



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

“EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE ESTADÍSTICA E
INFORMÁTICA BÁSICA EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA
DE LA ESPOL”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentado por:

STALYN GUSTAVO TORRES PUEBLA

GUAYAQUIL- ECUADOR

AÑO

2001

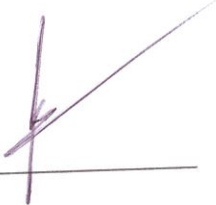
AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas aquellas personas que de una manera u otra ayudaron y colaboraron para la realización de este trabajo, en especial a DIOS y mi familia; al Ing. Luis Rodríguez Ojeda Director de Tesis por su invaluable ayuda.


DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a DIOS, MIS PADRES, MIS HERMANOS, MI FAMILIA y MIS AMIGOS, por ser quienes siempre han estado a mi lado, ayudándome a mejorar cada día.

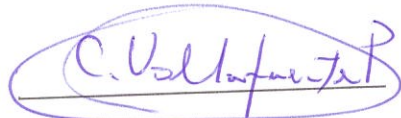
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Félix Ramírez
DIRECTOR DEL ICM



Ing. Luis Rodríguez O.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Carlos Villafuerte
VOCAL

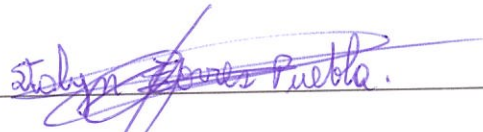


Ing. Francisco Vera
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Stalyn Gustavo Torres Puebla

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo, consiste en evaluar la enseñanza de las materias de Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico en las carreras de ingeniería de la ESPOL. El documento se divide en cinco capítulos en su estructura de presentación.

El primer capítulo contiene una introducción del por qué se escogió estas materias para evaluar su enseñanza, los programas y objetivos detallados de dichas materias, los estudios preliminares realizados, las técnicas estadísticas a ser utilizadas, así como también la definición de las variables de estudio y de las hipótesis que deseamos verificar.

El segundo capítulo consiste en el Marco teórico del estudio, es decir aquí se definen las etapas de una encuesta por muestreo: determinación de la población objetivo, el diseño del cuestionario, el marco muestral, el tipo de muestreo a ser utilizado, la muestra piloto, determinación del tamaño de la muestra, evaluación de la calidad de la encuesta por muestreo.

El capítulo tercero y cuarto, se refieren al procesamiento de los datos para convertirlos a información, utilizando técnicas estadística descriptiva e inferenciales, univariadas y multivariadas. Para estos dos últimos capítulos se utilizó como soporte el paquete estadístico computacional Systat 7.0.

El último capítulo de este trabajo se presentan como conclusiones los resultados relevantes que se obtuvieron en este estudio, así como las respectivas recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE GRAFICOS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	V
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Consideraciones generales de un proceso de evaluación.....	2
1.2.Etapas en el desarrollo del proyecto.....	4
1.2.1.Estudios preliminares.....	4
1.2.2.Variable de estudio.....	5
1.2.3.Hipótesis que se desean verificar.....	6
1.3.Técnicas estadísticas a ser utilizadas en el estudio.....	8
1.4.Ficha académica de los cursos donde se evaluará la enseñanza.....	10
1.4.1.Estadística.....	10
1.4.2.Fundamentos de computación.....	11
1.4.3.Análisis numérico.....	13

II. MARCO TEORICO.....	15
2.1.Población objetivo.....	15
2.2.Diseño del cuestionario.....	16
2.3.Marco muestral.....	17
2.4.Tipo de muestreo.....	18
2.5.Muestra piloto.....	21
2.6.Determinación del tamaño de la muestra.....	22
2.6.1. Afijación de la muestra.....	24
2.6.1.1. Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de estadística.....	25
2.6.1.2. Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de fundamentos de computación.....	28
2.6.1.3. Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de análisis numérico.....	30
2.7.Evaluación de la calidad de la encuesta.....	32
III. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO DE LAS CARACTERÍSTICAS INVESTIGADAS.....	35
3.1.Introducción.....	35

3.2. Estadística descriptiva.....	36
3.3. Análisis estadístico univariado de las características investigadas en la materia de estadística.....	39
3.3.1. Variable N°1: Sexo.....	39
3.3.2. Variable N°2: Número de veces que el estudiante tomó la materia de estadística.....	40
3.3.3. Variable N°3: Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de estadística.....	42
3.3.4. Variable N°4: Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de estadística.....	44
3.3.5. Variable N°5: Pregunta 1.....	47
3.3.6. Variable N°6: Pregunta 2.....	48
3.3.7. Variable N°7: Pregunta 3.....	48
3.3.8. Variable N°8: Pregunta 4.....	49
3.3.9. Variable N°9: Pregunta 5.....	50
3.3.10. Variable N°10: Pregunta 6.....	51
3.3.11. Variable N°11: Pregunta 7.....	52
3.3.12. Variable N°12: Pregunta 8.....	53
3.3.13. Variable N°13: Pregunta 9.....	54
3.3.14. Variable N°14: Pregunta 10.....	55
3.3.15. Variable N°15: Pregunta 11.....	55
3.3.16. Variable N°16: Pregunta 12.....	56

3.3.17.Variable N°17:Pregunta 13.....	57
3.3.18.Variable N°18:Pregunta 14.....	58
3.3.19.Variable N°19:Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.....	59
3.4.Análisis estadístico univariado de las características investigadas en la materia de fundamentos de computación.....	61
3.4.1.Variable N°1: Sexo.....	61
3.4.2.Variable N°2:Número de veces que el estudiante tomó la materia de fundamentos de computación.....	62
3.4.3.Variable N°3:Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación.....	64
3.4.4.Variable N°4:Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de fundamentos de computación.....	65
3.4.5.Variable N°5:Pregunta 1.....	67
3.4.6.Variable N°6:Pregunta 2.....	68
3.4.7.Variable N°7:Pregunta 3.....	69
3.4.8.Variable N°8:Pregunta 4.....	70
3.4.9.Variable N°9:Pregunta 5.....	71
3.4.10.Variable N°10:Pregunta 6.....	72
3.4.11.Variable N°11:Pregunta 7.....	73
3.4.12.Variable N°12:Pregunta 8.....	74
3.4.13.Variable N°13:Pregunta 9.....	75

3.4.14.Variable N°14:Pregunta 10.....	76
3.4.15.Variable N°15:Pregunta 11.....	77
3.4.16.Variable N°16:Pregunta 12.....	78
3.4.17.Variable N°17:Pregunta 13.....	79
3.4.18.Variable N°18:Pregunta 14.....	80
3.4.19.Variable N°19:Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.....	81
3.5.Análisis estadístico univariado de las características investigadas en la materia de análisis numérico.....	83
3.5.1.Variable N°1: Sexo.....	83
3.5.2.Variable N°2:Número de veces que el estudiante tomó la materia de análisis numérico.....	84
3.5.3.Variable N°3:Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de análisis numérico.....	86
3.5.4.Variable N°4:Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de análisis numérico.....	87
3.5.5.Variable N°5:Pregunta 1.....	89
3.5.6.Variable N°6:Pregunta 2.....	90
3.5.7.Variable N°7:Pregunta 3.....	91
3.5.8.Variable N°8:Pregunta 4.....	92
3.5.9.Variable N°9:Pregunta 5.....	93
3.5.10.Variable N°10:Pregunta 6.....	94

3.5.11.Variable N°11:Pregunta 7.....	95
3.5.12.Variable N°12:Pregunta 8.....	96
3.5.13.Variable N°13:Pregunta 9.....	97
3.5.14.Variable N°14:Pregunta 10.....	98
3.5.15.Variable N°15:Pregunta 11.....	99
3.5.16.Variable N°16:Pregunta 12.....	100
3.5.17.Variable N°17:Pregunta 13.....	101
3.5.18.Variable N°18:Pregunta 14.....	102
3.5.19.VariableN°19:Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.....	103
3.6.Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de estadística.....	105
3.6.1.Variable N°1: Sexo.....	105
3.6.2.Variable N°2: Edad.....	105
3.6.3.Variable N°3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.....	106
3.6.4.Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.....	108
3.6.5.Variable N°5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de estadística.....	109

3.6.6.Variable N°6: Temas de estadística que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.....	111
3.6.7.Variable N°7: Temas de estadística que podrían ser eliminados.....	112
3.6.8.Variable N°8: Temas de estadística que han sido utilizados en tesis.....	113
3.6.9.Variable N°9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de estadística.....	115
3.6.10.Variable N°10: La formación en estadística de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	115
3.6.11.Variable N°11: La formación en estadística de un estudiante politécnico en general.....	117
3.7.Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de fundamentos de computación.....	118
3.7.1.Variable N°1: Sexo.....	118
3.7.2.Variable N°2: Edad.....	119
3.7.3.Variable N°3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.....	120
3.7.4.Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.....	121

3.7.5.Variable N°5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de fundamentos de computación.....	122
3.7.6.Variable N°6: Temas de fundamentos de computación que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería..	124
3.7.7.Variable N°7: Temas de fundamentos de computación que pueden ser eliminados.....	125
3.7.8.Variable N°8: Temas de fundamentos de computación que han sido utilizados en tesis.....	127
3.7.9.Variable N°9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de fundamentos de computación.....	128
3.7.10.Variable N°10: La formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	128
3.7.11.Variable N°11: La formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico en general.....	129
3.8.Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de análisis numérico.....	131
3.8.1.Variable N°1: Sexo.....	131
3.8.2.Variable N°2: Edad.....	131

3.8.3.Variable N°3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.....	132
3.8.4.Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.....	133
3.8.5.Variable N°5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de análisis numérico.....	135
3.8.6.Variable N°6: Temas de análisis numérico que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.....	137
3.8.7.Variable N°7: Temas de análisis numérico que pueden ser eliminados.....	138
3.8.8.Variable N°8: Temas de fundamentos de computación que han sido utilizados en tesis.....	140
3.8.9.Variable N°9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de análisis numérico.....	141
3.8.10.Variable N°10: La formación en análisis numérico de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	141
3.8.11.Variable N°11: La formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico en general.....	142

IV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO DE LAS CARACTERÍSTICAS INVESTIGADAS.....	144
4.1. Introducción.....	144
4.2. Tablas de contingencia.....	146
4.3. Análisis de componentes principales.....	148
4.4. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de estadística.....	153
4.4.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de estadística.....	153
4.4.2. Análisis de correlación.....	158
4.4.3. Análisis de componentes principales.....	159
4.5. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de fundamentos de computación.....	167
4.5.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de fundamentos de computación.....	167
4.5.2. Análisis de correlación.....	173
4.5.3. Análisis de componentes principales.....	173
4.6. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de análisis numérico.....	179
4.6.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de análisis numérico.....	180

4.6.2. Análisis de correlación.....	185
4.6.3. Análisis de componentes principales.....	186

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
GRAFICO 3.1: Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de estadística.....	39
GRAFICO 3.2: Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que los estudiantes toman la materia de estadística.....	40
GRAFICO 3.3: Histograma de frecuencias absolutas: Promedios.....	43
GRAFICO 3.4: Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo desde que aprobaron la materia.....	45
GRAFICO 3.5: Diagrama circular: Pregunta 1.....	47
GRAFICO 3.6: Diagrama circular: Pregunta 2.....	48
GRAFICO 3.7: Diagrama circular: Pregunta 3.....	49
GRAFICO 3.8: Diagrama circular: Pregunta 4.....	50
GRAFICO 3.9: Diagrama circular: Pregunta 5.....	51
GRAFICO 3.10: Diagrama circular: Pregunta 6.....	52
GRAFICO 3.11: Diagrama circular: Pregunta 7.....	53
GRAFICO 3.12: Diagrama circular: Pregunta 8.....	54
GRAFICO 3.13: Diagrama circular: Pregunta 9.....	54
GRAFICO 3.14: Diagrama circular: Pregunta 10.....	55
GRAFICO 3.15: Diagrama circular: Pregunta 11.....	56

