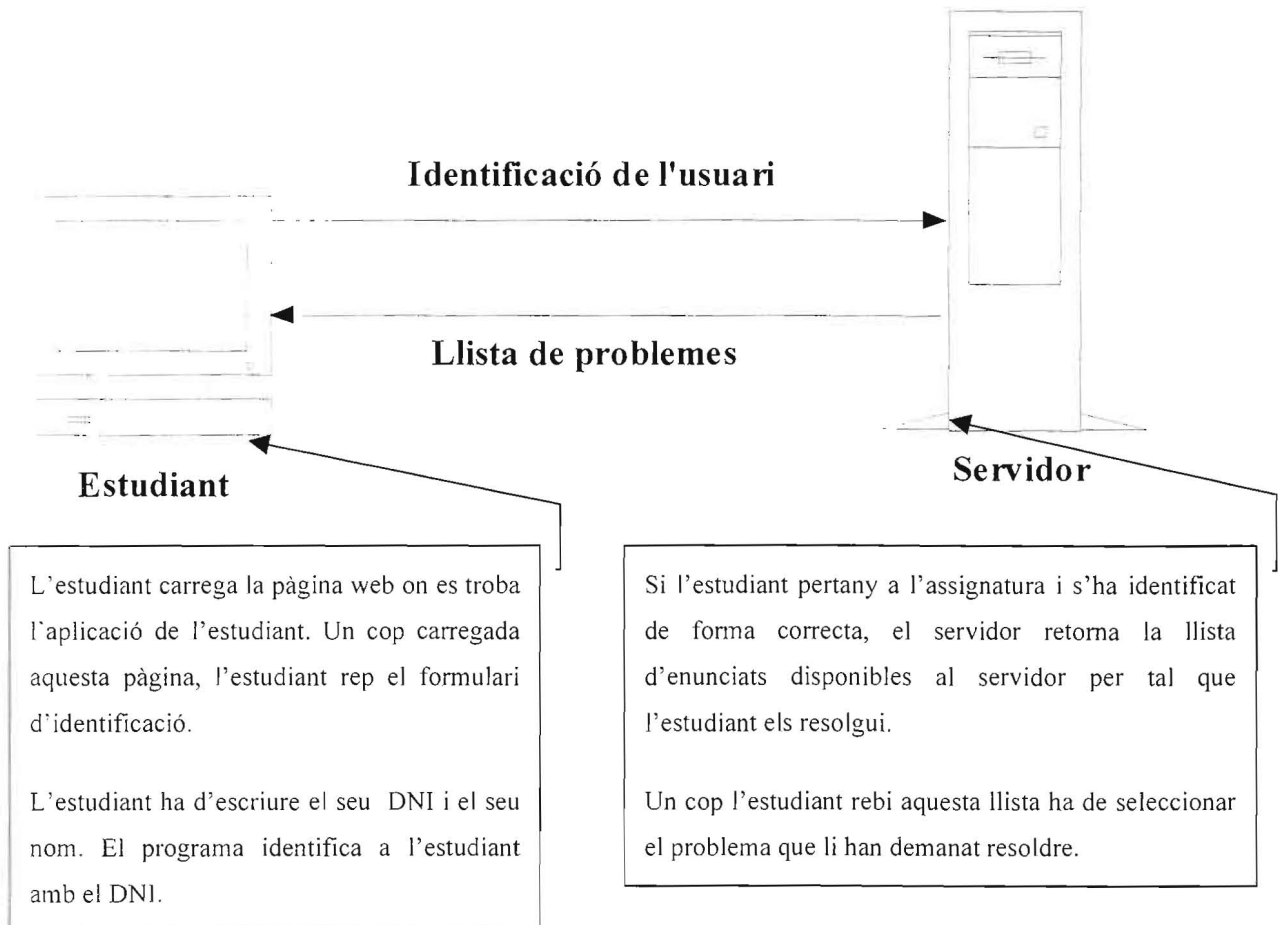
```
@Laboratori@0@84.04@6.8@true@10@true@true@true@true@true@true@0.05@false@0.1
@0@0.01@false@5@Un laboratori analitza espècimens d'un producte farmacèutic per
determinar la concentració del producte actiu@
```

En aquest capítol, més endavant, s'explica què vol dir cada cosa dins d'aquesta cadena. A l'apartat **Fitxers de Problemes** s'adjunta una taula amb els noms dels **fitxers.dat** que genera l'aplicació del professor quan envia un problema.

## IV.2. Procés de comunicació entre l'estudiant i el servidor

Amb aquest diagrama s'explica el procés de comunicació entre l'estudiant i el servidor. L'estudiant demana al servidor un problema

### IV.2.1- La identificació

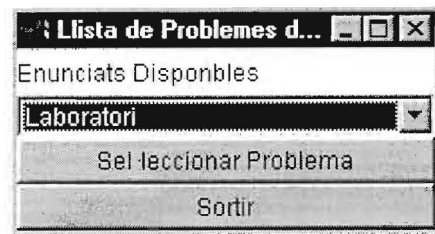


Un cop s'ha carregat la pàgina web, l'estudiant veu el següent formulari:

Figura 3: Aspecte de la Pantalla d'Identificació.

L'estudiant ha de posar el seu identificador personal, el DNI, dins de la caixa de text "Escriu el teu DNI" i després escriure el nom. Clicant "Ok" l'aplicació es comunica amb el servidor, que comprova que l'identificador sigui vàlid.

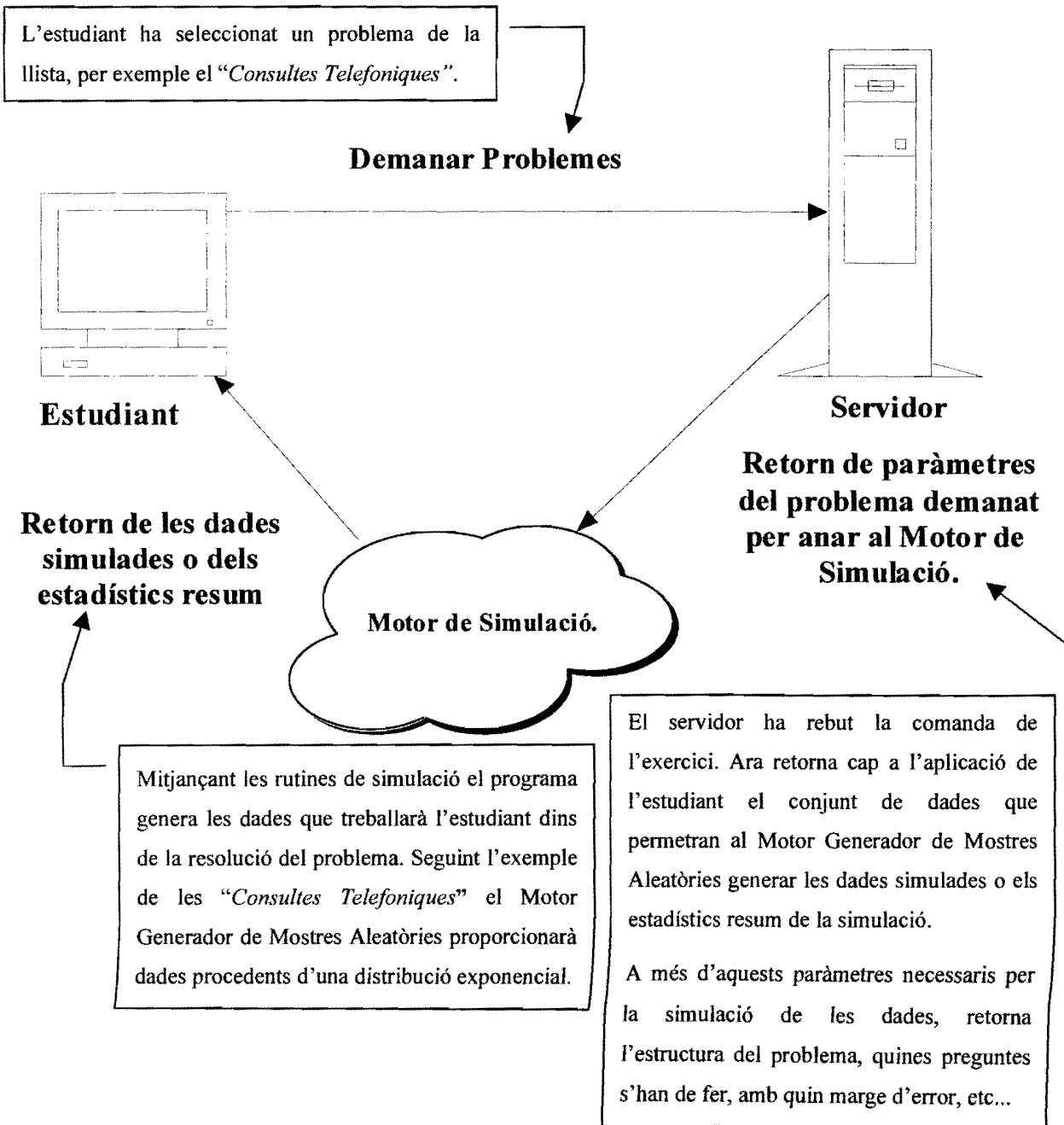
Com hem dit abans al diagrama, si l'estudiant s'ha identificat de forma correcta, el servidor li retorna la llista de problemes disponibles, dins d'una llista desplegable. El formulari té el següent aspecte:



**Figura 4:** Aspecte de la pantalla on es presenten els problemes disponibles

**IV.2.2. Demanar Problema.**

L'estudiant ja s'ha identificat i ja té present la llista de problemes, només ha de seleccionar el problema a resoldre.





### IV.3. Sintaxi del protocol de comunicació.

#### IV.3.1 Identificació d'un usuari:

L'usuari per utilitzar qualsevol de les dues aplicacions ha d'identificar-se. La manera en què es demana que un usuari s'identifiqui és la següent<sup>1</sup>:

←@usuari@id\_usuari@

→@booleà@fi@ | @true@ ln @fi@

@booleà@ és la resposta del servidor a si existeix l'usuari amb aquell identificador. I la sentència

@fi@ és la resposta del servidor que indica que s'ha acabat la comunicació.

Com s'ha vist a la **Figura 3**, el nom de l'usuari (@usuari@) seria la caixa de text anomenada *Escriu el teu Nom i Cognoms* i l'identificador d'usuari (@id\_usuari@) seria la caixa de text anomenada *Escriu el teu DNI*.

#### IV.3.2. Enviar un problema.

Un cop el professor ha editat el problema i ha clicat el botó **Guardar** del formulari de resum, el problema és enviat cap al servidor perquè es guardi amb els problemes de la seva mateixa classe. El programa del professor confecciona una cadena de caràcters separats per @.

La cadena que envia el professor es pot dividir en tres parts:

- Part que proporciona paràmetres necessaris per la presentació i correcció del problema. Com ara el marge d'error numèric permès a l'estudiant quan contesta, el nom de l'exercici o el tipus d'informació que se li presentarà, es a dir, si es donen les dades simulades, o bé els estadístics resum.
- La part que proporciona les dades necessàries per calcular les dades simulades, és a dir els paràmetres teòrics de cada variable aleatòria, com la mitjana poblacional per una variable aleatòria Normal o la variància poblacional.
- Finalment s'envien els paràmetres necessaris pel plantejament del problema; quines preguntes han estat seleccionades, els valors de confiança per les proves d'hipòtesi i els intervals de confiança. Dins d'aquest apartat s'inclou l'enunciat, que tornem a repetir no és interpretat pel problema.

<sup>1</sup> Les comandes que envia el servidor les identificarem mitjançant el signe →. Mentre que les comandes que fa l'aplicació de l'estudiant les indicarem amb ←.

A continuació es dona un exemple d'una cadena **Info** que s'envia quan s'edita un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes.

```
Info=@+prob.nomExercici+@+prob.getMargeError()+@+prob.tipusInfo+@+norm
.getvarIguals()+@+norm.getMuTeoretical()+@+norm.getSigmaTeoretical()+@+nor
m.getMuTeorica2()+@+norm.getSigmaTeorica2()+@+norm.getnTeorical()+@+no
rm.getnTeorica2()+@+prob.eParam11+@+prob.eParam12+@+prob.eParam21+@+pr
ob.eParam22+@+prob.eEspDif+@+prob.eVarDif+@+prob.Ph2+@+prob.alfaph2+@+
prob.Ic+@+prob.alfaic+@+prob.Ph+@+prob.tipusPhCompTract+@+prob.alfaph+
@+prob.enunciat+@.
```

### IV.3.3- Comandes per demanar un problema al servidor.

A continuació s'explica com a l'hora d'executar l'aplicació de l'estudiant, el programa demana al servidor quin és el problema que vol resoldre. Quan l'estudiant selecciona de la **Figura 4** un dels problemes de la llista, el programa assigna un número que es la posició del problema dins del fitxer. La resposta del servidor és una cadena de caràcters amb tots els paràmetres del problema.

L'estructura de la resposta del servidor és la següent:

Títol	Marge d'Error de Correcció	Presentació de les dades	Preguntes del problema	enunciat
-------	----------------------------	--------------------------	------------------------	----------

El **Títol** és el nom del problema que li ha donat el professor.

El **Marge d'Error de Correcció** és el màxim error numèric que l'estudiant pot cometre dins de la resolució d'un problema.

La **Presentació de les Dades** és la forma en què l'estudiant veurà les dades quan executi l'aplicació dins de la pàgina.

Les **Preguntes del Problema** són totes les qüestions que el professor planteja a l'estudiant.

L'**enunciat** és l'enunciat del problema.

A continuació s'explica les comandes que l'aplicació de l'estudiant realitza quan selecciona qualsevol dels problemes tipus de la llista.

#### **Demanar problema sobre una Binomial.**

La següent comanda demana al servidor un problema d'una variable aleatòria Binomial.

**→@enunciatB@numero@**

**← @títol@MargeError@Est-Sim@pTeorica@nTeorica@p1@p2@p3@p4@p5  
@alfaIC@p6@valPH@tipusPH@alfaPH@p7@10@enunciat@**

**Demandar problema d'una variable aleatòria Exponencial.**

La següent comanda demana al servidor un problema d'una variable aleatòria Exponencial.

**→@enunciatsE@numero@**

**←@titol@MargeError@Sim-Est@betaTeorica@nteorica@p1@p2@p3@p4@  
alfaic@p5@valPH@tipusPH@alfaPH@p6@precisio@enunciat@**

**Demandar problema d'una variable aleatòria Normal.**

La següent comanda demana al servidor un problema d'una variable aleatòria Normal. Existeixen diferents comandes per les diferents variants d'aquest tipus de problemes, perquè l'estructura del problema és diferent.

Problemes d'una variable aleatòria Normal amb variància desconeguda.

Per demanar un problema de variables aleatòries Normals amb variàncies desconegudes, el programa utilitza la següent comanda.

**→@enunciatsNd@numero@**

**←@titol@MargeError@SimEst@muTeorica@sigmaTeorica@SigmaConeguda  
@nTeorica@p1@p2@p3@p4@ESP2@VAR2@p5@alfaic5@p6@  
alfaic2@p7@valorph@tipusph1@alfaph@p8@valorPh2@tipusph2@alfaPh2@  
enunciat@**

Problemes d'una variable aleatòria Normal amb variància coneguda.

La comanda per la variant d'aquest tipus de problemes de variables aleatòries Normals, és la següent.

**→@enunciatsNc@numero@**

**←@titol@MargeError@SimEst@muTeòrica@sTeòrica@sigmaTeòrica@  
nTeòrica@p1@p2@p3@p4@p5@p6@alfalc@false@0.1@1@0.01@false  
@precisio@enunciat@**

**Demandar problema d'una variable aleatòria Poisson.**

La següent comanda demana al servidor el problema d'una variable aleatòria Poisson que l'estudiant ha demanat de la llista de problemes.

**→@enunciatsP@numero@**

**←@titol@MargeError@EstSim@lTeòrica@nTeòrica@p1@p2@p3@p4@  
alfalc@p5@valorPh@TipusPh@alfaPh@p6@precisio@enunciat@**

**Demandar un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.**

La següent comanda demana al servidor un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

**→@enunciatsA@numero@**

**←@titol@MargeError@Sim-Est@pTeòrica1@nTeòrica1@pTeòrica2@  
nTeòrica2@p1@p2@p3@p4@p5@alfalc@p6@tipusPh@alfaPh@enunciat@**

**Demandar un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals.**

La següent comanda demana al servidor un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals. Com pels problemes d'una sola variable aleatòria existeixen diferents comandes per cadascun de les variants del problema, donada també la diferent estructura dels problemes.

Problema de comparació de dues normals amb dades aparellades.

Aquesta comanda demana al servidor un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

**→@enunciatsX@numero@**

**←@titol@MargeError@EstSim@muTeorica1@sigmaTeorica1@  
muTeorica2@sigmaTeorica2@nTeorica@p1@p2@p3@alfalc@p4@tipusPh@a  
lfaPh@enunciat@**

Problema de comparació de dues normals amb dades independents i variàncies conegudes.

Per demanar un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes tenim la següent comanda.

→@enunciatsY@numero@

←@titol@MargeError@EstSim@@muTeorica1@sTeorica1@muTeorica2@sTeorica2@nTeorica1@nTeorica2@p1@p2@p3@p4@p5@p6@p7@alfalc@p8@alfalc2@p8@tipusPh@alfaPh@enunciat@

Problema de comparació de dues normals amb dades independents i variàncies desconegudes.

Per la variant del problema anteriors, la comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes l'estudiant emet la següent comanda quan selecciona un problema de la llista de problemes d'aquest tipus de comparació.

→@enunciatsZ@numero@

←@titol@MargeError@EstiSim@muTeorica1@sTeorica1@muTeorica@sTeorica2@nTeorica1@nTeorica2@p1@p2@p3@p4@p5@alfalc@p6@tipusPh@alfaPh@enunciat@

#### IV.4. Llista de variables que circulen pel programa.

A continuació es descriuen classe per classe, cadascun dels seus atributs. Aquest apartat és important per futures ampliacions, saber què paràmetres es passen en la comunicació. Dins de cada apartat s'adjunta una taula amb cadascun dels paràmetres de la classe, es descriu la seva funció i després es veu quin és el seu paper dins de la comunicació entre els dos programes.

##### IV.4.1. La Classe Problema.

Aquesta classe és la que defineix el professor quan edita un problema d'una mostra. Cada vegada que el professor executa el seu programa i envia un problema cap al servidor, enviarà els paràmetres definits en aquesta classe amb els camps modificats, junt amb d'altres paràmetres necessaris per l'execució de l'aplicació de l'estudiant, com ara, el marge d'error permès als càlculs, el valor d'una ajuda.

La majoria d'aquests paràmetres són atributs booleans que en un principi són inicialitzats a *fals*. Un cop el professor edita el problema, aquests atributs passen a cert. Per exemple si el professor vol que l'estudiant estimi la mitjana poblacional d'un problema sobre una variable aleatòria Normal, i ha seleccionat la pregunta "Estimació de la mitjana mostral", l'atribut de la classe Problema eParam passarà a cert.

Variable	Descripció	Comunicació
títol	Aquesta variable és un string que conté el títol del problema que el professor li ha donat.	Necessari per identificar el problema dins del fitxer d'avaluació.
eParam	Booleà que indica que s'ha d'estimar el paràmetre de la variable aleatòria.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eParam2	Booleà que indica que s'ha d'estimar el segon paràmetre en problemes de variables aleatòries amb més d'un paràmetre, com ara els problemes de variables aleatòries Normals.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eEsp	Booleà que indica que el professor ha activat la pregunta d'estimació de l'esperança de la variable aleatòria.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eVar	Booleà que indica que el professor ha activat la pregunta d'estimació de la variància de la variable aleatòria.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eEspEst	Booleà que indica que l'editor del problema ha fet activa la pregunta d'estimació de l'esperança de l'estimador del paràmetre.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eVarEst	Booleà que indica que l'editor del problema ha fet activa la pregunta d'estimació de la variància de l'estimador del paràmetre.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
Ic	Booleà que indica que el professor ha activat la pregunta d'interval de confiança pel primer paràmetre de la variable aleatòria. Un exemple seria que el professor ha activat la pregunta d'interval de confiança per la mitjana poblacional.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.

Variable	Descripció	Comunicació
<b>Ic2</b>	Booleà que indica que el professor ha activat la pregunta d' <b>interval de confiança</b> pel <b>segon paràmetre</b> de la variable aleatòria, en variables aleatòries com la Normal. Un exemple seria un interval de confiança per la variància poblacional.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
<b>Ph</b>	Aquesta atribut de la classe Problema, indica que el professor ha fet activa la pregunta de <b>prova d'hipòtesi</b> , pel <b>primer paràmetre</b> de la variable aleatòria.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
<b>Ph2</b>	Aquest atribut és el mateix que l'anterior, es diferencia de l'anterior perquè serveix pel <b>segon paràmetre</b> , com per exemple en variables aleatòries Normals.	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
<b>tipusProblema</b>	Aquesta variable de la classe problema indica quin <b>tipus d'informació</b> ha de donar l'aplicació de l'estudiant a l'estudiant, si donarà la tirallonga de dades simulades o si donarà les dades resum <b>tipusProblema=0=&gt;Simulacions</b> <b>tipusProblema=1=&gt; Estadístics</b>	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant conegui com li presentarà les dades a l'estudiant.
<b>alfaic</b>	Valor d'alfa per <b>interval de confiança</b> pel <b>primer paràmetre</b> . Per exemple la <b>mitjana poblacional</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>alfaic2</b>	Valor d'alfa per <b>interval de confiança</b> pel <b>segon paràmetre</b> . Per exemple la <b>variància poblacional</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>alfaPH</b>	Valor d'alfa per la <b>prova d'hipòtesi</b> pel <b>primer paràmetre</b> . Per exemple la <b>mitjana poblacional</b> d'una variable aleatòria Normal.	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>valorph</b>	Valor que volem testejar per la prova d'hipòtesi pel <b>primer paràmetre</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>alfaph2</b>	Valor d'alfa per la <b>prova d'hipòtesi</b> pel <b>primer paràmetre</b> . Per exemple la <b>variància poblacional</b> d'una variable aleatòria Normal.	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>valorph2</b>	Valor que volem testejar per la prova d'hipòtesi pel <b>segon paràmetre</b> . Per exemple en problemes de variables aleatòries Normal amb <b>variància desconeguda</b> , valor que volem testejar per la <b>variància poblacional</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>tipusph</b>	Tipus d' <b>hipòtesi alternativa</b> per la prova que pel <b>primer paràmetre</b> que estem plantejant.	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
<b>tipusph2</b>	Tipus d' <b>hipòtesi alternativa</b> per la prova que pel <b>segon paràmetre</b> que estem plantejant.	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.

#### IV.4.2. La classe Problema2Mostres.

Aquesta classe és la que recull el problema editat de comparació de dues mostres. Com a la classe Problema, aquesta classe és la que s'envia al servidor quan s'edita un problema, a més d'altres informacions, com ara el marge d'error de correcció, el valor d'una ajuda.

Aquesta classe és una extensió de la classe problema i per tant, té el mateix comportament. Tots els atributs d'aquesta classe són definits per defecte a *fals*, i quan es produeix l'event de selecció, canvien cap a veritat.

Variable	Descripció	Comunicació
eParam11	Aquest paràmetre indica que el professor ha activat la <b>pregunta d'estimació puntual del primer paràmetre de la primera variable aleatòria</b> . Per exemple en comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades independents i variàncies conegudes, això correspondria a <b>l'estimació puntual de la mitjana poblacional de la primera mostra</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eParam12	Aquest paràmetre indica que el professor ha activat la <b>pregunta d'estimació puntual del segon paràmetre de la primera variable aleatòria</b> . Per exemple en exercicis de comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades independents i variàncies desconegudes, seria demanar a l'estudiant <b>l'estimació de la desviació típica poblacional de la primera mostra</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eParam21	Aquest paràmetre indica que el professor ha activat la <b>pregunta d'estimació puntual del primer paràmetre de la segona variable aleatòria</b> . Per exemple en comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades independents i variàncies conegudes, això correspondria a <b>l'estimació puntual de la mitjana poblacional de la primera mostra</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.



Variable	Descripció	Comunicació
eParam22	Aquest paràmetre indica que el professor ha activat la <b>pregunta d'estimació puntual del primer paràmetre</b> de la primera variable aleatòria. Per exemple en exercicis de comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades independents i variàncies desconegudes, seria demanar a l'estudiant l'estimació de la <b>desviació típica poblacional de la primera mostra</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eEspDif	Aquest paràmetre correspon a l'estimació de l' <b>esperança de la diferència entre els dos paràmetres poblacionals</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
eVarDif	Aquest paràmetre correspon a l'estimació de la <b>variància de la diferència entre els dos paràmetres poblacionals</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
Ic	Aquest paràmetre correspon a l'activació de la <b>pregunta interval de confiança per la diferència dels dos paràmetres poblacionals</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
alfaIc	Valor d'alfa per <b>interval de confiança per la diferència entre els dos paràmetres poblacionals</b> en problemes de comparació de dues variables aleatòries.	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
Ph	Aquest paràmetre correspon a l'activació de la <b>pregunta de comparació dels dos paràmetres poblacionals</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
alfaPhCompTract	Valor d'alfa per la <b>prova d'hipòtesi per la comparació de els dos paràmetres poblacionals</b> en problemes de comparació de <b>dues variables aleatòries</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.
Ph2	Aquesta paràmetre correspon a l'activació de la <b>pregunta de prova d'hipòtesi per comparar les dues variàncies poblacionals</b> en problemes de comparació de dues <b>Normals amb dades independents i variàncies desconegudes</b> .	Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant sàpiga que aquesta pregunta ha de resoldre's.
alfaPhCompVar	Valor d'alfa per la <b>prova d'hipòtesi per la comparació de les dues variàncies poblacionals</b> en problemes de comparació de <b>dues variables aleatòries Normals amb variàncies desconegudes</b> .	Necessari pels càlculs que fa l'aplicació de l'estudiant.

Variable	Descripció	Comunicació
<b>tipusInfo</b>	<p>Aquesta variable de la classe problema indica quin <b>tipus d'informació</b> ha de donar l'aplicació de l'estudiant a l'estudiant, si donarà la tirallonga de dades simulades o si donarà les dades resum</p> <p><b>tipusInfo=0</b>==&gt; Simulacions  <b>tipusInfo=1</b>==&gt; Estadístics</p>	<p>Aquesta variable és necessària perquè l'aplicació de l'estudiant conegui com li presentarà les dades a l'estudiant.</p>

#### **IV.5. El fitxer notes.dat.**

Una vegada l'estudiant ha finalitzat el problema se li presenta la pantalla d'avaluació. Dins d'aquesta pantalla l'estudiant pot veure què tal ha fet el problema. Aquesta informació és la que vol el professor per veure en què temes fallen més els seus estudiants, i per tant incidir en aquests temes, canviar la forma d'explicar el tema o fer més pràctiques. Per això s'ha creat el fitxer **notes.dat**, que guarda tota la informació de les execucions que han fet els estudiants.

Aquest fitxer és en format de text i pot ser llegit per qualsevol fulla de càlcul. Això permet al professor fer estadístiques, o veure l'evolució dels seus estudiants.

Aquest arxiu pot ser important durant les primeres passes amb aquest entorn. De moment no hem establert el valor que pot tenir una ajuda, o el valor que pot tenir un error dins de l'aplicació. Cal recordar, i es pot veure als Manual d'Usuari del Professor, que s'ha donat la possibilitat de modificar aquests paràmetres dins del formulari d'edició dels paràmetres de la variable aleatòria, i que per tant estudiant les primeres resolucions de problemes amb aquest paquet de programes es poden determinar les ponderacions de les ajudes, els errors i els encerts per després modificar l'aplicació per tal de que accepti aquests canvis.

El fitxer **notes.dat** té els següents camps:

- **Identificador Usuari:** Indica qui ha fet el problema. Aquest camp és un valor alfanumèric.
- **Identificador de Problema:** Indica al lector del fitxer quin ha estat el problema. Com es pot veure a l'exemple el valor d'aquest camp és un codi. Per desxifrar-ho es segueix la següent regla.

Hem definit els següents tipus de problemes:

**Taula 1:** Codificació dels tipus de problemes al fitxer **notes.dat**

<b>Identificador Problema</b>	<b>Tipus de Problema</b>	<b>Identificador Problema</b>	<b>Tipus de Problema</b>
1	Problema d'una mostra basat en una variable aleatòria Normal amb variància Coneguda.	5	Problema d'una mostra basat en una variable aleatòria Poisson.
2	Problema d'una mostra basat en una variable aleatòria Normal amb variància Desconeguda.	6	Problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.
3	Problema d'una mostra basat en una variable aleatòria Binomial	7	Problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies Conegudes.
4	Problema d'una mostra basat en una variable aleatòria Exponencial.	8	Problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies Desconegudes.
		9	Problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades Aparellades.

Per conèixer el codi d'un problema només cal que multipliquem per cent el camp Codi Problema de la **Taula 1**, sumar-li després el número de problema dins de la llista. Per exemple, si tenim el número de problema 401, correspon al primer problema de la llista de problemes de variables aleatòries Normals amb variància Desconeguda, dins del fitxer **nd.dat**.

- **Data i hora d'inici de l'execució:** Aquest camp indica en què l'estudiant ha iniciat l'execució de l'aplicació.
- **Durada de resolució:** Indica al professor el temps que l'estudiant s'ha pres en segons per resoldre el problema que li ha plantejat.
- **Número de Preguntes del Problema:** Li diu al professor el número de preguntes del problema que ha resolt.
- **Ajudes demanades:** Informa al professor del número d'ajudes que l'estudiant ha demanat per resoldre el problema.
- **Encerts:** Informa de quin ha estat el número d'encerts de l'estudiant dins del problema.
- **Errors:** Com l'anterior camp, però indicant el número d'errors en la resolució del problema.
- **Nom Usuari:** Aquest camp conté el nom de l'estudiant que ha resolt el problema.
- **Nom Problema:** Aquest camp conté el nom del problema que l'estudiant a resolt.

#### IV.5.1. Sintaxi:

Un cop l'estudiant ha acabat el problema, l'aplicació de l'estudiant envia cap al servidor, i en concret cap al fitxer `notes.dat`, els resultats que ha obtingut l'estudiant dins d'aquest problema. A continuació tenim un exemple:

← @guardar@42558372 401 21-Feb-01 11:27:22 AM 378 10 4 6 4 José Martínez  
ConsultesTelefoniques

Quan el servidor rep la comanda `@guardar@`, com a l'anterior exemple, ja sap que ha d'obrir el fitxer `notes.dat` i escriure la línia que li va a continuació a aquest fitxer. L'anterior exemple ens mostra com l'usuari ha resolt un problema de 10 preguntes amb 6 encerts, 4 errors i 4 ajudes demanades.

**IV.6. Fitxers de problemes.**

A continuació es presenta una taula amb els fitxers on es guarden els problemes editats pel professor. Cada problema està guardat en una línia del fitxer, separat per @.

Nom del Fitxer	Tipus de Problema	Nom del Fitxer	Tipus de Problema
<b>nd.dat</b>	Aquest fitxer conté els problemes de variables aleatòries Normals, amb variàncies desconeguda.	<b>binomial.dat</b>	Aquest fitxer conté els problemes de variables aleatòries Binomials.
<b>nc.dat</b>	Aquest fitxer conté els problemes de variables aleatòries Normals, amb variàncies coneguda.	<b>binomial2va.dat</b>	Aquest fitxer conté la llista de problemes de comparació de dues variables aleatòries Binomials.
<b>exponencia l.dat</b>	Aquest fitxer conté els problemes de variables aleatòries Exponencials.	<b>normal3.dat</b>	Aquest fitxer conté la llista de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.
<b>poisson.dat</b>	Aquest fitxer conté els problemes de variables aleatòries Poisson.	<b>normal2.dat</b>	Aquest fitxer conté la llista de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes.
		<b>normal1.dat</b>	Aquest fitxer conté la llista de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes.

### IV.7. El fitxer *usuari.dat*.

Aquest fitxer guarda la informació de totes les connexions que s'han realitzat al servidor per carregar algun problema. Els camps d'aquest fitxer són:

- **DNI:** com a identificador de l'usuari que ha entrat.
- **data:** quin dia s'ha realitzat la connexió.
- **hora:** a més a quina hora es va fer la resolució del problema.

Aquesta informació pot ser útil per veure quantes vegades s'ha connectat un estudiant a fer problemes, qui ha executat el problema però no l'ha acabat, etc...

### IV.8. Errors en la comunicació

Pot haver-hi errors en la comunicació entre qualsevol de les dues aplicacions i el servidor, provocades per la caiguda del servidor on són els fitxers dels problemes.

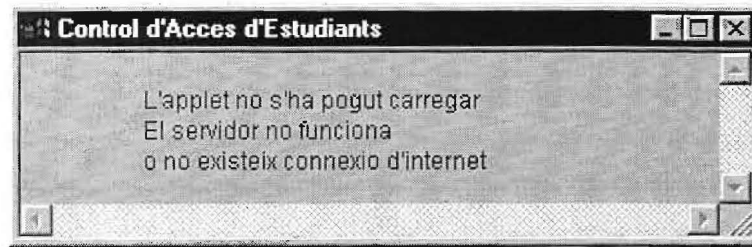
En el cas de l'aplicació del professor, es fa una primera comunicació per veure si el servidor està disponible, si no es així, l'aplicació emet el següent missatge d'error.



Figura 5: Missatge d'error en la comunicació de l'aplicació del professor amb el servidor.

L'aplicació es finalitza al clicar el botó "Ok" i per tant, el professor no pot editar problemes fins que es trobi disponible el servidor.

En l'aplicació de l'estudiant s'intenta establir comunicació amb el servidor quan des de la pàgina web es carrega l'applet. Per tant, si aquesta no te comunicació amb el servidor emet la següent finestra d'error.



**Figura 6:** Missatge d'error en la comunicació de l'aplicació de l'estudiant amb el servidor.

Per tant, l'applet no s'ha carregat correctament ja que no ha obtingut la informació que cercava en el servidor. L'error en la comunicació pot ser degut a dos problemes:

- Es servidor no funciona.
- No existèix connexió d'internet.

## Capítol V: Interfície gràfica de l'usuari.

Dins d'aquest capítol explicarem la forma en què hem dissenyat les pantalles de cadascuna de les aplicacions, tant la de l'estudiant com la del professor. En primer lloc expliquem com hem dissenyat els formularis de l'aplicació del professor, en la qual s'editen els problemes i és guarden al servidor. En segon lloc presentem els formularis de l'aplicació de l'estudiant, en la qual l'estudiant resol els problemes proposats pel professor, de forma remota i no presencial.

Dins la interfície gràfica del professor explicarem tant l'estructura de cadascun dels formularis d'edició de problemes, com de quina manera es circula per aquests formularis. Podem dir que existeixen un formulari per cada variable aleatòria, i que inclòs, com és el cas de la variable aleatòria Normal, existeixen diferents formularis en funció de com sigui el tipus de problema. Tampoc oblidarem l'estructura de l'aplicació de l'estudiant, encara que aquesta aplicació tingui només dos formularis, el de resolució de problemes, que veurem a l'apartat **Interfície Gràfica de l'estudiant**<sup>1</sup> i els formularis d'identificació i avaluació.

### V.1- La interfície gràfica del Professor.

L'aplicació del professor ha estat desenvolupada a l'entorn de Visual J++ de Microsoft. El gran avantatge d'aquesta eina és la facilitat en la creació dels formularis. En contrapartida, es perd la portabilitat que donen els formularis programats mitjançant Java WorkShop, doncs l'entorn de programació de Microsoft inclou llibreries pròpies del Windows o de Microsoft que no són portables, doncs només es podrien executar en ordinadors que tinguessin instal·lats entorns d'Internet Microsoft.

Per tant, l'aplicació del professor no és un applet, o una aplicació que funciona sota Internet, és una aplicació que es pot executar com un programa normal sota Windows 95 o 98 i que es comunica amb un servidor per enviar els problemes editats.

#### V.1.1- El disseny de la pantalla.

Les pantalles de l'aplicació pel professor han estat creades de tal manera que el professor pugui editar els problemes d'una manera senzilla i seqüencial. En aquest sentit hem dividit l'edició d'un problema en quatre fases que corresponen a cadascuna de les pantalles de l'aplicació:

- Escollir el tipus de problema que es vol editar, entre les opcions de problemes d'una mostra i comparació de dues variables aleatòries.
- Definició de l'enunciat i de la distribució del problema. En aquesta fase s'escriu l'enunciat, que no és interpretat pel programa, i es defineix el tipus de distribució entre: *Binomial*,

---

<sup>1</sup> Veure *Apartat V.2.*



*Exponencial, Normal i Poisson.* Si ha escollit una comparació de dues variables aleatòries, pot definir-se la *Comparació de dues Binomials* o *Comparació de dues Normals*.

- Definició dels paràmetres de la distribució en la que es basarà el problema, per exemple si hem escollit una Normal, definir la mitjana poblacional, la desviació tipus i la grandària de mostra que es vol pel problema.
- Escollir les preguntes que el professor vol que l'estudiant realitzi. Per exemple si es vol que l'estudiant estimi la mitjana de la mostra de forma puntual, o si es vol un interval de confiança per la mitjana poblacional.

Per fer més senzilla l'edició dels problemes, els formularis utilitzen elements que fan més fàcil l'edició de cada problema, com ara:

- Menús desplegable, per exemple per escollir la distribució.
- Botons per tornar enrere o per esborrar les dades posades, en pantalles com la definició de paràmetres o la definició de les preguntes.
- Missatges d'error al definir els paràmetres. Per exemple una desviació tipus negativa, o una grandària mostral superior a 100. Per tant, el programa mai passarà a la següent pantalla si ha detectat errors com els anteriors.

### V.1.2- Edició de problemes.

En primer lloc el professor ha d'identificar-se per accedir al programa.