GRAFICO 3.16: Diagrama circular: Pregunta 12.....	57
GRAFICO 3.17: Diagrama circular: Pregunta 13.....	58
GRAFICO 3.18: Diagrama circular: Pregunta 14.....	59
GRAFICO 3.19: Histograma de frecuencias absolutas: # de respuestas correctas por estudiante.....	60
GRAFICO 3.20: Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de fundamentos de computación.....	61
GRAFICO 3.21: Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que los estudiantes toman la materia de fundamentos de computación.....	62
GRAFICO 3.22: Histograma de frecuencias absolutas: Promedios.....	64
GRAFICO 3.23: Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo desde que aprobaron la materia.....	66
GRAFICO 3.24: Diagrama circular: Pregunta 1.....	68
GRAFICO 3.25: Diagrama circular: Pregunta 2.....	69
GRAFICO 3.26: Diagrama circular: Pregunta 3.....	70
GRAFICO 3.27: Diagrama circular: Pregunta 4.....	71
GRAFICO 3.28: Diagrama circular: Pregunta 5.....	72
GRAFICO 3.29: Diagrama circular: Pregunta 6.....	73
GRAFICO 3.30: Diagrama circular: Pregunta 7.....	74
GRAFICO 3.31: Diagrama circular: Pregunta 8.....	75
GRAFICO 3.32: Diagrama circular: Pregunta 9.....	76

GRAFICO 3.33: Diagrama circular: Pregunta 10.....	77
GRAFICO 3.34: Diagrama circular: Pregunta 11.....	78
GRAFICO 3.35: Diagrama circular: Pregunta 12.....	79
GRAFICO 3.36: Diagrama circular: Pregunta 13.....	80
GRAFICO 3.37: Diagrama circular: Pregunta 14.....	81
GRAFICO 3.38: Histograma de frecuencias absolutas: # de respuestas correctas por estudiante.....	82
GRAFICO 3.39: Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de análisis numérico.....	83
GRAFICO 3.40: Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que los estudiantes toman la materia de análisis numérico.....	84
GRAFICO 3.41: Histograma de frecuencias absolutas: Promedios.....	86
GRAFICO 3.42: Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo desde que aprobaron la materia.....	88
GRAFICO 3.43: Diagrama circular: Pregunta 1.....	90
GRAFICO 3.44: Diagrama circular: Pregunta 2.....	91
GRAFICO 3.45: Diagrama circular: Pregunta 3.....	92
GRAFICO 3.46: Diagrama circular: Pregunta 4.....	93
GRAFICO 3.47: Diagrama circular: Pregunta 5.....	94
GRAFICO 3.48: Diagrama circular: Pregunta 6.....	95
GRAFICO 3.49: Diagrama circular: Pregunta 7.....	96
GRAFICO 3.50: Diagrama circular: Pregunta 8.....	97

GRAFICO 3.51: Diagrama circular: Pregunta 9.....	98
GRAFICO 3.52: Diagrama circular: Pregunta 10.....	99
GRAFICO 3.53: Diagrama circular: Pregunta 11.....	100
GRAFICO 3.54: Diagrama circular: Pregunta 12.....	101
GRAFICO 3.55: Diagrama circular: Pregunta 13.....	102
GRAFICO 3.56: Diagrama circular: Pregunta 14.....	103
GRAFICO 3.57: Histograma de frecuencias absolutas: # de respuestas correctas por estudiante.....	104
GRAFICO 3.58: Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de estadística.....	105
GRAFICO 3.59: Histograma de frecuencias absolutas: Unidad académica.....	107
GRAFICO 3.60: Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	109
GRAFICO 3.61: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadísticas más utilizados.....	111
GRAFICO 3.62: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.....	112
GRAFICO 3.63: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística que podrían ser eliminados.....	113

GRAFICO 3.64: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística utilizados en tesis.....	114
GRAFICO 3.65: Histograma de frecuencias absolutas: Formación en estadística de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	116
GRAFICO 3.66: Histograma de frecuencias absolutas: Formación en estadística de un estudiante politécnico en general.....	118
GRAFICO 3.67: Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de fundamentos de computación.....	119
GRAFICO 3.68: Histograma de frecuencias absolutas: Unidad académica.....	120
GRAFICO 3.69: Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	122
GRAFICO 3.70: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación más utilizados	124
GRAFICO 3.71: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.....	125
GRAFICO 3.72: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación que podrían ser eliminados.....	126

GRAFICO 3.73:	Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación utilizados en tesis	127
GRAFICO 3.74:	Histograma de frecuencias absolutas: Formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	129
GRAFICO 3.75:	Histograma de frecuencias absdutas: Formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico en general.....	130
GRAFICO 3.76:	Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de análisis numérico.....	131
GRAFICO 3.77:	Histograma de frecuencias absolutas: Unidad académica.....	133
GRAFICO 3.78:	Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	135
GRAFICO 3.79:	Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico más utilizados.....	137
GRAFICO 3.80:	Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.....	138
GRAFICO 3.81:	Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico que podrían ser eliminados	139

GRAFICO 3.82: Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico utilizados en tesis.....	140
GRAFICO 3.83: Histograma de frecuencias absolutas: Formación en análisis de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.....	142
GRAFICO 3.84: Histograma de frecuencias absolutas: Formación en análisis numérico de un estudiante politécnico en general.....	143

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA I:	Tamaño de la población de estudiantes de estadística por facultad.....25
TABLA II:	Estimaciones de la muestra piloto realizada a los estudiantes de estadística.....26
TABLA III:	Tamaño de muestra de los estudiantes de estadística por estrato.....28
TABLA IV:	Tamaño de la población de estudiantes de fundamentos de computación por facultad.....28
TABLA V:	Estimaciones de la muestra piloto realizada a los estudiantes de fundamentos de computación.....29
TABLA VI:	Tamaño de muestra de los estudiantes de fundamentos de computación por estrato.....30
TABLA VII:	Tamaño de la población de estudiantes de análisis numérico por facultad.....31
TABLA VIII:	Estimaciones de la muestra piloto realizada a los estudiantes de análisis numérico.....31
TABLA IX:	Tamaño de muestra de los estudiantes de análisis numérico por estrato.....32

TABLA X:	Estadística descriptiva: Número de veces que los estudiantes toman la materia de estadística.....	41
TABLA XI:	Estadística descriptiva: Promedios.....	43
TABLA XII:	Estadística descriptiva: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.....	46
TABLA XIII:	Estadística descriptiva: Número de respuestas correctas por estudiantes.....	59
TABLA XIV:	Estadística descriptiva: Número de veces que los estudiantes toman la materia de fundamentos de computación.....	63
TABLA XV:	Estadística descriptiva: Promedio.....	65
TABLA XVI:	Estadística descriptiva: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.....	67
TABLA XVII:	Estadística descriptiva: Número de respuestas correctas por estudiantes.....	81
TABLA XVIII:	Estadística descriptiva: Número de veces que los estudiantes toman la materia de estadística.....	85
TABLA XIX:	Estadística descriptiva: Promedio.....	87
TABLA XX:	Estadística descriptiva: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.....	89
TABLA XXI:	Estadística descriptiva: Número de repuestas correctas por estudiantes.....	103

TABLA XXII:	Estadística descriptiva: Edad de las personas entrevistadas en la materia de estadística.....	106
TABLA XXIII:	Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	108
TABLA XXIV:	Estadística descriptiva: Edad de las personas entrevistadas en la materia de fundamentos de computación.....	119
TABLA XXV:	Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	121
TABLA XXVI:	Estadística descriptiva: Edad de las personas entrevistadas en la materia de análisis numérico.....	132
TABLA XXVII:	Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.....	134
TABLA XXVIII:	Listado de variables de estudio utilizadas en el análisis de correlación y componentes principales.....	145
TABLA XXIX:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y Sexo (fila).....	154
TABLA XXX:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de estadística (fila).....	155
TABLA XXXI:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de estadística (fila).....	157

TABLA XXXII:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de estadística (fila).....	158
TABLA XXXIII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de estadística.....	160
TABLA XXXIV:	Matriz de cargas utilizando la matriz estandarizada.....	161
TABLA XXXV:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales aplicando rotación de las variables analizadas en los estudiantes de estadística.....	163
TABLA XXXVI:	Matriz de cargas aplicando rotación estandarizada.....	164
TABLA XXXVII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de estadística utilizando la matriz de datos original.....	165
TABLA XXXVIII:	Matriz de cargas utilizando la matriz de datos original.....	166
TABLA XXXIX:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y Sexo (fila).....	168
TABLA XL:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de fundamentos de computación (fila).....	170

TABLA XLI:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación (fila).....	171
TABLA XLII:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de fundamentos de computación (fila).....	172
TABLA XLIII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de fundamentos de computación.....	174
TABLA XLIV:	Matriz de cargas utilizando la matriz estandarizada.....	175
TABLA XLV:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales aplicando rotación de las variables analizadas en los estudiantes de fundamentos de computación.....	175
TABLA XLVI:	Matriz de cargas aplicando rotación estandarizada.....	177
TABLA XLVII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de fundamentos de computación utilizando la matriz de datos original.....	178
TABLA XLVIII:	Matriz de cargas utilizando la matriz de datos original.....	179

TABLA XLIX:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y Sexo (fila).....	181
TABLA L:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de análisis numérico (fila).....	182
TABLA LI:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de análisis numérico (fila).....	183
TABLA LII:	Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de análisis numérico (fila).....	185
TABLA LIII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de análisis numérico.....	187
TABLA LIV:	Matriz de cargas utilizando la matriz estandarizada.....	188
TABLA LV:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales aplicando rotación de las variables analizadas en los estudiantes de análisis numérico.....	189
TABLA LVI:	Matriz de cargas aplicando rotación estandarizada.....	190

TABLA LVII:	Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de análisis numérico utilizando la matriz de datos original.....	191
TABLA LVIII:	Matriz de cargas utilizando la matriz de datos original.....	191

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio tiene como objetivo general determinar si la enseñanza de las materias de Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico satisfacen los requerimientos de las distintas carreras de ingeniería de la ESPOL.

Estas materias fueron escogidas para el estudio, debido a la gran importancia que han adquirido en los últimos años ya que tanto la Estadística como la Informática están directamente relacionadas con el área de información y servicio que se constituyen en el sector de la economía que más oportunidades ofrece en el mundo actual.

El Instituto de Ciencias Matemáticas tiene a su cargo la enseñanza de tales materias en el Ciclo Básico, como soporte de las tradicionales y nuevas carreras de ingeniería.

1.1. Consideraciones generales de un proceso de evaluación.

La evaluación consiste en el análisis crítico en términos cuantitativos y cualitativos del cumplimiento parcial o total de un plan.

La evaluación es una tarea esencial de la planificación y tiene por objetivo medir el grado de cumplimiento de los objetivos y metas generales de un plan, así como la medición de los objetivos y metas establecidas en los programas y proyectos.

La evaluación deberá consistir básicamente en una confrontación de los objetivos y metas propuestos con los resultados alcanzados.

En vista de que la planificación es un proceso continuo, los datos que la etapa de evaluación arroje sobre el desarrollo del plan, constituirán los elementos básicos para la replanificación. Hay que indicar que si bien es cierto que la evaluación se la señala como la etapa final de un plan, existe sin embargo, una evaluación continua a través de todo el proceso, desde la preplanificación hasta la

ejecución. En efecto, la evaluación continua permite realizar los reajustes necesarios a medida que se desarrollan las actividades.

Existen diversos factores que se estudian para evaluar la enseñanza a nivel de educación superior, tales como determinar: si los docentes utilizan procedimientos adecuados para el dictado de sus clases, si los alumnos dedican el tiempo adecuado para el estudio de una determinada materia, si el programa de estudio con que se cuenta satisface ciertos requerimientos, si los estudiantes cuentan con las herramientas suficientes para tener un buen rendimiento académico, etc., sin embargo este estudio medirá dos características que se consideran importantes para llegar a una conclusión válida y que serán nuestros objetivos específicos.

Dentro de los objetivos específicos del estudio tenemos:

1. Determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes que han cursado las materias de Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico.
2. Determinar si la enseñanza de estas materias debe readecuarse, en la medida en que las distintas carreras de ingeniería apliquen estos conocimientos.

Como un objetivo general tenemos:

3. Establecer una estrategia para estudios similares.

Para el análisis del primer punto se tendrá como población objeto de estudio los estudiantes de las distintas carreras de ingeniería que ya han cursado las materias anteriormente citadas y para el análisis del segundo punto tendremos como población objeto del estudio a docentes, decanos, coordinadores y egresados de las distintas facultades de ingeniería.

1.2. Etapas en el desarrollo del proyecto.

Antes de realizar la recolección de la información requerida, se realizaron los siguientes puntos que dieron un mejor enfoque para la comprensión del tema a ser estudiado:

1.2.1. Estudios preliminares

En esta etapa del proyecto se realizó entrevistas con el Dr. José Marín y el Ing. Eduardo Orces, docentes de la ESPOL que dictan la

materia de Análisis Numérico en ingeniería básica quienes proporcionaron las siguientes sugerencias de lo que se debería evaluar:

1. Que se revise el currículo de las materias de cada carrera para determinar que temas tienen una mayor aplicación y que en Ingeniería básica no se lo enseña de una manera profunda o viceversa.
2. Analizar los programas de estudio de las materias de Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico, para utilizar en la enseñanza programas de computación que tengan una amplia aplicación actualmente.

Otro estudio preliminar que se realizó fue el de recolectar los flujos de materias de las distintas carreras de ingeniería para determinar en que materias se requiere tener aprobado Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico.

1.2.2. Variables de estudio.

Variables son características que deseamos investigar de una población y que son medidas en escala numérica.

Dentro de las variables que serán objeto de nuestra investigación se encuentran las siguientes:

1. Nivel de conocimientos (de los estudiantes de las carreras de ingeniería).
2. Sexo de los estudiantes.
3. Número de veces que los estudiantes repiten las materias.
4. Carrera que sigue.
5. Tiempo transcurrido desde que el estudiante aprobó la materia.
6. Cambios en el programa de estudios.
7. Rendimiento de los estudiantes (cuando cursan materias de facultad que requieren de los conocimientos en las materias anteriormente citadas).
8. Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia.

1.2.3. Hipótesis que se desean verificar .

En la mayoría de las investigaciones llevamos a cabo estudios con el propósito de probar hipótesis que derivamos de las teorías de la investigación realizada. Una vez establecida una hipótesis estadística que nos parece importante para cierta teoría, recabamos

datos que nos permitan decidir acerca de esa hipótesis. Nuestra decisión puede conducirnos a sostener, revisar o rechazar la hipótesis y la teoría de la cual se originó.

Para lograr una decisión objetiva acerca de si la hipótesis particular es confirmada por un conjunto de datos, debemos tener un procedimiento objetivo para rechazar o bien aceptar tal hipótesis.

Dentro de las hipótesis que se plantean verificar y en los cuales se sustenta el siguiente estudio tenemos:

- Si el plan de estudio de las materias Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico necesita modificación.
- Si los estudiantes que han cursado estas materias tienen una base sólida de conocimientos.
- Si la carrera que se sigue influye en el que los estudiantes se interesen por estudiar estas materias.
- Si el tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron las materias influyen en el nivel de conocimientos.
- Si el número de veces que un estudiante cursa la materia influye en el nivel de conocimientos.

- Si las herramientas de computación enseñadas actualmente tienen aplicación en las distintas carreras de ingeniería.
- Si el promedio con el que un estudiante aprueba la materia está relacionado con el nivel de conocimientos.

1.3. Técnicas estadísticas a ser utilizadas en el estudio.

Estadística es la ciencia que trata de los métodos y medios para recolectar, presentar, analizar e interpretar datos con el objeto de tomar decisiones más eficaces.

Para lograr el objetivo de la investigación una de las técnicas utilizadas serán encuestas por muestreo.

Una encuesta por muestreo es una técnica que permite hacer inferencias de la población de la cual fue seleccionada la muestra.

El diseño de una encuesta comprende varios aspectos íntimamente ligados ya que el fallo de cualquiera de ellas puede invalidar la encuesta en su totalidad, estos son:

1. Definición del tema.
2. Determinación de la población objetivo.

3. Diseño del cuestionario.
4. Etapa experimental (Muestra piloto).
5. Diseño de la muestra.
6. Campo Operativo (Captura de información).
7. Digitación de los datos.
8. Análisis de resultados.
9. Entrega de resultados.

El análisis de los resultados de la encuesta por muestreo se dividirá en dos etapas:

Primero se realizará el análisis de cada variable donde se empleará Estadística Descriptiva.

La estadística descriptiva trata de la presentación de datos en gráficas o en distribuciones de frecuencia (histogramas, ojivas, diagramas de caja, etc.), y de aplicar diversos promedios y medidas de dispersión (medias, varianzas, medianas, modas, sesgos, kurtosis, rangos, etc.).

Luego para el análisis multivariado se empleará Estadística Inferencial y técnicas del análisis multivariado.

La estadística inferencial funciona tomando una muestra de una población y efectuando estimaciones acerca de una característica de esa población con base en los resultados de muestreo (Contraste de Hipótesis, Tablas de Contingencia, etc.).

Dentro de las técnicas del análisis multivariado tenemos: Análisis de Correlación, Componentes Principales, Métodos de Rotación de Factores.

1.4. Fichas académicas de los cursos donde se evaluará la enseñanza.

1.4.1. Estadística

Para cursar esta materia se debe cumplir un requisito: tener aprobada la materia de Cálculo II.

Objetivos Específicos:

1. Presentar al estudiante de ingeniería los conceptos fundamentales de la teoría de las probabilidades en lo que se basa la estadística inferencial.

2. Familiarizar al cursante con los principios estadísticos del límite central.
3. Hacer que el estudiante conozca y domine técnicas y estadística de uso frecuente en Ingeniería, particularmente en áreas como Regresión Lineal, Control Estadístico de Calidad y Confiabilidad.

Programa detallado:

1. Estadística Descriptiva
2. Probabilidad y Variable Aleatoria.
3. Variables Aleatorias Discretas.
4. Variables Aleatorias Continuas.
5. El Teorema del Límite Central
6. Estimación Puntual y de Intervalos.
7. Prueba de Hipótesis
8. Regresión Lineal y Análisis de Varianza.
9. Control Estadístico de Calidad.

1.4.2. Fundamentos de Computación

Para cursar esta materia no se debe de tener ningún pre-requisito.

Objetivos Específicos:

1. Familiarizar al estudiante con la terminología y estructura básica del computador.
2. Impartir conocimientos acerca de algoritmos, diagramación complejidad de algoritmos, estructuras de datos y programación estructurada.
3. Resolución de problemas matemáticos y de Ingeniería con un lenguaje de programación estructurada.

Programa Detallado:

1. Terminología computacional y estructura básica del computador.
2. Representación de datos y sistemas de numeración.
3. Análisis formal de algoritmos, eficiencia y representación.
4. Uso práctico del lenguaje C /C++.
5. Desarrollo computacional de aplicaciones numéricas.
6. Desarrollo computacional de aplicaciones con caracteres.
7. Desarrollo computacional de aplicaciones con gráficos.
8. Desarrollo computacional de aplicaciones con archivos.
9. Metodología de programación modular: funciones y recursión.

10. Introducción al desarrollo computacional de aplicaciones con estructuras de datos avanzadas: pilas, colas, listas.

11. Introducción a la metodología de programación orientada a objetos.

12. Introducción al uso de utilitarios informáticos básicos.

1.4.3. Análisis Numérico

Para cursar esta materia se debe cumplir un requisito: tener aprobada la materia de Fundamentos de Computación

Objetivos específicos:

1. Proporcionar al estudiante métodos de cálculo numérico, incluyendo sus fundamentos matemáticos.
2. Criterio de error e implementación en un computador.
3. El estudiante es entrenado en la resolución de problemas matemáticos y de algunas áreas de ingeniería.

Programa detallado:

1. Fundamentos de los métodos numéricos.
2. Solución de ecuaciones no lineales.

3. Polinomios y raíces de polinomios.
4. Matrices y soluciones de sistemas de ecuaciones
5. Interpolación.
6. Estimación de parámetros de mínimos cuadrados.
7. Integración Numérica.
8. Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
9. Ecuaciones diferenciales parciales.

Tener aprobadas estas materias a su vez constituyen un requisito que deben cumplir los estudiantes que desean cursar ciertas materias de facultad, ya que se necesita como base estos conocimientos.

Capítulo 2

2. MARCO TEORICO

En este capitulo se detallarán las etapas que se desarrollarán para llevar a cabo el presente estudio. Las etapas serán explicadas en el orden que se recomienda hacer el diseño de una encuesta, estas etapas son:

2.1. Población objetivo

La población objetivo es la que se intenta investigar, como el presente estudio consta de dos objetivos definidos, los cuales son:

1. Determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes que han cursado las materias de Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico.

2. Determinar si la enseñanza de estas materias debe readecuarse, en la medida en que las distintas carreras de ingeniería apliquen estos conocimientos.

Tendremos para cada objetivo una población distinta, para el primer objetivo la población objeto de este estudio serán todos los estudiantes de las carreras de Ingeniería de la ESPOL.

Para el segundo objetivo la población objeto del estudio son los profesores, coordinadores, decanos y egresados de las distintas carreras de ingeniería de la ESPOL.

2.2. Diseño del cuestionario

El cuestionario es el medio de comunicación entre el que solicita los datos y el respondiente, así como un documento de trabajo para los codificadores, depuradores y perforistas, que permite el tratamiento informático de los datos.

El cuestionario se suele estructurar en secciones y estas en preguntas que deberían ser fáciles de comprender y contestar.

Atendiendo estos lineamientos, para cumplir con el primer objetivo se diseñaron tres cuestionarios: el primero correspondiente a determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes en Estadística, el segundo correspondiente a determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes en Fundamentos de Computación y el tercero es el correspondiente a determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes en Análisis Numérico.

Para cumplir con el segundo objetivo también se diseñó un cuestionario para los profesores, coordinadores, decanos y egresados.

Los cuestionarios se los encontrará en los anexos.

2.3. Marco muestral

Antes de ser seleccionada la muestra, la población debe ser dividida en partes llamadas unidades de muestreo o unidades, estas deben cubrir la totalidad de la población objeto de estudio y no asumir que todo elemento de la población pertenece a una y solamente una unidad.

Por lo tanto el marco muestral es un listado de unidades a partir del cual se selecciona la muestra.

Tendremos para cada objetivo un marco muestral distinto, para el primer objetivo el marco muestral correspondiente es el listado de los estudiantes de las distintas carreras de ingeniería de la ESPOL.

Para el segundo objetivo el marco muestral correspondiente es el listado de profesores, coordinadores, decanos y egresados de las distintas carreras de ingeniería de la ESPOL.