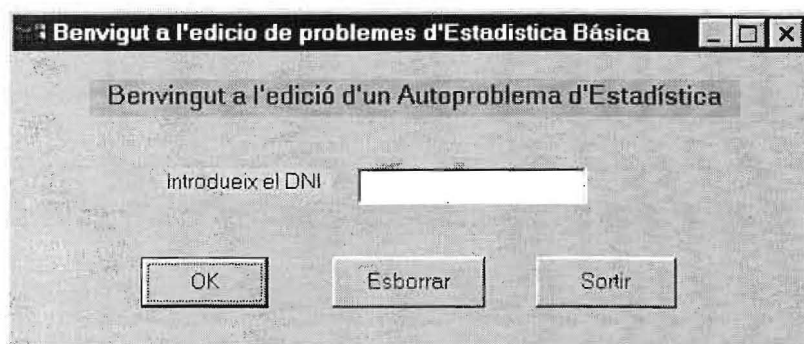


Figura 1: Pantalla d'identificació pel professor.

Després d'haver-se identificat el professor escull el tipus de problema que vol editar:

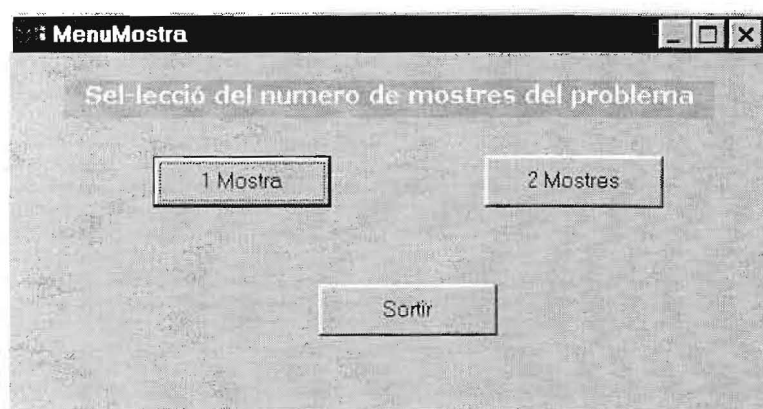


Figura 2: Pantalla on el professor escull el tipus de problema.

Si es selecciona el boto "1 Mostra", el programa obre la finestra per editar un problema per una variable aleatòria, la descripció més detallada es troba a l'apartat següent, **Definició d'un problema d'una mostra.**

Si es selecciona el boto de "2 Mostres", el programa obre la finestra per editar un problema de comparació de dues variables aleatòries, tal i com s'explica a l'apartat **Edició de Problemes de dues mostres**.

### V.1.3- Definició d'un problema tipus

Ara el professor es troba en l'edició de problemes pròpiament dita. Als següents formularis anirà definint de forma gradual el problema que vol que els seus estudiants resolguin. En primer lloc cal que el professor escrigui l'enunciat del seu problema i escollir la distribució que vol. No cal que l'enunciat que escrigui al formulari *Definició de la Distribució del Problema*, sigui el definitiu. Pot modificar-lo fins al formulari de *Definició dels paràmetres*<sup>1</sup>.

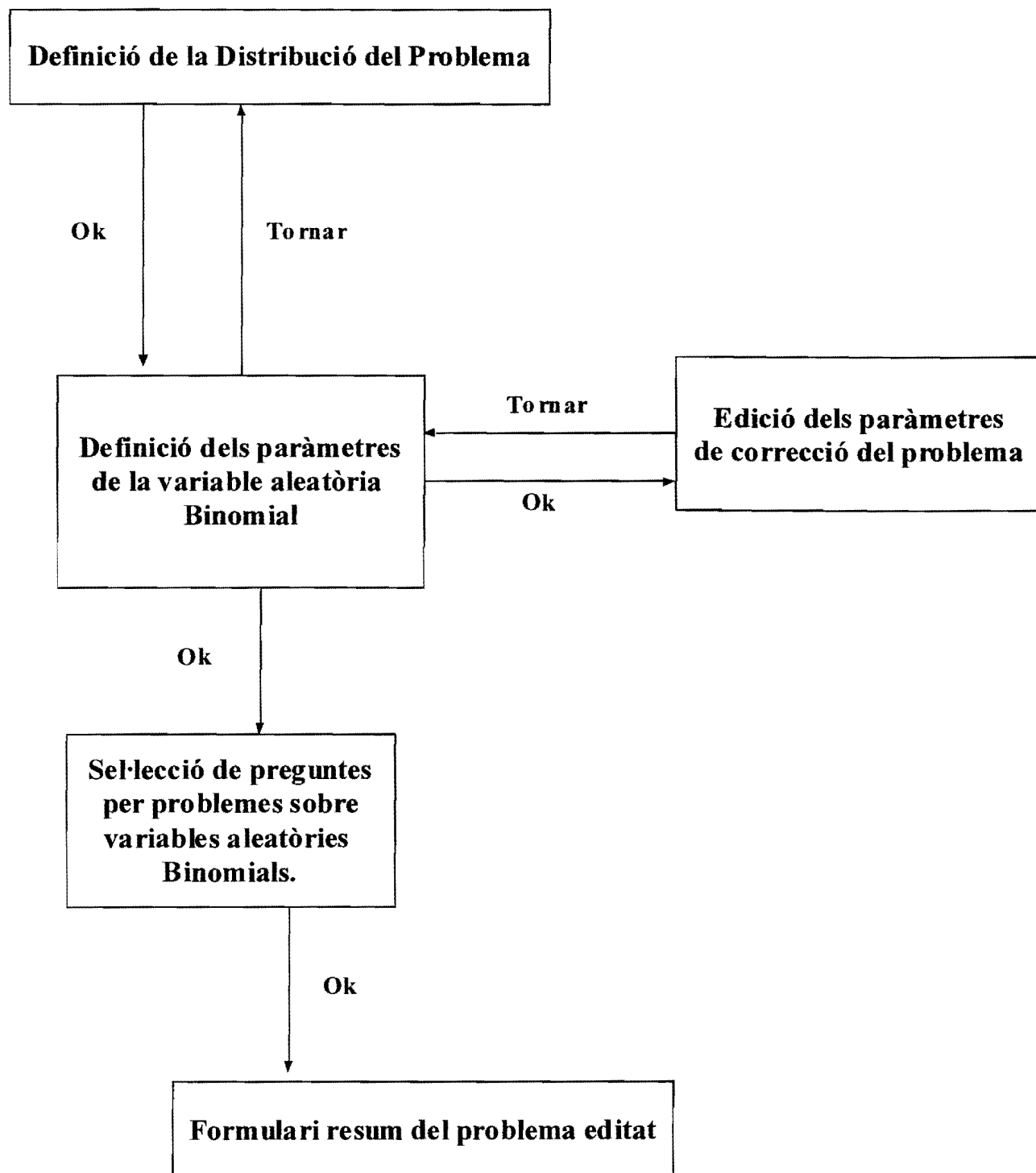
El professor escriu l'enunciat al quadre de text situat just a sota de l'etiqueta "*Escriu l'enunciat de l'Autoproblema*", que com ja s'ha dit no és interpretat pel programa i escull la distribució que vol del menú desplegable "*Distribució*":

- Binomial. Porta al professor al formulari d'edició d'un problema d'una variable aleatòria Binomial.
- Exponencial. Porta al professor al formulari d'edició d'un problema d'una variable aleatòria Exponencial.
- Normal. Porta al professor al formulari d'edició d'un problema d'una variable aleatòria Normal.
- Poisson. Porta al professor al formulari d'edició d'un problema d'una variable aleatòria Poisson.

### V.1.4- Recorreguts a través dels formularis d'edició del problema.

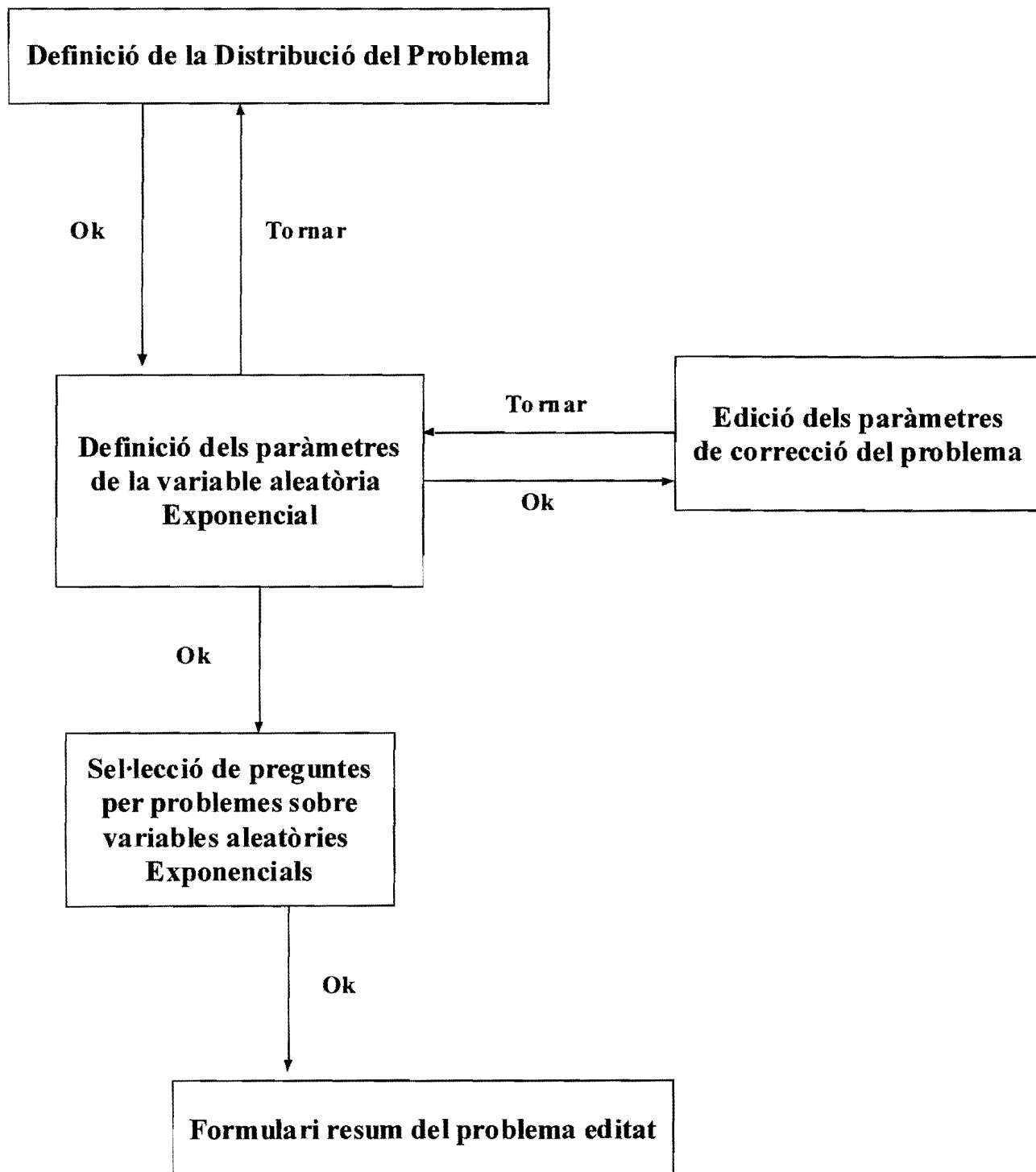
Dins d'aquest apartat, mitjançant diagrames de fluxos, explicarem les transicions entre les pantalles de l'aplicació pels diferents possibles problemes tipus. Com ja hem dit a l'apartat Disseny de la pantalla, l'edició dels problemes ha estat dividit en quatre fases: elecció del tipus de distribució, definició dels paràmetres de la distribució, selecció dels preguntes pel problema editat i presentació preliminar del problema editat. Finalment enviem el problema cap al servidor i el guardem.

A. Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Binomial.

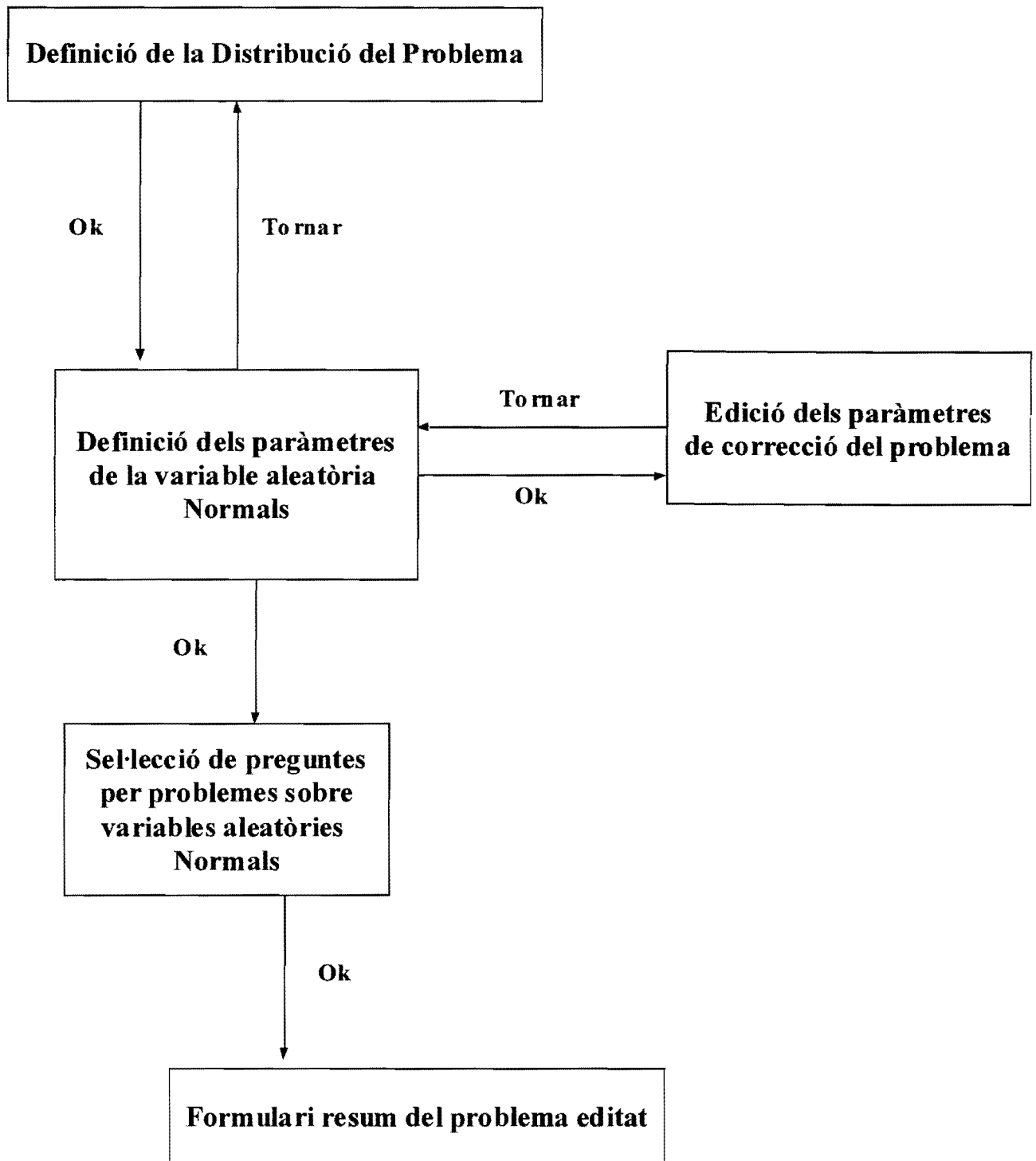


<sup>1</sup> veure *Capítol VIII Manual del professor* on es troba informació més detallada

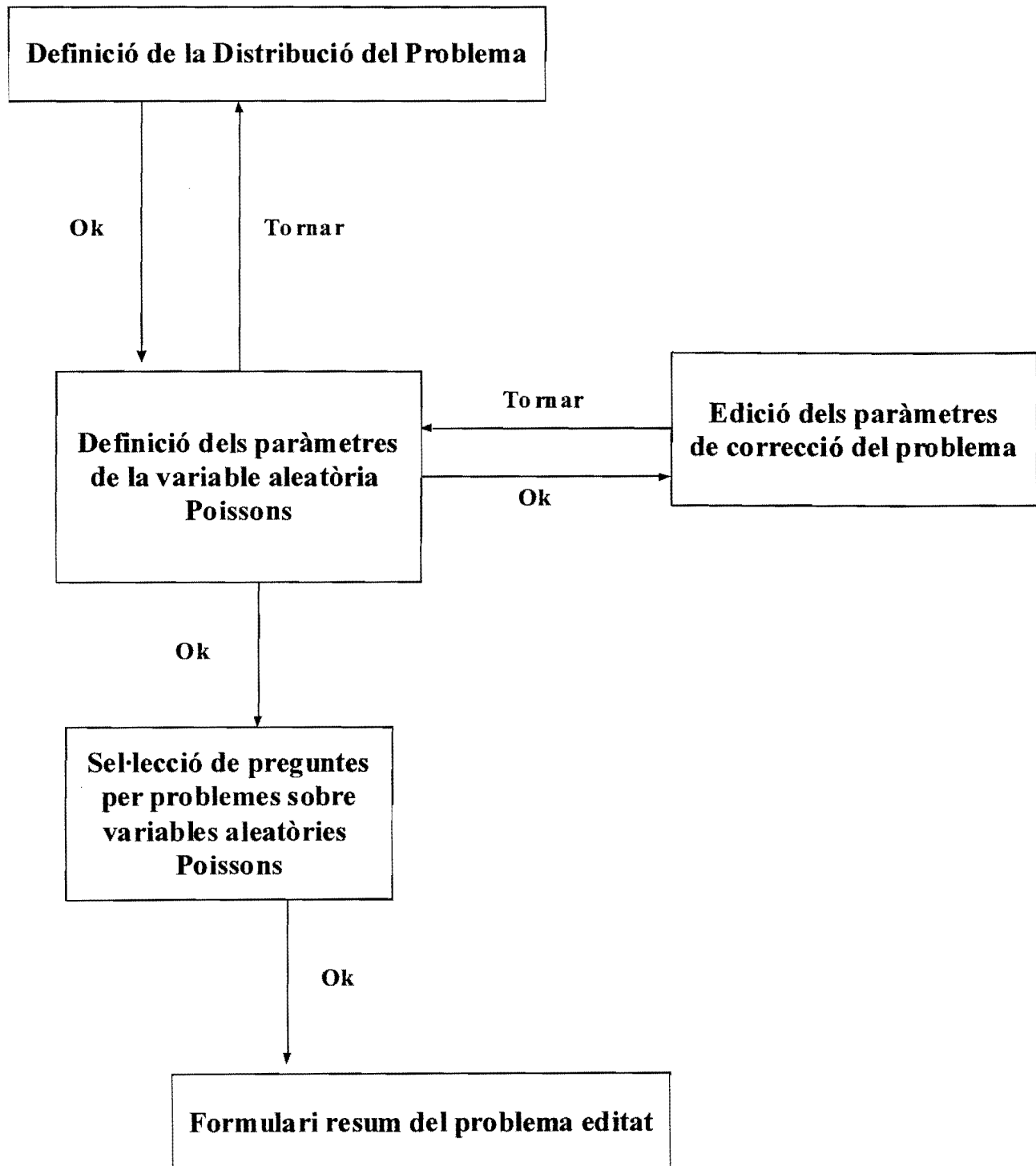
**B. Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Exponencial.**



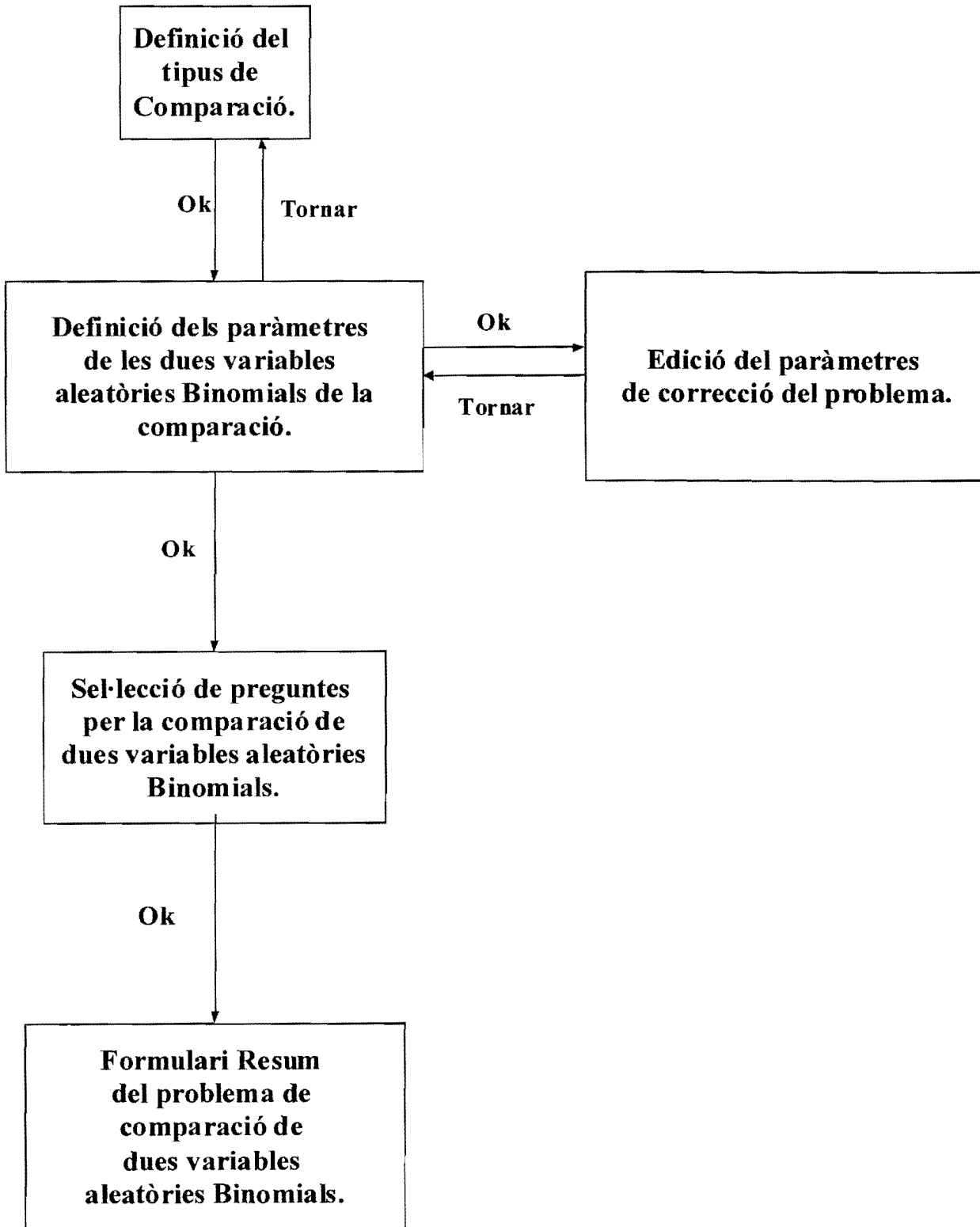
C. Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Normal.



D. Transicions en l'edició d'un problema amb una variable aleatòria Poisson.

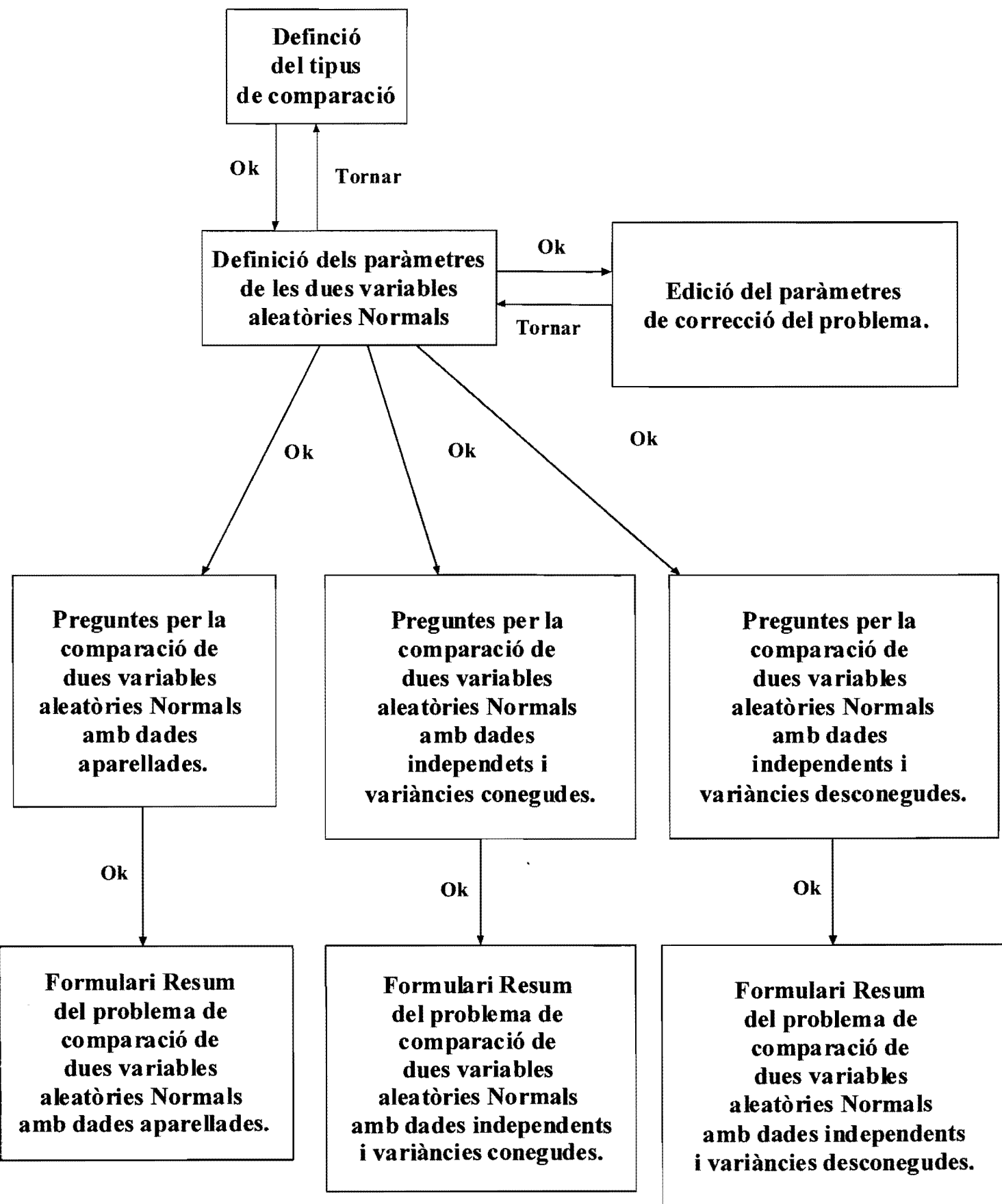


E. Transicions en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials





F. Transicions en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals.



## V.2. Interfície de l'Estudiant

La interfície de l'estudiant ha estat dissenyada tenint en compte:

- El caràcter *autoevaluatiu* de l'aplicació.
- La resolució del problema ha de ser de forma *guiada*, assolint el resultat final passant per tots els càlculs intermitjos.

### V.2.1. Disseny de la Pantalla

El disseny de la pantalla ha tingut en compte els criteris citats anteriorment. A continuació veiem la Figura 1. Aquesta es la primera pantalla del programa i serveix per identificar l'usuari.

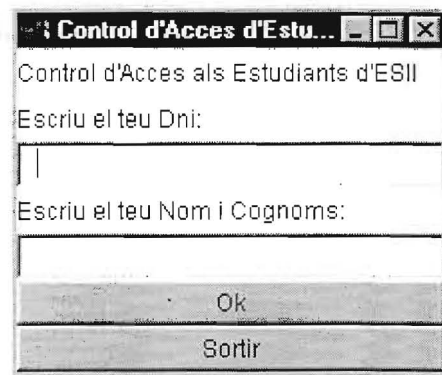


Figura 1: Finestra d'identificació d'usuaris

El control d'accés a l'aplicació es realitza mitjançants el DNI de l'estudiant. Per tant, es comprova que l'usuari és realment un estudiant de l'assignatura "Estadística II". Per fer aquesta verificació d'usuari del programa compara el DNI introduït amb els que es troben en el fitxer "EstudiantEs2.dat".

El programa dóna tres oportunitats jfa l'usuari per donar el DNI correcte. En cas contrari, es tanca l'aplicació.

Si l'estudiant s'ha identificat correctament, l'aplicació obre la finestra que es pot veure en la **Figura 2**. En aquesta finestra l'estudiant ha d'escollir el problema que el professor li demana resoldre. L'aspecte de la pantalla és el següent:

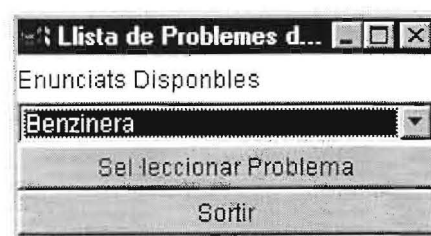


Figura 2: Aspecte de la llista de problemes sel·leccionables.

El menú desplegable mostra tots els exercicis creats pel professor disponibles en el sistema de fitxers servidor. Una vegada l'estudiant escull el problema que li demanen, clica *Seleccionar Problema* i passa a la pantalla de resolució del problema seleccionat. Aquesta pantalla té l'aspecte següent:

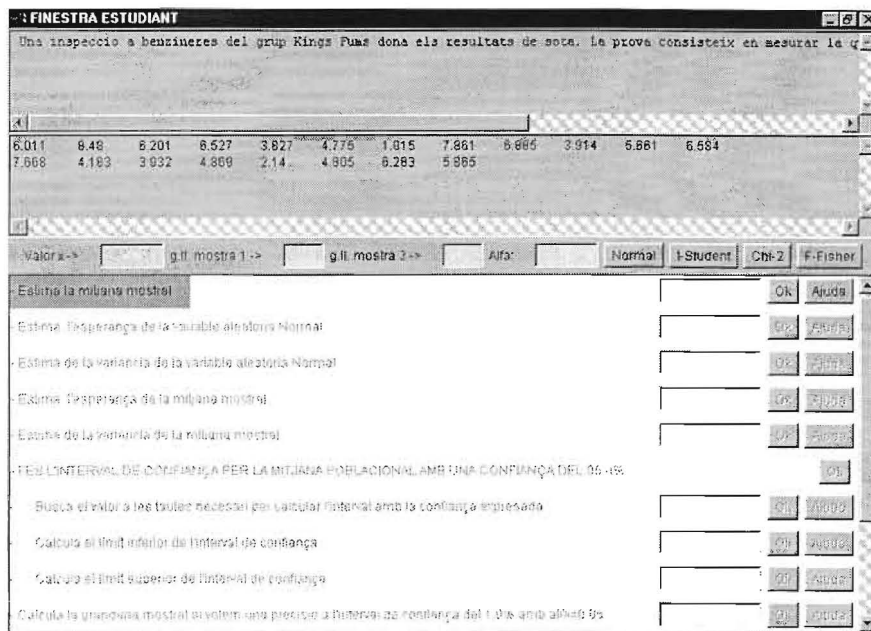


Figura 3: Aspecte de la Pantalla de Resolució del Problema

Es pot veure que la pantalla està dividida en quatre parts essencials:

- *Enunciat*, totalment informatiu i que no és interpretat pel problema en cap moment.
- *Les dades*, provinents del motor de simulació.
- *Les taules estadístiques*.
- *Les preguntes del problema*.

### V.2.2- L'Enunciat

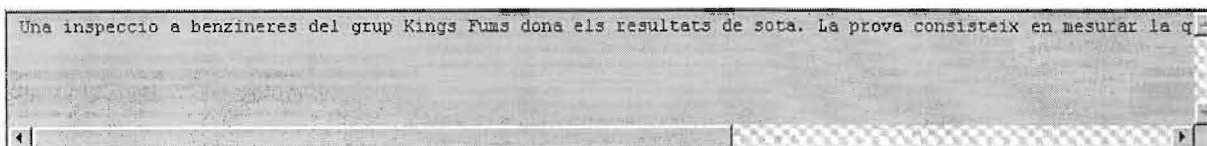
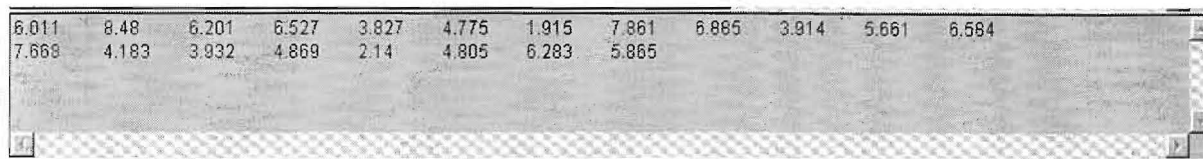


Figura 3: Enunciat del Problema

És una part merament informativa de l'aplicació. No és interpretat en absolut pel problema.

### V.2.3- Les Dades



6.011	8.48	6.201	6.527	3.827	4.775	1.915	7.861	6.885	3.914	5.661	6.584
7.668	4.183	3.932	4.869	2.14	4.805	6.283	5.865				

**Figura 4:** Dades del Problema.

Aquesta part de la pantalla rep les simulacions creades pel motor de simulació. El motor de simulació rep les dades teòriques, com per exemple la mitjana i la variància d'una  $Normal(\mu, \sigma^2)$ . Aquestes simulacions es poden presentar de dues maneres diferents:

- En forma de *tirallonga* de dades, tal i com es pot veure a la **Figura 4**.
- En forma de dades *resum*<sup>1</sup>. Per exemple, en el problema de les Benzineres, es presentaria la mitjana mostral de la simulació, la grandària mostral, etc... Aquestes dades són calculades a partir de lesdurant la simulació.

Les diferents presentacions de les dades venen determinades pel professor. El professor és en la creació del problema qui defineix el tipus de presentació de les dades que desitja, en les diferents pantalles de definició dels paràmetres.

### V.2.4- Les Taules Estadístiques



**Figura 5:** Aspecte de l'aplicació de taules Estadístiques.

La utilització de les taules estadístiques és independent del problema que l'estudiant estigui resolent.

Aquesta part de l'aplicació s'utilitza quan es vol realitzar proves d'hipòtesi o intervals de confiança.

El seu disseny compacte i senzill permet la consulta a les taules següents: Normal, t-Student, Chi-quadrat i F-Fisher evitant que l'estudiant porti les taules en paper.

<sup>1</sup> En l'apartat **VI.1. Estadístics resum per cada problema tipus**, hi ha informació detallada de les dades resum que dona l'aplicació.

## V.2.5- Les Preguntes del Problema:

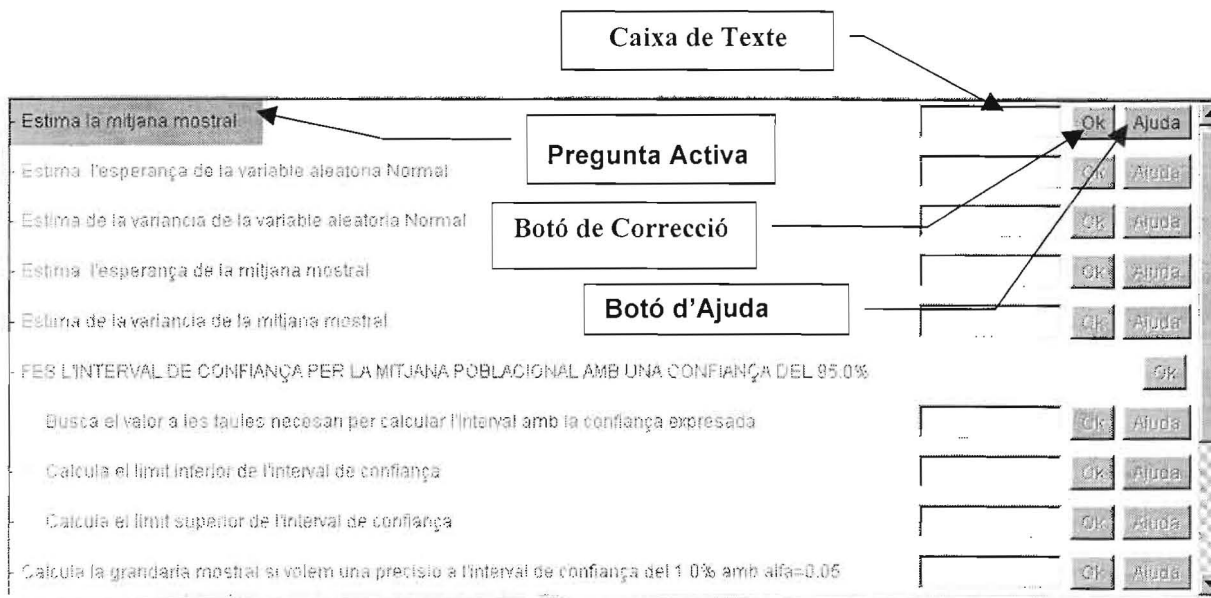


Figura 6: Preguntes del Problema.

És en aquesta part on l'estudiant resol el problema plantejat pel professor. El disseny d'aquesta part obeeix als criteris següents:

- L'aplicació té un *caràcter de guia*, és a dir, ha de fer una avaluació global de l'estudiant, per això no se li demana un únic resultat, sino que se li demana, a més del resultat final que podria ser un interval de confiança per la mitjana poblacional d'una variable aleatòria Normal, tots els resultats intermitjos, com podrien ser, el càlcul de la mitjana mostral, consultar a les taules el valor de  $z_{\alpha/2}$ ... De qualsevol manera el professor pot conèixer quins càlculs haurà de fer l'estudiant per resoldre el problema, només cal que miri l'apartat **VI.2. Preguntes i càlculs per l'estudiant**.
- Aquesta part tampoc ha de portar a confusió a l'estudiant. L'estudiant ha de saber què se li pregunta. Per això les preguntes que se li fan indiquen clarament allò que el professor vol que l'estudiant resolgui.

Per tal d'intentar d'assolir aquests criteris aquesta interfície presenta quatre elements a la pantalla:

- Les *preguntes*, que diuen què ha de fer l'estudiant.
- Una *caixa de text*, on l'estudiant escriu el resultat calculat.
- Un *botó de correcció*. Aquest botó comprova si el resultat és correcte. Pot passar una d'aquestes dues coses:

1. Que la solució estigui dins dels límits de resposta correcte calculats pel programa a partir del marge d'error, fent que l'estudiant pugui resoldre la següent pregunta.
  2. Que la resposta no sigui la correcta. El programa contesta amb el missatge *NO ES <resultat donat>* i no deixarà continuar a l'estudiant amb la següent pregunta fins no obtingui una resposta dins dels límits fixats amb el marge d'error.
- El botó *d'ajuda*. Aquest botó proporciona la sol·lució en el *quadre de text* a la pregunta activa.