2.4. Tipo de muestreo

En muchos casos puede no ser posible o conveniente obtener información de todas las unidades de la población limitándose las observaciones a un subconjunto de la misma a la que denominaremos muestra.

Existen actualmente una gran variedad de planes para seleccionar una muestra por lo cual para el primero y segundo objetivo del presente estudio se utilizará Muestreo Estratificado.

En este tipo de muestreo con objeto de mejorar las estimaciones mediante el previo agrupamiento de los elementos más parecidos entre sí, se divide la población en subpoblaciones o estratos, dentro de cada una de los cuales se hace una selección aleatoria. En realidad el método que acabamos de definir debe denominarse muestreo estratificado aleatorio, ya que el solo hecho de estratificar no determina el procedimiento de selección empleado dentro de cada estrato.

Para los dos objetivos de este estudio se estratificará la población por facultades, es decir la población será dividida en cuatro estratos que son los siguientes:

- Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT).
- Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM).
- Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC).
- Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP).

A continuación se presentará las distintas carreras de ingeniería por facultad con su respectivo número de estudiantes, correspondientes al primer término del año 2000:

- Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT)
 - Ingeniería en Minas 16 estudiantes
 - Ingeniería en Petróleo 38 estudiantes
 - Ingeniería en Geología 25 estudiantes
 - Ingeniería Civil 67 estudiantes

- Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM)
 - Ingeniería Naval
 - Especialización: Construcción y reparación 18 estudiantes
 - Especialización: Civil 13 estudiantes

- Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
 - Ingeniería en Electrónica y Telecomunicación 406 estudiantes
 - Ingeniería en Electricidad
 - Especialización: Potencia 121 estudiantes
 - Especialización: Industrial 189 estudiantes
 - Ingeniería en Computación 307 estudiantes

- Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP)
 - Ingeniería Mecánica 187 estudiantes
 - Ingeniería y Administración de la producción

Industrial	282 estudiantes
- Ingeniería en Alimentos	77 estudiantes
- Ingeniería Agropecuaria	80 estudiantes

2.5. Muestra piloto

La muestra piloto aparte de que nos ayuda a estimar los parámetros poblacionales para determinar el tamaño de la muestra, también es importante para ensayar el cuestionario en condiciones reales y poner a prueba los aspectos fundamentales de la muestra principal.

La encuesta piloto debe tener una estructura similar a la de la encuesta principal. Por supuesto, los papeles de tiempo y medios juegan un papel importante en su diseño.

Se propone la inclusión de la muestra piloto de algunas cuestiones específicas que a continuación recogeremos en forma breve:

- Idoneidad del marco propuesto para seleccionar la muestra.
- Variabilidad de ciertos caracteres, con relación a la materia objeto de estudio. En general, el tamaño de la muestra piloto no es lo suficientemente grande como para determinar el tamaño de

la muestra de la encuesta principal. La información obtenida en la primera debe suplementarse con cualquier otra información pertinente de que se disponga.

- Tasa esperada de falta de respuesta, con distinción de negativas y ausentes.
- Idoneidad del método de recolección de datos y del cuestionario.
- Eficacia de las instrucciones dadas a los entrevistadores y codificadores, y en general de la organización del trabajo.
- Probable coste y duración de la encuesta principal.

2.6. Determinación del tamaño de la muestra

Al determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes de las carreras de ingeniería el tamaño de la muestra diferirá dependiendo si el estudio es para estadística, fundamentos de computación y análisis numérico, debido a que el número de estudiantes que han aprobado cada una de estas materias es diferente.

En el caso de muestreo estratificado aleatorio con proporciones que es el tipo de muestreo que se utilizará en este estudio, con una afijación de mínima varianza, con el error máximo admisible y con la

confianza fijados, mediante la siguiente ecuación podemos calcular n (el tamaño de muestra):

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

Donde:

$$n_o = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot P \cdot Q}{E^2}$$

N = Tamaño de la población.

E = La precisión prefijada, representada por el error máximo admisible.

$Z_{\alpha/2}$ = El grado de seguridad o confianza.

P = Proporción de elementos en la muestra que tienen una característica particular.

Q = (1 - P). Proporción de elementos en la muestra que no tienen la característica de interés.

Los estimadores de los parámetros P y Q se los obtiene a partir de una muestra piloto.

E y $Z_{\alpha/2}$ los fija el investigador, de acuerdo a su experiencia.

2.6.1. Afijación de la muestra

Luego de seleccionar el tamaño de la muestra es necesario realizar la afijación de la muestra que es el reparto, asignación, adjudicación o distribución del tamaño muestral n entre los diferentes estratos. Esto es, a la determinación de los valores de n_h para $h=1,2,\dots,l$ que verifiquen:

$$n_1+n_2+n_3+\dots+n_l = n$$

donde l representa el número de estratos.

Pueden establecerse muchas afijaciones o maneras de repartir la muestra, pero las más importantes son: la afijación uniforme, la afijación proporcional, la de mínima varianza y la óptima, de la cual se elegirá para este estudio la afijación de mínima varianza, que consiste en determinar los valores de n_h de forma que para un tamaño de muestra fijo igual a n la varianza sea mínima. Esta afijación para cada uno de los estratos se calcula de la siguiente manera:

$$n_h = n \cdot \frac{N_h \cdot \sqrt{P \cdot Q}}{\sum_{h=1}^l N_h \cdot \sqrt{P \cdot Q}}$$

n = Tamaño de la muestra.

N_h = Tamaño de la población en el estrato h .

n_h = Tamaño de la muestra en el estrato h .

2.6.1.1 Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de Estadística.

El tamaño de la población aquí es de $N=1826$ estudiantes, los que se encuentra distribuidos por facultad de la siguiente manera:

Tabla I
Tamaño de la población de estudiantes de estadística por facultad.

Facultad	Tamaño de la población en cada estrato (N_h)
FIMCP	626 estudiantes
FIEC	1023 estudiantes
FIMCM	31 estudiantes
FICT	146 estudiantes

Como se mencionó anteriormente para estimar los parámetros poblacionales P y Q es necesario la realización de una muestra piloto, cuyo tamaño queda a criterio del investigador, para este caso se eligió un tamaño de muestra piloto de 40 estudiantes, la cual nos dio los siguientes resultados:

Tabla II
Estimaciones de la muestra piloto realizada
a los estudiantes de estadística.

Estratos	Tamaño de la muestra piloto por estrato	Proporción de estudiantes que responden correctamente	Varianza de la proporción
FIMCP	13 estudiantes	0.38	0.0196
FIEC	18 estudiantes	0.33	0.013
FIMCM	3 estudiantes	0.33	0.11
FICT	6 estudiantes	0.33	0.044

La proporción de elementos en cada estrato que tienen una característica particular se la calcula de la siguiente manera:

$$\hat{P} = \sum_{i=1}^{n_h} \frac{A_i}{n_h}$$

Siendo A_i una variable que toma los valores uno o cero, según que la unidad u_i pertenezca o no a una determinada clase, y n_h es el tamaño de la muestra en cada estrato.

La media muestral estratificada para proporciones, se lo calcula:

$$\hat{P}_{est} = \sum_{h=1}^l \sum_{i=1}^{n_h} \frac{N_h \cdot A_{hi}}{N \cdot n_h}$$

Siendo A_{hi} una variable que toma los valores de uno o cero, según que la unidad u_{hi} pertenezca o no a la muestra de n_h unidades, obtenida en el estrato h-ésimo.

Así también la varianza para los estimadores de la proporción en el h-ésimo estrato, se lo calcula mediante la siguiente formula:

$$\hat{V}(\hat{P}) = \frac{\hat{P}_h \cdot \hat{Q}_h}{n_h - 1}$$

Para calcular la varianza estratificada para los estimadores de la proporción tenemos:

$$\hat{V}(\hat{P}_{est}) = \sum_{h=1}^l \left(\frac{N_h}{N} \right)^2 \cdot \left(\frac{N_h - n_h}{N_h} \right) \cdot \frac{\hat{P}_h \cdot \hat{Q}_h}{n_h - 1}$$

Teniendo estos estimadores, procedemos a calcular el tamaño de la muestra con una confianza del 95%, lo que nos da un valor de $Z_{\alpha/2} = 1.96$ (este valor se lo obtiene de la tabla de la distribución normal) y un error máximo admisible de $E = 0.06$, lo que al reemplazar estos datos en la fórmula dada anteriormente para calcular el tamaño muestral nos da que:

$$\mathbf{n = 214 \text{ estudiantes}}$$

Al realizar la afijación de mínima varianza tenemos que el tamaño de muestra se va a encontrar distribuido entre los estratos de la siguiente manera:

Tabla III
Tamaño de muestra de los estudiantes de estadística por estrato.

Facultad	Tamaño de la muestra en cada estrato (n_h)
FIMCP	75 estudiantes
FIEC	118 estudiantes
FIMCM	4 estudiantes
FICT	17 estudiantes

2.6.1.2 Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de Fundamentos de Computación.

El tamaño de la población aquí es de $N = 1113$ estudiantes, los que se encuentra distribuidos por facultad de la siguiente manera:

Tabla IV
Tamaño de la población de estudiantes de fundamentos de computación por facultad.

Facultad	Tamaño de la población en cada estrato (N_h)
FIMCP	626 estudiantes

FIEC	310 estudiantes
FIMCM	31 estudiantes
FICT	146 estudiantes

Aquí se omite a la mayor parte de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) excepto a los estudiantes de Ingeniería en Electricidad, debido a que el dictado de esta materia no corresponde al Instituto de Ciencias Matemáticas, ya que por ser materia fundamental es dictada por la propia facultad.

Para estimar los parámetros poblacionales P y Q es necesario la realización de una muestra piloto, cuyo tamaño queda a criterio del investigador, para este caso se eligió un tamaño de muestra piloto de 30 estudiantes, la cual nos dio los siguientes resultados:

Tabla V
Estimaciones de la muestra piloto realizada
a los estudiantes de fundamentos de computación.

Estratos	Tamaño de la muestra piloto por estrato	Proporción de estudiantes que responden correctamente	Varianza de la proporción
FIMCP	13 estudiantes	0.77	0.0148
FIEC	8 estudiantes	0.625	0.0335
FIMCM	3 estudiantes	0.67	0.11
FICT	6 estudiantes	0.67	0.044

Teniendo estos estimadores, procedemos a calcular el tamaño de la muestra con una confianza del 95%, lo que nos da un valor de $Z_{\alpha/2} = 1.96$ y un error máximo admisible de $E = 0.06$, lo que al reemplazar estos datos en la fórmula dada anteriormente para calcular el tamaño muestral nos da que:

$$n = 186 \text{ estudiantes}$$

Al realizar la afijación de mínima varianza tenemos que el tamaño de muestra se va a encontrar distribuido entre los estratos de la siguiente manera:

Tabla VI
Tamaño de muestra de los estudiantes de fundamentos de computación por estrato.

Facultad	Tamaño de la muestra en cada estrato (n_h)
FIMCP	99 estudiantes
FIEC	56 estudiantes
FIMCM	5 estudiantes
FICT	26 estudiantes

2.6.1.3. Determinación del tamaño de muestra en el estudio del nivel de conocimientos de los estudiantes en la materia de Análisis Numérico.

El tamaño de la población aquí es de $N=1746$ estudiantes, los que se encuentra distribuidos por facultad de la siguiente manera:

Tabla VII
Tamaño de la población de estudiantes de análisis numérico por facultad.

Facultad	Tamaño de la población en cada estrato (N_h)
FIMCP	546 estudiantes
FIEC	1023 estudiantes
FIMCM	31 estudiantes
FICT	146 estudiantes

En la materia de Análisis Numérico disminuye el número de estudiantes de la FIMCP debido a que Ingeniería Agropecuaria no recibe esta materia.