### A. Tipus de Preguntes

En l'aplicació de l'estudiant es destaquen dos tipus de preguntes:

- Les preguntes *informatives*, escrites sempre en majúscula, presents en exercicis amb preguntes d'interval de confiança i proves d'hipòtesi, en les quals l'estudiant no ha de resoldre res ni realitzar cap càlcul, només ha de clicar el botó de validació, l'Ok. Un exemple d'aquest tipus de pregunta seria, *FES L'INTÈRVAL DE CONFIANÇA PER LA MITJANA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95%*, tal i com es pot veure a la **Figura 6**.
- Les preguntes *de resolució*, en les que el programa demana el resultat correcte per accedir a la següent pregunta. Un exemple seria *Estima l'esperança de la mitjana mostral*, com també es veu a la **Figura 6**.

### B. La correcció de la Pregunta

La correcció del problema es fa de la següent manera. L'estudiant introdueix a la caixa de text el resultat que ha calculat. Clicant el botó Ok el programa compara el seu resultat amb el de l'estudiant, amb un marge d'error que ha estat fixat pel professor durant l'edició del problema, que per defecte és un 1%. En el cas que la resposta no sigui la correcta, el programa contesta amb el missatge *NO ES <resultat donat>* i no deixarà continuar a l'estudiant amb la següent pregunta fins no obtingui una resposta dins dels límits calculats pel programa. Si el resultat és correcte el programa agafa el resultat de l'estudiant com a bó, per tal d'evitar l'acumul·lació de l'error.

### C. Les ajudes

Pot donar-se el cas de que l'estudiant descongui què vol dir la pregunta o quina de les fórmules vistes a classe o contingudes en els apunts és la que cal aplicar. En aquest cas no podria passar a la següent pregunta, doncs el programa no s'ho permetria, per acabar la pràctica o l'examen que els professor li han demanat. És en aquest cas que l'estudiant recorreria a l'ajuda per passar a la següent pregunta, encara que clicar aquesta opció li penalitzi a l'avaluació final, doncs desconeix el temari o no reuneix els coneixements suficients.

El professor pot modificar el paràmetre de penalització de les ajudes en l'edició del problema. Les ajudes en aquesta versió del programa proporcionen el resultat de la pregunta, però posteriors versions podrien donar referències al tema al que correspon la pregunta, petites pistes, etc... tot tenint en compte la funció que es vulgui donar al programa, doncs no seria lògic fer referències al temari si s'està fent un examen amb l'aplicació.

### V.2.6. Avaluació

En l'aplicació el problema resòl no es posa nota<sup>1</sup>. En el seu lloc es dona informació sobre sobre el problema realitzat per l'estudiant com es pot veure en la figura següent.

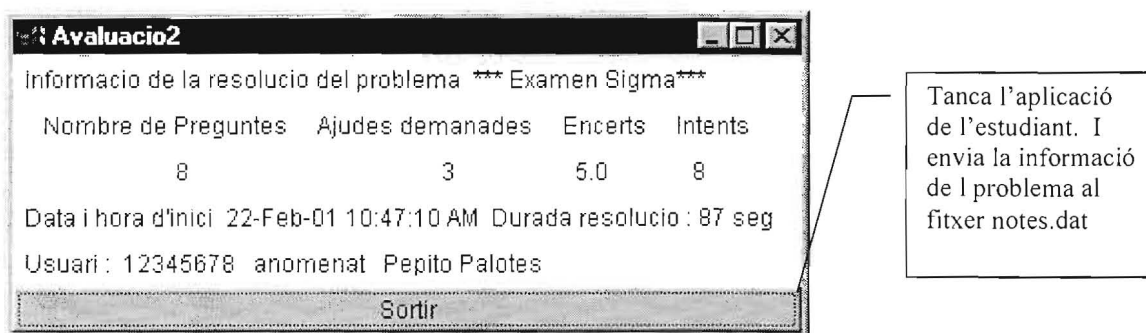


Figura 7: Finestra que mostra la informació de la resolució d'un problema

Aquesta finestra s'activa directament en respondre correctament l'última pregunta de la resolució d'un problema, i com es pot veure la finestra d'avaluació detalla informació sobre el nom del problema resòl, quin usuari l'ha realitzat, a quina hora a començat i quan de temps ha trigat. Amés d'informació sobre la resolució del problema; nombre de preguntes, ajudes, encerts i intents realitzats.

Aquesta informació es de caràcter informativa per l'estudiant, on pot veure de forma entenedora informació sobre la resolució del problema que acaba de fer.

L'informació de la finestra d'avaluació es guarda en un fitxer d'usuaris "*notes.dat*"<sup>2</sup>. De tal forma que el professor disposi d'aquesta informació a l'hora d'avaluar els problemes tot seguint els seus propis criteris.

<sup>1</sup> Veure l'apartat **XI.2. Possibles Millores**

<sup>2</sup> En l'apartat IV.5. del Protocol de Comunicació hi ha informació detallada del fitxer "*notes.dat*".



## Capítol VI. Preguntes, càlculs i estadístics resum de l'estudiant

Dins d'aquest capítol el professor podrà veure què plantegen cadascuna de les diferents opcions que apareixen dins dels formularis d'edició dels problemes. El professor podrà saber quins són els estadístics resum que se li presenten a l'estudiant si el professor no vol que rebi les simulacions. Més endavant el professor pot veure quin és el càlcul que demanarà a l'estudiant si dins del formulari d'edició de preguntes selecciona una pregunta. En conjunt aquest capítol és com una mena de guia que juntament amb els manuals d'usuari de l'aplicació del professor farà que el professor editi els problemes de la manera més eficient possible.

### VI.1. Estadístics resum per cada problema tipus

#### VI.1.1. Variable aleatòria Binomial

Per la variable aleatòria *Binomial*( $n, \pi$ ) els estadístics resum donats són:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Proporció de cas favorable	$\hat{p} = \frac{\text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$

#### VI.1.2. Variable aleatòria Exponencial

Per la variable aleatòria *Exponencial*( $\beta$ ) els estadístics donats són:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Mitjana Mostral	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

**VI.1.3.Variable aleatòria Normal amb variància coneguda**

Per aquest problema tipus que segueix una variable aleatòria  $Normal(\mu, \sigma^2)$  els estadístics donats són:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Mitjana Mostral	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Valor conegut de Sigma, en el cas que la variància sigui coneguda.	$\sigma$

**VI.1.4.- Variable aleatòria Normal amb variància desconeguda**

Per aquest problema tipus d'una variable aleatòria  $Normal(\mu, \sigma^2)$ , on la variància es desconeguda per l'estudiant, els estadístics donats són:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Mitjana Mostral	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Estimació de la Variància, en el cas de que sigui un problema amb variància desconeguda.	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$

**VI.1.5. Variable aleatòria Poisson**

Per la variable aleatòria  $Poisson(\lambda)$  els estadístics donat són:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Mitjana Mostral	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

**VI.1.6. Comparació de dues variables aleatòries Binomials**

Aquest problema tipus segueix les següents distribucions Binomials:

1.  $Binomial(\pi_1, n_1)$

2.  $Binomial(\pi_2, n_2)$

Els estadístics que es donden per aquest problema tipus són els següents:

Nom	Estadístic
Grandària primera mostra	n1
Grandària segona mostra	n2
Probabilitat de cas favorable per la primera mostra	$\hat{p}_1 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$
Probabilitat de cas favorable per la segona mostra	$\hat{p}_2 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$

**VI.1.7. Comparació de dues variables aleatòries normals amb mostres independents i variàncies conegudes.**

Per problemes per dues variables aleatòries normals amb mostres independents i variàncies conegudes es donen els següents estadístics resum:

Nom	Estadístic
Grandària primera mostra	n1
Grandària segona mostra	n2
Mitjana primera mostra	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n_1}$
Mitjana segona mostra	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n_2}$
Valor conegut de Sigma primera mostra.	$\sigma_1$
Valor conegut de Sigma segona mostra.	$\sigma_2$

**VI.1.8. Comparació de dues normals amb mostres independents i variàncies desconegudes**

Si es tracta d'un problema on es comparen dues mostres que provenen de dues variables aleatòries normals amb mostres independents i les variàncies són desconegudes per l'estudiant es donen els següents estadístics resum.

Nom	Estadístic
Grandària primera mostra	$n_1$
Grandària segona mostra	$n_2$
Mitjana primera mostra	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n_1}$
Mitjana segona mostra	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n_2}$
Desviació tipus de la primera mostra	$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x})^2}{n_1 - 1}}$
Desviació tipus de la segona mostra	$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x})^2}{n_2 - 1}}$

**VI.1.9. Comparació de dues variables aleatòries normals amb dades aparellades:**

Finalment, si el problema tipus és refereix a la comparació de dues variables aleatòries normals amb dades aparellades es dona la següent informació:

Nom	Estadístic
Grandària mostral	n
Mitjana de la diferència del valors mostrals	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})}{n}$
Desviació tipus de la diferència dels valors mostrals	$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$

## VI.2. Preguntes i càlculs per l'estudiant

A continuació definim per cada pregunta que rep l'estudiant en la resolució d'un problema, els càlculs que ha de fer. Els paràmetres entre "<.>" són els introduïts pel professor en l'edició del problema.

### VI.2.1 Variable aleatòria Binomial

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Estima puntualment el paràmetre PI poblacional	$\hat{p} = \frac{\text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$
Estima l'esperança de la variable aleatòria Binomial.	$E[X] = n \times \hat{p}$
Estima la variància de la variable aleatòria Binomial.	$Var[X] = n \times \hat{p} \times (1 - \hat{p})$
Estima la variància de l'estimador P	$Var[\hat{p}] = \frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}$
Fes un interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LS = \hat{p} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$
	$LI = \hat{p} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>.	$n_{\text{Mostral}} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{p}(1 - \hat{p})}{(\text{precisió} / 2)^2}$
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre PI poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%.	Calcular $ z  = \frac{\hat{p} - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$
	Busca $Z_{1-\alpha/2}$
	Si $ z  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$

VI.2.2 Variable aleatòria Exponencial

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Estima puntualment el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ ).	$\hat{\beta} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i}$
Estima l'esperança de la variable aleatòria Exponencial.	$E[X] = \frac{1}{\hat{\beta}}$
Estimació de la variància de la variable aleatòria Exponencial.	$Var[X] = \frac{1}{\hat{\beta}^2}$
Fes un interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LS = \hat{\beta} + z_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}$
	$LI = \hat{\beta} - z_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}$
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>.	$n_{Mostral} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{\beta}^2}{(\text{precisió} / 2)^2}$
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre $\beta$ poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%.	Calcular $ z  = \left  \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}} \right $
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$
	Si $ z  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$



VI.2.3. Variable aleatòria Normal amb variància coneguda

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Calcula la mitjana mostral.	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal.	$E[X] = \bar{x}$
Estima la variància de la variable aleatòria Normal.	$Var[X] = \sigma^2$
Estima la variància de la mitjana mostral.	$Var[\bar{x}] = \sigma^2/n$
Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LS = \bar{x} + z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
	$LI = \bar{x} - z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%.	Calcular $ \hat{z}  = \left  \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \right $
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$
	Si $ \hat{z}  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>.	$n_{Mostral} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \sigma^2}{(precisió/2)^2}$

VI.2.4.Variable aleatòria Normal amb variància desconeguda

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Calcula la mitjana mostral.	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Calcula la desviació típica a la mostra.	$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$
Estima l'esperança de la variable aleatòria.	$E[X] = \bar{x}$
Estima la variància de la variable aleatòria.	$Var[X] = s^2$
Estima l'esperança de la mitjana mostral.	$E[\bar{x}] = \mu$
Estima la variància de la mitjana mostral.	$Var[\bar{x}] = \frac{s^2}{n}$
Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LS = \bar{x} - t_{1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$
	$LS = \bar{x} + t_{1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$
Fes un interval de confiança per la variància mostral amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $\chi_{n-1, \alpha/2}^2$
	Buscar $\chi_{n-1, 1-\alpha/2}^2$

	$LS = \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1,1-\alpha/2}^2}$
	$LI = \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1,\alpha/2}^2}$
<p>Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus &lt;tipus_PH&gt; amb un risc de &lt;alfaPH&gt;%.</p>	<p>Calcular <math> \hat{t}  = \left  \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \right </math></p>
	<p>Buscar el valor de <math>t_{1-\alpha/2}</math></p>
	<p>Si <math> \hat{t}  &lt; t_{1-\alpha/2}</math> acceptem <math>H_0</math></p>
<p>Fes la prova d'hipòtesi per la variància poblacional del tipus &lt;tipus_PH&gt; amb un risc de &lt;alfaPH2&gt;%</p>	<p>Calcular <math>\hat{\chi}^2 = \frac{s^2(n-1)}{\sigma_0^2}</math></p>
	<p>Buscar el valor de <math>\chi_{n-1,\alpha/2}^2</math></p>
	<p>Buscar s el valor de <math>\chi_{n-1,1-\alpha/2}^2</math></p>
	<p>Si <math>\chi_{n-1,\alpha/2}^2 &lt; \hat{\chi}^2 &lt; \chi_{n-1,1-\alpha/2}^2</math> acceptem <math>H_0</math></p>

VI.2.5.Variable aleatòria Poisson

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Estima puntualment el paràmetre lambda poblacional.	$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Estimació de l'esperança de la variable aleatòria Poisson.	$E[X] = \hat{\lambda}$
Estimació de la variància de la variable aleatòria Poisson.	$Var[X] = \hat{\lambda}$
Fes l'interval de confiança per el paràmetre lambda poblacional amb un confiança (1-α)%.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LS = \hat{\lambda} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\lambda}}$
	$LI = \hat{\lambda} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\lambda}}$
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre lambda poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%	Calcula $ \hat{z}  = \left  \frac{\hat{\lambda} - \lambda}{\sqrt{\lambda}} \right $
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$
	Si $ \hat{z}  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>	$n_{Mostral} = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{\lambda}}{(precisió/2)^2}$

**VI.2.6. Comparació de dues variables aleatòries Binomials**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Estima el paràmetre $PI_1$ poblacional de la primera mostra.	$\hat{p}_1 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$
Estima el paràmetre $PI_2$ poblacional de la primera mostra.	$\hat{p}_2 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$
Estima l'esperança de la diferència entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ .	$E[\pi_1 - \pi_2] = \hat{p}_1 - \hat{p}_2$
Estima la variància de la diferència entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ .	$Var[\pi_1 - \pi_2] = \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_1} + \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_2} \text{ on}$ $\hat{p}_0 = \frac{n_1 \hat{p}_1 + n_2 \hat{p}_2}{n_1 + n_2} \text{ i } \hat{q}_0 = 1 - \hat{p}_0$
Fes l'Interval de Confiança per la diferència poblacional entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$
	$LI = \hat{p}_1 - \hat{p}_2 - z_{\alpha/2} \sqrt{Var[\pi_1 - \pi_2]}$
	$LS = \hat{p}_1 - \hat{p}_2 + z_{\alpha/2} \sqrt{Var[\pi_1 - \pi_2]}$
Fes la prova d'hipòtesi per la diferència poblacional dels paràmetres d <tipus_PH> $PI_1 - PI_2$ amb un risc de <alfaPH>%	$\hat{\chi}^2 = \sum_{\forall ij} \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$
	Buscar $\chi^2_{(1-1)(J-1), 0,95}$
	Si $\hat{\chi}^2 < \chi^2_{(1-1)(J-1), 0,95}$ acceptem $H_0$

**VI.2.7. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies conegudes**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n}$
Estima l'Esperança de la Diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$
Estima la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$Var[\mu_1 - \mu_2] = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$
Fes l'Interval de Confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals de les dues mostres, $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $z_{1-\alpha/2}$
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$
Fes una prova d'Hipòtesi per la comparació de la mitjana poblacional de les dues mostres, $\mu_1 < \text{tipus\_PH} > \mu_2$ amb un risc de $< \text{alfaPH} > \%$	$ \hat{z}  = \frac{ \bar{x}_1 - \bar{x}_2 }{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
	Buscar el valor de $z_{1-\alpha/2}$
	Si $ \hat{z}  < z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$

**VI.2.8. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb mostres independents i variàncies desconegudes**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Calcula la mitjana mostral de la primera mostra	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n_1}$
Calcula la desviació típica mostral de la primera mostra.	$s_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x})^2}{n_1 - 1}$
Calcula la mitjana mostral de la segona mostra	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n_2}$
Calcula la desviació típica mostral de la segona mostra.	$s_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x})^2}{n_2 - 1}$
Estima l'Esperança de la Diferència entre les dues mitjanes poblacionals.	$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$
Fes la prova d'hipòtesi per la Comparació de les Variàncies de les dues mostres: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ amb un risc de $\alpha$ %.	$\hat{F} = \frac{S_{\text{Mayor}}^2}{S_{\text{Menor}}^2}$
	Buscar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2}$
	Burlar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$
	Si $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2} < \hat{F} < F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$

Si acceptem la hipòtesi nul·la :  $\sigma_1 = \sigma_2$  m.a.s independents, llavors:

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Fes l'estimació conjunta de la variància (S-pooled <sup>2</sup> )	$S^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$
Fes l'Intèrval de Confiança per la Diferència entre les mitjanes poblacionals: $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $t_{n_1+n_2-2, \alpha/2}$
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + t_{n_1+n_2-2} S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - t_{n_1+n_2-2} S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$
Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes poblacionals, $\mu_1 < \text{tipus\_PH} > \mu_2$ amb un risc de $< \text{alfaph} > \%$	Calcular $ \hat{t}  = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$
	Buscar el valor a les taules de $t_{n_1+n_2-2, 1-\alpha}$
	Si $ \hat{t}  < t_{n_1+n_2-2, 1-\alpha/2}$ acceptem la $H_0$



Si rebutgem la hipòtesi nul·la,  $\sigma_1 \neq \sigma_2$  i m.a.s independents o no s'ha realitzat aquesta prova d'hipòtesi, llavors:

Definim  $\Delta = \frac{((n_2 - 1)V_1 - (n_1 - 1)V_2)^2}{(n_2 - 1)V_1^2 + (n_1 - 1)V_2^2} = 39$  sent  $V_i = S_i^2/n_i$  ( $i=1,2$ ).

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Estima la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$Var[\mu_1 - \mu_2] = \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}$
Fes l'Intèrval de Confiança per la diferència les mitjanes poblacionals de les dues mostres. $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $t_{n_1+n_2-2-\Delta, \alpha/2}$
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - t_{n_1+n_2-2-\Delta} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + t_{n_1+n_2-2-\Delta} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$
Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes poblacionals de les dues mostres, $\mu_1 < \text{tipus\_PH} > \mu_2$ amb un risc de $< \text{alfaPH} > \%$	Calcular: $ \hat{t}  = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$
	Buscar el valor a les taules de $t_{n_1+n_2-2-\Delta, 1-\alpha/2}$
	Si $ \hat{t}  < t_{n_1+n_2-2-\Delta, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$

**VI.2.9. Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer
Calcular la mitjana mostral de la diferència entre els valors mostrals.	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})}{n}$
Calcular la desviació típica de la diferència entre valors mostrals.	$s_d = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}$
Fer l'Interval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència entre valors veritables amb (1-α)% de confiança.	Buscar $t_{n-1, \alpha/2}$
	$LI = \bar{d} - t_{n-1, \alpha/2} \frac{s_d}{\sqrt{n}}$
	$LS = \bar{d} + t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s_d}{\sqrt{n}}$
Fer una Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional de la diferència entre valors veritables, delta=0 amb un risc de <alfaPH>%.  <alfaPH>%.	Calcula $ \hat{t}  = \left  \frac{\bar{d} - d_0}{s_d / \sqrt{n}} \right $
	Busca el valor de $t_{n-1, 1-\alpha/2}$
	Si $ \hat{t}  < t_{n-1, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$

## **Capítol VII. Verificació dels càlculs de l'aplicació de l'estudiant.**

En aquest apartat es fa una verificació dels resultats que dona l'aplicació de l'estudiant per tal de veure quin grau de fiabilitat tenen els càlculs fets per aquesta aplicació de l'estudiant.

El procés de verificació dels càlculs de l'estudiant segueix el següent procediment:

1. Execució d'un problema per l'estudiant amb totes les preguntes possibles activades, demanant, mitjançant el botó d'ajuda, la solució calculada per l'aplicació.
2. Introducció en el Minitab les dades generades per les rutines de simulació i la realització dels càlculs pertinents per cada problema.
3. Comparació dels resultats donats per l'aplicació de l'estudiant i els fets amb Minitab per cadascun dels problemes de la llista de proposats per resoldre.

Per comparar els resultats de l'aplicació de l'estudiant amb els donats per Minitab hem de tenir en compte:

- Els càlculs donats per l'aplicació de l'estudiant estan arrodonits a la tercer xifra decimal. Mentre que el nombre de decimals donats per Minitab és variable segons el càlcul que es realitza. Per exemple Minitab proporciona tres decimals en les descriptives i quatre en les taules estadístiques, quan es busca un determinat p-valor.
- Les rutines numèriques que donen lloc a les taules estadístiques acumulen un grau d'error acceptable<sup>1</sup>. Mentre que per Minitab es desconeixen d'on provenen els valors, ni la magnitud de l'error en els seus càlculs.

### **VII.1. Descripció de les Taules de càlculs**

Per cada problema tipus s'ha realitzat una taula amb:

1. Pregunta a resoldre.
2. La fórmula o els resultats intermitjos que s'han de fer per resoldre el problema.
3. Resultat donat per l'aplicació de l'estudiant al clicar el botó d'ajuda.
4. Resultat donat pel Minitab.

---

<sup>1</sup> Per qualsevol dubte veure l'apartat **VI.2.1- Resultats de les rutines de les funcions de distribució programades en Java.**

## VII.2. Problemes d'una variable aleatòria Binomial:

En aquest cas resolrem el problema de la llista anomenat "PEIXOS". Les 80 dades d'aquest problema segueixen una distribució  $Binomial(\pi, n)$  amb  $\pi=0.6$ .

The screenshot shows the 'FINESTRA ESTUDIANT' window with the following content:

El dependent d'una tenda d'animals domèstics disposa d'una peixera de grans dimensions amb peixos tropicals per a la venda al públic. El dependent enretira de la peixera els peixos que ven amb una petita xarxa on només cap un exemplar; però, cada intent de captura d'un animal no sempre resulta èxitós. El èxit o fracàs a cada intent és independent del resultat d'intents anteriors.

\*\*\*Estadístics resum de la simulació\*\*\*  
 >>Grandària mostral: n=80  
 >>PROPORCIÓ: P= 0.55

Valor x ->  g.l.l mostra 1 ->  g.l.l mostra 2 ->  Alfa:  Normal t-Student Chi-2 F-Fisher

Estima l'esperança de la variable aleatòria Binomial	44.0	OK	Ajuda
Estima la variància de la variable aleatòria Binomial	19.8	OK	Ajuda
Estima la variància de l'estimador P	0.0030	OK	Ajuda
FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARAMETRE PI POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%			
Busca a les taules el valor necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada	1.955	OK	Ajuda
Calcula el límit inferior de l'interval de confiança	0.443	OK	Ajuda
Calcula el límit superior de l'interval de confiança	0.667	OK	Ajuda
Calcula la grandària mostral si volem una precisió o l'interval de confiança del 0.2 amb $\alpha=0.05$	95.0	OK	Ajuda
FES LA PROVA D'HIPOTESI PEL PARAMETRE POBLACIONAL PI= 0.7 AMB UN RISC DEL 5.0%			
Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas	2.928	OK	Ajuda

Figura 1:Resolució del problema "PEIXOS"

VII.2.1. Taula de càlculs del problema "PEIXOS".

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Estima puntualment el paràmetre PI poblacional	$\hat{p} = \frac{\text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$	0.55	0.55
Estima l'esperança de la variable aleatòria Binomial.	$E[X] = n \times \hat{p}$	44	44
Estima la variància de la variable aleatòria Binomial.	$Var[X] = n \times \hat{p} \times (1 - \hat{p})$	19.8	19.8
Estima la variància de l'estimador P	$Var[\hat{p}] = \frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}$	0.003	0.003
Fes un interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb (1- $\alpha$ )% de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$	1.955	1.9600
	$LS = \hat{p} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$	0.443	0.440984
	$LI = \hat{p} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$	0.657	0.659016
Calcula el grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>.	$n_{\text{Mostral}} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{p}(1 - \hat{p})}{(\text{precisió} / 2)^2}$	95	95
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre PI poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%.  risc de <alfaPH>%.	Calcular $ \hat{z}  = \frac{ \hat{p} - \pi_0 }{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$	2.928	2.93
	Busca $Z_{1-\alpha/2}$	1.955	1.9600
	Si $ \hat{z}  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar

**VII.2.3. Sortida Minitab del problema "PEIXOS"**

<b>Descriptive Statistics</b>						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
Peix3	<u>80</u>	<u>0,5500</u>	1,0000	0,5556	0,5006	0,0560
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
Peix3	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000		
<b>Test and Confidence Interval for One Proportion</b>						
Test of p = 0,7 vs p not = 0,7						
Success = 1						
Variable	X	N	Sample p	95,0 % CI	Z-Value	P-Value
Peix3	44	80	0,550000	<u>(0,440984; 0,659016)</u>	<u>-2,93</u>	0,003
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>						
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000						
P( X <= x)		x				
0,9900		2,3263				
<u>0,9750</u>		<u>1,9600</u>				

### VII.3. Problemes d'una variable aleatòria Exponencial:

Ara realitzarem la comprovació amb el problema de la llista anomenat “Consultes telefoniques”, on les dades generades per aquest problema segueixen una distribució exponencial ( $\beta$ ) de paràmetre  $\beta=1$  i una grandària mostral de 25.

**FINESTRA ESTUDIANT**

Sigui X el temps entre dues consultes telefoniques a un servei d'usuari. Es pren una mostra i s'obtenen els resultats que es mostren a continuació:

\*\*\*Estadístics resum de la simulació\*\*\*  
 >>Grandària mostral: n=25  
 >>Mitjana mostral: 0.9737

Valor x ->    g.l.l. mostra 1 ->    g.l.l. mostra 2 ->    Alfa:    Normal    t-Student    Chi-2    F-Fisher

Estima puntualment el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ )	1.027	OK	Ajuda
Estima l'esperança de la variable aleatòria Exponencial	0.9737	OK	Ajuda
Estima la variança de la variable aleatòria Exponencial	0.9481	OK	Ajuda
FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARÀMETRE BETA POBLACIONAL ( $\beta$ ) AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%			
Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada	2.575	OK	Ajuda
Calcula el límit inferior de l'interval de confiança	0.4981	OK	Ajuda
Calcula el límit superior de l'interval de confiança	1.5569	OK	Ajuda
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança del 0.5 amb $\alpha=0.01$	113.0	OK	Ajuda
Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas	4.7371	OK	Ajuda
Busca a les taules el valor necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada	2.575	OK	Ajuda
Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)	Rebutjar	OK	Ajuda

Figura 2: Resolució del problema “Consultes telefoniques”

VII.3.1- Taula de càlculs del problema "Consultes telefoniques".

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Estima puntualment el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ ).	$\hat{\beta} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i}$	1.027	1.027
Estima l'esperança de la variable aleatòria Exponencial.	$E[X] = \frac{1}{\hat{\beta}}$	0.9737	0.974
Estimació de la variància de la variable aleatòria Exponencial.	$Var[X] = \frac{1}{\hat{\beta}^2}$	0.948	0.9481
Fes un interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	$LS = \hat{\beta} + z_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}$	1.5559	1.5560
	$LI = \hat{\beta} - z_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}$	0.4981	0.4979
Calcula el grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de $\langle \text{precisió} \rangle$ .	$n_{\text{Mostral}} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{\beta}^2}{(\text{precisió}/2)^2}$	112	112
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre $\beta$ poblacional del tipus $\langle \text{tipus\_PH} \rangle$ amb un risc de $\langle \text{alfaPH} \rangle\%$ .	Calcular $ z  = \left  \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}} \right $	4.7371	4.7371
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	Si $ z  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar



**VII.3.2- Sortida Minitab del problema "Consultes telefoniques":**

<b>Descriptive Statistics</b>						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
Expo	<u>25</u>	<u>0,974</u>	0,804	0,897	0,937	0,187
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
Expo	0,073	3,648	0,287	1,290		
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>						
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000						
P( X <= x)		x				
<u>0,9950</u>		<u>2,5758</u>				

### VII.4- Problemes tipus d'una variable aleatòria Normal

Per una variable aleatòria Normal podem tenir els següents problemes tipus:

- Cas on el valor del paràmetre  $\sigma$  es conegut per l'estudiant.
- Cas on el valor del paràmetre  $\sigma$  no es conegut per l'estudiant, i per tant, cal estimar-lo.

#### VII.4.1 Cas d'una variable aleatòria Normal amb variància coneguda: Problema "PROTOTIPUS".

Per comprovar el grau de fiabilitat dels càlculs en problemes amb distribucions Normals resoldrem el problema de la llista anomenat "**PROTOTIPUS**" amb l'aplicació de l'estudiant, tal i com es veu a la Figura 3. Les dades d'aquest problema s'han simulat d'acord amb una distribució Normal ( $\mu=22$ ,  $\sigma=1$ ) i el problema es planteja amb  $\sigma$  coneguda i grandària mostral 50.

The screenshot shows a software window titled "FINESTRA ESTUDIANT" with a text area containing a problem statement in Catalan. Below the text is a summary of simulation statistics. The main interface consists of a menu bar with options like "Normal", "t-Student", "Chi-2", and "F-Fisher". Below the menu is a list of tasks with input fields and "OK" buttons. The tasks and their corresponding values are:

Task	Value
Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal	22.214
Estima l'esperança de la mitjana mostral	22.214
Estima la variància de la mitjana mostral	0.02
FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA MITJANA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%	
Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada	2.676
Calcula el límit inferior de l'interval de confiança	21.85
Calcula el límit superior de l'interval de confiança	22.579
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança del 0.5 amb $\alpha=0.01$	107.0
FES LA PROVA D'HIPOTESIS PER LA CONTRASTAR SI LA MITJANA POBLACIONAL $\mu=20.0$ AMB UN RISC DEL 1.0%	
Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas	15.658
Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica	2.676
Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)	Rebutjar

Figura 3:Resolució del problema "PROTOTIPUS"

A. Taula de càlculs del problema "PROTOTIPUS".

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Program	Verificació
Calcula la mitjana mostral.	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	22.214	22.214
Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal.	$E[X] = \bar{x}$	22.214	22.214
Estima la variància de la variable aleatòria Normal.	$Var[X] = \sigma^2$	1	1
Estima la variància de la mitjana mostral.	$Var[\bar{x}] = \frac{\sigma^2}{n}$	0.02	0.02
Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un (1- $\alpha$ )% de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	$LS = \bar{x} + z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	22.579	22.5782
	$LI = \bar{x} - z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	21.85	21.8497
Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%	Calcular $ \hat{z}  = \left  \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \right $	15.658	15.6553
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	Si $ \hat{z}  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar
Calcula el grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>.	$n_{Mostral} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \sigma^2}{(precisió / 2)^2}$	107	107

**B. Sortida Minitab del problema "PROTOTIPUS".**

<b>Descriptive Statistics</b>						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
NormCone	<u>50</u>	<u>22,214</u>	22,088	22,214	1,031	0,146
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
NormCone	19,638	24,519	21,549	22,965		
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>						
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000						
P( X <= x)	x					
0,9900	2,3263					
0,9500	1,6449					
<u>0,9950</u>	<u>2,5758</u>					
<b>Z Confidence Intervals</b>						
The assumed sigma = 1,00						
Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	99,0 % CI	
NormCone	50	22,214	1,031	0,141	( <u>21,850; 22,579</u> )	
<b>Z-Test</b>						
Test of mu = 20,000 vs mu not = 20,000						
The assumed sigma = 1,00						
Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	Z	P
NormCone	50	22,214	1,031	0,141	<u>15,66</u>	0,0000

V.4.2. Cas d'una variable aleatòria Normal amb Sigma Desconeguda: Problema "Kings Fums"

Ara resollem un el problema "Kings Fums" amb l'aplicació de l'estudiant, tal i com es veu a la Figura 4. Les dades d'aquest problema s'han generat d'acord amb una distribució una Normal ( $\mu=18$ ,  $\sigma=2$ ). L'enunciat que ha d'interpretar l'estudiant correspon a una distribució normal amb  $\sigma$  desconeguda i grandària mostral 50.

The screenshot shows the 'FINESTRA ESTUDIANT' window with the following content:

**Es mesura la quantitat de benzina que surt del expenedor quan es demanen 20.0 litres en les benzineres del grup Kings Fums. Trobeu els intervals de confiança al 95.0% per a la mitjana i la variancia de la quantitat de benzina que surt realment. Es pot creure que la mitjana es igual a vint litres? I que la variancia es igual a vint litres?**

\*\*\*Estadístics resum de la simulació\*\*\*  
 >>Desviació tipus (S)= 2.471  
 >>Mitjana mostral= 17.901  
 >>Grandària mostral: n=55

Valor x-> [ ] g. II. mostra 1-> [ ] g. II. mostra 2-> [ ] Alfa. [ ] Normal t-Student Chi-2 F-Fisher

Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal	17.901	Ok	Ajuda
Estima la variancia de la variable aleatòria Normal	6.106	Ok	Ajuda
Estima l'esperança de la mitjana mostral	17.901	Ok	Ajuda
Estima la variancia de la mitjana mostral	0.111	Ok	Ajuda
<b>FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA MITJANA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%</b>			
Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada	2.006	Ok	Ajuda
Calcula el límit inferior de l'interval de confiança	17.233	Ok	Ajuda
Calcula el límit superior de l'interval de confiança	18.569	Ok	Ajuda
<b>FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA CONTRASTAR SI LA MITJANA POBLACIONAL <math>\mu=20.0</math> AMB UN RISC DEL 1.0%</b>			
Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas	6.301	Ok	Ajuda
Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica	2.599	Ok	Ajuda
Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)	Rebutjar	Ok	Ajuda
<b>FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA VARIANCIÀ POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%</b>			
Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica	36.588	Ok	Ajuda
Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica	76.194	Ok	Ajuda
Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança	4.327	Ok	Ajuda
Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança	9.265	Ok	Ajuda
<b>FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA VARIANCIÀ POBLACIONAL= 4.0 AMB UN RISC DEL 5.0%</b>			
Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas	82.431	Ok	Ajuda
Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica	25.538	Ok	Ajuda
Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica	76.194	Ok	Ajuda
Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)	Rebutjar	Ok	Ajuda

Figures 4:Resolució del problema "Kings Fums"

**A. Taula de càlculs del problema "Kings Fums"**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Calcula la mitjana mostral.	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	17.901	17.901
Calcula la desviació tipus a la mostra.	$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	2.471	2.471
Estima l'esperança de la variable aleatòria.	$E[X] = \bar{x}$	17.901	17.901
Estima la variància de la variable aleatòria.	$Var[X] = s^2$	6.106	6.1058
Estima l'esperança de la mitjana mostral.	$E[\bar{x}] = \mu$	17.901	17.901
Estima la variància de la mitjana mostral.	$Var[\bar{x}] = \frac{s^2}{n}$	0.111	0.1110
Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un (1-α)% de confiança.	Buscar $t_{1-\alpha/2}$	2.006	2.0049
	$LS = \bar{x} - t_{1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$	17.232	17.233
	$LS = \bar{x} + t_{1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$	18.569	18.569
Fes un interval de confiança per la variància mostral amb un (1-α)% de confiança.	Buscar $\chi^2_{n-1, \alpha/2}$	76.194	76.1920
	Buscar $\chi^2_{n-1, 1-\alpha/2}$	35.588	35.5863

	$LS = \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1,1-\alpha/2}^2}$	9.265	9.2651
	$LI = \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1,\alpha/2}^2}$	4.327	4.3282
Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%.	Calcular $ \hat{t}  = \frac{ \bar{x} - \mu }{\frac{s}{\sqrt{n}}}$	6.301	6.30
	Buscar el valor de $t_{1-\alpha/2}$	2.399	2.3974
	Si $ \hat{t}  < t_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar
Fes la prova d'hipòtesi per la variància poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH2>%	Calcular $\hat{\chi}^2 = \frac{s^2(n-1)}{\sigma_0^2}$	82.431	82.4283
	Buscar el valor de $\chi_{n-1,\alpha/2}^2$	76.194	76.1920
	Buscar s el valor de $\chi_{n-1,1-\alpha/2}^2$	35.588	35.5863
	Si $\chi_{n-1,\alpha/2}^2 < \hat{\chi}^2 < \chi_{n-1,1-\alpha/2}^2$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar

**B. Sortida Minitab del problema "Kings Fums"**

**Descriptive Statistics**

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
C2	55	<u>17,901</u>	18,047	17,885	<u>2,471</u>	0,333
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
C2	11,382	23,450	16,267	19,434		

**T Confidence Intervals**

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95,0 % CI
C1	55	17,901	2,471	0,333	( <u>17,233</u> ; <u>18,569</u> )

**T-Test of the Mean**

Test of mu = 20,000 vs mu < 20,000

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	T	P
C1	55	17,901	2,471	0,333	<u>-6,30</u>	0,0000

**Inverse Cumulative Distribution Function**

Student's t distribution with 54 DF

P( X <= x)	x
0,9500	1,6736
<u>0,9750</u>	<u>2,0049</u>
<u>0,9900</u>	<u>2,3974</u>
0,9950	2,6700

**Inverse Cumulative Distribution Function**

Chi-Square with 54 DF

P( X <= x)	x
0,0500	38,1162
<u>0,0250</u>	<u>35,5863</u>
0,0100	32,7934
0,9500	72,1532
<u>0,9750</u>	<u>76,1920</u>



### VII.5 Problemes d'una variable aleatòria Poisson:

El problema de la llista anomenat “*Finestreta*” que mostrem a continuació es l'utilitzat per fer les verificacions en els càlculs per variables aleatòries Poisson( $\lambda$ ).

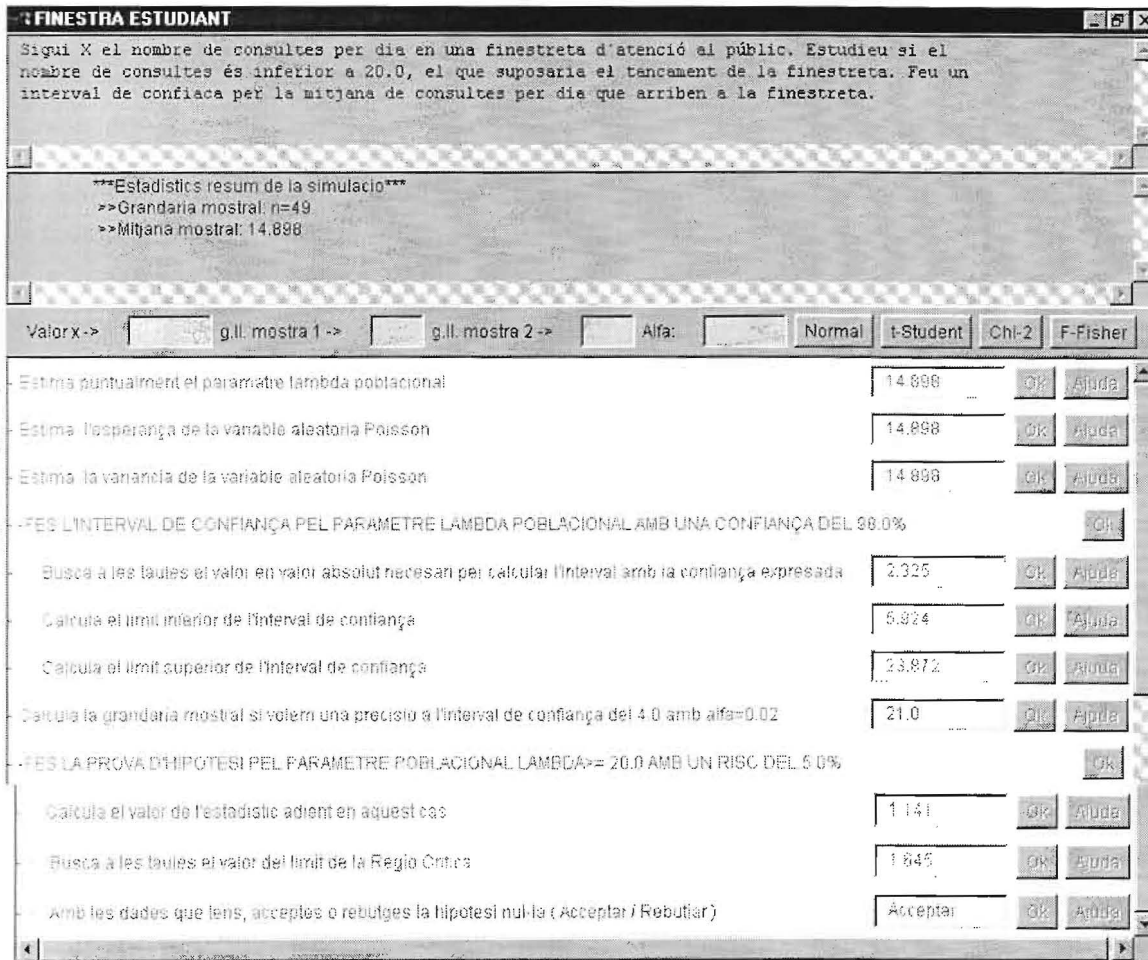


Figura 5: Resolució del problema “Finestreta”

VII.5.1- Taula de càlculs del problema "Finestreta".

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Estima puntualment el paràmetre lambda poblacional.	$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	14.898	14.898
Estimació de l'esperança de la variable aleatòria Poisson.	$E[X] = \hat{\lambda}$	14.898	14.898
Estimació de la variància de la variable aleatòria Poisson.	$Var[X] = \hat{\lambda}$	14.898	14.898
Fes l'interval de confiança per el paràmetre lambda poblacional amb un confiança (1-α)%.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$	2.325	2.3263
	$LS = \hat{\lambda} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\lambda}}$	23.872	23.877
	$LI = \hat{\lambda} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{\lambda}}$	5.924	5.9189
Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre lambda poblacional del tipus <tipus_PH> amb un risc de <alfaPH>%	Calcula $ \hat{z}  = \left  \frac{\hat{\lambda} - \lambda}{\sqrt{\hat{\lambda}}} \right $	1.141	1.1408
	Buscar $Z_{1-\alpha/2}$	1.645	1.6449
	Si $ \hat{z}  < Z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Acceptar	Acceptar
Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>	$n_{Mostral} = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{\lambda}}{(precisió/2)^2}$	21	21

**VII.5.2- Sortida Minitab del problema Finestreta:**

<b>Descriptive Statistics</b>						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
finestre	<u>49</u>	<u>14,898</u>	15,000	14,911	3,478	0,497
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
finestre	6,000	22,000	13,000	17,500		
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>						
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000						
P( X <= x)		x				
<u>0,9900</u>		<u>2,3263</u>				
<u>0,9500</u>		<u>1,6449</u>				

## VII.6- Problemes per la comparació de dues variables aleatòries Binomials

Ara realitzarem la comprovació amb el problema de llista anomenat "Components *electronics*".

Per la resolució d'aquest problema tipus s'ha de tenir compte la teoria referent a 2 mostres que es poden encontrar en els apunts de l'assignatura. Així doncs es generen 2 mostres aleatòries simples que segueixen les següents distribucions Binomials:

1.  $Binomial(\pi, n)$  amb  $\pi=0.3$  amb grandària mostral 50.
2.  $Binomial(\pi, n)$  amb  $\pi=0.2$  amb grandària mostral 70.

**FINESTRA ESTUDIANT per 2 MOSTRES**

L'empresa DOADE S.A. fabrica un determinat component electronic. Aquest pot ser fabricat per dues màquines diferents. El cap de secció sospita que la segona màquina té una proporció més gran de defectes que la primera. Té fonament la sospita del cap de secció amb una confiança del 99.0%.

>>Grandària primera mostra: n1=50  
 >>Grandària segona mostra: n2=70  
 >>PROPORCIO, P1= 0.3  
 >>PROPORCIO, P2= 0.2

Valor x ->  g.l. mostra 1 ->  g.l. mostra 2 ->  Alfa:  Normal t-Student Chi-2 F-Fisher

Estima la esperança de la diferència dels estimadors de P1 i P2

Estima la variància de la diferència dels estimadors de P1 i P2

INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA DIFERÈNCIA DE P1 I P2 AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%

Busca el valor  $\alpha$  a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada

Calcula el límit inferior de l'interval de confiança

Calcula el límit superior de l'interval de confiança

PROVA D'HIPOTESI PER LA COMPARACIÓ ENTRE ELS P1=P2 AMB UN RISC DEL 1.0%

Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas

Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Figura 6: Resolució del problema "Components electronics"

VII.6.1- Taula de càlculs del problema "Components electronics"

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Estima el paràmetre $PI_1$ poblacional de la primera mostra.	$\hat{p}_1 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$	0.3	0.3
Estima el paràmetre $PI_2$ poblacional de la primera mostra.	$\hat{p}_2 = \frac{\sum \text{casos\_favorables}}{\text{casos\_possibles}}$	0.2	0.2
Estima l'esperança de la diferència entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ .	$E[\pi_1 - \pi_2] = \hat{p}_1 - \hat{p}_2$	0.1	0.1
Estima la variància de la diferència entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ .	$Var[\pi_1 - \pi_2] = \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_1} + \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_2}$ on $\hat{p}_0 = \frac{n_1 \hat{p}_1 + n_2 \hat{p}_2}{n_1 + n_2}$ i $\hat{q}_0 = 1 - \hat{p}_0$	0.0063	0.00628
Fes l'Interval de Confiança per la diferència poblacional entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar $z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	$LI = \hat{p}_1 - \hat{p}_2 - z_{\alpha/2} \sqrt{Var[\pi_1 - \pi_2]}$	-0.1044	-0.107442
	$LS = \hat{p}_1 - \hat{p}_2 + z_{\alpha/2} \sqrt{Var[\pi_1 - \pi_2]}$	0.3044	0.307442
Fes la prova d'hipòtesi per la diferència poblacional dels paràmetres d <tipus_PH> $PI_1 - PI_2$ amb un risc de <alfaPH>%	$\hat{\chi}^2 = \sum_{\forall ij} \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$	2.0833	2.0833
	Buscar $\chi^2_{(I-1)(J-1), 0.95}$	7.879	7.8794
	Si $\hat{\chi}^2 < \chi^2_{(I-1)(J-1), 0.95}$ acceptem $H_0$	Acceptar	Acceptar

**VII.6.2- Sortida Minitab problema "Components electronics"**

<b>Test and Confidence Interval for Two Proportions</b>			
Success = 1			
Variable	X	N	Sample p
bino2	15	<u>50</u>	<u>0,300000</u>
bino22	14	<u>70</u>	<u>0,200000</u>
<b>Estimate for p(bino2) - p(bino22): 0,1</b>			
<u>99% CI for p(bino2) - p(bino22): (-0,107442; 0,307442)</u>			
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>			
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000			
P( X <= x)	x		
0,9985	2,9677		
0,9970	2,7478		
0,9900	2,3263		
0,9500	1,6449		
<u>0,9950</u>	<u>2,5758</u>		
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>			
Chi-Square with 1 DF			
P( X <= x)	x		
0,9985	10,0786		
0,9970	8,8075		
0,9900	6,6349		
0,9500	3,8415		
<u>0,9950</u>	<u>7,8794</u>		

## VII.7. Problemes per la comparació de dues variables aleatòries Normals:

Per comparar dues variables aleatòries Normals podem tenir els següents problemes tipus:

- Comparació de dues variables aleatòries normals amb dades aparellades.
- Comparació de dues normals amb mostres independents i variància coneguda.
- Comparació de dues normals amb mostres independents i variància desconeguda.
  - Es pot suposar igualtat de variàncies; *homocedasticitat*.
  - No es pot suposar igualtat de variàncies, ja que no es realitzi la prova d'homocedasticitat, o bé es rebutja la igualtat de variàncies.

### VII.7.1- Cas per dades aparellades: Problema "NYIGUI-NYOGUI".

Per a la confecció del problema "NYIGUI-NYOGUI" s'han generat 2 mostres aparellades de grandària 10 que segueixen les següents distribucions Normals:

1. Normal ( $\mu=18, \sigma=2$ )
2. Normal ( $\mu=18, \sigma=2$ )

En els paràmetres de les dues distribucions normals són desconeguts per l'estudiant.

Figura 7:Resolució del problema "NYIGUI-NYOGUI"

**A. Taula de càlculs del problema "NYIGUI-NYOGUI"**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Calcular la mitjana mostral de la diferència entre els valors mostrals.	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})}{n}$	-6.122	-6.122
Calcular la desviació típica de la diferència entre valors mostrals.	$s_d = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}$	1.798	1.798
Fer l'Interval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència entre valors veritables amb (1-α)% de confiança.	Buscar $t_{n-1, \alpha/2}$	2.264	2.2622
	$LI = \bar{d} - t_{n-1, \alpha/2} \frac{s_d}{\sqrt{n}}$	-7.409	-7.408
	$LS = \bar{d} + t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s_d}{\sqrt{n}}$	-4.835	-4.836
Fer una Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional de la diferència entre valors veritables, delta=0 amb un risc de <alfaPH>%.	Calcula $ \hat{t}  = \left  \frac{\bar{d} - d_0}{s_d / \sqrt{n}} \right $	10.767	10.77
	Busca el valor de $t_{n-1, 1-\alpha/2}$	2.264	2.2622
	Si $ \hat{t}  < t_{n-1, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar



**B. Sortida Minitab problema "NYIGUI-NYOGUI"**

<b>Paired T-Test and Confidence Interval</b>				
Paired T for x1 - x2				
	N	Mean	StDev	SE Mean
x1	10	99,185	0,978	0,309
x2	10	105,307	1,814	0,574
<b>Difference</b>	<b>10</b>	<b>-6,122</b>	<b>1,798</b>	0,568
95% CI for mean difference: <u>(-7,408; -4,836)</u>				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): <u>T-Value = -10,77</u> P-Value = 0,000				
95% CI for mean difference: (-7,408; -4,836)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -10,77 P-Value = 0,000				
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>				
Student's t distribution with 9 DF				
P( X <= x)		x		
<u>0,9750</u>		<u>2,2622</u>		

VII.7.2. Cas per mostres independents i variàncies conegudes : Problema “Examen Sigma”

En aquest cas resolrem el problema anomenat “Examen Sigma” que es pot veure en la Figura 8. Les dades d'aquest problema tipus es basen en les següents distribucions:

1. Normal ( $\mu=65, \sigma=5$ )
2. Normal ( $\mu=63, \sigma=7$ )

On els valors del paràmetre  $\sigma$  de cada distribució normal es conegut per l'estudiant, i per tant, no cal estimar aquest paràmetre.

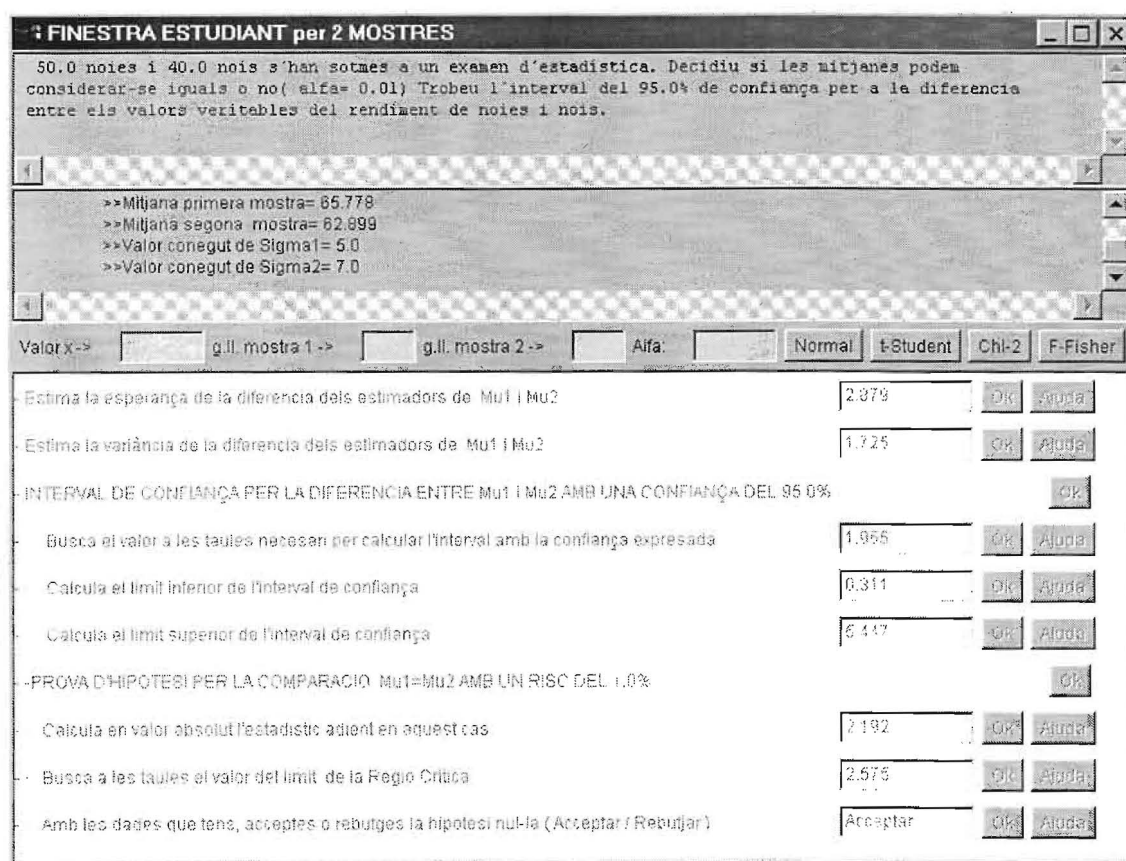


Figura 8:Resolució del problema “Examen Sigma”

**A. Taula de càlculs del problema "Examen Sigma"**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	65.778	65.778
Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n}$	62.889	62.90
Estima l'Esperança de la Diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$	2.875	2.878
Calcula la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$Var[\mu_1 - \mu_2] = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$	1.725	1.725
Fes l'Interval de Confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals de les dues mostres, $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $z_{1-\alpha/2}$	1.955	1.9600
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$	0.311	0.305
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$	5.447	5.450
Fes una prova d'Hipòtesi per la comparació de la mitjana poblacional de les dues mostres, $\mu_1 < \text{tipus\_PH} > \mu_2$ amb un risc de $< \text{alfaPH} > \%$	$ \hat{z}  = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$	2.142	2.191
	Buscar el valor de $z_{1-\alpha/2}$	2.575	2.5758
	Si $ \hat{z}  < z_{1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Acceptar	Acceptar

**B. Sortida Minitab del problema "Examen Sigma"**

<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>						
Normal with mean = 0 and standard deviation = 1,00000						
P( X <= x)		x				
	0,9900		2,3263			
	<b>0,9500</b>		<b>1,6449</b>			
	0,9950		2,5758			
	<b>0,9750</b>		<b>1,9600</b>			
<b>Descriptive Statistics</b>						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
Exa sigm	<b>50</b>	<b>65,778</b>	65,852	65,816	4,711	0,666
exa sigm	<b>40</b>	<b>62,90</b>	62,53	62,88	6,66	1,05
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
Exa sigm	56,842	75,121	61,650	70,278		
exa sigm	47,08	75,92	56,66	67,83		

### VII.7.3. Cas per variàncies iguals. Problema "Examen Iguales"

Ara es resol el problema anomenat "Examen Iguales" que genera dues mostres basades en les següents distribucions:

1. Normal ( $\mu=65, \sigma=5$ )
2. Normal ( $\mu=67, \sigma=5$ )

on els paràmetres de les dues distribucions normals són desconeguts per l'estudiant, i al realitzar la prova d'hipòtesi d'homocedasticitat, aquesta s'accepta i es pot continuar fent càlculs suposant igualtat de variàncies.

**FINESTRA ESTUDIANT per 2 MOSTRES**

50.0 noies i 40.0 nois s'han sotmes a un examen d'estadística. Decidiu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no( alfa= 0.0030) Trobeu l'interval del 99.0% de confiança per a la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois.

>>Mitjana primera mostra= 64.8974  
 >>Mitjana segona mostra= 67.1889  
 >>Desviació tipus primera mostra= 5.4286  
 >>Desviació tipus segona mostra 4.6649

Valor x-> 2.371 g.l.l. mostra 1-> 88 g.l.l. mostra 2-> Alfa: 0.01 Normal **t-Student** Chi-2 F-Fisher

Estima la esperança de la diferència dels estimadors de  $\mu_1$  i  $\mu_2$  -2.4915

FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA VARIÀNCIA POBLACIONAL  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  AMB UN RISC DEL 5.0%

Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas 1.3542

Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica 0.5302

Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica 1.8581

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar) Acceptar

Fes l'estimació conjunta de la variància ( $S_p^2$ ) 26.0535

INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA DIFERÈNCIA ENTRE  $\mu_1$  i  $\mu_2$  AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.7%

Busca el valor a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada 3.0541

Calcula el límit inferior de l'interval de confiança -5.7984

Calcula el límit superior de l'interval de confiança 0.8154

PROVA D'HIPOTESI PER LA COMPARACIÓ DE  $\mu_1 = \mu_2$  AMB UN RISC DEL 1.0%

Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas 2.301

Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica 2.3711

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar) Acceptar

Figura 9:Resolució del problema "Examen Iguales"

**A. Taula de càlculs problema "Examen Iguals"**

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Calcula la mitjana mostral de la primera mostra	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n_1}$	64.6974	64.70
Calcula la desviació típica mostral de la primera mostra.	$s_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x})^2}{n_1 - 1}$	5.4286	5.43
Calcula la mitjana mostral de la segona mostra	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n_2}$	67.1889	67.19
Calcula la desviació típica mostral de la segona mostra.	$s_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x})^2}{n_2 - 1}$	4.6649	4.66
Estima l'Esperança de la Diferència entre les dues mitjanes poblacionals.	$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$	-2.4915	-2.49
Fes la prova d'hipòtesi per la Comparació de les Variàncies de les dues mostres: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ amb un risc de $\alpha\%$ .	$\hat{F} = \frac{S_{\text{Mayor}}^2}{S_{\text{Menor}}^2}$	1.3542	1.357
	Buscar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2}$	0.5382	0.5416
	Burlar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$	1.8181	1.8082
	Si $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2} < \hat{F} < F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Acceptar	Acceptar

Com acceptem la hipòtesi nul·la :  $\sigma_1 = \sigma_2$  m.a.s independents, llavors:

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Fes l'estimació conjunta de la variància (S-pooled <sup>2</sup> )	$S^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$	26.0535	26.01
Fes l'Intèrval de Confiança per la Diferència entre les mitjanes poblacionals: $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1-\alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $t_{n_1+n_2-2, \alpha/2}$	3.0541	3.0526
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + t_{n_1+n_2-2} S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$	-5.7984	-5.7945
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - t_{n_1+n_2-2} S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$	0.8154	0.8125
Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes poblacionals, $\mu_1 < \text{tipus\_PH} > \mu_2$ amb un risc de $< \text{alfaPH} > \%$	Calcular $ \hat{t}  = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	2.301	2.301
	Buscar el valor a les taules de $t_{n_1+n_2-2, 1-\alpha}$	2.3711	2.3695
	Si $ \hat{t}  < t_{n_1+n_2-2, 1-\alpha/2}$ acceptem la $H_0$	Acceptar	Acceptar

**B. Sortida Minitab del problema "Examen Iguals"**

<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>	
F distribution with 39 DF in numerator and 49 DF in denominator	
P( X <= x)	x
<u>0,0250</u>	<u>0,5416</u>
<u>0,9750</u>	<u>1,8082</u>
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>	
Student's t distribution with 88 DF	
P( X <= x)	x
<u>0,9985</u>	<u>3,0526</u>
0,9970	2,8161
<u>0,9900</u>	<u>2,3695</u>
<b>Two Sample T-Test and Confidence Interval</b>	
Two sample T for Iguals1 vs Iguals2	
	N      Mean      StDev      SE Mean
<u>Iguals1</u>	<u>50      64,70      5,43      0,77</u>
<u>Iguals2</u>	<u>40      67,19      4,66      0,74</u>
<u>99.7% CI for mu Iguals1 - mu Iguals2: ( -5,80; 0,81)</u>	
T-Test mu Iguals1 = mu Iguals2 (vs <): <u>T = -2,30</u> P = 0,012 DF = 88	
Both use <u>Pooled StDev = 5,10</u>	



### VII.7.4. Cas per variàncies diferents. Problema "Examen Independents"

Les dades d'aquest problema estan basades en les següents distribucions:

1. Normal ( $\mu=68, \sigma=5$ )
2. Normal ( $\mu=70, \sigma=2$ )

On els paràmetres de les dues distribucions normals són desconeguts per l'estudiant, i al realitzar la prova d'hipòtesi d'homocedasticitat, aquesta es rebutja. Per tant, no es suposa igualtat de variàncies.

**FINESTRA ESTUDIANT per 2 MOSTRES**

50.0 noies i 40.0 nois s'han sotmes a un examen d'estadística. Decidiu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no (alfa= 0.05) Trobeu l'interval del 95.0% de confiança per a la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois.

>>Mitjana primera mostra= 68.7004  
 >>Mitjana segona mostra= 69.8223  
 >>Desviació tipus primera mostra= 5.1379  
 >>Desviació tipus segona mostra= 2.1201

Valor x->    g.ll. mostra 1->    g.ll. mostra 2->    Alfa:    Normal   I-Student   Chi-2   F-Fisher

Estima la esperança de la diferència dels estimadors de  $\mu_1$  i  $\mu_2$     -1.1219    OK    Ajuda

FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA VARIÀNCIA POBLACIONAL  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  AMB UN RISC DEL 5.0%    OK

Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas    5.973    OK    Ajuda

Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica    0.55    OK    Ajuda

Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica    0.9101    OK    Ajuda

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)    Rebutja    OK    Ajuda

Estima la variància de la diferència dels estimadors de  $\mu_1$  i  $\mu_2$     0.7486    OK    Ajuda

INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA DIFERÈNCIA ENTRE  $\mu_1$  i  $\mu_2$  AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%    OK

Busca el valor a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada    0.0101    OK    Ajuda

Calcula el límit inferior de l'interval de confiança    -2.8625    OK    Ajuda

Calcula el límit superior de l'interval de confiança    0.6197    OK    Ajuda

PROVA D'HIPOTESI PER LA COMPARACIÓ DE  $\mu_1 \neq \mu_2$  AMB UN RISC DEL 5.0%    OK

Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas    1.2956    OK    Ajuda

Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica    1.8771    OK    Ajuda

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)    Acceptar    OK    Ajuda

Figura 10: Resolució del problema "Examen Independents"

A. Taula de càlculs problema "Examen Independents"

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Calcula la mitjana mostral de la primera mostra	$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n_1}$	68.7004	68.70
Calcula la desviació tipus de la primera mostra.	$s_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x})^2}{n_1 - 1}$	5.1379	5.14
Calcula la mitjana mostral de la segona mostra	$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_2}{n_2}$	69.8223	69.82
Calcula la desviació tipus de la segona mostra.	$s_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x})^2}{n_2 - 1}$	2.1201	2.12
Estima l'Esperança de la Diferència entre les dues mitjanes poblacionals.	$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$	-1.1219	-1.12
Fes la prova d'hipòtesi per la Comparació de les Variàncies de les dues mostres: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ amb un risc de $\alpha\%$ .	$\hat{F} = \frac{S_{Major}^2}{S_{Menor}^2}$	5.873	5.87
	Buscar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2}$	0.55	0.5416
	Buscar el valor de $F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$	1.8181	1.8082
	Si $F_{n_1-1, n_2-1, \alpha/2} < \hat{F} < F_{n_1-1, n_2-1, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Rebutjar	Rebutjar

Com rebutgem la hipòtesi nul·la,  $\sigma_1 \neq \sigma_2$  si les mostres són independents o no s'ha realitzat aquesta prova d'hipòtesi, llavors:

$$\text{Definim } \Delta = \frac{((n_2 - 1)V_1 - (n_1 - 1)V_2)^2}{(n_2 - 1)V_1^2 + (n_1 - 1)V_2^2} = 39 \quad \text{sent } V_i = \frac{S_i^2}{n_i} \quad (i = 1, 2).$$

Pregunta per l'estudiant	Càlculs que ha de fer	Programa	Verificació
Estima la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals.	$\text{Var}[\mu_1 - \mu_2] = \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}$	0.7498	0.75
Fes l'Intèrval de Confiança per la diferència les mitjanes poblacionals de les dues mostres. $\mu_1 - \mu_2$ amb $(1 - \alpha)\%$ de confiança.	Buscar el valor de $t_{n_1+n_2-2-\Delta, \alpha/2}$	2.0101	2.0096
	$LI = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 - t_{n_1+n_2-2-\Delta} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$	-2.8625	-2.86
	$LS = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + t_{n_1+n_2-2-\Delta} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$	0.6187	0.62
Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes poblacionals de les dues mostres, $\mu_1$ <tipus_PH> $\mu_2$ amb un risc de <alfaPH>%	Calcular: $ \hat{t}  = \frac{ \bar{x}_1 - \bar{x}_2 }{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$	1.2956	1.29
	Buscar el valor a les taules de $t_{n_1+n_2-2-\Delta, 1-\alpha/2}$	1.6771	1.6766
	Si $ \hat{t}  < t_{n_1+n_2-2-\Delta, 1-\alpha/2}$ acceptem $H_0$	Acceptar	Acceptar

**B. Sortida Minitab del problema "Examen Independents"**

<b>Two Sample T-Test and Confidence Interval</b>				
Two sample T for x1 vs x2				
	N	Mean	StDev	SE Mean
x1	<u>40</u>	<u>68,70</u>	<u>5,14</u>	0,81
x2	<u>50</u>	<u>69,82</u>	<u>2,12</u>	0,30
95% CI for mu x1 - mu x2: ( <u>-2,86</u> ; <u>0,62</u> )				
T-Test mu x1 = mu x2 (vs <): <u>T = -1,30</u> P = 0,10 <u>DF = 49</u>				
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>				
F distribution with 39 DF in numerator and 49 DF in denominator				
P( X <= x)	x			
<u>0,0250</u>	<u>0,5416</u>			
<u>0,9750</u>	<u>1,8082</u>			
<b>Inverse Cumulative Distribution Function</b>				
Student's t distribution with 49 DF				
P( X <= x)	x			
0,0250	-2,0096			
<u>0,9750</u>	<u>2,0096</u>			
<u>0,9500</u>	<u>1,6766</u>			

## **VII.8. Conclusions.**

En l'ampia bateria de problemes que s'ha realitzat, concretament un problema tipus per cada variable aleatòria, la verificació dels resultats ha sigut satisfactòria. Els resultats dels càlculs són similars i les diferències comenen al tercer decimal. D'aquesta manera podem concloure que els resultats calculats per l'aplicació de l'estudiant són realment fiables i que els errors són mínims.

El principal problema que ens trobem al comparar els resultats donats per Minitab i per l'aplicació de l'estudiant és l'arrodoniment. L'aplicació de l'estudiant treballa amb tres decimals i augmentar el número de decimals seria complicar la resolució del problema a l'estudiant, perquè hauria de treballar amb un mínim de quatre o cinc decimals a cada càlcul.

El problema de l'arrodoniment destaca sobretot en el moment de calcular p-valors o valors de  $x$  de les distribucions Chi-quadrat i F-Fisher<sup>2</sup>. De qualsevol manera, com es pot veure a les anteriors taules, els resultats dels càlculs són molt semblants i a més si l'estudiant només utilitza les taules estadístiques que proporciona l'aplicació la magnitud de l'error en el càlcul de la pregunta es 0, i per tant, no afecta a la resolució del problema.

---

<sup>2</sup> Per més informació sobre l'error comés en les **Taules Estadístiques**, veure **Capítol III**

## Capítol VIII: Manual d'usuari de l'aplicació del professor.

En aquest capítol s'expliquen cadascuna de les diferents opcions d'edició de problemes per una variable aleatòria i per la comparació de dues variables aleatòries.

Potser aquest format arriba a ser una mica dens, el lector no cal que s'amoïni, doncs als annexes existeixen taules resum per les diferents opcions d'edició. Cada apartat d'aquest capítol té una imatge del formulari al qual fa referència i l'explicació d'aquest, quines opcions es poden donar, quina és la manera en què el professor ha de seleccionar els diferents paràmetres.

Com hem explicat al capítol de la interfície de l'usuari l'edició d'un problema per qualsevol tipus de variable aleatòria es resum en el següent esquema.

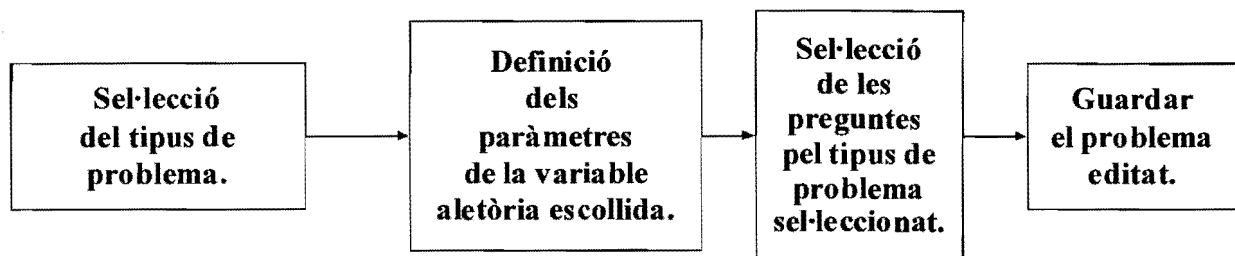


Figura 1: Esquema d'edició d'un problema

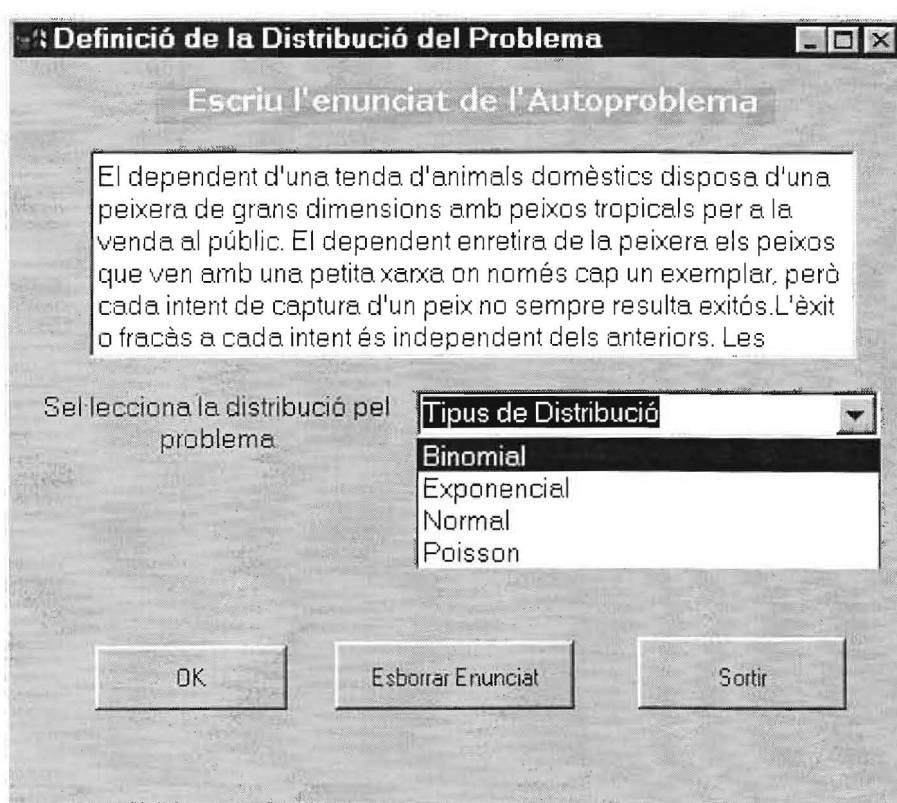
Les fases d'edició de definició dels paràmetres de la variable aleatòria i la selecció de les preguntes són diferents per cada variable aleatòria, doncs cada tipus de problema és diferent i es plantejegen preguntes diferents, aquest és el cas dels problemes basats en variables aleatòries Normals, on si la variància és coneguda o desconeguda modifica quins tipus de preguntes es fan, no es pot plantejar una prova d'hipòtesi per la variància poblacional si ja la coneixem.

Però la circulació pels diferents formularis està subjecte a que s'edita el problema de forma correcta. Per tant es controlen els diferents tipus d'error que hi poden sorgir.

## VIII.1. Parts comuns de l'aplicació del professor en l'edició de problemes tipus

### VIII.1.1 Selecció del tipus de problema.

Després d'escollir el tema del problema, si problemes d'una variable aleatòria o comparació de dues variables aleatòries, l'aplicació presenta el formulari on es defineix el tipus de variable aleatòria que es vol i s'escriu l'enunciat del problema, que no és interpretat pel programa. L'enunciat que s'escriu a aquesta pantalla de l'aplicació no és definitiu, a la següent pantalla es pot retocar de forma que s'ajusti a les característiques que l'editor del problema vulgui, tal i com es mostra a la **Figura 2**.



**Figura 2:** Pantalla inicial on s'escriu l'enunciat i es defineix la variable aleatòria pel problema.

Els botons en aquesta finestra una vegada seleccionada la distribució permeten fer:

- Esborrar l'enunciat, mitjançant el botó “*Esborrar Enunciat*”.
- Tancar el programa, amb el botó “*Sortir*”.
- I accedir al següent formulari de definició dels paràmetres de la variable aleatòria mitjançant el botó “*Ok*”, en aquest cas es definarien els paràmetres per un problema d'una variable aleatòria binomial.

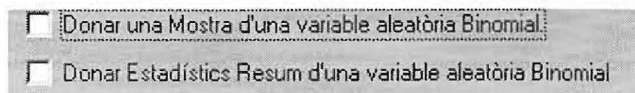
### VIII.1.2. Parts comuns dins del formulari d'edició dels paràmetres de la variable aleatòria del problema.

El formulari d'edició dels paràmetres de la variable aleatòria en què es basa el problema que estem editant té les següent parts comunes per totes les variables aleatòries, menys per les variables aleatòries Normals.

En primer lloc, només accedir a aquest formulari ens trobem la part de l'enunciat que s'ha heretat del formulari anterior, el de selecció del tipus de problema. Aquest enunciat es pot editar si el professor ho considera adient.

Després ens trobem la part en què definim els paràmetres propis de la variable aleatòria que estem editant, amb les seves restriccions que s'expliquen al seu corresponent apartat d'aquest capítol, i la grandària mostral que vol pel problema.

Finalment el professor ha d'escollir la forma en què vol que se li presentin les dades a l'estudiant quan aquest obri el problema per resoldre'l. En aquest sentit al professor se li presenta la següent opció, tal i com es veu a la **Figura 3**:



**Figura 3:** Opcions per la presentació de les dades a l'estudiant

Clicar l'opció, "Donar una Mostra d'una variable aleatòria Binomial", farà que l'estudiant rebi una tirallonga de dades<sup>1</sup> procedent de la sortida del Motor Generador de Mostres Aleatòries<sup>2</sup>. La segona opció "Donar Estadístics Resum d'una variable aleatòria Binomial", fa que l'estudiant rebi una sèrie de resultats resum<sup>3</sup> calculats també pel Motor Generador de Mostres Aleatòries .

<sup>1</sup> veure apartat *V.2.3 Les Dades*.

<sup>2</sup> veure apartat *II.1.1 Simulació d'una distribució Binomial*.

<sup>3</sup> veure apartat *VI.1.1 Estadístics resum per cada problema tipus*.