Para estimar los parámetros poblacionales P y Q es necesario la realización de una muestra piloto, cuyo tamaño queda a criterio del investigador, para este caso se eligió un tamaño de muestra piloto de 40 estudiantes, la cual nos dio los siguientes resultados:

Tabla VIII
Estimaciones de la muestra piloto realizada a los estudiantes de análisis numérico.

Estratos	Tamaño de la muestra piloto por estrato	Proporción de estudiantes que responden correctamente	Varianza de la proporción
FIMCP	13 estudiantes	0.77	0.0148
FIEC	18 estudiantes	0.83	0.0083
FIMCM	3 estudiantes	0.67	0.11
FICT	6 estudiantes	0.67	0.044

Teniendo estos estimadores, procedemos a calcular el tamaño de la muestra con una confianza del 95%, lo que nos da un valor de $Z_{\alpha/2} = 1.96$ y un error máximo admisible de $E = 0.06$, lo que al reemplazar estos datos en la fórmula dada anteriormente para calcular el tamaño muestral nos da que:

$$n = 168 \text{ estudiantes}$$

Al realizar la afijación de mínima varianza tenemos que el tamaño de muestra se va a encontrar distribuido entre los estratos de la siguiente manera:

Tabla IX
Tamaño de muestra de los estudiantes de análisis numérico por estrato.

Facultad	Tamaño de la muestra en cada estrato (n_h)
FIMCP	55 estudiantes
FIEC	92 estudiantes
FIMCM	4 estudiantes
FICT	17 estudiantes

2.7. Evaluación de la calidad de la encuesta.

El programa de evaluación de la calidad de la encuesta pretende medir dos grandes tipos de errores que se producen en toda investigación por muestreo.

1. **Errores de muestreo**, inherentes a la utilización de muestras para obtener la información. Este error se lo calcula de la siguiente manera:

$E = |\hat{\theta} - \theta|$

, donde E es el error de muestreo, θ es el valor desconocido de la característica poblacional que tratamos de estimar y $\hat{\theta}$ es el valor observado.

2. **Errores ajenos al muestreo**, que son comunes a toda investigación estadística, tanto si la información es recogida por muestreo como por censo. Estos errores se presentan en cualquier fase del proceso estadístico: antes de la toma de datos, por deficiencias del marco e insuficiencia en las definiciones y cuestionarios, durante la toma de datos, por defectos en la labor de los informantes; y después de dicha toma, por negligencia en las depuraciones y codificaciones, por errores de perforación, grabación y tabulación, y por erratas de impresión.

Entre los errores ajenos al muestreo se distinguen:

- a) **Errores de cobertura**, que consisten en la omisión o inclusión errónea de personas.
- b) **Errores de contenido**, que se producen por la clasificación incorrecta de una unidad respecto a su carácter de referencia.

Para obtener información acerca de la magnitud de estos errores se utiliza el modelo de entrevista repetida. El procedimiento operativo, muy simple consiste en repetir la entrevista, por agentes especialmente adiestrados, en una submuestra de la muestra original. Mediante el cotejo de los datos proporcionados por la entrevista original y la entrevista repetida se obtiene medida de diferentes errores y diversos indicadores de calidad.

Capítulo 3

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO DE LAS CARACTERÍSTICAS INVESTIGADAS.

3.1. Introducción.

El análisis univariado de las variables propuestas en este capítulo, corresponde al tratamiento estadístico de cada característica (variable) de interés, el cual nos permitirá conocer de una manera explícita los detalles más importantes relacionados con cada variable. Para este análisis se utilizarán herramientas informáticas tales como el paquete estadístico: Systat.

Este análisis univariado se va a dividir en dos partes: primero se va a realizar un análisis de las características investigadas a los estudiantes con respecto a su nivel de conocimientos, de manera

particular para cada materia objeto de estudio: Estadística, Fundamentos de Computación y Análisis Numérico.

La segunda parte consistirá de un análisis de las características investigadas a los profesores con respecto a la preparación que debe de tener un ingeniero politécnico en cada una de las materias anteriormente citadas.

3.2. Estadística Descriptiva.

Es un conjunto de técnicas que colaboran en la presentación y simplificación de los datos para la interpretación, análisis y publicación. Dentro de estas vamos a utilizar histogramas y estimadores de las medidas de tendencia central, de dispersión, de sesgo y kurtosis.

Entre las principales **medidas de tendencia central** de la población tenemos a la **media poblacional**, μ , que es el promedio de observaciones en un conjunto de datos; a esta medida también se la conoce como esperanza matemática, y se la define como:

$$m = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx \quad \text{cuando } X \text{ es una variable aleatoria continua.}$$

$$m = \sum_{-\infty}^{\infty} xP(X=x) \quad \text{cuando } X \text{ es una variable aleatoria discreta.}$$

La **mediana** de la población cuando X es una variable aleatoria discreta es el valor central $X_{1/2}$ de una distribución, esta medida tiene la propiedad que el 50% de los datos son menores o iguales a él, en el caso de una variable aleatoria continua la mediana se define de la siguiente manera:

$$\int_{-\infty}^{X_{1/2}} f(x)dx = \frac{1}{2}$$

Donde $f(x)$ es la función de densidad de la variable aleatoria X .

En las **medidas de dispersión** tenemos la **varianza poblacional**, σ^2 , que se define como el valor esperado de la diferencia al cuadrado de las observaciones con respecto a la media poblacional, es decir:

$$\sigma^2 = E[(X - \mu)^2]$$

La **desviación estándar**, σ , mide la variabilidad de las observaciones alrededor de la media poblacional, es la raíz cuadrada positiva de la varianza:

$$\sigma = + \sqrt{s^2}$$

El **sesgo**, describe la asimetría de los datos alrededor de la media, tenemos tres casos, sesgada a la izquierda, es decir, el coeficiente de sesgo es negativo; sesgada a la derecha, el coeficiente de sesgo es positivo y simétrica, el coeficiente de sesgo es cero, entonces la media y la mediana son iguales. Para realizar el cálculo de esta medida se aplica el r-ésimo momento con respecto a la media,

$$a_3 = \frac{m_3}{s^3}$$

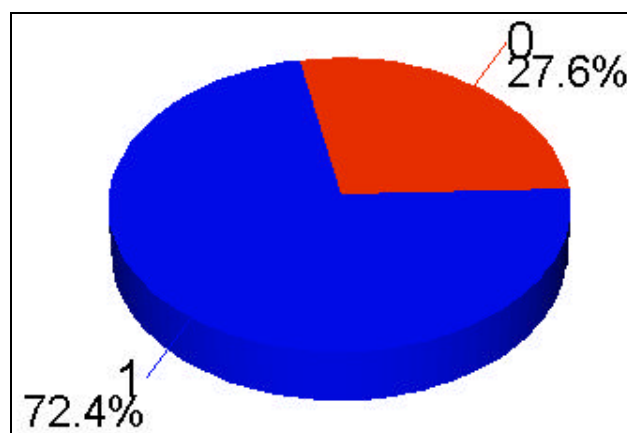
La **kurtosis**, es una medida relativa, que permite establecer el grado de apuntamiento o achatamiento de la curva de la distribución respecto a la normal, al igual que en el sesgo, tenemos tres casos: cuando el coeficiente de kurtosis es cero tiene una distribución mesocúrtica (tiene la forma de una normal); distribución platicúrtica cuando es achatada con respecto a una normal (coeficiente de kurtosis es negativo) y distribución leptocúrtica cuando es más apuntada que una normal y esto se da cuando el coeficiente de kurtosis es positivo; así mismo este coeficiente se calcula a través del r-ésimo momento central con respecto a la media:

$$a_4 = \frac{m_4}{s^4}$$

3.3. Análisis estadístico univariado de las características investigadas en la materia de estadística.

3.3.1. Variable N°1: Sexo.

Gráfico 3.1
Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de estadística.



Todas las variables sexo que se encuentren en este documento, tendrán la siguiente codificación:

0= Mujer

1= Hombre

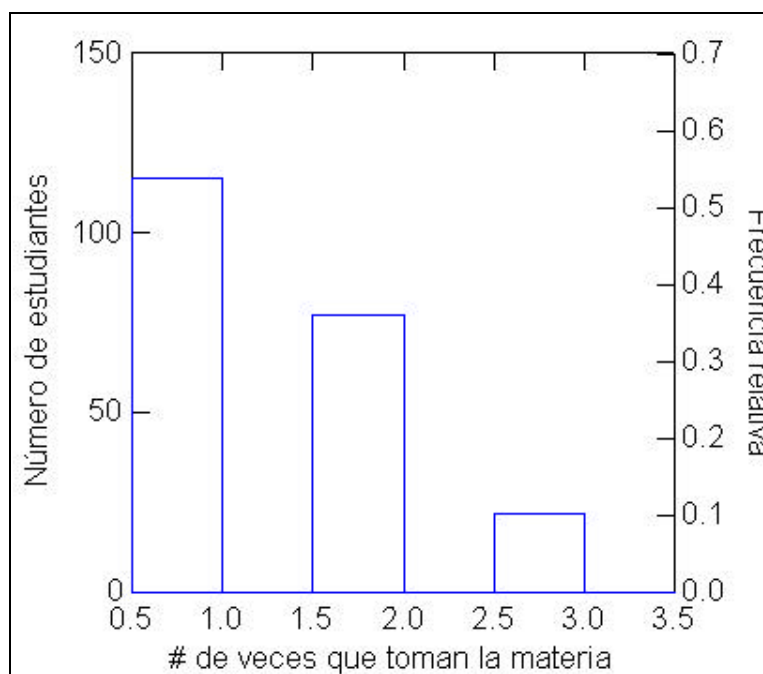
El gráfico 3.1 nos indica que la mayor parte de las estudiantes entrevistados en la materia de estadística fueron hombres

(72.4%), mientras que las mujeres se encuentran en un menor porcentaje (27.6%).

3.3.2. Variable N°2: Número de veces que el estudiante tomó la materia de estadística.

En esta variable se pueden dar los siguientes valores: 1,2,3 ó 4, donde 4 es el límite máximo permitido que un estudiante puede tomar una materia.

Gráfico 3.2
Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que toman la materia de estadística



El gráfico 3.2 nos muestra que más del 50% de los estudiantes entrevistados toman la materia de estadística por una sola vez, mientras que cerca de un 40% toman 2 veces esta materia, mientras que pocos estudiantes (10%) repiten la materia 3 veces. Cabe indicar que en la entrevista no se dio el caso de que algún estudiante hubiera estado a prueba, es decir que hayan tomado la materia 4 veces.

Tabla X
Estadística Descriptiva: # de veces que los estudiantes toman la materia de estadística

Nº de casos	214
Mínimo	1.00
Máximo	3.00
Mediana	1.00
Media Aritmética	1.57
Desviación Estándar	0.67
Varianza	0.45
Sesgo	0.78
Kurtosis	-0.51

Con los resultados expuestos en la tabla X nos damos cuenta que el número promedio de veces que toman los estudiantes la materia de estadística es de 1.57 con una desviación estándar de 0.67; esta distribución esta sesgada hacia la derecha y por medio del coeficiente de kurtosis podemos concluir que es una distribución platicúrtica.

3.3.3. Variable N°3: Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de estadística.

El mínimo promedio con el que un estudiante aprueba una materia es de 6.0 puntos de una nota total de 10 puntos.

Como podemos observar en el gráfico 3.3 el promedio con el que más aprueban la materia los estudiantes se encuentran concentrados entre 6.0 y 6.5 puntos, aunque también hay una alta proporción de estudiantes que aprueban con un promedio entre 7.0 y 7.5 puntos.