Un altre formulari comú per qualsevol tipus de problema és el de definició dels paràmetres de la variable aleatòria que estem editant, es poden definir els paràmetres de correcció. Aquests paràmetres permeten al professor, fixar el marge d'error que pot cometre l'estudiant dins de la resolució del problema. L'aspecte d'aquest formulari és el següent

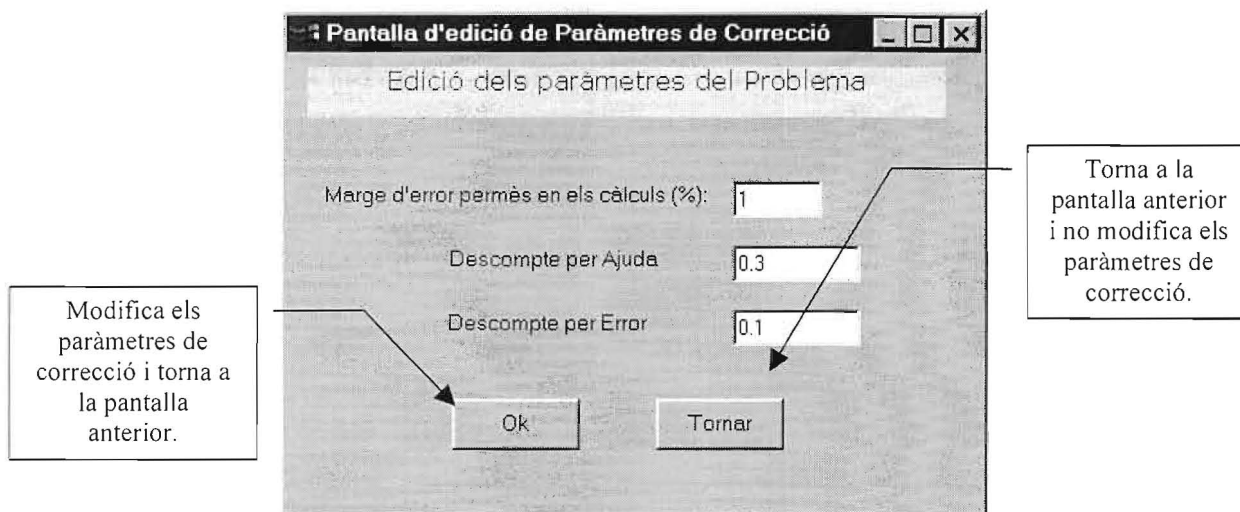


Figura 4: Pantalla d'edició dels paràmetres del problema.

Dins d'aquesta pantalla trobem els següents termes:

- “*Marge d'error permès en els càlculs*”: Aquest paràmetre permet modificar el valor màxim que permetrem que l'estudiant s'equivoqui. D'aquesta manera posem un límit superior a l'error numèric que pot cometre l'estudiant. La comprovació que l'aplicació de l'estudiant quan aquest li ha proporcionat un resultat és el següent:

$$\left| \frac{V_r - V_e}{V_r} \right| < ME$$

On  $V_r$  és el valor real calculat pel programa,  $V_e$  és el valor calculat per l'estudiant i ME és el marge d'error fixat pel professor a aquest camp.

Als dos següents camps el professor fixa la política de correcció que vol pel problema.

- “*Descompte per Ajuda*”: A aquest camp el professor fixa el descompte per Ajuda demanada per part de l'estudiant.
- “*Descompte per Error*”: Finalment, a aquest camp fixa el descompte que se li farà a l'estudiant per cada error que faci.

### VIII.1.3. Parts comuns dins del formulari d'edició de les preguntes del problema.

També és comuna, dintre dels formularis d'edició, la divisió del formulari de selecció de preguntes en preguntes d'estimació puntual, preguntes d'estimació per Interval, a més de l'apartat del càlcul de la grandària de la mostra si es vol cert nivell de precisió.

Les preguntes sota el títol **Estimació Puntual**, el professor només ha de senyalar la pregunta. Aquest tipus de preguntes només comporten un càlcul a l'estudiant, com per exemple l'estimació del paràmetre PI poblacional o l'estimació de la mitjana poblacional d'una variable aleatòria Normal.

Les preguntes sota el títol **Estimació per Interval**, a diferència del grup anterior de preguntes, impliquen més d'un càlcul per l'estudiant. Per exemple en preguntes del càlcul d'un Interval de confiança per la mitjana poblacional, a l'estudiant se li demana el càlcul de la mitjana mostral, el càlcul de l'estadistic adient per aquest tipus d'Interval, a més de cadascun dels dos límits de l'Interval. El professor pot resoldre qualsevol dubte de mirar quines preguntes haurà de respondre l'estudiant mirant l'annexe 1<sup>1</sup>. A més, el professor ha d'introduir els paràmetres necessaris per fer la pregunta, com ara el nivell de confiança de la prova d'hipòtesi. On s'indica el valor d'alfa, el programa té per defecte una alfa=0.05, d'aquesta manera s'eviten confusions a l'hora d'escriure els decimals.

També tenim sota aquest títol les preguntes sobre Prova d'Hipòtesi. En aquestes s'ha de senyalar la pregunta, introduir un valor d'alfa correcte, donar el valor a testejar en la prova d'hipòtesi correcte i seleccionar el tipus de prova d'hipòtesi. També on s'ha de definir la confiança per la prova d'hipòtesi el programa selecciona per defecte un valor d'alfa igual al 5%. Com abans aquest tipus de pregunta comporta per l'estudiant la resposta a més d'una pregunta.

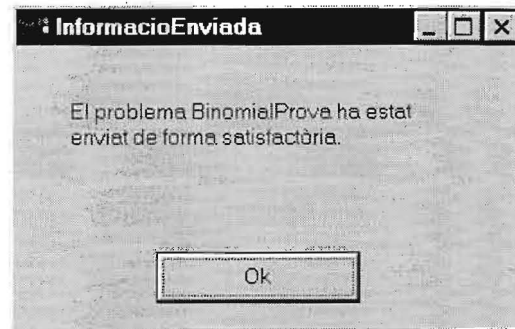
L'últim grup de preguntes són les preguntes de càlcul de la grandària mostral. Senyalant aquesta pregunta requereix la introducció de la precisió en que es vol l'estimació del paràmetre poblacional, per exemple  $\pi$ .

---

<sup>1</sup> Veure apartat *X.1.3. Preguntes que s'activen per l'estudiant quan es selecciona una pregunta durant l'edició de problemes.*

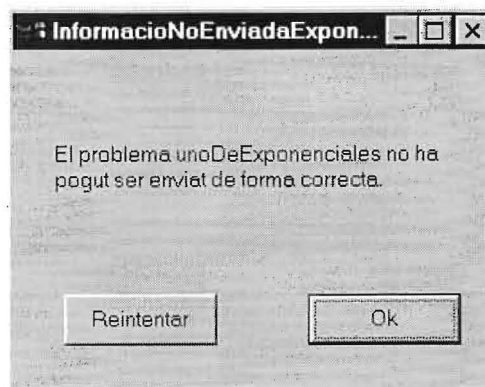
#### VIII.1.4. Missatges informatius quan el professor envia un problema cap al servidor.

El que és comú per qualsevol tipus de problema basat en qualsevol tipus de variable aleatòria són les fases de guardar el problema dins del servidor i seleccionar el tipus de problema que es vol. Pel que fa al procés de guardar un cop hem editat el problema i l'aplicació del professor ens l'ha presentat dins del formulari resum, hem de guardar-lo. Només cal que posem un nom i cliquem el botó de "Guardar" i el programa envia el problema cap al servidor. El problema que es pot trobar l'aplicació dins d'aquest



**Figura 5:** Missatge de confirmació. El servidor ha rebut el problema de forma satisfactòria.

procés és una caiguda del servidor on es classifiquen tots els problemes que van arribant. Si es produeix aquest problema el programa respon amb el següent missatge.



**Figura 6:** Missatge d'error al enviar el problema. El servidor ha caigut.

"Reintentar" farà que el problema sigui reenviat al servidor. Si la comunicació no ha estat possible, l'aplicació informarà que la comunicació no és possible en aquests moments i l'aplicació es tancarà. Triar "Ok" fa que l'aplicació es tanqui i es perdi tot el problema editat.

### VIII.1.5. Errors comuns per qualsevol variable aleatòria durant l'edició d'un problema.

L'error a la **grandària mostral**, aquest valor mai pot ser superior a cent dades. La resposta a aquest error per part del programa és el missatge “ $n < 100$ ” tal i com es mostra a la següent imatge.

A screenshot of a form field labeled "Grandària de la Mostra". The input box contains the number "125". Below the input box, the text "n < 100" is displayed, indicating an error because the sample size exceeds the allowed limit of 100.

Figura 7: Error a la grandària mostral.

Els errors al introduir un valor diferent al per defecte pel **valor d'alfa** en Interval de confiança i proves d'hipòtesi. Si el programa detecta aquest error el programa emet el missatge “*alfa entre 0 i 1*” que es veu a la següent imatge.

A screenshot of a hypothesis test configuration form. It includes a checked checkbox for "Prova d'Hipòtesi pel paràmetre PI poblacional". Below it, there are fields for "Valor a Testejar" (set to 5), "Hipòtesi Alternativa" (set to "Diferents (<>)"), and "Alfa (0 .. 1)" (set to 1.2). An error message "alfa entre 0 i 1" is displayed below the alpha field, indicating that the alpha value must be between 0 and 1.

Figura 8: Error al introduir el valor d'alfa per una prova d'hipòtesi.

L'altre tipus d'error comú per tots els formularis és l'error provocat per fer guardar un problema sense posar-li nom. El programa davant aquest error respon amb el missatge “*falta nom exercici*”.

A screenshot of a form for saving a problem. The label "INTRODUIR EL NOM DE L'EXERCICI A GUARDAR:" is followed by an empty text input field. Below the input field, the error message "falta nom exercici" is displayed, indicating that the problem name is required.

Figura 9: Error al guardar el problema.

Més endavant quan s'expliquin tots els diferents tipus de formularis d'edició s'explicaran els errors propis de cada tipus de problema. Per cada tipus d'error es diu quin és l'error comès, el perquè d'aquest error i la reacció del programa davant aquest error, mitjançant una imatge que ho expliqui.

## VIII.2. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Binomial

Comencem ara el manual d'usuari de l'aplicació del professor. Mitjançant exemples expliquem cadascuna de les opcions diferents dins dels formularis d'edició de problemes d'estadística.

En aquest apartat, amb l'ajuda de l'exemple “*Tenda Peixos*”, s'explicaran totes les possibles opcions que es donen en l'edició d'un problema sobre una variable aleatòria binomial.

### VIII.2.1. Edició dels paràmetres d'un problema d'una variable aleatòria Binomial

La següent pantalla defineix els paràmetres de la Binomial ( $\pi, n$ ). En aquest exemple, que és el problema de llista “*Tenda Peixos*”, definirem una variable aleatòria Binomial amb paràmetres  $\pi=0.6$  i  $n=24$ , a la part de dalt de la finestra ens mostra l'enunciat introduït en la finestra anterior i que podem modificar en aquesta formulari.

**Definició dels Paràmetres de la Variable Aleatòria Binomial**

Enunciat de l'Autoproblema

El dependent d'una tenda d'animals domèstics disposa d'una peixera de grans dimensions amb peixos tropicals per a la venda al públic. El dependent enretira de la peixera els peixos que ven amb una petita xarxa on només cap un exemplar, però cada intent de captura d'un animal no sempre resulta èxitós. L'èxit o fracàs a cada intent és independent dels anteriors. Les dades es mostren a sota, 0 indica fracàs i 1 èxit

Grandària de la Mostra: 24

Valor del Paràmetre PI: 0.6

Donar una Mostra d'una variable aleatòria Binomial

Donar Estadístics Resum d'una variable aleatòria Binomial

Edició dels Paràmetres del Problema

OK Tornar Sortir

Figura 8: Pantalla de definició dels paràmetres d'una Binomial

### A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres per una v.a. Binomial

El programa no passa a la següent pantalla si existeixen errors en l'edició o no es compleixen les premisses per aproximar la variable aleatòria Binomial a una variable aleatòria Normal. Es poden produir els següents errors:

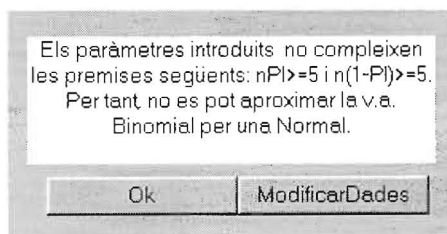
- **Error en les premisses:** Quan els valors de  $\pi$  i  $n$  no compleixen les premisses següents:

- $(1-\pi)n \geq 5$
- $\pi n \geq 5$

Aquestes restriccions calen per calcular una prova d'hipòtesi d'una proporció o bé un Interval de confiança, utilitzant l'aproximació d'una Binomial a una distribució Normal.

Com a resposta a aquest error l'aplicació obre un pannel informatiu, tal i com es mostra a la **Figura 10** i dona l'oportunitat a l'usuari de:

- Continuar amb els paràmetres introduïts. Això implica que no es podran fer les preguntes del l'apartat **Estimació Puntual** del formulari de selecció de preguntes per una variable aleatòria Binomial, és a dir, les preguntes d'Intervals de confiança i les preguntes de prova d'hipòtesi.
- Modificar les dades introduïdes. El programa esborra automàticament les dades introduïdes permeten introduir-ne de noves.



**Figura 9:** Pannel Informatiu, informa a l'usuari que tal i com ha definit el problema, no es compleixen les premisses per poder fer Proves d'Hipòtesi.

- **Error en el paràmetre  $\pi$ :** Si el professor posa un valor de  $\pi \geq 1$  o bé  $\pi \leq 0$  el programa emet el missatge d'error "*PI entre 0 i 1*".



**Figura 10:** Error al paràmetre  $\pi$  poblacional.

### VIII.2.2. Edició de les preguntes d'un problema d'una variable aleatòria Binomial.

La finestra d'edició de preguntes permet al professor activar qualsevol de les preguntes que surten en la finestra de la **Figura 11**.

**Figura 11:** Pantalla d'edició de les preguntes per un problema Binomial

El professor ha de tenir en compte que en funció de quina manera editi el problema, les preguntes d'aquest formulari s'amaguen, per exemple, si selecciona a la part del formulari de paràmetres de la variable aleatòria, **Figura 10**, l'opció de donar Mesures Resum farà que la pregunta d'estimació puntual del paràmetre PI poblacional no sigui visible. De qualsevol manera, cadascuna de les possibles opcions es troba a l'apartat *X.1.2 Preguntes amagades en funció de com el professor edita el problema*.

### A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria binomial.

Dins d'aquest apartat explicarem quin és el càlcul que l'estudiant haurà de fer si el professor selecciona qualsevol de les preguntes que es veuen a continuació

Estimació Puntual del paràmetre PI poblacional.

Hagi d'estimar el paràmetre PI mitjançant ( $\hat{p}$ ), d'aquesta manera l'estudiant haurà de calcular:

$$\hat{p} = \frac{\text{casos}_- \text{favorables}}{\text{casos}_- \text{possibles}}$$

Aquesta pregunta no surt visible per l'usuari si en la pantalla d'edició de paràmetres **Figura 8** ha assenyalat l'opció de donar els estadístics resum de les dades. Com hem dit abans les preguntes disponibles varien en funció de com el professor ha anat editant el problema. Per resoldre algun dubte que tingui relació en com s'amaguen les preguntes a mesura que el professor edita el problema, només cal veure l'apartat Preguntes que s'amaguen en funció de com s'edita el problema.

Estimació de l'esperança de la variable aleatòria Binomial.

Estimi l'esperança d'una variable aleatòria binomial, l'estudiant haurà de calcular:

$$E[X] = n\hat{p}$$

Estimació de la variància de la variable aleatòria Binomial.

Estimi la variància d'una variable aleatòria binomial, és a dir:

$$Var[X] = n\hat{p}(1 - \hat{p})$$

Estimació de la variància de l'estimador P

Estimi la variància de l'estimador de PI, és a dir:

$$Var[\hat{p}] = \frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}$$

Interval de confiança pel paràmetre PI poblacional. Alfa (0..1)

Calculi un Interval de confiança per la PI, és a dir calcularà:

$$IC(PI, 1 - \alpha) = \hat{p} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}$$



Prova d'Hipòtesi pel paràmetre PI poblacional.

Valor a Testejar  Hipòtesi Alternativa.

Alfa (0...1)

Realitzi una prova d'hipòtesi pel paràmetre  $\pi$  (PI), és a dir calcularà:

$$\begin{cases} H_0 : PI = PI_0 \\ H_1 : PI \neq PI_0 \end{cases}$$

On  $PI_0$  es el valor introduït en el quadre de text que posa "Valor a Testejar", en aquest cas  $PI_0 = 0.5$ . "Hipòtesi alternativa" indica l'alternativa que seleccionem per la prova d'hipòtesi. Les alternatives que es poden seleccionar serien: "Diferents", "Major que" o "Menor que".

$$|\hat{z}| = \left| \frac{(\hat{p} - \pi_0)}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}} \right| \sim N(0,1)$$

Per poder aplicar aquesta prova d'hipòtesi s'hauran complert les següents premisses:

- $(1 - \pi_0)n \geq 5$
- $\pi_0 n \geq 5$

D'aquesta manera tenim que  $\hat{z} \rightarrow N(0,1)$ .

Càlcul de la grandària mostral si es vol una precisió: Precisió

Hagi de calcular la grandària mostral suficient per estimar  $\pi$  amb la precisió<sup>1</sup> desitjada.

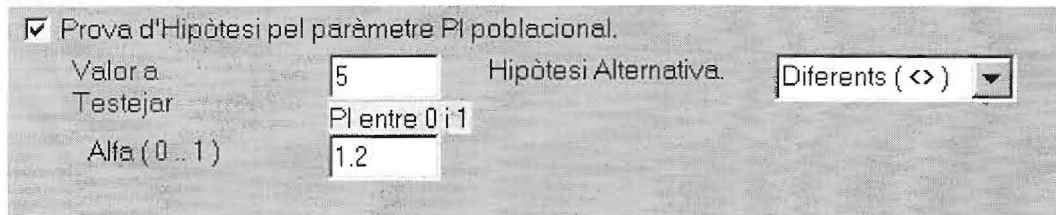
$$n_{Mostral} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{p}(1 - \hat{p})}{precisió^2}$$

<sup>1</sup> **Precisió:** El valor introduït en aquest paràmetre serà l'amplada del Interval de confiança.

**B. Possibles missatges d'error en l'edició de les preguntes per una v.a. Binomial**

Si el programa detecta errors a la **Figura 13** pot emetre els següent error:

- **Error al valor a testejar  $\pi_0$ :** Si el professor posa un valor  $\pi_0 \geq 1$  o bé  $\pi_0 < 0$  el programa emet el missatge d'error *PI entre 0 i 1* de la **Figura 14** i no passa a la següent pantalla.



The screenshot shows a dialog box for hypothesis testing. It contains the following elements:

- A checked checkbox: **Prova d'Hipòtesi pel paràmetre PI poblacional.**
- A label **Valora** next to a text input field containing the value **5**.
- A label **Testejar** next to a text input field containing the value **PI entre 0 i 1**.
- A label **Alfa (0..1)** next to a text input field containing the value **1.2**.
- A label **Hipòtesi Alternativa.** next to a dropdown menu showing the selected option **Diferents (<>)**.

**Figura 12:** Error al posar el valor que es vol testejar a la prova d'hipòtesi.

### VI.2.3. Pantalla resum d'un problema d'una variable aleatòria Binomial.

Aquesta és la última pantalla de l'aplicació. Mostra el problema editat, és a dir, les preguntes seleccionades i l'enunciat proposat. En aquesta pantalla el professor donarà nom al problema editat i el guardarà, tal i com es descriu en l'apartat de Protocol de Comunicació en el fitxer de problemes que guarda problemes binomials.

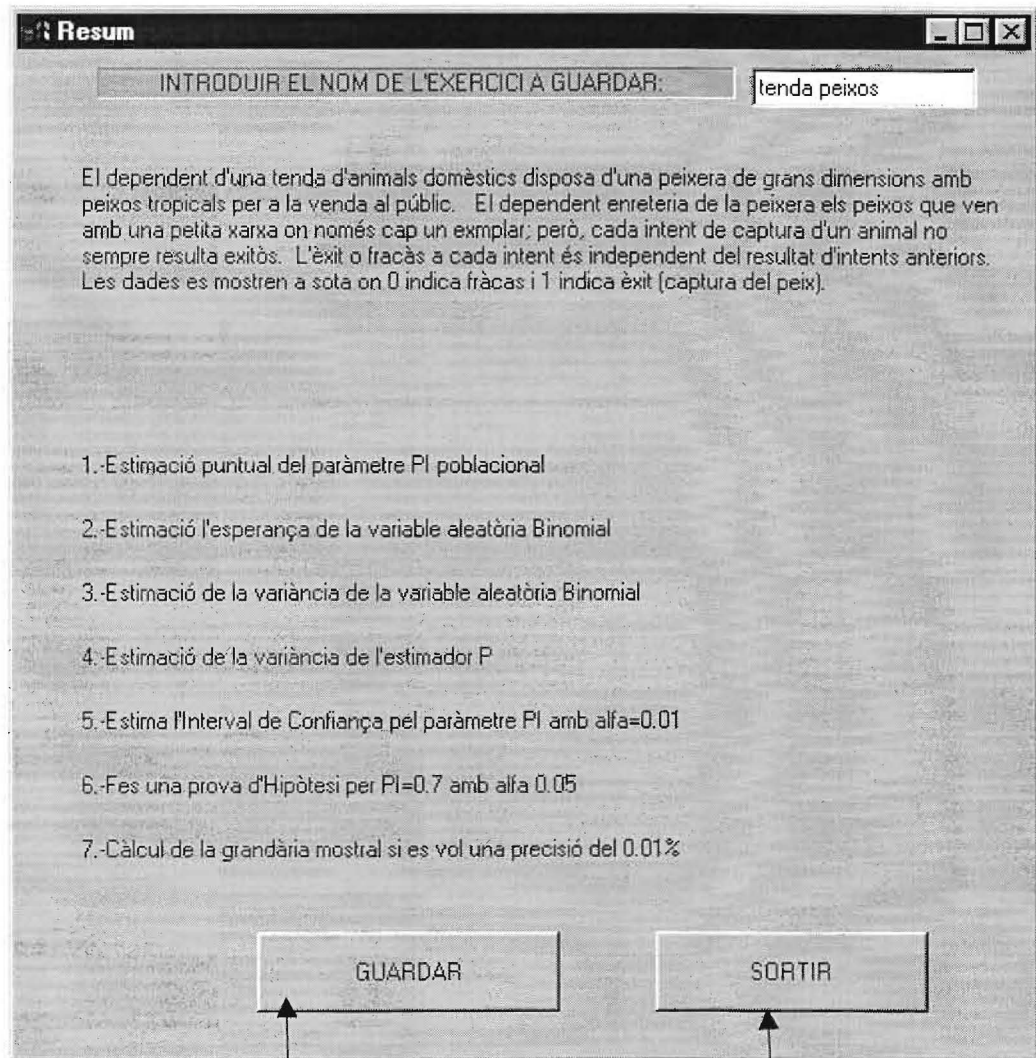


Figura 13: Pantalla Resum per un problema de sobre una variable aleatòria Binomial.

Donar aquest botó implica guardar el problema en el fitxer **Binomial.dat** segons el Protocol de Comunicació.

És tanca l'aplicació sense guardar res

### VIII.3. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Exponencial

A continuació explicarem les diferents opcions que poden sorgir durant l'edició d'un problema amb una variable aleatòria exponencial, mitjançant l'exemple de les “*Consultes Telefòniques*”.

#### VIII.3.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Exponencial

La següent pantalla defineix els paràmetres de la Exponencial ( $\beta$ ). En aquest exemple definirem una variable aleatòria Exponencial amb paràmetres  $\beta=0.11$  i de grandària mostral  $n=70$ ,

Parametres Exponencial

Enunciat de l'Autoproblema

Sigui X el temps entre dues consultes telefòniques al servei d'usuaris de la Facultat. Estudiar si en promig el temps d'espera supera els 10 minuts.

Grandària de la Mostra 70

Valor del Paràmetre Beta 0.11

Donar una Mostra d'una variable aleatòria Exponencial.

Donar Estadístics Resum d'una variable aleatòria Exponencial.

Edició dels Paràmetres del Problema

OK Tornar Sortir

Figura 14: Pantalla de definició dels paràmetres del problema “*Consultes Telefòniques*”.

### A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres per una v.a. Exponencial

A més de l'error al introduir la grandària mostral durant l'edició del problema es pot donar que el paràmetre de la variable aleatòria Exponencial estigui escrit de forma errònia, sigui negatiu. Si el programa detecta l'error respon amb el missatge " $Beta > 0$ ".



Figura 15: Error al paràmetre beta, que no pot ser negatiu.

### VIII.3.2. Edició de les preguntes per una variable aleatòria Exponencial

És en aquesta part on el professor indica què vol que l'estudiant resolgui i on el professor planteja les preguntes que considera adients, dintre del ventall de possibles que el programa li posa a l'abast. El professor pot assenyalar totes les preguntes que vulgui.

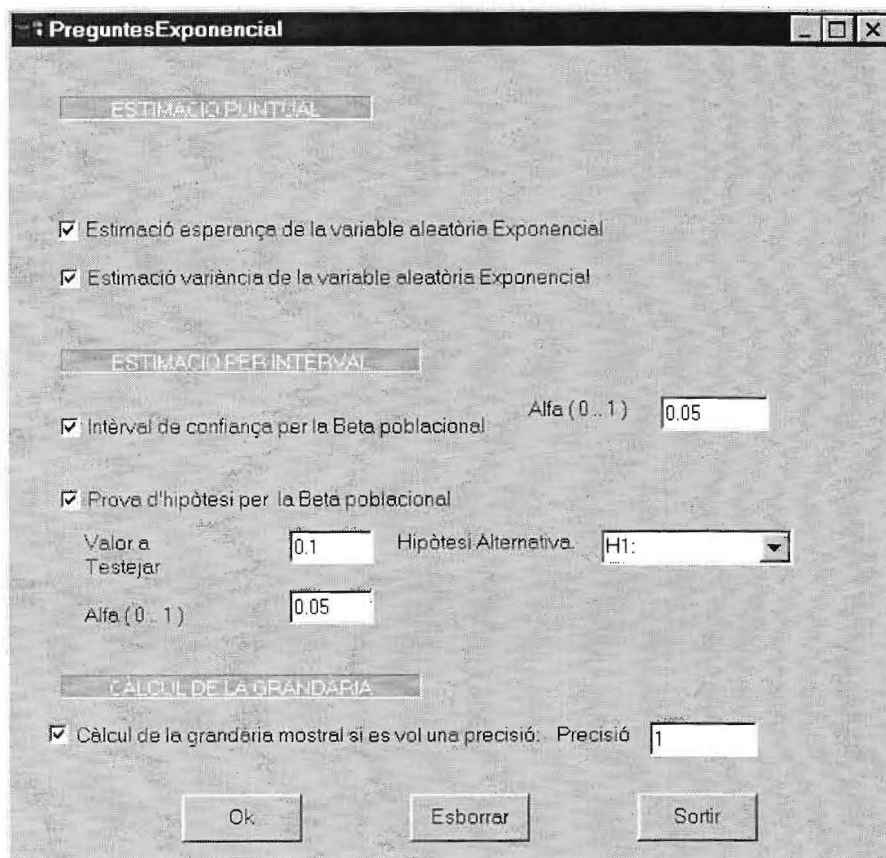


Figura 16: Pantalla de les preguntes per una variable aleatòria exponencial. Com es pot veure s'ha escollit l'opció de presentar estadístics resum a l'estudiant.

Segons com hem escollit la presentació de les dades a l'estudiant, **Figura 14**, les preguntes que són visibles pel professor varien segons si s'ha escollit presentar les dades simulades o els estadístics resum. Per resoldre qualsevol dubte es poden consultar els apartats amb títol: *Preguntes que s'amaguen al formulari d'edició de preguntes en funció de com el professor edita el problema*<sup>1</sup>.

#### A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria exponencial

A continuació s'expliquen què càlculs impliquen cadascuna de les preguntes de la pantalla de la **Figura 16**. Triar una de les següents preguntes farà que l'estudiant:

Estimació puntual del paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ )

Estimi el paràmetre  $\beta$ , realitzarà el següent càlcul:

$$\hat{\beta} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

Estimació esperança de la variable aleatòria Exponencial

Hagi d'estimar l'esperança de la variable aleatòria exponencial:

$$E[X] = \frac{1}{\hat{\beta}}$$

Estimació variància de la variable aleatòria Exponencial

Hagi d'estimar la variància de la variable aleatòria exponencial:

$$Var[X] = \frac{1}{\hat{\beta}^2}$$

Interval de confiança per la Beta poblacional Alfa (0..1)

Calculi un Interval de confiança per la  $\beta$ :

$$IC(\beta, 1 - \alpha) = \hat{\beta} \pm z_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}$$

<sup>1</sup> veure l'apartat X.1.2. de l'annexe 1

on  $\alpha$  és valor insertat en el quadre de text que posa “Alfa ( 0..1 )”, en aquest exemple es 0.1. Quan aquesta pregunta és seleccionada pel professor, el programa fa actives la pregunta d'estimació del paràmetre Beta poblacional.

Faci la següent prova d'hipòtesi per la  $\beta$  :

$$\begin{cases} H_0 : \beta = \beta_0 \\ H_1 : \beta \neq \beta_0 \end{cases}$$

On  $\beta_0$  es el valor introduït en el quadre de text que posa “Valor a Testejar”. “Hipòtesi alternativa” indica l'alternativa que seleccionem per la prova d'hipòtesi. Les alternatives que es poden seleccionar serien: “Diferents”, “Major que” o “Menor que”.

$$|\hat{z}| = \left| \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{n}}} \right| \sim N(0,1)$$

Calculi la grandària mostral suficient per estimar  $\beta$  amb la precisió desitjada.

$$n_{\text{Mostra}} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \hat{\beta}}{\text{precisió}^2}$$

### VIII.3.3. Pantalla resum per un problema d'una variable aleatòria exponencial

Aquesta és la última pantalla de l'aplicació. Mostra el problema editat, és a dir, les preguntes seleccionades i l'enunciat proposat. En aquesta pantalla el professor donarà nom al problema editat i el guardarà, tal i com es descriu en l'apartat de Protocol de Comunicació, en el fitxer de problemes sobre exponencials que existeix al servidor.

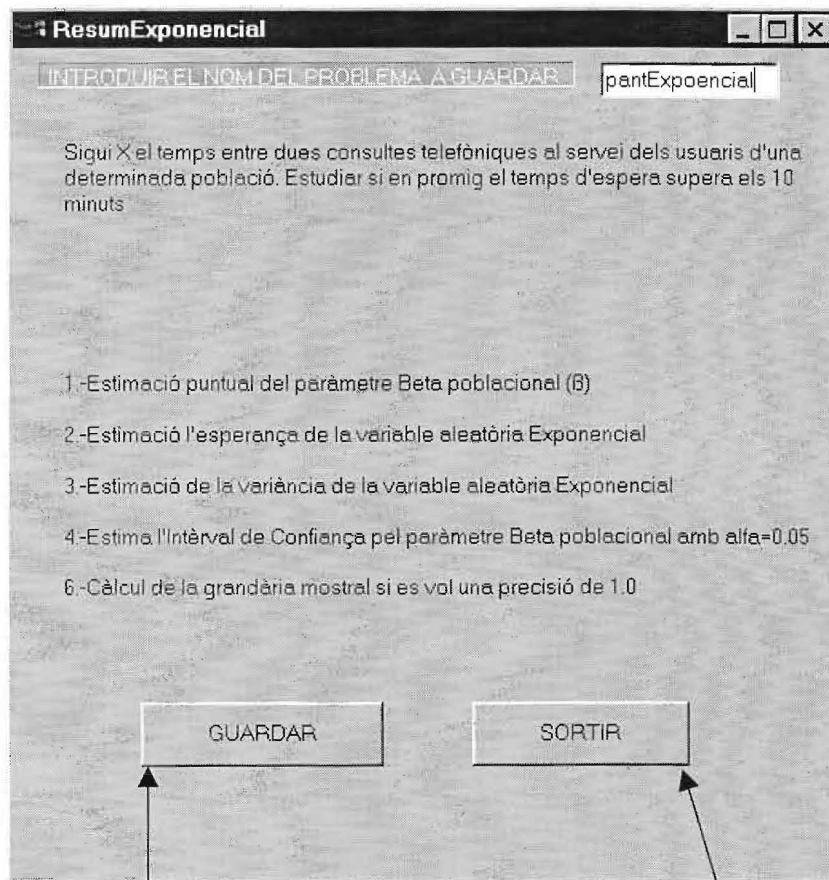


Figura 17: Pantalla resum del problema editat

Guardar implica guardar el problema en el fitxer **Exponencial.dat**, segons el Protocol de Comunicació.

El programa es tanca i no guarda res.



## VIII.4. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Normal

### VIII.4.1. Edició dels paràmetres per un problema d'una variable aleatòria Normal

La següent pantalla defineix els paràmetres de la Normal ( $\mu, \sigma$ ). En aquest exemple definirem una variable aleatòria Normal amb paràmetres  $\mu=5, \sigma=2$ , grandària mostral igual a 20, variància desconeguda i es donen les dades de la simulació.

Aquests valors de  $\mu$  i  $\sigma$  seran els valors poblacionals que seran agafats per les rutines del Motor Generador de Mostres Aleatòries<sup>1</sup> per generar les mostres de dades independents.

Figura 18: : Pantalla de definició dels paràmetres d'una Normal

<sup>1</sup> veure apartat II.1.4 Simulació d'una variable aleatòria Normal

A continuació tenim dues opcions, “Sigma Coneguda” o “Sigma Desconeguda”, depenent de com vol el professor que sigui el problema.

Com és la sigma?  Coneguda  
 Desconeguda

Si s'indica l'opció de “Sigma Coneguda” el valor de sigma serà indicat a l'estudiant. Si s'indica l'opció de Sigma Desconeguda l'estudiant no coneixerà el valor poblacional de  $\sigma$  i l'haurà d'estimar. Tampoc cal oblidar que clicar una d'aquestes dues opcions farà canviar el desenvolupament de l'aplicació del professor, doncs a la pantalla de definició de les preguntes algunes d'aquestes no seran visibles. Per exemple si s'ha clicat aquí l'opció de “Sigma Coneguda”, a la pantalla de preguntes no apareixerà l'opció perquè l'estudiant realitzi l'estimació de la desviació tipus.

**A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres d'una v.a. Normal.**

El programa no passa a la següent pantalla si existeixen errors en l'edició. Es poden produir els següents errors amb els seus missatges corresponents:

- **Error a la Sigma:** Si el professor posa un valor de Sigma negatiu el programa emet el següent missatge d'error, com es veu a la **Figura 21**:

Valor de la Sigma   
 Sigma > 0

**Figura 19:** Valor invàlid de per la desviació tipus poblacional.

### VIII.4.2. Edició de les preguntes per un problema d'una variable aleatòria Normal

És en aquesta part el professor planteja les preguntes que considera adients, dintre del ventall de possibles que el programa li posa a l'abast. El professor pot assenyalar totes les preguntes que vulgui. Cal remarcar que assenyalar una pregunta a aquesta pantalla pot

**PreguntesNormal**

**ESTIMACIÓ PUNTUAL**

Càlcul de la mitjana mostral.

Estimació esperança de la variable aleatòria Normal  Estimació variància de la variable aleatòria Normal

Estimació de l'esperança de la mitjana mostral.  Estimació variància de la mitjana mostral

**ESTIMACIÓ PER INTERVAL**

Intèrval de Confiança per la mitjana poblacional Alfa (0..1)

Prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional

Valor a Testejar  Hipòtesi Alternativa.

Alfa (0..1)

**CÀLCUL DE LA GRANDÀRIA**

Calcula la grandària mostral si es vol una Precisió

Figura 20 : Pantalla de preguntes per una variable aleatòria Normal

**A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria normal amb variància desconeguda.**

Seleccionar aquest camp en el formulari de selecció de preguntes farà que l'estudiant:

Càlcul de la mitjana mostral.

Calculi la mitjana mostral de la mostra donada, és a dir, calcularà:

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

Aquesta pregunta no surt visible per l'usuari si en la pantalla d'edició de paràmetres **Figura 18** ha senyalat l'opció de donar els estadístics resum de les dades.

Càlcul de la desviació tipus.

Calculi la desviació tipus de la mostra:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Aquesta pregunta no surt visible per l'usuari si en la pantalla d'edició de paràmetres ha senyalat l'opció de  $\sigma$  coneguda, tampoc surt visible si en la pantalla d'edició de paràmetres ha senyalat l'opció de donar els estadístics resum de les dades. El conjunt de preguntes amagades en funció de com el professor edita el problema s'explica a l'apartat **X.2.1 Preguntes amagades en funció de com el professor edita el problema.**

Estimació esperança de la variable aleatòria Normal

Estimi l'esperança de la variable normal, és a dir fer el següent càlcul:

$$E[X] = \bar{x}$$

Estimació variància de la variable aleatòria Normal

Estimi la variància de la variable normal, és a dir, l'estimació.

$$Var[X] = s^2$$

Estimació de l'esperança de la mitjana mostral.

Calculi l'esperança de la mitjana mostral, és a dir, farà el següent:

$$E[\bar{x}] = \mu$$

Estimació variància de la mitjana mostral

Estimi la variància de la mitjana mostral, és a dir, fer:

$$Var[\bar{x}] = \frac{s^2}{n}$$

Interval de Confiança per la mitjana poblacional

Alfa ( 0 .. 1 )

.01

Calculi l'Interval de confiança per de la mitjana poblacional, calcularà:

$$IC(\mu, 1 - \alpha) = \bar{x} \pm t_{1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

on  $\alpha$  és valor insertat en el quadre de text que posa "Alfa ( 0..1 )", en aquest exemple es 0.01.

Interval de Confiança per la variància poblacional

Alfa ( 0 .. 1 )

.01

Calculi un Interval de confiança per la variància l'estudiant calcularà:

$$IC(\sigma^2, 1 - \alpha) = \left[ \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1, 1-\alpha/2}^2}, \frac{s^2(n-1)}{\chi_{n-1, \alpha/2}^2} \right]$$

on  $\alpha$  és valor insertat en el quadre de text que posa "Alfa(0..1)", en aquest exemple es  $\alpha=0.1$ . Aquesta pregunta només surt visible en l'aplicació si  $\sigma$  és desconeguda. De qualsevol manera l'apartat **X.1.2. Preguntes amagades en funció de com s'edita el problema explica** com s'amaguen les preguntes alhora que el professor edita el problema.

Per altra part la selecció d'aquesta pregunta per part del professor implicarà a l'estudiant la realització de dues preguntes més, el càlcul de la mitjana mostral i l'estimació de la variància de la mitjana mostral<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>per més informació veure Apartat **X.1.3.** de l'Annexe 1.

Prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional

Valor a Testejar:       Hipòtesi Alternativa:

Alfa (0..1):

Hagi de fer la següent prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional:

$$\begin{cases} H_0 : \mu = \mu_0 \\ H_1 : \mu < \mu_0 \end{cases}$$

On  $\mu_0$  es el valor introduït en el quadre de text de sobre que posa "Valor a Testejar". "Hipòtesi alternativa" indica l'alternativa que seleccionem per la prova d'hipòtesi. Les alternatives que es poden seleccionar serien: "Diferents", "Major que" o "Menor que".

$$|\hat{t}| = \left| \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \right| \sim t - Student$$

Com ja hem dit a la pregunta de l'Interval de confiança per la mitjana poblacional, aquesta pregunta suposa per l'estudiant el càlcul de la mitjana mostral i de la estimació de la variància de la mitjana mostral.

Prova d'hipòtesi per la variància poblacional

Valor a Testejar:       Hipòtesi Alternativa:

Alfa (0..1):

Faci una prova d'hipòtesi per la variància. L'estudiant haurà de calcular:

$$\begin{cases} H_0 : \sigma^2 = \sigma^2_0 \\ H_1 : \sigma^2 \neq \sigma^2_0 \end{cases}$$

On  $\sigma_0^2$  es el valor introduït en el quadre de text de sobre .que posa "Valor a Testejar". El tipus de prova pot ser la igualtat (=), de major o igual ( $\geq$ ) o bé de menor o igual ( $\leq$ ) i calcularà:

$$\hat{X}^2 = \frac{s^2(n-1)}{\sigma_0^2} \sim \chi_{n-1}^2$$

Aquesta pregunta només surt visible en l'aplicació si  $\sigma$  és desconeguda. De qualsevol manera, tal i com hem dit en preguntes anteriors. A més aquesta pregunta farà que l'estudiant també calculi l'estimació de la variància de la variable aleatòria Normal.

**B. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria normal amb variància coneguda.**

Seleccionar aquest camp en el formulari de selecció de preguntes farà que l'estudiant:

Càlcul de la mitjana mostral.

Estimi la mitjana mostral de la mostra donada, és a dir, calcularà:

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

Aquesta pregunta no surt visible per l'usuari si en la pantalla d'edició de paràmetres **Figura 18** ha senyalat l'opció de donar els estadístics resum de les dades. Es pot trobar un esquema de totes les possibles combinacions de preguntes amagades a mesura que el professor edita el problema a l'annexe Preguntes amagades en funció de com s'edita el problema.

Estimació esperança de la variable aleatòria Normal

Estimi l'esperança de la variable normal, fent el següent càlcul:

$$E[X] = \bar{x}$$

Estimació de l'esperança de la mitjana mostral.

Estimi l'esperança de la mitjana mostral de la següent manera:

$$E[\bar{x}] = \mu$$

Estimació variància de la mitjana mostral

Estimi la variància de la mitjana mostral de la següent manera:

$$Var[\bar{x}] = \frac{\sigma^2}{n}$$

Intèrval de Confiança per la mitjana poblacional

Alfa ( 0 .. 1 )

.01

Calculi l'Intèrval de confiança per de la mitjana poblacional, calcularà:

$$IC(\mu, 1 - \alpha) = \bar{x} \pm z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

La selecció d'aquesta pregunta suposa que l'estudiant rebí, abans de fer aquesta pregunta, les dues següents preguntes: Càlcul de la mitjana mostral i Estimació de la variància de la mitjana mostral.

Prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional

Valor a Testejar

5

Hipòtesi Alternativa.

Menor (<)

Alfa ( 0 .. 1 )

0.05

Realitzi la següent prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional:

$$\begin{cases} H_0 : \mu = \mu_0 \\ H_1 : \mu < \mu_0 \end{cases}$$

On  $\mu_0$  es el valor introduït en el quadre de text de sobre que posa "Valor a Testejar". "Hipòtesi alternativa" indica l'alternativa que seleccionem per la prova d'hipòtesi. Les alternatives que es poden seleccionar serien: "Diferents", "Major que" o "Menor que".

$$|\hat{z}| = \left| \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \right| \sim Normal(0,1)$$

Selecció d'aquesta pregunta fa que l'estudiant hagi de resoldre, abans de resoldre aquesta, la pregunta de càlcul de la mitjana mostral.



Calcula la grandària mostral si es vol una precisió      Precisió

Calcularà la grandària mostral suficient per estimar  $\mu$  amb la precisió desitjada.

$$n_{Mostral} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \times \sigma^2}{precisió^2}$$

### C. Possibles missatges d'error en l'edició del problema per una Normal amb sigma Desconeguda.

El programa no passarà a la pantalla resum si detecta errors. Es poden produir els següents errors:

- **Error a la Sigma:** Si el professor posa un valor per la variància negatiu el programa emet el missatge d'error "*Sigma > 0*" de la **Figura 21**.

Prova d'hipòtesi per la variància poblacional

Valor a Testejar       Hipòtesi Alternativa

Alfa (0..1)

**Figura 21:** Possibles missatges d'error a la pantalla d'edició per una Normal amb variància coneguda.

VIII.4.3. Pantalla resum per un problema d'una variable aleatòria Normal amb variància desconeguda.

Aquesta finestra mostra el problema editat: l'enunciat i les preguntes seleccionades. A més el professor introduirà el nom amb el qual vol que es guardi el problema. Aquest serà l'identificador del problema introduït en les pantalles anterior una vegada que polsi el botó de guardar.

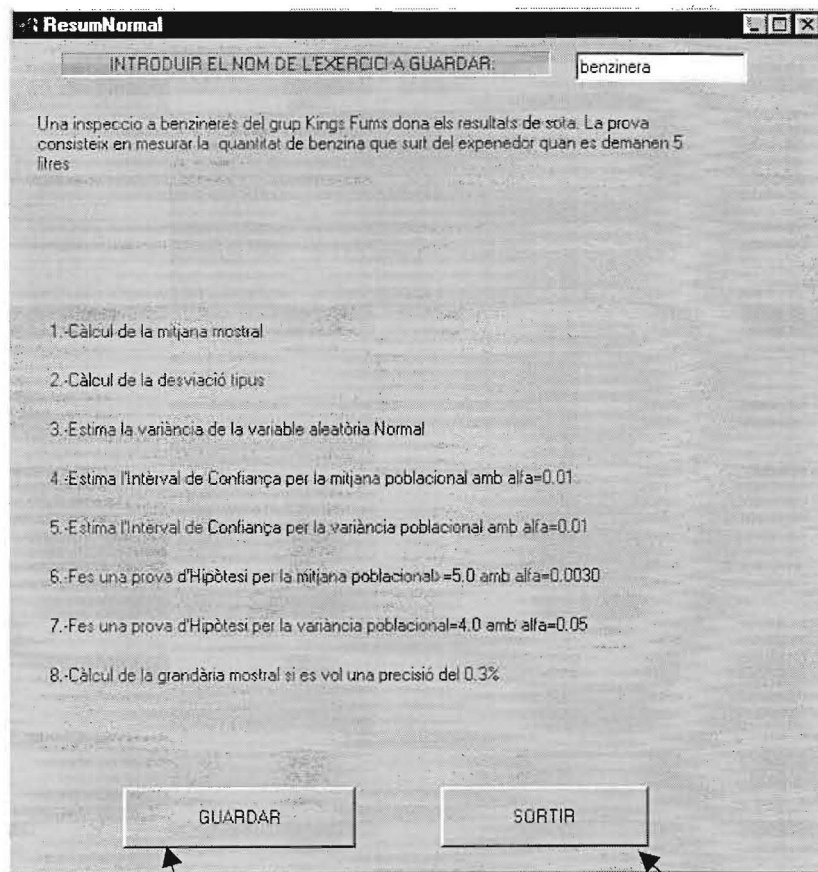


Figura 22: Pantalla resum del problema editat

Es fa la connexió amb el servidor i es guarda el problema en el fitxer de **Normal.dat**, segons el Protocol de Comunicació.

El programa es tanca i no guarda res

### VIII.5. Edició d'un problema d'una variable aleatòria Poisson

A continuació s'explicaran les diferents opcions que poden sorgir durant l'edició d'un problema sobre una variable aleatòria Poisson.

#### VIII.5.1. Edició dels paràmetres per una variable aleatòria Poisson

Ara mitjançant l'exemple de la "*finestreta*", un problema en què definim una Poisson amb  $\lambda=15$  i grandària mostral  $n=12$ . En aquest formulari es defineixen els paràmetres de la variable aleatòria Poisson, el paràmetre lambda i la grandària mostral i s'escriu l'enunciat definitiu del problema.

Figura 23: Pantalla de definició dels paràmetres d'una Poisson.

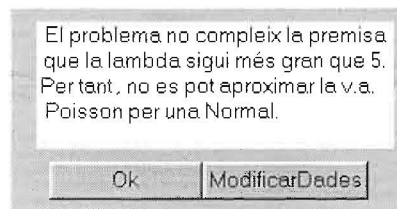
### A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres per una v.a. Poisson.

El programa no passa a la següent pantalla si existeixen errors en l'edició o el no compliment de la premissa per una variable aleatòria Poisson. Es poden produir els següents errors:

- **Error en les premisses:** Quan el valor del paràmetre lambda no compleix la premissa següent:
  - $\lambda \geq 5$

Aquesta premissa permet aproximar la variable aleatòria Poisson a una variable aleatòria Normal.

L'aplicació obra un pannel informatiu de sota i dona l'oportunitat a l'usuari de:



**Figura 24:** Pannel Informatiu, informa a l'usuari que tal i com ha definit el problema, no es compleixen les premisses per poder fer Proves d'Hipòtesi.

- Continuar amb els paràmetres introduïts. Això implica que no es podrà realitzar la pregunta sobre la prova d'hipòtesi.
- Modificar les dades introduïdes. El programa esborra automàticament les dades introduïdes permeten introduir-ne de noves.

### VIII.5.2. Edició de les preguntes d'una variable aleatòria Poisson.

La finestra d'edició de preguntes permet al professor activar qualsevol de les preguntes que surten a la Figura 25. Cal recordar que la selecció d'una pregunta dins d'aquest formulari suposa l'activació de vàries preguntes a l'aplicació de l'estudiant. Per exemple si el professor selecciona un Interval de Confiança per la lambda poblacional, l'estudiant rebrà les següents preguntes:

**PreguntesPoisson**

**ESTIMACIÓ PUNTUAL**

- Estimació puntual del parametre Lambda poblacional
- Estimació de l'esperança de la variable aleatòria Poisson.
- Estimació de la variància de la variable aleatòria Poisson.

**ESTIMACIÓ PER INTERVAL**

- Interval de Confiança per la Lambda poblacional Alfa (0..1) 0.05
- Prova d'hipòtesi per la Lambda poblacional

Valor a Testejar: 20      Hipòtesi Alternativa: H1: Diferents (<>)  
Alfa (0..1): 0.05      Major (>)  
Menor (<)

**CÀLCUL DE LA GRANDÀRIA MOSTRAL**

- Càlcul de la grandària mostral      Precisió: 1

Ok      Esborrar      Sortir

Figura 25: : Pantalla de les preguntes per una variable aleatòria Poisson

**A. Càlculs que suposa activar cada una de les preguntes en l'edició d'un problema d'una variable aleatòria poisson**

A continuació s'expliquen quins càlculs implica cadascuna de les seleccions al formulari de preguntes per una Poisson. D'aquesta manera seleccionar:

Estimació puntual del parametre Lambda poblacional

Hagi de calcular la  $\hat{\lambda}$  de la mostra donada, és a dir, calcularà:

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Aquesta pregunta no surt visible per l'usuari si en la pantalla d'edició de paràmetres d'una variable aleatòria poisson ha activat l'opció de donar els estadístics resum de les dades.

Estimació de l'esperança de la variable aleatòria Poisson.

Calcularà l'esperança de la variable poisson :

$$E[X] = \hat{\lambda}.$$

Estimació de la variància de la variable aleatòria Poisson.

Calcularà la variància de la variable poisson:

$$V[X] = \hat{\lambda}.$$

Intèrval de Confiança per la Lambda poblacional

Alfa ( 0.. 1 )

Calcularà l'Intèrval de confiança per la  $\hat{\lambda}$  :

$$IC(\lambda, 1 - \alpha) = \hat{\lambda} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{\lambda}}{n}}$$

On el valor  $\alpha$  és l'insertat en el quadre de text de d'alt que posa "Alfa( 0..1)", en aquest cas  $\alpha=0.05$ . La selecció d'aquesta pregunta comporta l'activació de les següents preguntes: estimació puntual del paràmetre poblacional lambda i estimació de la variància de la variable aleatòria poisson. Les preguntes que s'activen amb l'activació d'altres es poden veure a l'apartat **X.1.2 Preguntes amagades del formulari de Selecció de Preguntes en funció de com el professor edita el problema.**

Prova d'hipòtesi per la Lambda poblacional

Valor a Testejar:  Hipòtesi Alternativa: 
  
Alfa (0..1):

Haurà de resoldre una prova d'hipòtesi per la  $\hat{\lambda}$  :

$$\begin{cases} H_0 : \lambda = \lambda_0 \\ H_1 : \lambda \neq \lambda_0 \end{cases}$$

On  $\lambda_0$  es el valor introduït en el quadre de text .que posa "Valor a Testejar". "Hipòtesi alternativa" indica l'alternativa que seleccionem per la prova d'hipòtesi. Les alternatives que es poden seleccionar serien: "Diferents", "Major que" o "Menor que".

$$|\hat{z}| = \left| \frac{(\hat{\lambda} - \lambda_0)}{\sqrt{\lambda_0}} \right| \sim N(0,1)$$

Per poder aplicar aquest prova d'hipòtesi s'hauran de complir les següents premisses:

- $\lambda \geq 5$

D'aquesta manera tenim que  $\hat{z} \rightarrow N(0,1)$ .

Activar aquesta pregunta comporta l'activació de les següents preguntes: estimació puntual del paràmetre poblacional lambda i estimació de la variància de la variable aleatòria poisson.

Càlcul de la grandària mostral      Precisió (%)

Haurà de calcular la grandària mostral mínima per estimar  $\lambda$  amb la precisió indicada en el quadre de text anterior. D'aquesta manera a l'estudiant se li planteja el següent càlcul:

$$n_{Mostral} = \frac{z^2 \times \hat{\lambda}}{precisió^2}$$

## VIII.5.3. Pantalla resum per un problema d'una variable aleatòria poisson.

Aquesta finestra mostra informació sobre el problema editat: l'enunciat i les preguntes seleccionades. A més el professor introduirà el nom amb el qual vol que es guardi el problema. Aquest serà l'identificador del problema introduït en les finestres anteriors una vegada que polsi el botó de guardar.

Figura 26: Formulari resum per un problema sobre una Poisson.

Donar aquest botó implica guardar el problema en el fitxer de **Poisson.dat** segons el Protocol de Comunicació.

El programa es tanca i no guarda res.



### VIII.6. Edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials

A aquest apartat, mitjançant el problema d'exemple "*Components Elèctrics*", s'expliquen totes les diferents opcions que sorgeixen durant l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

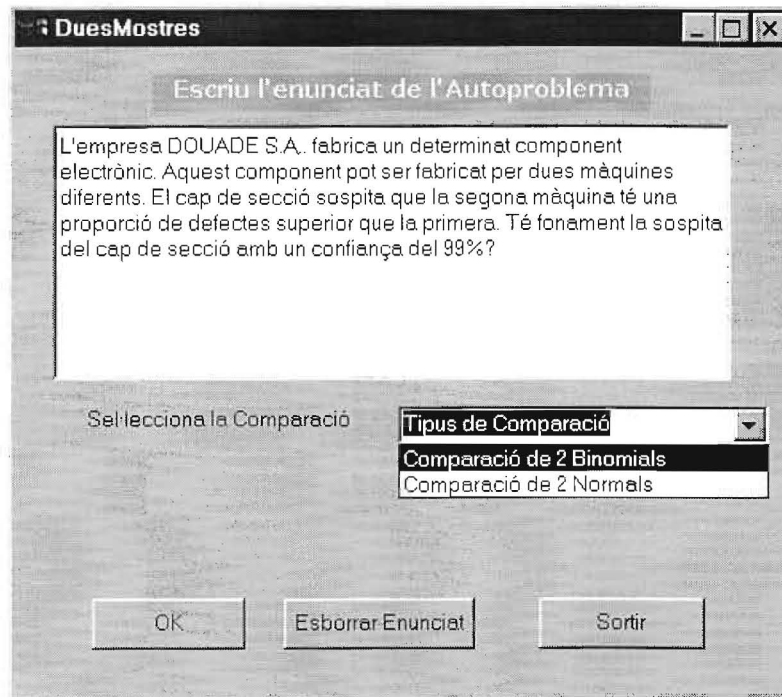


Figura 27: Pantalla inicial on s'escriu l'enunciat i es defineix la comparació de les dues variables aleatòries Binomials

Com es pot veure a la Figura 27 per començar a editar un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials, el professor ha d'escriure l'enunciat i seleccionar l'opció de *Comparació de dues Binomials*. Com ja hem dit abans la versió d'aquest enunciat pot no ser la definitiva, pot modificar l'enunciat al següent formulari, el d'edició dels paràmetres de cadascuna de les dues variables aleatòries Binomials.

### VIII.6.1. Edició dels paràmetres per cadascuna de les dues variables aleatòries Binomials.

El següent formulari defineix els paràmetres de cadascuna de les dues variables aleatòries Binomials  $(n, \pi)$  que participen a la comparació. A aquest apartat seguirem l'exemple "Components Elèctrics" de la llista de problemes.

**Figura 28:** Formulari d'edició dels paràmetres de les dues variables aleatòries Binomials

### A. Possibles missatges d'error en l'edició dels paràmetres de cadascuna de les variables aleatòries per problemes de comparació de dues Binomials

El programa no passa al següent formulari si hi detecta errors de dos tipus:

- El primer tipus d'error és aquell error en el que s'ha escrit de forma incorrecta qualsevol dels paràmetres de la variable aleatòria binomial, i en podem trobar dos:
  - **Error a la grandària de la mostra:** Aquest error ve donat perquè el professor ha posat una grandària mostral més gran que 100. Davant aquest error l'aplicació respon amb el missatge  $n < 100$ , com es pot veure a la **Figura 29**

**Figura 29:** Error al posar la grandària mostral

- **Error en qualsevol dels paràmetres  $\pi$ :** Quan el professor posa un valor  $p < 0$  ó  $p > 1$  el programa respon amb el missatge *PI entre 0 i 1*, tal i com es veu a al **Figura 30**

**Figura 30:** Error al posar el paràmetre PI poblacional.

El segon tipus d'error que es pot produir a aquest formulari ve donat pel no compliment de les premisses que permeten fer la prova d'hipòtesi i els Interval·ls de confiança. Per poder fer aquests exercicis s'ha de complir que els efectius esperats siguin més grans que cinc, o el que és el mateix  $e_{ij} \geq 5$ . En el cas de que no és complís aquesta premissa el programa emet el següent pannel informatiu:

**Figura 31:** Pannel informatiu per un error a les premisses per aproximar la variable aleatòria Binomial a una Normal.

Les opcions que té l'usuari davant aquest pannel són:

- a) Continuar amb els paràmetres introduïts, però les preguntes de proves d'hipòtesi i d'Interval de confiança queden desactivades.
- b) Modificar els paràmetres introduïts, esborrant tots els paràmetres introduïts.

### VIII.6.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

A aquest formulari el professor pot activar totes les preguntes que apareixen a la figura següent.

The screenshot shows a window titled "Preguntes2Binomials" with the following content:

- ESTIMACIÓ PUNTUAL**
  - Estimar el paràmetre  $P_{I1}$  poblacional de la primera mostra.
  - Estimar el paràmetre  $P_{I2}$  poblacional de la segona mostra
  - Calcular l'Esperança de la diferència poblacional entre els paràmetres  $P_{I1}$ - $P_{I2}$
  - Calcular la Variància de la diferència poblacional entre els paràmetres  $P_{I1}$ - $P_{I2}$ .
- ESTIMACIÓ PER INTERVAL**
  - Intèrval de Confiança per la diferència poblacional dels paràmetres  $P_{I1}$  i  $P_{I2}$ .
- Alfa (0..1)
- Prova d'Hipòtesi per la comparació entre el paràmetres poblacionals  $P_{I1}$  i  $P_{I2}$ .
- Hipòtesi Alternativa: 
  - Diferents (<>)
  - Major (>)
  - Menor (<)
- Alfa (0..1)
- Buttons: Ok, Esborrar, Sortir

Figura 32: Pantalla d'edició de preguntes per un problema de comparació de dues Binomials.

### A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

A continuació s'expliquen què comporta la selecció de cadascuna de les preguntes del formulari de selecció de preguntes per problemes de comparació de dues Binomials. A continuació es mostren cadascuna de les preguntes del formulari amb el càlcul corresponent.

Estimar el paràmetre  $\pi_1$  poblacional de la primera mostra.

La selecció d'aquesta pregunta farà que l'estudiant faci el següent càlcul:

$$\hat{p}_1 = \frac{\text{cassos\_favorables}}{\text{cassos\_possibles}}$$

Cal tenir en compte que aquesta pregunta no sortirà visible si el professor a la pantalla d'edició dels paràmetres **Figura 28** assenyala l'opció de donar Estadístics Resum a l'estudiant. De qualsevol manera l'editor pot resoldre qualsevol dubte en relació amb les preguntes que s'amaguen en funció de com edita el problema a l'apartat **X.1.3 Preguntes que s'amaguen en funció de com s'edita el problema.**

Estimar el paràmetre  $\pi_2$  poblacional de la segona mostra

Aquesta pregunta és la mateixa que l'anterior i comporta el mateix càlcul, només que el càlcul es fa a la primera mostra. Com la pregunta anterior, aquesta pregunta també s'amaga si el professor selecciona donar a l'estudiant Estadístics Resum quan aquest vagi a resoldre el problema plantejat.

Calcular l'Esperança de la diferència poblacional entre els paràmetres  $\pi_1$ - $\pi_2$

La selecció d'aquesta pregunta per part del professor fa que l'estudiant hagi de calcular:

$$E[\pi_1 - \pi_2] = \hat{p}_1 - \hat{p}_2$$

Calcular la Variància de la diferència poblacional entre els paràmetres  $\pi_1$ - $\pi_2$ .

Aquesta pregunta fa que l'estudiant hagi de calcular:

$$Var[\pi_1 - \pi_2] = \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_1} + \frac{\hat{p}_0 \hat{q}_0}{n_2} \text{ on } \hat{p}_0 = \frac{n_1 \hat{p}_1 + n_2 \hat{p}_2}{n_1 + n_2} \text{ i } \hat{q}_0 = 1 - \hat{p}_0$$

Intèrval de Confiança per la diferència poblacional dels paràmetres PI1 i PI2.

Alfa (0..1)

Selecciónant aquesta pregunta a l'estudiant se li planteja la resolució d'un Interval de confiança amb la següent fórmula:

$$IC(PI_1 - PI_2, 1 - \alpha) = \hat{p}_1 - \hat{p}_2 \pm z_{\alpha/2} \sqrt{Var[\pi_1 \pi_2]}$$

on  $\alpha$  és el valor insertat al quadre de text de la imatge anterior "Alfa (0..1)" que per defecte és 0.05. Com a l'edició de problemes d'una mostra, la pregunta d'Interval de confiança implica les preguntes d'estimació dels dos paràmetres poblacionals i l'estimació de la variància de la diferència entre valors poblacionals  $PI_1$  i  $PI_2$ . Totes aquestes possibles combinacions de preguntes es poden trobar a l'apartat X.1.2 de l'annexe 2.

Prova d'Hipòtesi per la comparació entre el paràmetres poblacionals PI1 i PI2.

Hipòtesi Alternativa

▼
Diferents (<>)
<b>Major (&gt;)</b>
Menor (<)

Alfa (0..1)

Aquesta pregunta proposa a l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 \equiv \pi_1 = \pi_2$$

$$H_1 = \pi_1 \neq \pi_2$$

El menú desplegable "Hipòtesi Alternativa" indica la hipòtesi alternativa que prenem al fer el test. Les possibles alternatives són: "Diferents", "Major que" i "Menor que". El càlcul que l'estudiant haurà de fer és:

$$\chi^2 = \sum_{\forall ij} \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \sim \chi^2_{(i-1),(j-1), 1-\alpha/2}$$

Aquesta pregunta li suposarà a l'estudiant les següents dues preguntes: Estimació del paràmetre  $PI_1$  poblacional i l'estimació de l'altre paràmetre  $PI$  poblacional, el  $PI_2$ .

### VIII.6.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

Aquesta és la última pantalla de l'aplicació. A aquest formulari es mostra el problema editat, l'enunciat i les preguntes seleccionades. El professor haurà de posar el nom pel problema i guardar-lo al servidor.

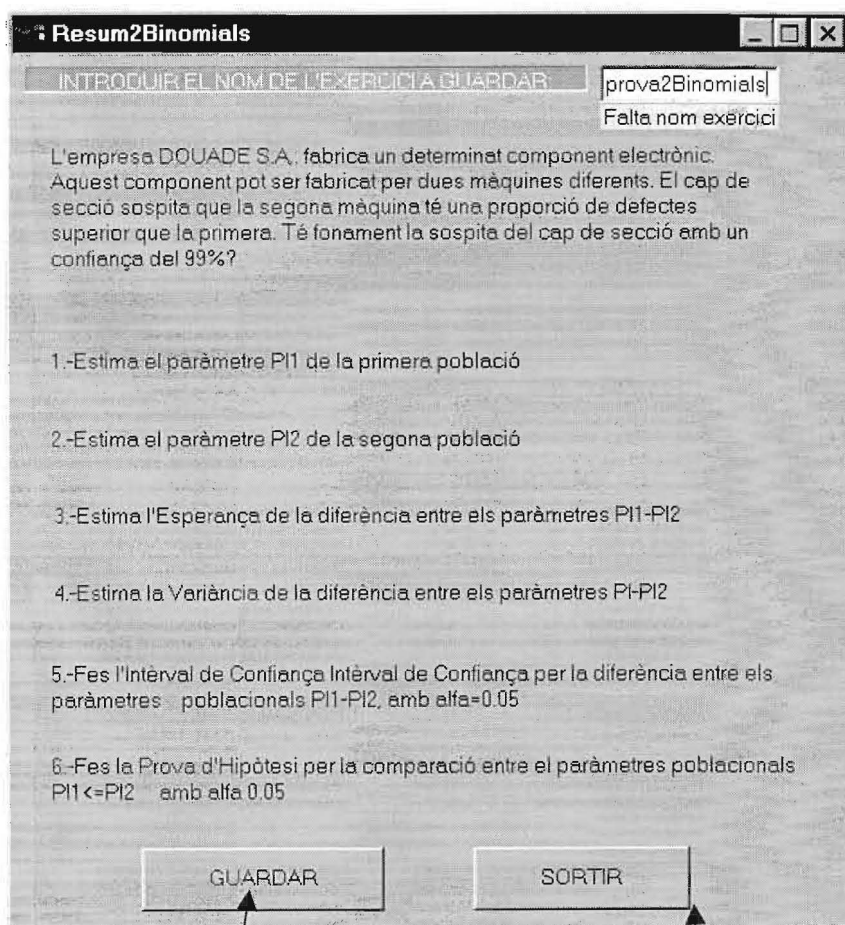


Figura 33: Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

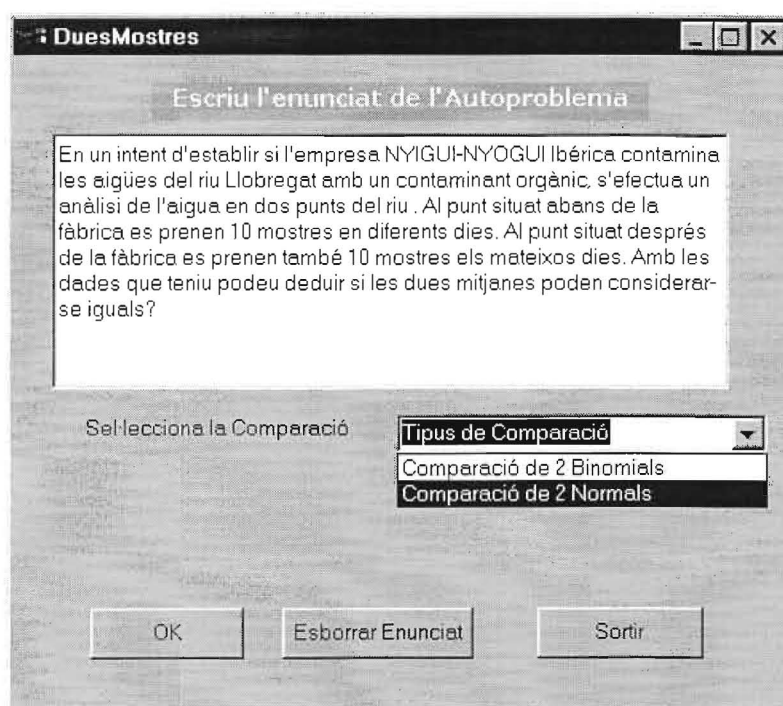
Clicar aquest botó implica guardar el problema al fitxer de **Binomial2va.dat** segons el Protocol de Comunicació.

Tanca l'aplicació

### VIII.7. Edició d'un problema de comparació de dues Normals amb dades aparellades

L'altre tipus de comparació entre dues variables aleatòries que podem fer és una comparació de dues variables aleatòries Normals. A aquest apartat desglossarem la comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

Un cop ja hem escollit l'opció de comparació de dues variables aleatòries, anem a parar al formulari on hem de definir que volem fer una comparació de dues Normals, tal i com trobarem al menú desplegable de la següent figura.



**Figura 34:** Pantalla inicial on escrivim l'enunciat i escollim fer la comparació de dues variables aleatòries Normals.

Només cal que seleccionem la Comparació de 2 Normals, tant i com es veu a la imatge, i escriure l'enunciat per accedir a la pantalla de la definició de les dues variables aleatòries Normals. Tornem a recordar que l'enunciat en cap cas és interpretat pel programa i que és modificable fins a la següent pantalla, la de definició de paràmetres de les dues variables aleatòries Normals.

A la **Figura 34** també trobem tres botons d'acció:

- “OK”, per passar a la següent pantalla.
- “Esborrar Enunciat”, netejar la caixa de text de l'enunciat.
- “Sortir”, que tanca l'aplicació.



### VIII.7.1. Edició dels paràmetres per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

A aquest formulari es poden editar els paràmetres de les dues variables aleatòries Normals que intervenen a la comparació. Per explicar les diferents opcions que poden sorgir durant l'edició d'un problema d'aquest tipus, utilitzarem el problema de la llista "Nyigui-Nyogui". A aquest problema intervenen dues variables aleatòries Normals de mitjana poblacional 18 unitats i desviació tipus 2 unitats i s'utilitzen dades aparellades.

**Parametres2Normals**

Enunciat del Autoproblema

En un intent d'establir si l'empresa NYIGUI-NYOGUI Ibèrica contamina les aigües del riu Llobregat amb un contaminant orgànic, s'efectua un anàlisi de l'aigua en dos punts del riu. Al punt situat abans de la fàbrica es prenen 10 mostres en diferents dies. Al punt situat després de la fàbrica es prenen 10 mostres més els mateixos dies. Decidiu si les mitjanes mostrals poden considerar-se iguals.

Dades Aparellades?    n

Dades Independents?     Variància Coneguda?     Variància Desconeguda?

Variances iguals?

Grandària Mostral de la Primera Mostra:

Grandària Mostral de la Segona Mostra:

Primera Normal:    mu1     sigma1

Segona Normal:    mu2     sigma2

Donar dues Mostres de dues variables aleatòries Normals

Donar Estadístics Resum de dues variable aleatòries Normals

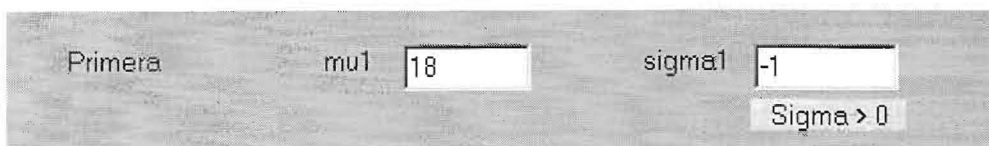
Edició dels Paràmetres del Problema

OK    Tornar    Sortir

**Figura 35:** Definició dels paràmetres de les dues variables Normals que intervenen al problema "Nyigui-Nyogui".

Com es pot veure a la **Figura 35** tres àrees:

- La primera, on es defineix quin tipus de disseny es vol fer i el número de dades que volem per cada mostra. Aquí es defineix si es vol:
  - Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades, clicant directament l'opció "*Dades Aparellades*" del formulari. Aquesta és l'opció que seleccionem per fer aquest tipus de problema.
  - Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents amb variàncies conegudes, clicant l'opció de "*Dades Independents*" i "*variàncies iguals*".
  - Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents amb variàncies desconegudes, clicant finalment l'opció "*Dades Independents*" i "*variàncies diferents*".
- La segona, on definim els paràmetres de les dues variables aleatòries, la mitjana poblacional i la desviació tipus poblacional que volem per aquest problema. Per escriure els paràmetres el formulari d'edició disposa de quatre caixes de text, dos per cada paràmetre, en els quals el professor introduirà els valors que ell vulgui. Cal tenir en compte que les caixes de text associades al paràmetre desviació tipus poblacional no admeten valors per aquest paràmetre negatius. Si el programa ho detectés, emetria el missatge  $\text{Sigma} > 0$ , tal i com es pot veure a al **Figura 36**.



**Figura 36:** Error, desviació tipus poblacional negativa.

### VIII.7.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

Arribem a la part on el professor escull què vol preguntar a l'estudiant. Aquest formulari li dona un ventall de possibilitats agrupades en dos grups diferents, les preguntes d'**Estimació puntual** i les preguntes d'**Estimació per Interval**. El primer tipus de preguntes només cal que el professor la seleccioni i suposen a l'estudiant només un càlcul. D'altra banda, les preguntes d'Estimació per Interval, suposen a l'estudiant més d'un càlcul, com ara la pregunta **Interval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència del valors mostral**.

Figura 37: Formulari d'edició de preguntes per un problema de dues Normals amb dades aparellades.

Les preguntes de l'apartat **Interval de confiança** suposen també per el professor, la introducció de paràmetres necessaris per fer aquestes preguntes, com ara el nivell de confiança per l'Interval per la mitjana poblacional de la diferència dels valors mostrals.

L'editor del problema tampoc ha d'oblidar que segons com vagi editant el problema, les preguntes disponibles a aquest formulari s'amaguen. Aquest és el cas de la pregunta d'estimació de la mitjana poblacional. Si el professor ha seleccionat al formulari d'edició de paràmetres l'opció de donar estadístics resum, aquesta pregunta s'amaga, doncs el programa ja li dona aquest resultat.

**A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes en l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.**

La selecció de qualsevol pregunta d'aquest formulari suposa per l'estudiant:

Càlcul de la mitjana de la diferència entre els valors mostrals.

En primer lloc l'estudiant haurà de calcular la diferència per cadascun dels valors mostrals:

$$d_i = x_{1i} - x_{2i}$$

Després l'estudiant haurà de calcular la mitjana mostral d'aquests valors  $d_i$ :

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Com s'ha vist a apartats anteriors aquesta pregunta desapareix d'aquest formulari si el professor selecciona a la pantalla de selecció de paràmetres, **Figura 35** l'opció de donar estadístics resum a l'estudiant.

Càlcul de la desviació tipus de la diferència dels valors mostrals.

Davant aquesta pregunta l'estudiant ha de fer el següent càlcul:

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$$

Com a la pregunta anterior, aquesta no surt si el professor ha seleccionat l'opció de donar estadístics resum a l'estudiant en el formulari de definició dels paràmetres. De qualsevol manera es pot consultar l'**apartat X.1.2**.

Intèrval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència dels valors mostrals:

Alfa (0..1)

Aquesta pregunta planteja a l'estudiant el càlcul següent:

$$IC(\delta, 1 - \alpha) = \bar{d} \pm t_{n-1, \alpha/2} \frac{s_d}{\sqrt{n}}$$

on  $\alpha$  és el valor introduït a la caixa de text "Alfa (0..1)". La selecció d'aquesta pregunta suposa també la resolució de les dues preguntes anteriors, el càlcul de la mitjana mostral de la diferència entre els valors mostrals i també el càlcul de la desviació tipus de la diferència entre els valors mostrals. Per resoldre qualsevol dubte es pot consultar l'apartat de l'annexe 1, *Preguntes que s'activen per l'estudiant quan es selecciona un pregunta durant l'edició de problemes*.

Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional de la diferència dels valors mostrals.

Hipòtesi Alternativa

**Diferents (<>)**  
 Major (>)  
 Menor (<)

Alfa (0..1)

Aquesta pregunta planteja a l'estudiant la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 \equiv \delta = 0$$

$$H_1 \equiv \delta \neq 0$$

L'estudiant haurà de calcular:

$$|t| = \left| \frac{\bar{d} - d_0}{s_d / \sqrt{n}} \right| \sim t_{n-1, 1-\alpha/2}$$

Com l'anterior pregunta, la selecció d'aquesta comporta a l'estudiant el càlcul de les preguntes d'estimació de la diferencia poblacional entre els valors mostrals i la desviació tipus de la diferència entre els valors mostrals.