Gráfico 3.3
Histograma de frecuencia absoluta: Promedios

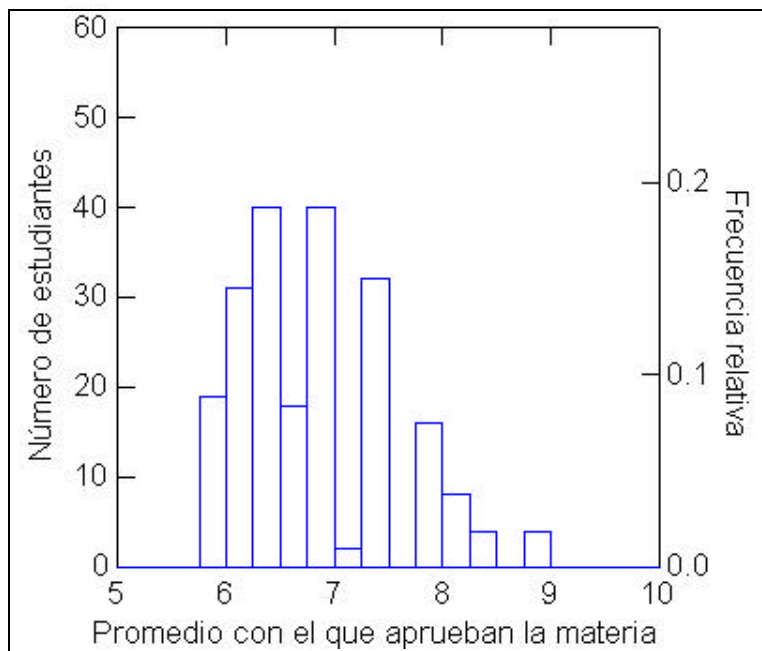


Tabla XI
Estadística descriptiva: Promedios

Nº de casos	214
Mínimo	6.00
Máximo	9.00
Mediana	6.70
Media Aritmética	6.88
Desviación Estándar	0.72
Varianza	0.52
Sesgo	0.74
Kurtosis	-0.09

El promedio de notas con el que los estudiantes entrevistados aprueban la materia de estadística es de 6.88 puntos sobre 10.00,

con una desviación estándar de 0.72; en vista que la media se acerca al valor mínimo de 6.00 tenemos que el sesgo es positivo, mientras que la kurtosis indica que es ligeramente menos picuda que una distribución normal, es decir, es platicúrtica.

3.3.4. Variable N°4: Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de Estadística.

Esta variable se encuentra codificada de la siguiente manera, dependiendo del tiempo transcurrido desde que el estudiante aprobó la materia:

1 Semestre : 1

1 Año : 2

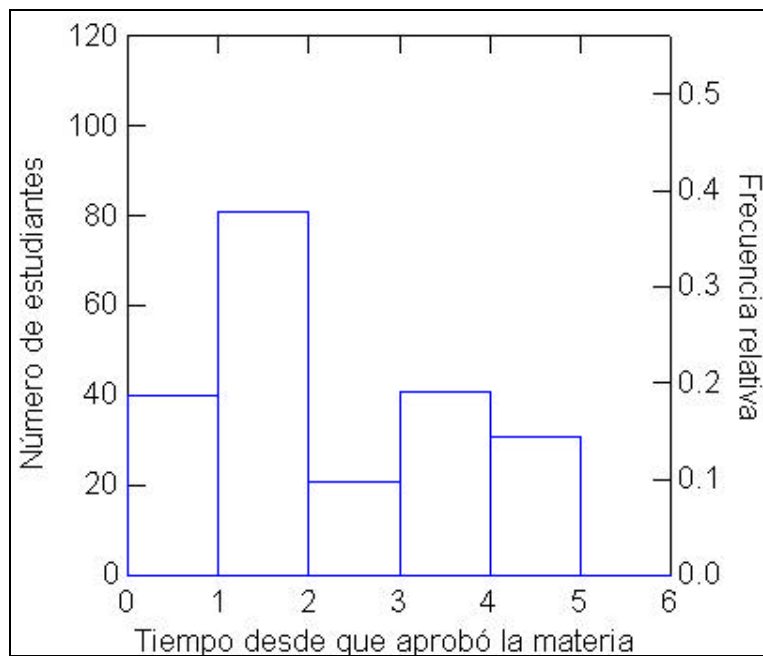
1 Año y medio : 3

2 Años : 4

Más de 2 años: 5

En el análisis del tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de fundamentos de computación y análisis numérico, se utilizará la misma codificación.

Gráfico 3.4
Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.



Como observamos en la figura cerca del 40% de los estudiantes entrevistados han aprobado la materia desde hace 1 año, también alrededor del 20% de los estudiantes han aprobado la materia desde hace 1 semestre y hace 2 años.

Tabla XII
Estadística descriptiva: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia

Nº de casos	214
Mínimo	1.00
Máximo	5.00
Mediana	2.00
Media Aritmética	2.73
Desviación Estándar	1.35
Varianza	1.83
Sesgo	0.40
Kurtosis	-1.16

En promedio los estudiantes entrevistados cursaron hace 1 año y medio la materia de estadística, debido a que tenemos una media aritmética de 2.73 muy próximo a 3 y en la codificación de esta variable tenemos que 3 corresponde al tiempo antes mencionado, además tenemos que estos datos se encuentran sesgados hacia la derecha y son menos picudos que una distribución normal estándar.

Las siguientes variables se refieren a las preguntas del cuestionario las cuales pueden ser observadas en el apéndice A, donde se pueden dar 2 situaciones, que los estudiantes contesten las preguntas de manera correcta o de forma incorrecta y se encuentran codificadas de la siguiente forma:

0= respuesta incorrecta

1= respuesta correcta

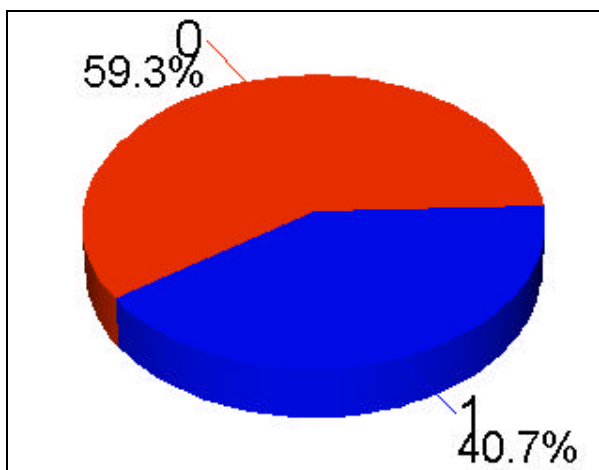
Esta codificación será utilizada también en el análisis de las preguntas de las materias: fundamentos de computación y análisis numérico.

3.3.5. Variable N°5: Pregunta 1

Esta pregunta se refiere a determinar ¿cuál es la media de una distribución binomial con parámetros n, p ?

Como se muestra en el gráfico 3.5 el 59.3 % de los estudiantes entrevistados contestaron de manera incorrecta a esta pregunta cuya respuesta correcta es: “ np ”.

Gráfico 3.5
Diagrama circular: Pregunta #1

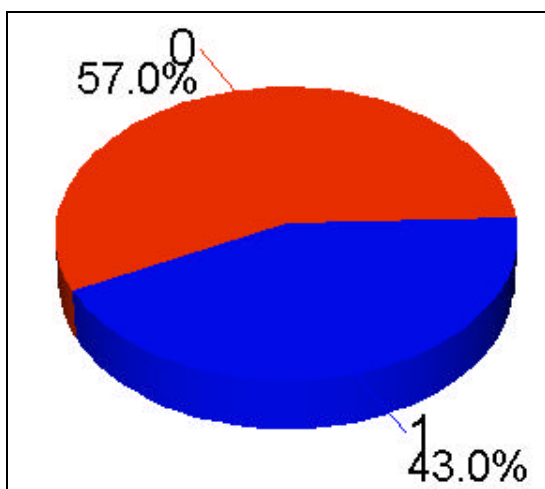


3.3.6. Variable N°6: Pregunta 2

Aquí se pregunta ¿cuál es el diagrama que ordena cada tipo de falla o defecto de acuerdo con su frecuencia?.

El 57% de los estudiantes entrevistados respondieron de forma incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: “el diagrama de pareto”.

Gráfico 3.6
Diagrama circular: Pregunta #2

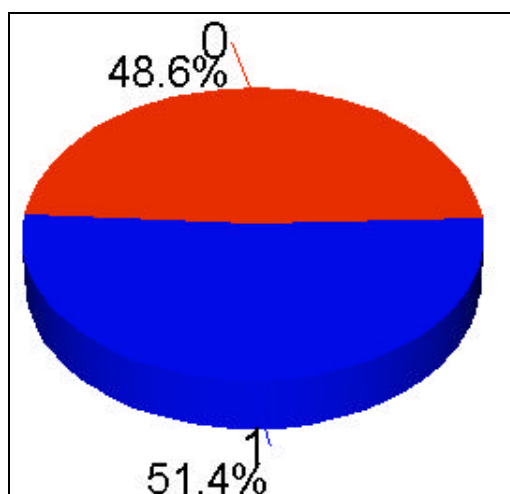


3.3.7. Variable N°7: Pregunta 3

Aquí la pregunta se refiere a ¿cuál de las siguientes opciones se cumple si A y B son eventos independientes?.

La mayoría de los estudiantes (51.4%) contestaron correctamente a esta pregunta, cuya respuesta es: " $P(A \cap B) = P(A) P(B)$ ".

Gráfico 3.7
Diagrama circular: Pregunta #3

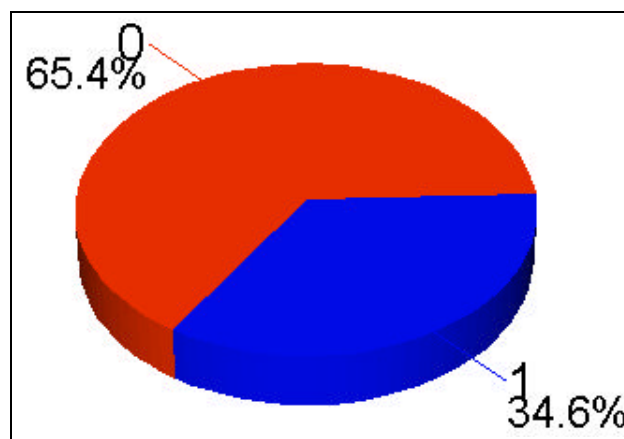


3.3.8. Variable N°8: Pregunta 4

Aquí la pregunta es ¿En qué caso la distribución de poisson se aproxima a una distribución binomial?.

La respuesta a esta pregunta fue en su mayoría incorrecta (65.4%) por parte de los estudiantes, la respuesta correcta a esta pregunta es: “cuando n es grande y p es pequeño”.

Gráfico 3.8
Diagrama circular: Pregunta #4

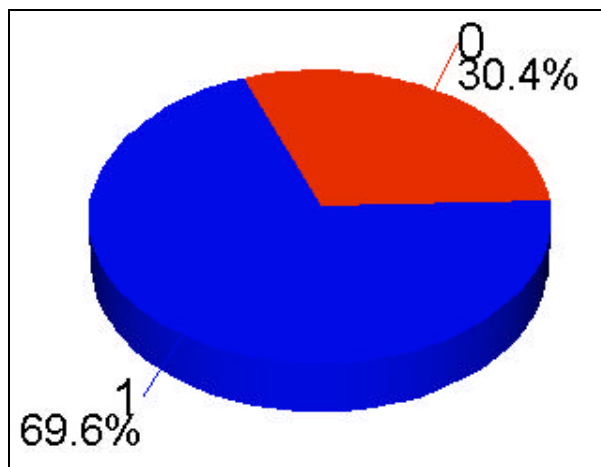


3.3.9. Variable N°9: Pregunta 5

La pregunta aquí es ¿cuál es la probabilidad de tomar un as de una pila bien barajada de 52 cartas?.