### VIII.7.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades

Aquest formulari és l'últim de l'aplicació per a problemes d'aquest tipus, i mostra al professor el problema editat, l'enunciat i les preguntes seleccionades. Ara, només queda que el professor posi un nom al problema i l'envii al servidor, perquè els estudiants el puguin resoldre. D'aquesta manera, si clica el botó de "Guardar", enviarà el problema cap al servidor, que el col·locarà en el fitxer de problemes de comparació de dues Normals amb dades aparellades.

**Resum2Normals**

INTRODUIR EL NOM DE L'EXERCICI A GUARDAR NYIGUI-NYOGUI

En un intent d'establir si l'empresa NYIGUI-NYOGUI Ibèrica contamina les aigües del riu Llobregat amb un contaminant orgànic, s'efectua un anàlisi de l'aigua en dos punts del riu. Al punt situat abans de la fàbrica es prenen 10 mostres en diferents dies. Al punt situat després de la fàbrica es prenen 10 mostres més els mateixos dies. Decidiu si les mitjanes mostrals poden considerar-se iguals.

- 1.-Calcula la mitjana de la diferència entre les dues mostres
- 2.-Calcula la desviació de la diferència dels valors mostrals
- 3.-Estima l'Intèrval de Confiança per la mitjana de la diferència dels valors mostrals amb  $\alpha=0.05$
- 4.-Fes una prova d'Hipòtesi la mitjana de la diferència dels valors mostrals,  $\mu_1-\mu_2 \leq 0$  amb  $\alpha 0.05$

GUARDAR SORTIR

**Figura 38:** Formulari resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

Es fa la connexió amb el servidor i es guarda el fitxer problema amb els problemes de la seva classe.

Es tanca l'aplicació i es perd el problema editat.

### VIII.8. Edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes

Dins d'aquest apartat i amb l'ajuda de l'exemple de la llista "Examen Sigma" explicarem les diferents opcions que es poden donar en l'edició d'un problema per la comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades independents i variàncies conegudes.

**Figura 39:** Formulari inicial per escollir el tipus de comparació i escriure l'enunciat.

La **Figura 39** és el formulari inicial per la comparació de dues variables aleatòries Normals. Aquí el professor redacta l'enunciat pel seu problema, que pot modificar fins el formulari de paràmetres de les variables aleatòries i que no és interpretat pel problema.

### VIII.8.1 Edició dels paràmetres per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes.

Continuem amb el problema “*Examens Iguals*”, aquest problema compara les notes dels nois i les noies d'una classe en un examen. D'aquesta manera diu que les notes dels nois es distribueixen mitjançant una Normal de mitjana poblacional 63 unitats i desviació tipus 7 unitats, i que la nota de les noies és una altra Normal amb mitjana 65 i desviació tipus 5.

**Parametres2Normals**

Enunciat de l'Autoproblema

50 noies i 40 nois s'han sotmès a un examen d'estadística. Decidiu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no (alfa=0.10). Trobeu un interval de confiança per la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois.

Dades Aparellades?    n:

Dades Independents?     Variància Coneguda     Variància Desconeguda

Variàncies Iguals?

Grandària Mostral de la Primera Mostra:

Grandària Mostral de la Segona Mostra:

Primera Normal.    mu1:     sigma1:

Segona Normal    mu2:     sigma2:

Donar dues Mostres de dues variables aleatòries Normals

Donar Estadístics Resum de dues variable aleatòries Normals

Edició dels Paràmetres del Problema

OK    Tornar    Sortir

**Figura 40:** Edició dels paràmetres de les dues variables aleatòries Normals.

Com es pot veure en la figura anterior aquest formulari és el mateix que per definir un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.



**A. Possibles missatges d'error en l'edició de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes**

Els possibles missatges d'error venen donats per errors al introduir dades com la grandària mostral, que no pot ser superior a cent dades, o com la desviació tipus poblacional que en cap cas pot ser negativa ni igual a zero. La resposta del programa davant aquests errors són els següents missatges que es presenten a les Figures 41 i 42.

Primera Normal.	mu1	65	sigma1	-2
				Sigma > 0
Segona Normal.	mu2	63	sigma2	7

Figura 41: Error en la introducció del parèmetre Sigma

Grandària Mostral de la Primera Mostra	200
	n1 < 100
Grandària Mostral de la Segona Mostra	40

Figura 42: Error a la grandària mostral

### VIII.8.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes

La següent figura mostra el formulari de selecció de preguntes per aquest tipus de comparació.

**Figura 43:** Formulari d'edició de preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb variàncies conegudes i dades independents.

Com podem veure a la figura anterior aquest formulari presenta dos grups:

- Les preguntes sota el títol d'**Estimació Puntual**, que representen un càlcul per l'estudiant i que no requereixen que el professor afegixi paràmetres. Sota aquest títol apareixen les preguntes d'estimació de les mitjanes poblacionals de forma puntual.
- I les preguntes sota el títol d'**Estimació per Interval**, que requereixen que el professor afegixi paràmetres com el tipus de hipòtesi alternativa o el nivell de confiança, i que impliquen el càlcul de preguntes anteriors i suposen per l'estudiant la resolució de més d'un càlcul.

Com ja hem dit en d'altres apartats preguntes com les d'Interval de confiança o proves d'hipòtesi impliquen d'altres preguntes. En aquest cas, la pregunta d'Interval de confiança implica que l'estudiant hagi de resoldre abans la pregunta d'estimació puntual de la mitjana poblacional de cadascuna de les variables aleatòries. De qualsevol manera, a l'apartat *X.1.3 Preguntes que s'activen a l'estudiant quan es selecciona una pregunta durant l'edició de problemes*, es poden aclarir qualsevol dels dubtes que es puguin haver generat.

### A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes durant l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes

Dins d'aquest apartat s'explicaran quins càlculs representen cadascuna de les preguntes del formulari de selecció de preguntes per aquest tipus de problema.

Calcular la mitjana mostral de la primera mostra

Aquesta pregunta suposa per l'estudiant el següent càlcul:

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{1i}}{n_1}$$

El professor ha de tenir en compte que aquesta pregunta no li sortirà visible si ha clicat l'opció d'estadístics resum al formulari d'edició de paràmetres d'aquest tipus de problema. Per qualsevol dubte es pot consultar l'apartat *X.1.2 Preguntes amagades en funció de com s'edita el problema* dels annexe 1.

Calcular la mitjana mostral de la segona mostra

Aquesta pregunta implica per l'estudiant el càlcul de la mitjana mostral de la segona mostra:

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{2i}}{n_2}$$

Com la pregunta anterior, aquesta no és visible si el professor ha seleccionat al formulari d'edició de paràmetres de les variables aleatòries Normals l'opció de donar estadístics resum a l'estudiant. Com a l'anterior pregunta.

Estimar l'Esperança de la diferència entre les dues mitjanes

La selecció d'aquesta pregunta al formulari farà que l'estudiant faci el següent càlcul:

$$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$$

Estimar la Variància de la diferència entre les dues mitjanes

La selecció d'aquesta pregunta al formulari farà que l'estudiant faci el següent càlcul:

$$Var[\mu_1 - \mu_2] = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$$

Intèrval de Confiança per la diferència entre les dos grups. Mu1-Mu2:

Alfa

La selecció d'aquesta pregunta suposarà per l'estudiant el càlcul d'un Interval de confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals dels dos grups.

$$IC(\mu_1, \mu_2, 1-\alpha) = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

on  $\alpha$  és el valor introduït a la caixa de text "Alfa". Aquesta pregunta suposarà també per l'estudiant els càlculs de les següents preguntes, estimació de la mitjana poblacional de la primera i segona variable aleatòria, a més de la variància de la diferència entre mitjanes poblacionals.

Prova d'Hipòtesi per la comparació de les dues Grups

Alfa  Hipòtesi Alternativa

**Diferents (<>)**  
 Major (>)  
 Menor (<)

Aquesta pregunta suposarà per l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 \equiv \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 \equiv \mu_1 \neq \mu_2$$

L'estadístic que ha de calcula l'estudiant és:

$$|\hat{z}| = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \sim N(0,1)$$

Com la pregunta d'Intervals de confiança, aquesta pregunta suposa les preguntes d'estimació de les mitjanes poblacionals de les dues variables aleatòries com també la pregunta d'estimació de la variància de la diferència entre les dues mitjanes poblacionals. Com a la pregunta anterior, el mateix apartat de l'annexe explica quines preguntes es fan actives de forma automàtica a mesura que s'edita el problema.

### VIII.8.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues Normals amb dades independents i variàncies conegudes.

Aquesta pantalla mostra el problema editat, l'enunciat i les preguntes seleccionades. Dins d'aquest formulari el professor posarà el nom al problema i l'enviarà al servidor per a que el classifiqui dins del fitxer de problemes de comparació de normals amb dades independents.

**Pantalla resum per la comparació de dues variables Normals**

INTRODUIR EL NOM DE L'EXERCICI A GUARDAR: Examens Iguals

50 noies i 40 nois s'han sotmès a un examen d'estadística. decidiu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no (alfa 0.10). Trobeu l'interval del 99% de confiança per a la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois

- 1- Estima puntualment el paràmetre  $\mu_1$
- 2- Estima puntualment el paràmetre  $\sigma_1$
- 3- Estima puntualment el paràmetre  $\mu_2$
- 4- Estima puntualment el paràmetre  $\sigma_2$
- 5- Estima de l'Esperança de la diferència de les dues mitjanes
- 6- Estima de la Variància de la diferència de les dues mitjanes
- 7- Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació de les variàncies de les dos Grups per  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  amb alfa 0.05
- 8- Fes l'Interval de Confiança per la Diferència entre les Mitjanes dels 2 Grups.  $\mu_1 - \mu_2$  amb alfa=0.05
- 9- Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes dels 2 Grups.  $\mu_1 = \mu_2$  amb alfa=0.05

GUARDAR SORTIR

Es tanca l'aplicació i es perd el problema editat.

**Figura44:** Formulari resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies conegudes

Es fa la connexió amb el servidor i es guarda el fitxer problema amb els problemes de la seva classe.

### **VIII.9. Edició de problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes**

Aquest és el darrer tipus de comparació de variables aleatòries que es pot fer en aquesta versió del programa. Continuarem amb el problema de la llista, "*Examen Sigma*", però amb diferents paràmetres. De nou l'aplicació comença amb el formulari on s'escriu l'enunciat i es defineix el tipus de comparació, tal i com es veu a la **Figura 45**.

Com es veurà a mesura que s'avanci en la lectura d'aquesta part final del manual d'usuari de l'aplicació del professor, no distingim dins d'aquest apartat entre problemes amb variàncies poblacionals iguals o diferents. Començarem doncs, editant un problema amb variàncies desconegudes i iguals, encara que indicarem les diferents possibilitats, en el cas que professor es decanti per un problema amb variàncies desconegudes diferents.

VIII.9.1. Edició dels paràmetres de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes.

Com ja hem dit a l'apartat anterior continuarem treballant amb l'exercici "Examen Sigma", Definim un problema de comparació de dues Normals independents. Suposem que la nota dels nois es distribueix mitjançant una Normal de mitjana poblacional 65 i desviació tipus poblacional 8, i la nota de les noies es

The screenshot shows a window titled "Parametres2Normals" with a sub-header "Enunciat de l'Autoproblema". The main text area contains the following problem statement: "50 noies i 40 nois s'han sotmès a un examen d'estadística. decideu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no (alfa 0.10). Trobeu l'interval del 99% de confiança per a la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois". Below the text are several input fields and checkboxes. The "Dades Independents?" checkbox is checked. The "Variància Desconeguda" and "Variàncies Iguals?" checkboxes are also checked. The "Grandària Mostral de la Primera Mostra" is set to 50, and the "Grandària Mostral de la Segona Mostra" is set to 40. For the "Primera Normal", the mean (mu1) is 65 and the standard deviation (sigma1) is 8. For the "Segona Normal", the mean (mu2) is 67 and the standard deviation (sigma2) is 5. A "sigma1=sigma2" checkbox is present between the sigma1 and sigma2 fields. At the bottom, there are three buttons: "OK", "Tornar", and "Sortir".

Figura 45: Formulari de definició dels paràmetres de les variables aleatòries Normals que intervenen al problema.



distribueix mitjançant una altra variable aleatòria Normal de mitjana poblacional 67 i desviació tipus poblacional 5. Com als altres formularis tenim tres opcions:

- La primera, on es defineix quin tipus de disseny es vol fer i el número de dades que volem per cada mostra. Aquí es defineix si es vol:
  - Comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents amb variàncies desconegudes, clicant finalment l'opció “*Dades Independents*” i “*variàncies desconegudes*”. És l'opció que el professor ha de triar per editar problemes del tipus “*Examen Sigma*”. Per aquest problema hem marcat al formulari l'opció de que les dues variàncies siguin iguals. Si al definir els paràmetres de la variable aleatòria Normal definim les dues desviacions tipus poblacionals diferents el problema emet el missatge  $\sigma_1 = \sigma_2$ .

Primera Normal. mu1 65 sigma1 5

sigma1=sigma2

Segona Normal mu2 67 sigma2 5

Figura 46: Missatge d'error per posar desviacions tipus poblacionals diferents.

En el cas que volem fer un problema amb les dues variàncies diferents, el problema admet valors diferents pels paràmetres sigmes, d'aquesta manera la figura anterior no sortiria.

- La segona, on definim els paràmetres de les dues variables aleatòries, la mitjana poblacional i la desviació tipus poblacional que volem per aquest problema. Per escriure els paràmetres el formulari d'edició disposa de quatre caixes de text, dos per cada paràmetre, en els quals el professor introduirà els valors que ell vulgui. Cal tenir en compte que les caixes de text associades al paràmetre desviació tipus poblacional no admeten valors per aquest paràmetre negatius. Si el programa ho detectés, emetria el missatge  $\text{Sigma} > 0$ , tal i com es pot veure a al Figura 47.

Primera Normal. mu1 65 sigma1 -2

Sigma > 0

Segona Normal mu2 63 sigma2 7

Figura 47: Error a la desviació tipus poblacional.

### VIII.9.2. Edició de les preguntes per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes.

Com podem veure a la **Figura 48** aquest formulari presenta dos grups:

- Les preguntes sota el títol d'**Estimació Puntual**, que representen un càlcul per l'estudiant i que no requereixen que el professor afegixi paràmetres. Sota aquest títol apareixen les preguntes col·les d'estimació de les mitjanes poblacionals de forma puntual.
- I les preguntes sota el títol d'**Estimació per Interval**, que requereixen que el professor afegixi paràmetres com el tipus de hipòtesi alternativa o el nivell de confiança, i que impliquen el càlcul de preguntes anteriors i suposen per l'estudiant la resolució de més d'un càlcul.

**Figura 48:** Formulari d'edició de preguntes pel problema que estem editat

Com ja hem dit en d'altres apartats, les preguntes com les d'interval de confiança o proves d'hipòtesi impliquen resoldre altres preguntes.

**A. Càlculs que suposa activar cadascuna de les preguntes durant l'edició d'un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades independents i variàncies desconegudes.**

- Calcular la Mitjana mostral de la primera mostra
- Calcular la Mitjana mostral de la segona mostra

Aquesta pregunta suposa per l'estudiant calcular la mitjana mostral de les dues variables aleatòries:

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{1i}}{n_1} \quad \text{i} \quad \bar{x}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{2i}}{n_2}$$

El professor ha de tenir en compte que aquesta pregunta no li sortirà visible si ha clicat l'opció d'estadístics resum al formulari d'edició de paràmetres d'aquest tipus de problema. Per qualsevol dubte es pot consultar l'apartat *X.1.3 Preguntes amagades en funció de com s'edita el problema* de annexe 1.

- Estimar la desviació típica de la primera mostra
- Estimar la desviació típica de la segona mostra

Aquesta pregunta representa el següent càlcul per l'estudiant:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1}} \quad \text{i} \quad s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_2} (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{n_2 - 1}}$$

El professor ha de tenir en compte que aquesta pregunta no li sortirà visible si ha clicat l'opció d'estadístics resum al formulari d'edició de paràmetres d'aquest tipus de problema.

- Estimar l'Esperança de la diferència entre les dues mitjanes
- Estimar la Variància de la diferència entre les dues mitjanes

Aquestes dues preguntes suposa per l'estudiant el càlcul de les següents formes:

$$E[\mu_1 - \mu_2] = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 .$$

$$Var[\mu_1 - \mu_2] = \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}$$

Interval de Confiança per la comparació de les Variàncies dels dos Grups

Aquesta pregunta planteja a l'estudiant la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 \equiv \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 \equiv \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

L'estadístic que l'estudiant ha de calcular és:

$$\hat{F} = \frac{S_{Major}^2}{S_{Menor}^2} \sim F_{n_1-1, n_2-1}$$

Aquesta pregunta suposa les preguntes d'estimació de les desviacions tipus poblacionals de les dues variables aleatòries.

Intèrval de Confiança per la Diferència entre les Mitjanes dels dos Grups

Alfa

La selecció d'aquesta pregunta suposarà per l'estudiant el càlcul d'un Interval de confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals dels dos grups. Un cop feta l'anterior prova d'hipòtesi sabrà si ha de fer el següent càlcul:

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \text{ si a l'anterior prova d'hipòtesi ha acceptat que } \sigma_1^2 = \sigma_2^2.$$

Llavors el càlcul de l'Interval de confiança quedaria, si ha acceptat  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , de la següent manera:

$$IC(\mu_1, \mu_2, 1 - \alpha) = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \pm t_{1-\alpha/2} S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

Altrament si l'estudiant ha rebutjat la hipòtesi de  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , el càlcul és el següent:

$$IC(\mu_1, \mu_2, 1 - \alpha) = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \pm t_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

on  $\alpha$  és el valor introduït a la caixa de text "Alfa". Aquesta pregunta suposarà també per l'estudiant els càlculs de les següents preguntes, estimació de la mitjana poblacional de la primera i segona variable aleatòria, a més de la variància de la diferència entre mitjanes poblacionals.

Prova d'Hipòtesi per la comparació de les dues Grups

Alfa  Hipòtesi Alternativa

**Diferents (<>)**  
Major (>)  
Menor (<)

Aquesta pregunta suposarà per l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 \equiv \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 \equiv \mu_1 \neq \mu_2$$

Com ha passat a la pregunta d'interval de confiança la fórmula varia en funció del resultat de la prova d'hipòtesi per comparar les dues variàncies poblacionals. Si l'estudiant accepta la prova d'hipòtesi l'estadístic és el següent:

$$|\hat{t}| = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t_{n_1+n_2-2, 1-\alpha}$$

En canvi, si l'estudiant ha rebutjat la prova d'hipòtesi i conclou que les dues variàncies poblacionals són diferents i que no es pot treure la combinació de les dues, l'estadístic varia:

$$|\hat{t}| = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \sim t_{n_1+n_2-2-\Delta, 1-\alpha}$$

on  $\Delta$  és el resultat del següent càlcul:

$$\Delta = \frac{((n_2 - 1)V_1 - (n_1 - 1)V_2)^2}{(n_2 - 1)V_1^2 + (n_1 - 1)V_2^2} \text{ on } V_i = \frac{S_i^2}{n_i} \text{ amb } i = 1, 2$$

Com la pregunta d'Intervals de confiança, aquesta pregunta suposa les preguntes d'estimació de les mitjanes poblacionals de les dues variables aleatòries com també la pregunta d'estimació de la variància de la diferència entre les dues mitjanes poblacionals. Com a la pregunta anterior, el mateix apartat de l'annexe explica quines preguntes es fan actives de forma automàtica a mesura que s'edita el problema.

VIII.9.3. Pantalla resum per un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb variàncies desconegudes i dades independents.

Aquesta pantalla mostra el problema editat, l'enunciat i les preguntes seleccionades. Dins d'aquest formulari el professor posarà el nom al problema i l'enviarà al servidor per a que el classifiqui dins del fitxer de problemes de comparació de normals amb dades independents i variàncies desconegudes.

**Pantalla resum per la comparació de dues variables Normals**

INTRODUIR EL NOM DE L'EXERCICI A GUARDAR: Examens iguals

50 noies i 40 nois s'han sotmés a un examen d'estadística. Decidiu si les mitjanes poden considerar-se iguals o no ( $\alpha=0.10$ ). Trobeu l'interval de confiança per a la diferència entre els valors veritables del rendiment de noies i nois

- 1.-Estima puntualment el paràmetre  $\mu_1$
- 2.-Estima puntualment el paràmetre  $\sigma_1$
- 3.-Estima puntualment el paràmetre  $\mu_2$
- 4.-Estima puntualment el paràmetre  $\sigma_2$
- 5.-Estima de l'Esperança de la diferència de les dues mitjanes
- 6.-Estima de la Variància de la diferència de les dues mitjanes
- 7.-Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació de les variàncies de les dos Grups per  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$  amb  $\alpha=0.05$
- 8.-Fes l'Interval de Confiança per la Diferència entre les Mitjanes dels 2 Grups.  $\mu_1 - \mu_2$  amb  $\alpha=0.05$
- 9.-Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes dels 2 Grups.  $\mu_1 - \mu_2$  amb  $\alpha=0.05$

GUARDAR      SORTIR

Figura 46: Formulari resum pel problema editat.

Es fa la connexió amb el servidor i es guarda el fitxer problema amb els problemes de la seva classe.

Es tanca l'aplicació i es perd el problema editat.

## **Capítol IX: Manual d'usuari de l'aplicació de l'estudiant.**

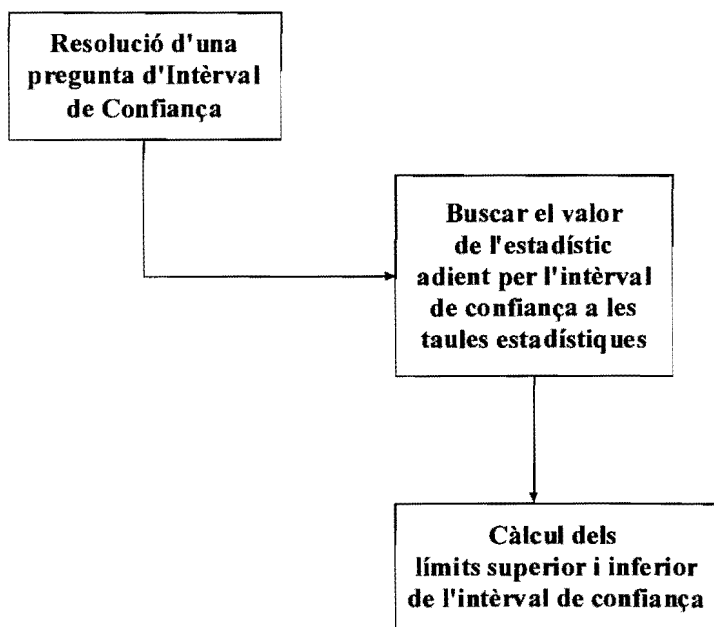
A continuació, presentarem el manual d'usuari de l'aplicació de l'estudiant. Un cop l'estudiant s'ha identificat i ha seleccionat el problema, l'estudiant arriba a la pantalla on se li planteja el problema que ha de resoldre. Com ja hem dit al capítol de la interfície gràfica de l'aplicació de l'estudiant, aquesta pantalla es divideix en quatre parts:

- L'enunciat, on apareix l'enunciat editat pel professor.
- Les dades, on es presenten a l'estudiant, les dades simulades pel Motor Generador de Mostres Aleatòries, o es presenten els estadístics resum calculats també per l'anterior conjunt de rutines.
- Les rutines de les taules estadístiques, per preguntes com Intervals de Confiança i Proves d'Hipòtesi.
- I, finalment el conjunt de preguntes que el professor ha cregut convenient que l'estudiant resolgui.

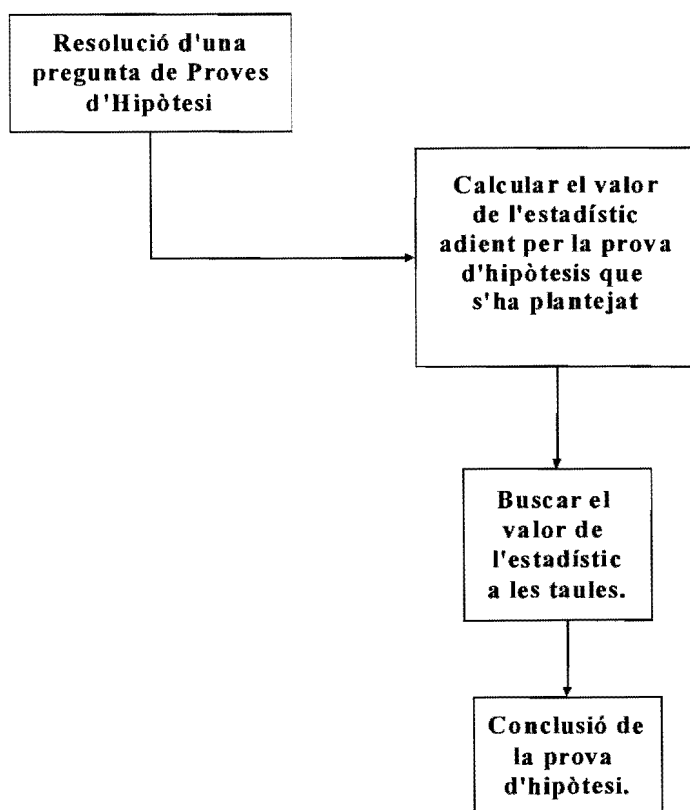
L'objectiu d'aquest apartat es explicar quina és la manera de resoldre els problemes, sense donar cap pista, a l'estudiant que pugui llegir aquest apartat, de quin és el resultat. Aquest és el que ha de posar a la caixa de text on es posa la solució de la pregunta.

Tampoc cal oblidar que hi ha preguntes, com les de proves d'hipòtesi que poden representar més d'un càlcul per l'estudiant. Cal recordar que l'objectiu de l'aplicació és que l'estudiant resolgui el problema d'una forma guiada, és a dir, que faci els problemes de la manera més seqüencial possible i s'adoni d'on i perquè comet l'error. Per aquest motiu preguntes com les de proves d'hipòtesi, que representen dos o tres càlculs per arribar a la conclusió és disgreguen en diverses preguntes, on cada pregunta correspon a un càlcul o operació.

L'esquema de resolució d'aquest tipus de preguntes es veu a les dues següents imatges, les **Figures 1 i 2**.



**Figura 1:** Esquema de resolució d'una pregunta d'interval de confiança.

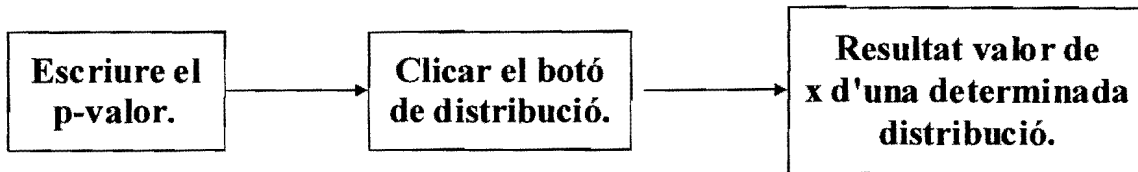


**Figura 2:** Esquema de resolució d'una pregunta d'interval de confiança.



En preguntes de proves d'hipòtesi i intervals de confiança es fan necessàries les consultes a les taules estadístiques. Aquestes consultes poden ser de dos tipus:

- Demanar un valor de la distribució amb una determinada probabilitat, com per exemple demanar el valor de  $x$  que deixa una probabilitat igual a 0.025. L'esquema d'aquest tipus de consulta és el següent:



**Figura 3:** Esquema de consulta d'un valor d'una determinada distribució.

Existeixen dues estructures diferents de preguntes:

- **Preguntes avaluable:** Són les que l'estudiant ha de donar una solució a la pregunta formulada com es pot veure en la **Figura 4**.

Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada



**Figura 4:** Pregunta avaluable.

Com es pot veure a l'anterior imatge, qualsevol pregunta té tres elements principals:

- L'enunciat de la pregunta.
- La caixa de text per escriure la solució. L'estudiant menys a la pregunta " *Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la* ", contestarà a les preguntes en format numèric amb 3 decimals. Just a aquesta pregunta contestarà en format de text, amb " *Aceptar* " ó " *Rebutjar* "

- I els botons d'acció:
  - “Ok”, per corregir la solució que l'estudiant ha donat i passar a la següent pregunta.
  - “Ajuda” per demanar la solució de la pregunta al programa.
- **Preguntes informatives:** Són preguntes que plantegen la resolució de Interval de Confiança i Proves d'Hipòtesi com es pot veure en les **Figures 5**.

--FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARAMETRE PI POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%



--FES LA PROVA D'HIPOTESI PEL PARAMETRE POBLACIONAL PI= 0.7 AMB UN RISC DEL 5.0%



**Figura 5:** Esquema general de preguntes informatives.

- L'enunciat de la pregunta, escrit en majúscules per diferenciar-lo de les preguntes avaluables.
- “Ok”, permet passar a l'estudiant a les següent pregunta, les quals seran preguntes avaluables que es trobaran tabulades per indicar que refereixen a la pregunta informativa.

### **IX.1. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Binomials.**

En aquest apartat explicarem la manera en què l'estudiant ha de respondre les preguntes que li planteja l'aplicació, per problemes basats en variables aleatòries Binomials. En un principi no es distingiran problemes d'una o de dues variables aleatòries.

Estima puntualment el parametre  $\pi$  poblacional

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'estimació puntual del paràmetre poblacional  $\pi$ . Es pot produir una variant d'aquesta pregunta per problemes de comparació de dues variables aleatòries Binomials. En aquest cas la pregunta es divideix i demana l'estimació de cadascun dels dos paràmetres de cadascuna de les dues variables aleatòries.

Estima l'esperança de la variable aleatòria Binomial

Aquesta pregunta proposa a l'estudiant el càlcul de l'esperança de la variable aleatòria Binomial del problema.

Estima la variància de la variable aleatòria Binomial

Aquesta pregunta proposa a l'estudiant el càlcul de la variància de la variable aleatòria Binomial del problema.

Estima la variància de l'estimador  $\hat{P}$

Aquesta pregunta proposa a l'estudiant el càlcul de la variància de l'estimador  $\hat{P}$  per la  $\pi$  poblacional de la variable aleatòria Binomial del problema.

Fins aquí arriben les preguntes per problemes d'una sola variable aleatòria que corresponen a preguntes d'estimació puntual, a partir d'ara les preguntes d'estimació puntual que ara s'expliquen corresponen a preguntes de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

Estima l'esperança de la diferència dels estimadors de  $\pi_1$  i  $\pi_2$

Aquesta pregunta proposa l'estimació de l'esperança de la diferència entre els estimador de  $\pi_1$  i  $\pi_2$  segons les fórmules de les sessions de teoria.

Estima la variància de la diferència dels estimadors de  $\pi_1$  i  $\pi_2$

Com la pregunta anterior, es demana l'estimació de la variància de la diferència entre els estimadors de  $\pi_1$  i  $\pi_2$  segons les fórmules de las sessions de teoria

Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança del 0.2 amb  $\alpha=0.05$

Aquesta pregunta demana a l'estudiant el càlcul d'una grandària mostral si es vol un interval de confiança amb un precisió, o amplada de l'interval, igual a un determinat valor numèric, en aquest cas 0.2.

-FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARAMETRE PI POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%

- Busca el valor a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada
- Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta proposa el càlcul d'un interval de confiança pel paràmtre PI poblacional amb cert nivell de confiança, en aquest cas un 95%.

-FES LA PROVA D'HIPOTESI PEL PARAMETRE POBLACIONAL  $Pi= 0.7$  AMB UN RISC DEL 5.0%

- Calcula en valor absolut l'estadistic  $t$  adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit de la Regio Crítica
- Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipotesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta demana a l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 : \pi = \pi_0$$

$$H_1 : \pi \neq \pi_0$$

Fins aquí arriben les preguntes per problemes d'una variable aleatòria Binomial, tant d'estimació puntual com per interval, a partir d'ara les següents preguntes corresponen a problemes d'estimació per interval per problemes de comparació de dues variables aleatòries Binomials.

INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA DIFERÈNCIA DE  $\pi_1$  I  $\pi_2$  AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%

- Busca el valor a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada
- Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta planteja el càlcul d'un interval de confiança per la diferència poblacional de  $\pi_1$  i  $\pi_2$

-PROVA D'HIPOTESI PER LA COMPARACIÓ ENTRE ELS  $\pi_1 = \pi_2$  AMB UN RISC DEL 1.0%

- Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
- Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta demana la resolució de la següent prova d'hipòtesi pels dos paràmetres poblacionals:

$$H_0 : \pi_1 = \pi_2$$

$$H_1 : \pi_1 \neq \pi_2$$

## **IX.2. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Exponencials.**

Dins d'aquest capítol explicarem les diferents preguntes que l'estudiant pot trobar-se durant la resolució d'un problema amb variables aleatòries Exponencials.

Estima puntualment el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ )

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'estimació del paràmetre poblacional  $\beta$ .

Estima l'esperança de la variable aleatòria Exponencial

L'anterior pregunta demana a l'estudiant l'estimació de l'esperança de la variable aleatòria Exponencial.

Estima la variància de la variable aleatòria Exponencial

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'estimació de la variància de la variable aleatòria Exponencial.

-FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARAMETRE BETA POBLACIONAL ( $\beta$ ) AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%

- Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada
- Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta demana a l'estudiant la resolució de l'interval de confiança pel paràmetre poblacional  $\beta$ .

### **IX.3. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Normals.**

Dins d'aquest apartat explicarem totes les possibles preguntes que se li poden presentar a l'estudiant quan resolgui un problema amb variables aleatòries Normals, sigui quin sigui el tipus de problema que el professor ha plantejat, sense distingir entre problemes de, per exemple, dades independents o dependents, variàncies conegudes o desconegudes.

Estima la mitjana mostral

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'estimació de la mitjana poblacional de la variable aleatòria Normal. Si el problema és de comparació de dues variables aleatòries Normals, l'aplicació pregunta, si el professor ho ha considerat adient, l'estimació de cadascuna de les mitjanes poblacionals.

Estima la desviació tipus mostral

Aquesta pregunta demana l'estimació de la desviació tipus poblacional de la variable aleatòria Normal. Com abans si el problema és de comparació de dues variables aleatòries Normals, el programa demanarà l'estimació de les dues desviacions típiques poblacionals, si el professor ho demana.

Calcula la mitjana de la diferència entre els valors mostrals,  $d$ -barra

Aquesta pregunta, només present a problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades aparellades, demana l'estimació de la mitjana poblacional de la diferència entre els valors mostrals.

Calcula la desviació tipus de la diferència entre els valors mostrals,  $S_d$

Aquesta pregunta, com l'anterior, és només present a problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades. Demana l'estimació de la desviació tipus poblacional de la diferència entre els valors mostrals.

Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal

Aquesta pregunta demana a l'estudiant el valor de l'esperança de la variable aleatòria Normal.

Estima la variància de la variable aleatòria Normal

Aquesta pregunta demana a l'estudiant la variància de la variable aleatòria Normal.

Estima l'esperança de la mitjana mostral

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'esperança de l'estimador de la mitjana mostral.

Estima la variància de la mitjana mostral

L'anterior pregunta demana a l'estudiant la variància de l'estimador de la mitjana mostral.

FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA MITJANA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 99.0%

- Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada
- Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'interval de confiança per la mitjana poblacional, en aquest cas amb una confiança del 99%.

FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA VARIÀNCIA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 95.0%

- Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica
- Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica
- Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta s'oposa per l'estudiant un interval de confiança per la variància poblacional, en aquest cas amb una confiança del 95%.

FES LA PROVA D'HIPOTESI PER CONTRASTAR SI LA MITJANA POBLACIONAL  $\mu = 20.0$  AMB UN RISC DEL 1.0%

- Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
- Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta demana a l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_1 : \mu \neq \mu_0$$



FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA VARIANCIÀ Poblacional= 4.0 AMB UN RISC DEL 5.0%

- Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica
- Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica
- Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta, present a problemes de variables aleatòries Normals on la variància es desconeguda per problemes d'una mostra, demana la resolució de la següent prova d'hipòtesi:

$$H_0 : \sigma = \sigma_0$$

$$H_1 : \sigma \neq \sigma_0$$

INTERVAL DE CONFIANÇA PER LA MITJANA DE LA DIFERÈNCIA ENTRE ELS VALORS VERITABLES AMB ALFA=5.0%

- Busca el valor a les taules necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada
- Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el límit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta correspon a problemes de comparació de dues variables aleatòries Normals, amb dades aparellades i demana a l'estudiant el càlcul de l'interval de confiança per la mitjana poblacional de la diferència entre els valors mostrals.

-FES LA PROVA D'HIPOTESI PER LA COMPARACIÓ DE  $\delta=0$  AMB UN RISC DEL 5.0%

- Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
- Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta, també correspon a un problema de comparació de dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades, demana fer a l'estudiant la prova d'hipòtesi pel valor  $\delta$  de la diferència poblacional entre les dues variables aleatòries Normals amb dades aparellades.

### **IX.4. Resolució de preguntes en problemes amb variables aleatòries Poisson.**

A continuació expliquem les diferents preguntes que l'estudiant pot rebre durant la resolució d'un problema de variables aleatòries Poisson.

Estima puntualment el parametre lambda poblacional

Aquesta pregunta demana a l'estudiant l'estimació del paràmetre  $\lambda$  poblacional d'una variable aleatòria Poisson.

Estima l'esperança de la variable aleatoria Poisson

Aquesta pregunta demana l'esperança de la variable aleatòria Poisson del problema.

Estima la variància de la variable aleatoria Poisson

Aquesta pregunta demana la variància de la variable aleatòria Poisson del problema.

-FES L'INTERVAL DE CONFIANÇA PEL PARAMETRE LAMBDA POBLACIONAL AMB UNA CONFIANÇA DEL 98.0%

Busca a les taules el valor en valor absolut necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada

- Calcula el limit inferior de l'interval de confiança
- Calcula el limit superior de l'interval de confiança

Aquesta pregunta demana un intèrval de confiança pel paràmetre poblacional  $\lambda$  de la variable aleatòria Poisson.

Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança del 4.0 amb  $\alpha=0.02$

Aquesta pregunta demana a l'estudiant el càlcul d'una grandària mostral si es vol un interval de confiança amb un precisió, o amplada de l'interval, igual a un determinat valor numèric, en aquest cas 0.2.

-FES LA PROVA D'HIPOTESI PEL PARÀMETRE POBLACIONAL  $\lambda \geq 20.0$  AMB UN RISC DEL 5.0%

- Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
- Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica

Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la (Acceptar / Rebutjar)

Aquesta pregunta demana a l'estudiant la resolució de la següent prova d'hipòtesi pel paràmetre  $\lambda$  poblacional de la variable aleatòria Poisson del problema:

$$H_0 : \lambda = \lambda_0$$

$$H_1 : \lambda \neq \lambda_0$$

## Capítol X. Annexes

### X.1. Annexe 1: Els enunciats de les preguntes de les aplicacions de l'estudiant i del professor.

#### X.1.1. Relació de preguntes seleccionades pel professor i les que li sortiran a l'estudiant pels diferents problemes tipus.

A aquest apartat es relaciona la pregunta seleccionada pel professor amb la pregunta que li rebrà l'estudiant quan carregui el problema.

#### A. Problemes amb un variable aleatòria Binomial

Opció que ha seleccionat el professor.	Text que veurà l'estudiant.
Estimació puntual el paràmetre PI poblacional.	Estima puntualment el paràmetre PI poblacional.
Estimació l'esperança de la variable aleatòria Binomial.	Estima l'esperança de la variable aleatòria Binomial
Estimació la variància de la variable aleatòria Binomial.	Estima la variància de la variable aleatòria Binomial
Estimació de la variància de l'estimador P	Estima de la variància de l'estimador P
Interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb una confiança del $(1 - \alpha) \%$	Fes un interval de confiança pel paràmetre PI poblacional amb $(1 - \alpha) \%$ de confiança
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expresada
	Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
	Calcula el límit superior de l'interval de confiança
Prova d'Hipòtesi pel paràmetre PI poblacional.	Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre PI poblacional del tipus <b>&lt;tipus-Ph&gt;</b> amb confiança <b>&lt;alfaPH&gt;</b> .
	Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el límit de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )
Càlcul de la grandària Mostral si es vol una precisió de <b>&lt;precisió&gt;</b> .	Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <b>&lt;precisió&gt;</b> .

## B. Problemes amb un variable aleatòria Exponencial

Opció que ha seleccionat el professor.	Text que veurà l'estudiant.
Estimació puntual el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ )	Estima el paràmetre Beta poblacional ( $\beta$ )
Estimació l'esperança de la variable aleatòria Exponencial.	Estima l'esperança de la variable aleatòria Exponencial.
Estimació la variància de la variable aleatòria Exponencial	Estima la variància de la variable aleatòria Exponencial.
Interval de confiança per la Beta poblacional.	Fes un interval de confiança pel paràmetre Beta amb $(1-\alpha)\%$ de confiança
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expresada
	Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
	Calcula el límit superior de l'interval de confiança
Prova d'hipòtesi per la Beta poblacional.	Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre Beta del tipus <b>&lt;tipus-Ph&gt;</b> amb confiança <b>&lt;alfaPH&gt;</b> .
	Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el límit de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la., ( Acceptar / Rebutjar )
Càlcul de la grandària Mostral si es vol una precisió de <b>&lt;precisió&gt;</b> ..	Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <b>&lt;precisió&gt;</b> .

## C. Problemes amb un variable aleatòria Normal amb variància coneguda.

Opció que ha seleccionat el professor.	Text que veurà l'estudiant.
<b>Càlcul de la mitjana mostral</b>	Calcula la mitjana mostral.
<b>Estimació l'esperança de la mitjana mostral</b>	Estima l'esperança de la mitjana mostral.
<b>Estimació de la variància de la mitjana mostral.</b>	Estima la variància de la mitjana mostral.
<b>Interval de confiança per la mitjana poblacional.</b>	Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expresada
	Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança.
	Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança.
<b>Prova d'hipòtesi per una mitjana poblacional.</b>	Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus <tipus-Ph> amb confiança <alfaPH>
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )
<b>Càlcul de la grandària Mostral si es vol una precisió de &lt;precisió&gt;..</b>	Calcula el grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>

## D. Problemes amb un variable aleatòria Normal amb variància desconeguda

Opció que ha seleccionat el professor.	Text que veurà l'estudiant.
Càlcul de la mitjana mostral	Calcula la mitjana mostral.
Càlcul de la desviació tipus	Calcula la desviació tipus a la mostra.
Estima l'esperança de la variable aleatòria Normal	Estima l'esperança de la variable aleatòria normal
Estimació de la variància de la variable aleatòria Normal	Estima de la variància de la variable aleatòria Normal
Estimació l'esperança de la mitjana mostral	Estima l'esperança de la mitjana mostral.
Estimació de la variància de la mitjana mostral.	Estima la variància de la mitjana mostral.
Interval de confiança per la mitjana poblacional.	Fes un interval de confiança per la mitjana poblacional amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expressada
	Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança.
	Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança.
Interval de confiança per la variància poblacional.	Fes un interval de confiança per la variància mostral amb un $(1-\alpha)\%$ de confiança.
	Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica.
	Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica.
	Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança.
Prova d'hipòtesi per una mitjana poblacional.	Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança.
	Fes la prova d'hipòtesi per la mitjana poblacional del tipus <tipus-Ph> amb confiança <alfaPH>
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas.
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
Prova d'hipòtesi per una variància poblacional.	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )
	Fes la prova d'hipòtesi per la variància poblacional del tipus <tipus-Ph> amb confiança <alfaPH>
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas.
	Busca a les taules el valor del límit inferior de la Regió Crítica
	Busca a les taules el valor del límit superior de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )

## E. Problemes amb un variable aleatòria Poisson

Opció que ha seleccionat el professor.	Text que veurà l'estudiant.
Estimació puntual el paràmetre Lambda poblacional.	Estima puntualment el paràmetre lambda poblacional .
Estimació l'esperança de la variable aleatòria Poisson.	Estima de l'esperança de la variable aleatòria Poisson.
Estimació la variància de la variable aleatòria Poisson.	Estima de la variància de la variable aleatòria Poisson.
Interval de Confiança per la Lambda poblacional.	Fes l'interval de confiança per el paràmetre lambda poblacional amb un confiança $(1-\alpha)\%$
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expresada
	Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
	Calcula el límit superior de l'interval de confiança.
Prova d'hipòtesi per la Lambda poblacional.	Fes la prova d'hipòtesi pel paràmetre lambda poblacional del tipus <tipus-Ph>
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )
Càlcul de la grandària Mostral si es vol una precisió de <precisió>..	Calcula la grandària mostral si volem una precisió a l'interval de confiança de <precisió>



## F. Problemes de comparació de dues variables aleatòries Binomials

<b>Pregunta que clica el professor.</b>	<b>Pregunta que rep l'estudiant.</b>
<b>Càlcul del paràmetre <math>PI_1</math> poblacional de la primera mostra.</b>	Estima el paràmetre $PI_1$ poblacional de la primera mostra.
<b>Càlcul del paràmetre <math>PI_2</math> poblacional de la segona mostra.</b>	Estima el paràmetre $PI_2$ poblacional de la primera mostra.
<b>Càlcul de l'Esperança de la diferència poblacional entre els paràmetres <math>PI_1</math> i <math>PI_2</math>.</b>	Estima l'esperança de la diferència dels estimadors de $PI_1$ i $PI_2$ .
<b>Càlcul de la Variància de la diferència poblacional entre els paràmetres <math>PI_1</math>- <math>PI_2</math>.</b>	Estima la variància de la diferència dels estimadors $PI_1$ i $PI_2$ .
<b>Càlcul de l'interval de Confiança per la diferència poblacional entre els paràmetres <math>PI_1</math> i <math>PI_2</math>.</b>	Fes l'Interval de Confiança ( $1-\alpha$ ) per la diferència poblacional entre els paràmetres $PI_1$ i $PI_2$ ,
	Busca a les taules el valor necessari en valor absolut per calcular l'interval amb la confiança expressada
	Calcula el límit inferior de l'interval de confiança
	Calcula el límit superior de l'interval de confiança.
<b>Fer la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre el paràmetres poblacionals <math>PI_1</math> i <math>PI_2</math>.</b>	Fes la prova d'hipòtesi per la diferència poblacional dels paràmetres $PI_1$ <tipus-Ph> - $PI_2$ amb un risc $\alpha$ .
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipòtesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )

**G. Problemes de comparació de dues variables aleatòries normals amb dades Aparellades.**

<b>Pregunta que clica el professor.</b>	<b>Pregunta que rep l'estudiant.</b>
<b>Càlcul de la mitjana mostral de la diferència entre els valors mostrals.</b>	Calcula la mitjana mostral de la diferència dels valors mostrals, $\bar{d}$ .
<b>Càlcul de la desviació tipus de la diferència entre valors mostrals.</b>	Calcula la desviació tipus de la diferència dels valors mostrals, $S_d$ .
<b>Fes l'Interval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència entre valors mostrals amb una confiança de <math>(1-\alpha) \%</math></b>	Calcular l'Interval de Confiança per la mitjana poblacional de la diferència entre els valors veritables amb una confiança de $(1-\alpha) \%$
	Busca a les taules el valor necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada.
	Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança.
	Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança.
<b>Fer una Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional de la diferència entre valors mostrals.</b>	Fes la Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional de la diferència entre els valors veritables, $\Delta < \mu - \mu_0 > 0$ amb un risc $\alpha$ .
	Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas.
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica.
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipotesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )

**H. Problemes de comparació de dues variables aleatòries normals amb dades independents i variància coneguda**

<b>Pregunta que clica el professor.</b>	<b>Pregunta que rep l'estudiant.</b>
<b>Càlcul de la mitjana mostral de la primera mostra.</b>	Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.
<b>Càlcul de la mitjana mostral de la segona mostra.</b>	Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.
<b>Estimació de l'Esperana de la diferència de les dues mitjanes poblacionals</b>	Estima l'Esperana de la diferència de les dues mitjanes poblacionals
<b>Estimació de la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals</b>	Estima la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals
<b>Fes l'Interval de Confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals de les dues mostres, <math>\mu_1 - \mu_2</math>, amb <math>(1-\alpha)C</math>% de confiança.</b>	Fes l'Interval de Confiança $(1-\alpha)C$ % per la diferència de les mitjanes poblacionals de les dues mostres, $\mu_1 - \mu_2$ amb un risc del $(1-\alpha)C$ %.
	Busca a les taules el valor necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada.
	Calcula el valor del límit inferior de l'interval de confiança.
<b>Fer una prova d'Hipòtesi per la comparació de la mitjana poblacional de les dues mostres, <math>\mu_1 &lt; \mu_2</math> amb un risc <math>\alpha</math>%</b>	Calcula el valor del límit superior de l'interval de confiança.
	Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació de les mitjanes poblacionals de les dues mostres, mitjana poblacional, $\mu_1 < \mu_2$ , amb un risc $\alpha$ %.
	Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas.
	Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica.
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipotesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )

**I. Problemes de comparació de dues variables aleatòries normals amb dades independents i variància desconeguda.**

<b>Pregunta que clica el professor.</b>	<b>Pregunta que rep l'estudiant.</b>
<b>Càlcul de la mitjana mostral de la primera mostra.</b>	Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.
<b>Càlcul de la desviació tipus mostral de la primera mostra.</b>	Calcula la desviació tipus de la primera mostra.
<b>Càlcul de la mitjana mostral de la segona mostra.</b>	Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.
<b>Càlcul de la desviació tipus mostral de la segona mostra.</b>	Calcula la desviació tipus de la segona mostra.
<b>Estima l'Esperança de la Diferència entre les dues mitjanes poblacionals.</b>	Estima l'esperança de la diferència entre les mitjanes poblacionals
<b>Fer la prova d'hipòtesi per la Comparació de les Variàncies de les dues mostres per <math>Variància_1^2 = Variància_2^2</math>.</b>	Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació de les variàncies de les dues mostres, mitjana poblacional, $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ , amb un risc $\langle \text{alfa\_Ph} \rangle$
	Calcula el valor de l'estadístic adient en aquest cas
	Busca a les taules el valor del limit inferior de la Regió Crítica
	Busca a les taules el valor del limit superior de la Regió Crítica
	Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipotesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )

<p><b>Estimació la Variància de la diferència entre les dues mitjanes poblacionals.</b></p>	<p><sup>1</sup>Fes l'estimació conjunta de la variància ( S-pooled<sup>2</sup> )</p>
	<p><sup>2</sup>Estima la variància de la diferència entre les mitjanes poblacionals</p>
<p><b>Fer l'Interval de Confiança per la Diferència entre les mitjanes poblacionals de les dues mostres. <math>\mu_1 - \mu_2</math></b></p>	<p>Fes l'Interval de Confiança per la diferència entre les mitjanes poblacionals de les dues mostres amb una confiança del (1-&lt;alfa-ic&gt;).</p>
	<p>Busca a les taules el valor necessari per calcular l'interval amb la confiança expressada.</p>
	<p>Calcula el límit inferior de l'interval de confiança.</p>
	<p>Calcula el límit superior de l'interval de confiança.</p>
<p><b>Fer la Prova d'Hipòtesi per la comparació entre les Mitjanes poblacionals de les dues mostres, <math>\mu_1</math>&lt;tipus-Ph&gt; <math>\mu_2</math></b></p>	<p>Fes la Prova d'Hipòtesi per la comparació de les mitjanes poblacionals de les dues mostres, mitjana poblacional, <math>\mu_1</math> &lt;tipus-Ph&gt; <math>\mu_2</math>, amb un risc &lt;alfa_Ph&gt;</p>
	<p>Calcula en valor absolut l'estadístic adient en aquest cas.</p>
	<p>Busca a les taules el valor del límit de la Regió Crítica.</p>
	<p>Amb les dades que tens, acceptes o rebutges la hipotesi nul·la, ( Acceptar / Rebutjar )</p>

<sup>1</sup> Es fa aquesta pregunta a l'estudiant quan s'accepta la prova  $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ , i per tant es pot suposar igualtat de variàncies "homocedasticitat".

<sup>2</sup> Es fa aquesta pregunta a l'estudiant quan es rebutja la prova  $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$ , i per tant no es pot suposar igualtat de variàncies "homocedasticitat".

X.1.2. Preguntes no visibles al formulari de Preguntes pels diferents problemes tipus quan es sel·lecciona Estadístics Resum.

Aquesta taula mostra les preguntes que no són visibles al formulari de selecció de preguntes quan es sel·lecciona al formulari de definició dels paràmetres de les variables aleatòries que a l'estudiant se li presentin les dades resum de la simulació.

<b>Tipus de Variable Aleatòria</b>	<b>Pregunta no Visible</b>
<b>Variable aleatòria Binomial</b>	Estimació puntual del paràmetre $PI$ poblacional.
<b>Variable aleatòria Normal amb Variància Coneguda</b>	Càlcul de la mitjana mostral.
<b>Variable aleatòria Normal amb Variància Desconeguda</b>	Càlcul de la mitjana mostral.
	Càlcul de la desviació tipus.
<b>Variable aleatòria Poisson</b>	Estimació puntual del paràmetre $\lambda$ poblacional.
<b>2 variables aleatòries Binomials</b>	Estimació el paràmetre $PI_1$ poblacional de la primera mostra.
	Estimació el paràmetre $PI_2$ poblacional de la primera mostra.
<b>2 variables aleatòries Normals amb dades aparellades</b>	Càlcul de la mitjana mostral de la diferència dels valors mostrals.
	Càlcul de la desviació tipus de la diferència dels valors mostrals.
<b>2 variables aleatòries Normals amb dades independents i variància coneguda</b>	Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.
	Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.
<b>2 variables aleatòries Normals amb dades independents i variància desconeguda</b>	Calcula la mitjana mostral de la primera mostra.
	Calcula la desviació tipus de la primera mostra.
	Calcula la mitjana mostral de la segona mostra.
	Calcula la desviació tipus de la segona mostra.

X.1.3. Preguntes necessàries quant es s'activa una pregunta en l'edició d'un problema tipus.

Taula per problemes tipus d'una variable aleatòria:

<b>Problemes tipus</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Càlculs que es demanaran abans</b>
<b>Variable aleatòria Binomial</b>	<b>Interval de Confiança</b>	Estimació puntual del paràmetre PI poblacional.
		Estimació de la Variància del l'estimador P.
	<b>Prova d'Hipòtesi</b>	Estimació puntual del paràmetre PI poblacional.
		Estimació de la Variància del l'estimador P.
<b>Variable aleatòria Exponencial</b>	<b>Interval de Confiança</b>	Estimació puntual del paràmetre Beta poblacional.
	<b>Prova d'Hipòtesi</b>	Estimació puntual del paràmetre Beta poblacional.
<b>Variable aleatòria Normal amb Variància Coneguda</b>	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional</b>	Càlcul de la mitjana mostral
		Estimació de la Variància de la mitjana mostral.
<b>Variable aleatòria Normal amb Variància Desconeguda</b>	<b>Estimació de la Variància de la mitjana mostral.</b>	Càlcul de la desviació tipus
	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi per la mitjana poblacional</b>	Càlcul de la mitjana mostral.
		Estimació de la Variància de la mitjana mostral.
<b>Variable aleatòria Poisson</b>	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi</b>	Estimació puntual del paràmetre poblacional lambda.
		Estimació de la variància de la variable aleatòria poisson.

Taula per problemes tipus d'una variable aleatòria:

<b>Problemes tipus per dues mostres</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Càlculs que es demanaran abans</b>
<b>Comparació de 2 variables aleatòries Binomials</b>	<b>Interval de Confiança</b>	Estimació puntual del paràmetre $PI_1$ poblacional.
		Estimació puntual del paràmetre $PI_2$ poblacional.
		Estimació de la variància de la diferència dels paràmetres paràmetre $PI_1$ i $PI_2$
	<b>Prova d'Hipòtesi</b>	Estimació puntual del paràmetre $PI_1$ poblacional.
Estimació puntual del paràmetre $PI_2$ poblacional.		
<b>Comparació de 2 variables aleatòries Normals amb dades aparellades</b>	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi</b>	Calcular la mitjana mostral de la diferència dels valors mostrals
		Calcular la desviació tipus de la diferència dels valors mostrals, $S_d$ .
<b>Comparació de 2 variables aleatòries Normals amb dades independents i variància coneguda</b>	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi per la diferència de les mitjanes poblacionals</b>	Calcular la mitjana mostral de la primera mostra
		Calcular la mitjana mostral de la segona mostra
		Calcular la variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals
<b>Comparació de 2 variables aleatòries Normals amb dades independents i variància desconeguda</b>	<b>Prova d'Hipòtesi per la comparació de les variàncies de les dues mostres</b>	Calcular la mitjana mostral de la primera mostra
		Calcular la mitjana mostral de la segona mostra
		Calcular la desviació tipus de la primera mostra
		Calcular la desviació tipus de la segona mostra
	<b>Estimació de la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals</b>	Calcular la desviació tipus de la primera mostra
		Calcular la desviació tipus de la segona mostra
	<b>Interval de Confiança i Prova d'Hipòtesi per la diferència de les mitjanes poblacionas</b>	Estimació de la Variància de la diferència de les dues mitjanes poblacionals



## X.2. Annexe 2: Taules estadístiques, rutines de les funcions de distribució programades en Java

### X.2.1. Taula per la t-Student

El primer valor de la taula és el calculat pel nostre algorisme i el segon és el calculat per la funció de distribució acumulada d'una t-Student (*tcdf*) de Matlab. Les files de la taula són diferents graus de llibertat i les columnes corresponen a diferents valors de la t-Student.

Es pot veure com aquest mètode proporciona com a mínim 12 decimals correctes i en la majoria dels casos tots els decimals exactes possibles que dona el programa (en aquest cas 16 decimals).

Graus de Llibertat	T=2	T=-1	T=0.5	T=2.5
v=1	0.8524163823495667 0.8524163823495667	0.7500000000000000 0.7500000000000000	0.3524163823495667 0.3524163823495667	0.1211189415908434 0.1211189415908434
v=2	0.9082482904638630 0.9082482904638630	0.7886751345948129 0.7886751345948129	0.3333333333333334 0.3333333333333333	0.0648058601107554 0.0648058601107554
v=3	0.9303370157205785 0.9303370157205784	0.8044988905221147 0.8044988905221148	0.3257239824240755 0.3257239824240756	0.0438533235040327 0.0438533235040328
v=10	0.9633059826146299 0.9633059826146297	0.8295534338489701 0.8295534338489701	0.3139468028714865 0.3139468028714864	0.0157234221183044 0.0157234221183045
v=15	0.9680274963576399 0.9680274963576400	0.8334149320422619 0.8334149320422611	0.3121650567600378 0.3121650567600381	0.0122529016232569 0.0122529016232569
v=25	0.9717620097865514 0.9717620097865514	0.8365540436540793 0.8365540436540793	0.3107238925951142 0.3107238925951144	0.0096715637849714 0.0096715637849714
v=50	0.9745264656311533 0.9745264656311534	0.8389371774498777 0.8389371774498773	0.3096342837558856 0.3096342837558865	0.0078724791365601 0.0078724791365601
v=99	0.9758801533136832 0.9758801533136832	0.8401257629303494 0.8401257629303546	0.3090923220122032 0.3090923220122014	0.0070312984605744 0.0070312984605746
v=100	0.9758939106344327 0.9758939106344338	0.8401379221079386 0.8401379221079295	0.3090867829154435 0.3090867829154498	0.0070228945620387 0.0070228945620384

**X.2.2. Taula per la normal estàndard.**

Aquesta taula conté els valors de la probabilitat acumulada per diferents valors de x. La primera columna correspon al valor donat per la nostra rutina, la segona columna correspon al valor donat per la rutina de Matlab que calcula la funció de distribució acumulada (**normcdf**) i la última columna és la diferència entre els dos valors, l'error de càlcul.

VALOR X	Valor Java	Valor Matlab	ERROR
0	0.5	0.5	0
0.1	0.539827837258983	0.539827837277029	1.80456760645598e-011
0.2	0.57925970940324	0.579259709439103	3.58626461860467e-011
0.3	0.617911422135724	0.617911422188953	5.32281996257211e-011
0.4	0.655421741540392	0.655421741610324	6.99323932096263e-011
0.5	0.691462461188234	0.691462461274013	8.57789395070085e-011
0.6	0.72574688214933	0.725746882249926	1.00595864971353e-010
0.7	0.758036347662693	0.758036347776927	1.14233844605849e-010
0.8	0.788145165606895	0.788144601416603	5.64190291707511e-007
0.9	0.815940467634042	0.81593987465324	5.92980802016641e-007
1	0.841345342812154	0.841344746068543	5.96743611636086e-007
1.1	0.864334517960767	0.864333939053617	5.78907149662022e-007
1.2	0.884930873827459	0.884930329778292	5.44049167161553e-007
1.3	0.903200012533327	0.90319951541439	4.97118937348162e-007
1.4	0.919243783632614	0.919243340766229	4.42866384786633e-007
1.5	0.933193184200966	0.933192798731142	3.85469824171203e-007
1.6	0.945201036634828	0.945200708300442	3.28334385790718e-007
1.7	0.955434811266236	0.955434537241457	2.74024778534887e-007
1.8	0.964069905181907	0.964069680887074	2.24294832484873e-007
1.9	0.971283620363456	0.971283440183998	1.80179457909269e-007
2	0.977250010172025	0.977249868051821	1.42120203827645e-007
2.1	0.982135689539251	0.982135579437183	1.10102067574225e-007
2.2	0.986096636272134	0.986096552486501	8.37856326540987e-008
2.3	0.98927595260269	0.989275889978324	6.26243659151982e-008
2.4	0.991802510037086	0.991802464075404	4.5961682570983e-008
2.5	0.993790367780272	0.993790334674224	3.31060483471646e-008
2.6	0.995338835361245	0.995338811976281	2.33849639652561e-008
2.7	0.996533042377258	0.996533026196959	1.61802989895321e-008
2.8	0.997444880617844	0.997444869669572	1.09482715116016e-008
2.9	0.998134193927218	0.998134186699616	7.22760218341278e-009
3	0.998650106607572	0.99865010196837	4.63920224458292e-009
3.1	0.999032399667099	0.999032396786782	2.88031698492119e-009
3.2	0.999312863777592	0.999312862062084	1.71550829097811e-009
3.3	0.999516576823897	0.999516575857616	9.66280833125666e-010
3.4	0.999663071234949	0.999663070734323	5.00626207156074e-010
3.5	0.99976737114427	0.999767370920964	2.23305485214098e-010

Es pot veure que la rutina implementada té un error màxim de 6 decimals correctes.

**Valors de les Ri en el càlcul de la distribució normal estàndard.****Taula per R<sub>1</sub>:**

j	p <sub>j</sub>	q <sub>j</sub>
0	2.4266795512053175e+002	2.1505887586986120e+002
1	2.1979261618294152e+001	9.1164905404514901e+001
2	6.9963834886191355	1.5082797630407787e+001
3	-3.5609843701815385e-002	1.000000000

**Taula per R<sub>2</sub>:**

j	p <sub>j</sub>	q <sub>j</sub>
0	3.004592610201616005e+002	3.00459260959832933e+002
1	4.519189537118729422e+002	7.909509253278980272e+002
2	3.393208167343436870e+002	9.313540948506096211e+002
3	1.529892850469404039e+002	6.389980264456311665e+002
4	4.316222722205673530e+001	2.775854447439876434e+002
5	7.211758250883093659	7.700015293522947295e+001
6	5.641955174789739711e-001	1.278171731962942351e+001
7	-1.368648573827167067e-007	1.0000000000000000

Taula per  $R_3$ :

$j$	$p_j$	$q_j$
0	-2.99610707703542174e-003	1.06209230528467918e-002
1	-4.94730910623250734e-002	1.91308926107829841e-001
2	-2.26956593539686930e-001	1.05167510706793207
3	-2.78661308609647788e-001	1.98733201817135256
4	-2.23192459734184686e-002	1.0000000000000000

### X.2.3. Taula de la Chi-quadrat.

Aquesta taula conté els valors de la probabilitat acumulada per diferents valors de  $x$  d'una Chi-quadrat amb  $\nu$  graus de llibertat .

En les columnes tenim diferents valors de  $x$ . En les files tenim  $\nu$  que són els graus de llibertat que pot pendre la Chi-quadrat. En cada cel·la de la taula tenim: **Alfa** és el valor proporcionat per la nostra rutina programada en Java, **alfaT** és teoric d'alfa obtingut per la rutina per Matlab que calcula la funció de distribució acumulada d'una Chi-quadrat (**chi2cdf**), i l'**error** és la diferència entre aquests dos valors.

$\nu$	X=1	X=2	X=7	X=10	X=25
2	alfa=0.6065 alfaT=0.6065 error=5.5511e-017	alfa=0.3679 alfaT=0.3679 error=1.1102e-16	alfa=0.0302 alfaT=0.0302 error=0	alfa=0.0067 alfaT=0.0067 error=0	alfa=3.7267e-006 alfaT=3.7267e-006 error=0
3	alfa=0.8013 alfaT=0.8013 error=1.1935e-06	alfa=0.5724 alfaT=0.5724 error=8.6962e-07	alfa=0.0719 alfaT=0.0719 error=3.9622e-08	alfa=0.0186 alfaT=0.0186 error=4.1952e-09	alfa=1.5441e-005 alfaT=1.5440e-005 error=4.2356e-012
5	alfa=0.9626 alfaT=0.9626 error=1.1935e-06	alfa=0.8491 alfaT=0.8491 error=8.6962e-07	alfa=0.2206 alfaT=0.2206 error=3.9622e-08	alfa=0.0752 alfaT=0.0752 error=4.1952e-09	alfa=1.3933e-004 alfaT=1.3933e-004 error=4.2356e-012
10	alfa=0.9998 alfaT=0.9998 error=5.2719e-17	alfa=0.9963 alfaT=0.9963 error=5.3343e-017	alfa=0.7254 alfaT=0.7254 error=2.2204e-16	alfa=0.4405 alfaT=0.4405 error=2.2204e-16	alfa=0.0053 alfaT=0.0053 error=0

Aquesta taula és el resultat de calcular els valors de cua (alfa) d'una distribució Chi-quadrat, calculats amb les funcions programades en Java i comparar-los amb els resultants d'utilitzar la funció de distribució acumulada Chi-quadrat de Matlab. Com es pot veure els valor de les generades per Java dona un error màxim de 5 decimals correctes i en molts casos un error 0.

### X.2.4. Taula de la F-Fischer.

En aquesta taula tenim en les files els graus de llibertats  $\nu$  per cada grandària mostral  $\nu_1$  i  $\nu_2$  i els i en les columnes els valors teòrics d'alfa per una F-Fisher **alfaF**.

Aquesta taula hem calculat els valors de probabilitat (**alfa**) d'una F-Fischer per diferents valors dels graus de llibertat  $\nu_1$  i  $\nu_2$ , i pels diferents valors de **F**.

Els valors donats són calculats mitjançant les rutines programades en Java, i els comparem amb la donada per rutina de Matlab (**fedf**) que calcula la funció de distribució acumulada del la F-Fischer, en aquest cas són les (**alfaF**).

$\nu$	<b>alfaF=0.0500</b>	<b>alfaF=0.0250</b>	<b>alfaF=0.0100</b>	<b>alfaF=0.0010</b>
$\nu_1=4$	F=4.12 alfa=0.0502	F=5.52 alfa=0.0251	F= 7.85 alfa=0.0100	F=17.19 alfa=0.0010
$\nu_2=7$	error=2.3380e-04	error=7.2095e-05	error=1.5626e-05	error=3.7218e-07
$\nu_1=9$	F=4.10 alfa=0.0500	F=5.52 alfa=0.0250	F=7.98 alfa=0.0100	F=18.69 alfa=0.0010
$\nu_2=6$	error=5.4537e-08	error=7.6615e-09	error=6.1783e-10	error=1.4552e-12
$\nu_1=20$	F=2.33 alfa=0.0500	F= 2.76 alfa=0.0250	F=3.37 alfa=0.0100	F=5.25 alfa=0.0010
$\nu_2=15$	error=1.0613e-12	error=1.0925e-13	error=6.4393e-15	error=0
$\nu_1=40$	F=1.59 alfa=0.0500	F=1.74 alfa=0.0250	F=1.94 alfa=0.0100	F=2.41 alfa=9.9304e-004
$\nu_2=60$	error=2.4425e-15	error=1.1102e-15	error=5.5511e-16	error=1.1102e-16

La complexitat en la implementació de la F-Fisher queda reflexada en els resultats. A més, es veu com els resultats depenen dels graus de llibertat. Per graus de llibertat petits, l'error màxim entre la rutina implementada i el valor teòric de Matlab obté només 3 decimals correctes. Mentre que a mida que augmentem els graus de llibertat l'error disminueix, obtenim fins a 15 decimals correctes.

## Capítol XI- CONCLUSIONS

### ***XI.1- Avaluació global.***

L'aplicació de l'estudiant és plenament operativa i proporciona als estudiants una eina d'avaluació i resolució guiada de problemes d'estadística bàsica. També volíem dissenyar una aplicació que fos fàcil d'ampliar i afegir el temari que nosaltres no hem cobert, com ara regressió lineal simple o comparació de  $k$  variables aleatòries. En aquest sentit només cal que es programin les classes adients per aquest tipus de problemes i afegir-les dins dels nostres programes, a l'aplicació del professor perquè el professor pugui editar problemes d'aquests temes i a l'aplicació de l'estudiant perquè els pugui resoldre. Per tant podem dir que aquest és un dels objectius que ens havíem marcat i que hem assolit dintre del projecte.

En canvi l'aplicació del professor només es pot executar en màquines amb entorn Windows i que tingui instal·lada la màquina virtual de java de Microsoft. És un executable que es connecta mitjançant Internet amb el servidor per enviar els problemes que s'editen durant una sessió. L'aplicació del professor no és portable a d'altres sistemes operatius ja que l'edició dels seus formularis és bastant complexa i necessitàvem un entorn de programació visual que facilités la feina tant a nosaltres en la programació com al professor en l'edició dels problemes. Vàrem utilitzar l'entorn Visual J++ de Microsoft que és el que teníem disponible a la facultat, però aquest entorn de programació afegeix llibreries pròpies de Windows dintre del codi de Java, i només és portable a ordinadors amb entorns Windows.

En contrapartida la programació dels formularis d'edició de problemes és més fàcil amb Visual J++ que amb el Java. Amb la versió de Java que nosaltres disposàvem, la programació dels formularis es fa directament amb codi i sense un entorn visual que faciliti la programació, aquest entorn visual és l'entorn que ofereix el Visual J++ de Microsoft, que fa que la programació dels formularis sigui molt més senzilla que amb codi java. Així s'ha aconseguit que l'aplicació del professor permeti una edició fàcil i estructurada dels problemes que es plantejaran a l'estudiant en futures sessions de pràctiques. D'aquesta manera potser no hem assolit un dels objectius que ens marcàvem a l'inici del projecte, intentar fer un conjunt de programes totalment portables a Internet, però s'ha aconseguit un eina que facilita l'edició dels problemes.

El desenvolupament d'aquesta aplicació també ha donat lloc al desenvolupament d'altres eines necessàries per assolir l'objectiu global, una aplicació en la que l'estudiant resolgui de forma seqüencial i guiada els problemes d'estadística bàsica. Aquest és el cas de l'aplicació de les Taules Estadístiques. Aquesta petita eina és molt útil per problemes de proves d'hipòtesi i intervals de confiança. D'aquesta manera aconseguim estalviar espai tant dins de l'aplicació com per l'estudiant, programant les rutines numèriques que aconseguixen els p-valors o els valors de distribucions.

## **XI.2- Possibles ampliacions i millores.**

El conjunt de programes que es presenten dins d'aquest projecte final de carrera, són una versió prototipus del que es va pensar en un principi. Malgrat això, la versió és plenament operativa. En aquest sentit falten afegir entre d'altres mòduls els mòduls de temes com Comparació de k-variables aleatòries i de Regressió Lineal Simple.

Les possibles millores les presentem a continuació:

### **Millores en l'aplicació del Professor**

L'aplicació del professor podria millorar-se en els següents punts:

- En aquests moments l'aplicació no permet la possibilitat de modificar problemes editats anteriorment pel professor. Només cal que es modifiqui la classe Comunicació pel professor, que en aquests moments només envia dades cap al servidor i en cap cas n'agafa d'aquests, per tal de que es crei el canal de sortida del servidor, per on circularien els problemes que el professor volgués editar, a més del canal d'entrada al servidor, que ja existeix. Relacionat amb això estaria la creació de la base de dades per gestionar els problemes creats pel professor, amb la que s'aconseguiria una manipulació dels problemes molt més eficient que amb els fitxers de text.
- En aquests moments l'aplicació és un executable. Es podria plantejar la integració d'aquesta aplicació dins de la intranet docent del departament.
- Es podria millorar la relació usuari i aplicació afegint opcions d'ajuda al passar el ratolí per sobre d'elements com els botons de validació o les etiquetes de les preguntes dels formularis de selecció de preguntes.

### **Millores en l'aplicació de l'Estudiant**

Com l'aplicació del professor l'aplicació de l'estudiant es podria millorar en els següents punts:

- La gestió de les notes dels estudiants es realitza, com ja hem dit, amb un sistema de fitxers que el professor pot exportar a qualsevol fulla de càlcul. Aquests sistema no és del tot eficient, seria millor gestionar tota la informació resultant de les execucions dels estudiants, mitjançant una base de dades.
- Ara mateix l'aplicació de l'estudiant no fa cap descompte per qualsevol error o ajuda demanada. Com ja s'ha vist al manual d'usuari de l'aplicació del professor, aquest té la possibilitat mitjançant el formulari d'edició dels paràmetres de correcció del problema, de modificar els descomptes per ajuda demanada o per error comès. Modificant mínimament l'aplicació d'edició del problemes i l'aplicació de l'estudiant, només afegint dos paràmetres més la cadena de caràcters que el professor envia cap al servidor i canviant mínimament la classe java Avaluació, es

podria variar per cada problema, segons el seu grau de complexitat, els descomptes que es farien per error o ajuda demanada.

- Per tal que el professor conegui els errors dels estudiants, la base de dades que gestioni les notes dels estudiants podria contindre camps que facin referència al número de pregunta en què ha demanat ajuda o ha comès un error, així com el número d'intents fins que l'estudiant ha aconseguit resoldre de forma correcta la pregunta. Encara que el programa no controli aquests paràmetres, el professor pot definir problemes en què només treballi un tema, per exemple intervals de confiança o proves d'hipòtesi, d'aquesta manera pot controlar si els seus estudiants dominen segons quins temes. L'estratègia que ha de seguir el professor es combinar problemes generals, en els què demani la solució total del problema, amb problemes molt més específics, com per exemple que només inclogui una prova d'hipòtesi o intervals de confiança.



## Capítol XII. Bibliografia

### Estadística

William J. Kennedy, Jr i James E. Gentle: *Statistical Computing*  
Ed. Marcel Dekker, INC.

Abramovitz, M. i Stegun, I.A. *Handbook of Mathematical Functions*

Jack Kleijnen and Willem van Groenendaal. *Simulation a Statistical Perspective*

DeGroot, M.H.: *Probabilidad y Estadística*  
Ed. Addison-Wesley

Daniel Peña Sanchez de Revera: *Estadística Modelos y métodos. 1 Fundamentos*  
Ed. Alianza

Transparències de l'assignatura Estadística II de la FIB que es poden trobar a la següent URL:  
<http://www-eio.upc.es/~es2/>

### Java

Judy M. Bishop: *Java Fundamentos de programación*.  
2ª Edición Ed. Addison Wesley

Mary Campione i Katy Walrath: *The Java Tutorial: Object-Oriented Programming for the Internet*  
Second Edition Ed. Addison Wesley

Ken Arnold i James Gosling: *The Java Programming: Language*  
Second Edition Ed. Addison Wesley

Tutorial i ajuda del programa Java WorkShop 2.0

Tutorial i ajuda del programa Visual J++

<http://msdn.microsoft.com/visualj/>

<http://www.sun.es/>

<http://java.sun.com/docs/>

<http://www.uma.es/>

<http://members.es.tripod.de/froufe/introduccion/libro.html>