El 69.6% de los estudiantes entrevistados respondieron correctamente a esta pregunta, cuya respuesta es: “1/13”, mientras que el 30.4% de los estudiantes contestaron de manera incorrecta.

Gráfico 3.9
Diagrama circular: Pregunta #5

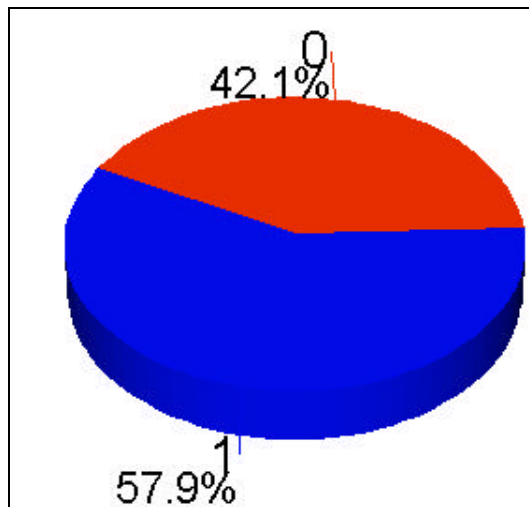


3.3.10. Variable N° 10: Pregunta 6

Aquí se da el siguiente problema: Dado el siguiente conjunto de datos: 2,3,3,4,5,6 se pide determinar la mediana y la moda.

La respuesta correcta respectivamente es: "3.5 y 3", donde se dio que el 57.9% de los estudiantes entrevistados contestaron correctamente a esta pregunta.

Gráfico 3.10
Diagrama circular: Pregunta #6



3.3.11. Variable N°11: Pregunta 7

En esta pregunta se pide seleccionar la opción correcta de: Sea $f(x)$ una función de densidad y $F(x)$ una distribución de probabilidad de una variable aleatoria X , entonces es verdad que (las opciones se encuentran en la pregunta 7 del apéndice A):

Aquí una gran proporción de estudiantes (el 68.2%) contestó de forma incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es:

$$\frac{d}{dx} F(x) = f(x)$$

Gráfico 3.11
Diagrama circular: Pregunta #7

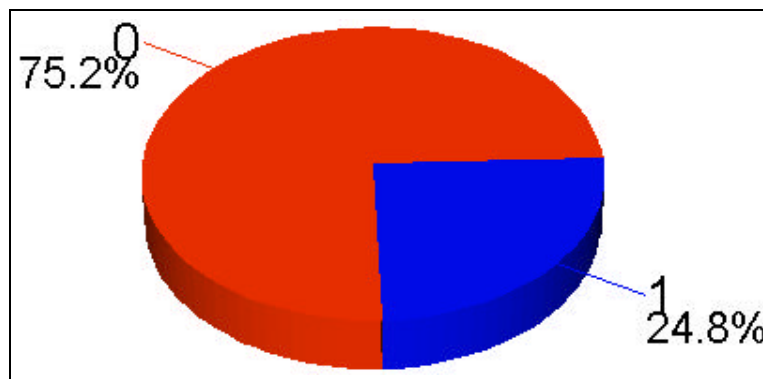


3.3.12. Variable N°12: Pregunta 8

La pregunta es: sea Y una variable aleatoria con media μ y varianza σ^2 , con a y b constantes, determinar: $E[ay + b]$ y $V[ay + b]$.

Esta pregunta fue respondida correctamente por una pequeña cantidad de estudiantes (el 24.8%), aquí la respuesta correcta respectivamente es: " $a\mu + b$ " y " $a^2\sigma^2$ ".

Gráfico 3.12
Diagrama circular: Pregunta #8

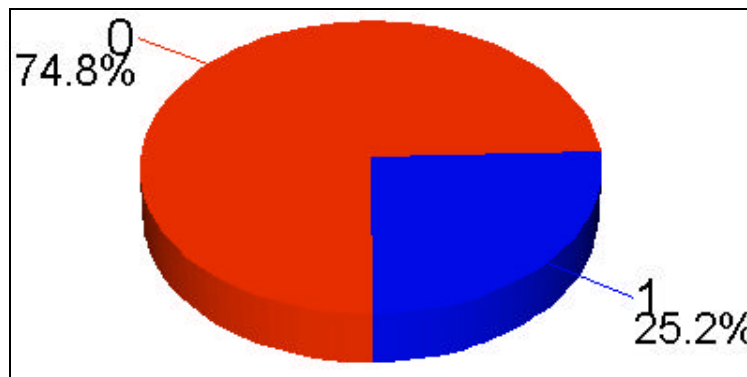


3.3.13. Variable N°13: Pregunta 9

Aquí se pregunta ¿cuál es la media de una función de distribución gamma, con parámetros α , β ?

El 74.8% de los estudiantes contestaron de forma incorrecta a esta pregunta, donde la respuesta correcta es: " $\alpha\beta$ ".

Gráfico 3.13
Diagrama circular: Pregunta #9

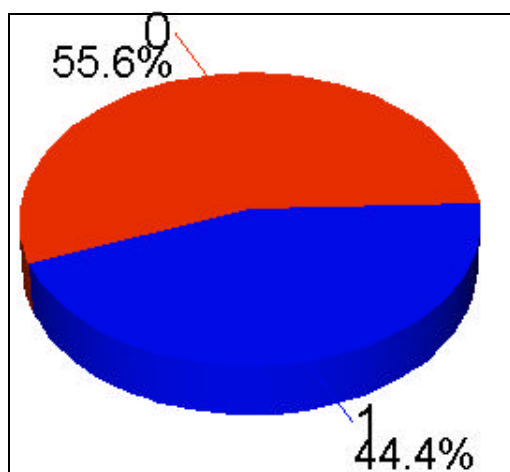


3.3.14. Variable N°14: Pregunta 10

La pregunta 10 dice: ¿cuándo un estimador \hat{q} de un parámetro θ de la población se dice insesgado?.

El 55.6% de los estudiantes entrevistados respondieron de manera incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: " $E(\hat{q})=q$ "

Gráfico 3.14
Diagrama circular: Pregunta #10

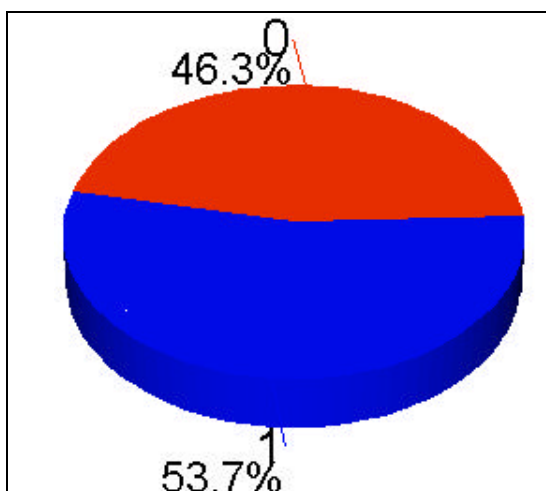


3.3.15. Variable N°15: Pregunta11

Aquí la pregunta es: ¿para que tamaño de muestra la distribución normal estándar ofrece buena aproximación a la distribución t de student?.

La mayor parte de los estudiantes entrevistados (53.7%) conoce la respuesta correcta a esta pregunta, la respuesta es: " $n \geq 30$ ".

Gráfico 3.15
Diagrama circular: Pregunta #11

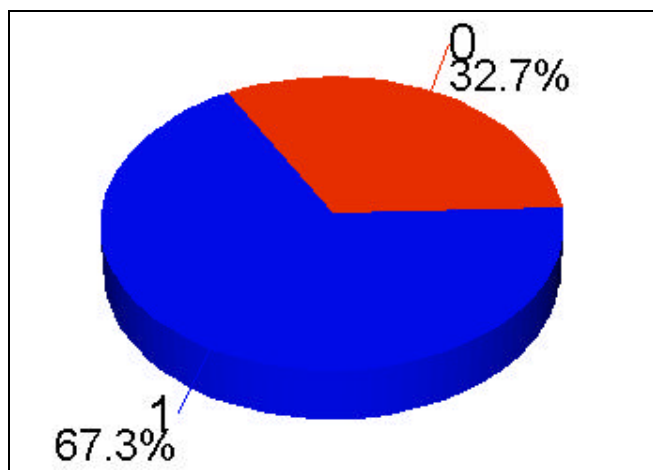


3.3.16. Variable N°16: Pregunta12

La pregunta es: si la hipótesis nula H_0 es verdadera y se rechaza, ¿qué tipo de error estamos cometiendo?.

El 67.3% de los estudiantes entrevistados contestaron correctamente esta pregunta, como se observa en el gráfico. Aquí la respuesta correcta es: "error de tipo I"

Gráfico 3.16
Diagrama circular: Pregunta #12

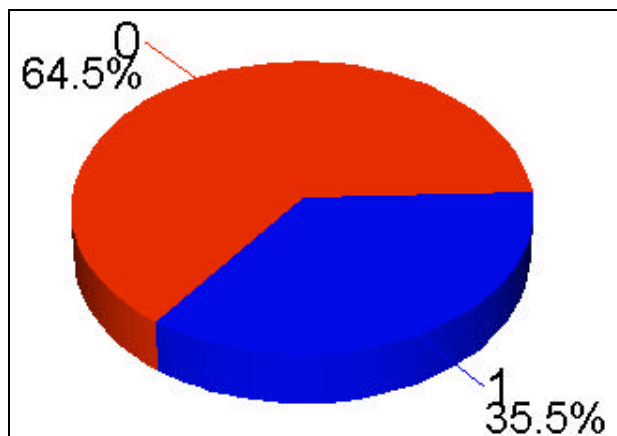


3.3.17. Variable N°17: Pregunta13

La pregunta aquí es: dado el siguiente modelo de regresión $Y = \beta_0 + \beta_1 X + E$ donde E es el error, ¿cuál de las siguientes opciones es la correcta? (las opciones se encuentran en la pregunta 17 del apéndice A).

La respuesta correcta es: “el error es una variable aleatoria” y el 64.5% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera incorrecta a esta pregunta

Gráfico 3.17
Diagrama circular: Pregunta #13

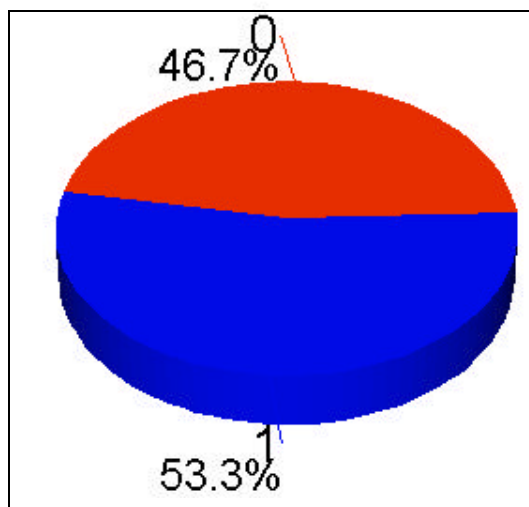


3.3.18. Variable N°18: Pregunta14

La última pregunta del cuestionario dice: ¿qué tipos de cartas de control de calidad existen?.

El 53.3% de los estudiantes contestaron de forma correcta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: “existen cartas de control para variable y para atributos”.

Gráfico 3.18
Diagrama circular: Pregunta #14



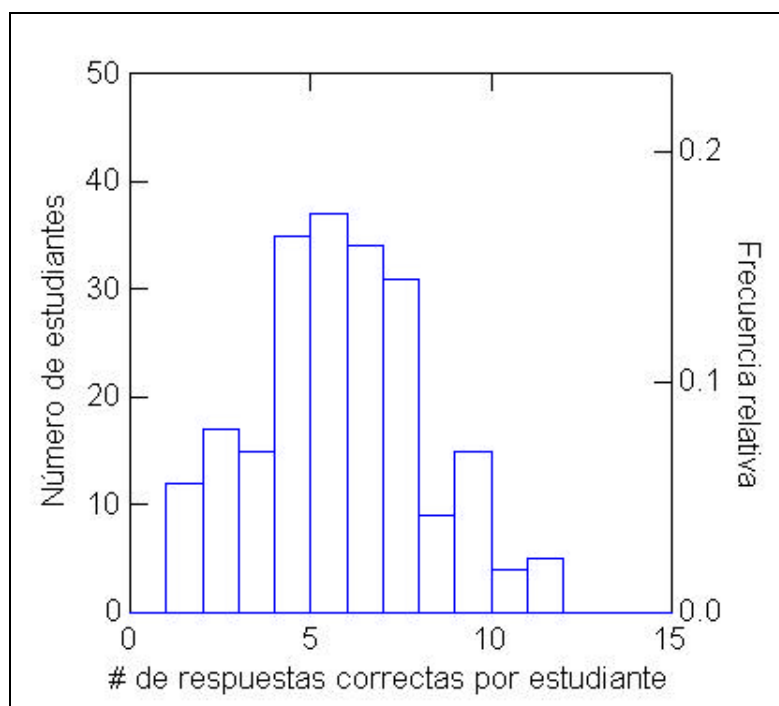
3.3.19. Variable N°19: Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.

Tabla XIII
Estadística descriptiva: # de respuestas correctas por estudiante.

Nº de casos	214
Mínimo	2.00
Máximo	12.00
Mediana	6.00
Media Aritmética	6.32
Desviación Estándar	2.35
Varianza	5.52
Sesgo	0.20
Kurtosis	-0.29

El promedio de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es de 6.32 preguntas de un total de 14 con una desviación estándar de 2.35, además esta distribución está sesgada hacia la derecha y es platicúrtica como podemos concluir de los resultados expuestos en la tabla XIII.

Gráfico 3.19
Histograma de frecuencias absolutas: # de
respuestas correctas por estudiante



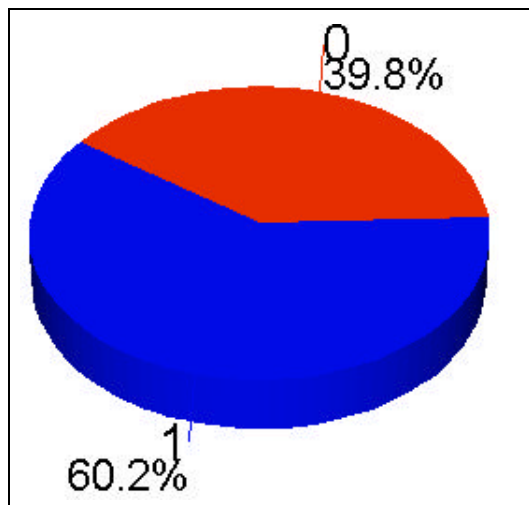
En el gráfico 3.19 podemos observar que la mayoría de los estudiantes entrevistados contestaron correctamente en un intervalo de entre 5 y 8 preguntas de un total de 14, teniendo la

mayor frecuencia los estudiantes que respondieron correctamente a 6 preguntas, es decir menos de la mitad de las preguntas del cuestionario.

3.4. Análisis univariado de las características investigadas en la materia Fundamentos de Computación.

3.4.1. Variable N°1: Sexo

Gráfico 3.20
Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de fundamentos de computación

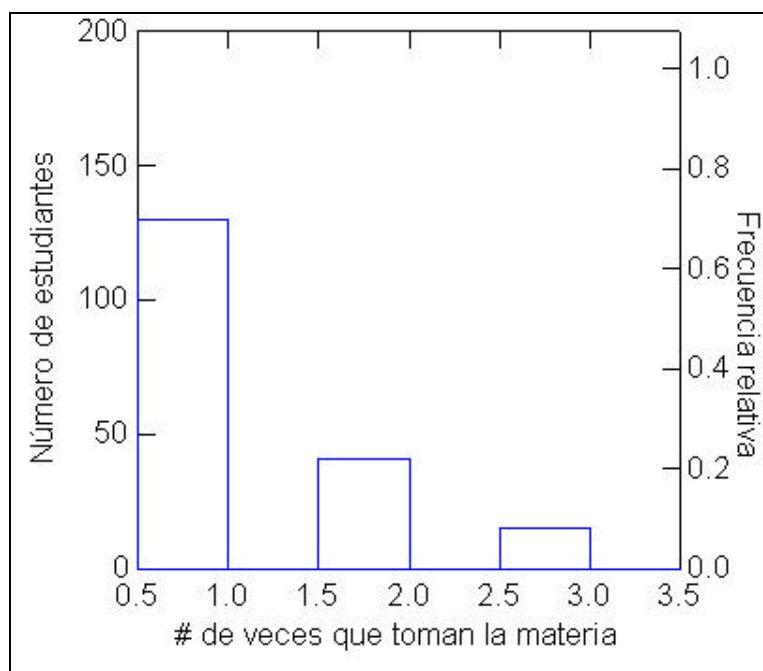


El gráfico 3.20 nos muestra que el 60.2% de las personas entrevistadas pertenecen al sexo masculino, mientras que el

39.8% de las personas entrevistadas pertenecen al sexo femenino.

3.4.2. Variable N°2: Número de veces que un estudiante tomó la materia de Fundamentos de Computación.

Gráfico 3.21
Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que toman la materia de fundamentos de computación.



Aproximadamente el 70% de los estudiantes entrevistados tomaron la materia 1 sola vez, mientras alrededor del 20%

tomaron la materia 2 veces y cerca del 10% cursaron la materia por tres veces.

Tabla XIV
Estadística Descriptiva: # de veces que los
estudiantes repiten la materia de
fundamentos de computación.

Nº de casos	186
Mínimo	1.00
Máximo	3.00
Mediana	1.00
Media Aritmética	1.38
Desviación Estándar	0.63
Varianza	0.40
Sesgo	1.43
Kurtosis	0.8

En promedio, el número de veces que toman la materia de fundamentos de computación los estudiantes entrevistados es de 1.38 con una desviación estándar de 0.63. Además esta distribución esta sesgada hacia la derecha y el coeficiente de kurtosis de 0.86 nos indica que es leptocúrtica, es decir más picuda que una distribución normal, datos que podemos verificar en la tabla XIV.

3.4.3. Variable N°3: Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación.

Como podemos observar en el gráfico 3.22 el promedio con el que más aprueban la materia los estudiantes se encuentran concentrados entre 6.0 y 6.40 puntos, aunque también hay una alta proporción de estudiantes que aprueban con un promedio ente 7.0 y 7.20 puntos, seguidos por los que aprueban con un promedio alrededor de 8.0 puntos.

Gráfico 3.22
Histograma de frecuencia absoluta: Promedios

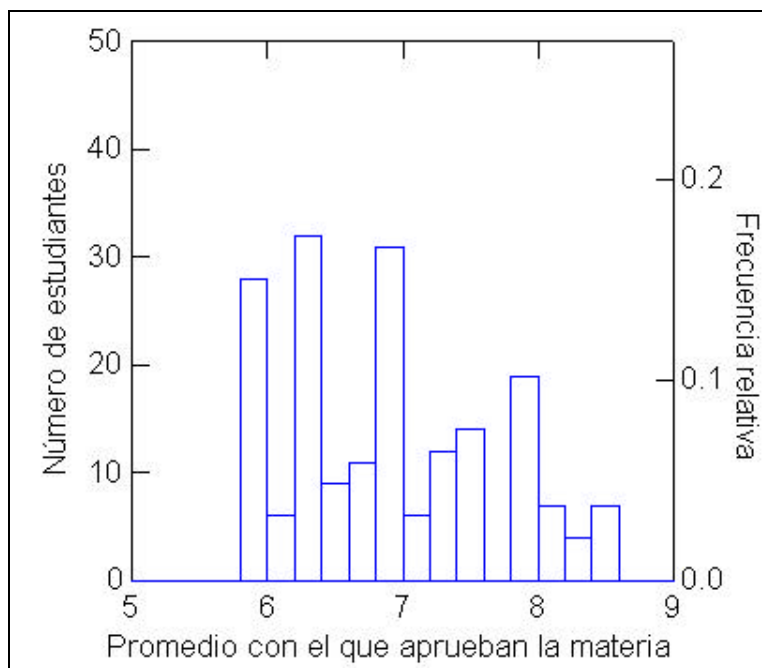


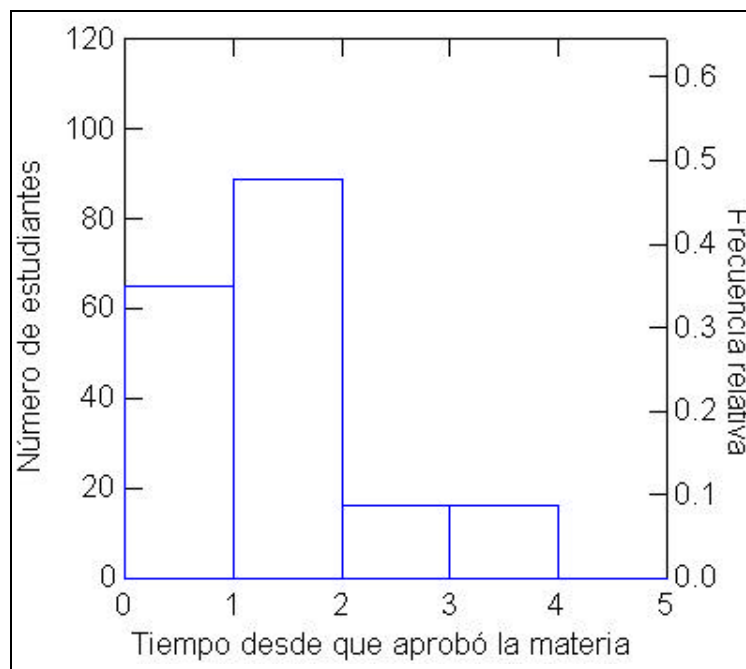
Tabla XV
Estadística descriptiva: Promedios

Nº de casos	186
Mínimo	6.00
Máximo	8.60
Mediana	7.00
Media aritmética	6.97
Desviación estándar	0.76
Varianza	0.58
Sesgo	0.46
Kurtosis	-0.89

La nota en promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación es de 6.97 puntos de un total de 10.00 con una desviación estándar de 0.58. En esta distribución, los datos se encuentran sesgados hacia la derecha debido a que el coeficiente de sesgo es positivo y por la kurtosis negativa podemos concluir que es platicúrtica.

3.4.4. Variable N°4: Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de Fundamentos de Computación.

Gráfico 3.23
Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.



La mayor parte de los estudiantes entrevistados tienen un tiempo transcurrido de 1 año desde que aprobaron la materia (cerca del 50%), mientras que otro gran porcentaje de estudiantes (aproximadamente el 40%) aprobaron la materia desde hace 1 semestre.

Debido a que la media es 1.91 nos damos cuenta que los estudiantes entrevistados tomaron la materia hace 1 semestre o hace 1 año. Con el sesgo de 0.95 podemos concluir que los datos

se encuentran sesgados hacia la derecha y con la kurtosis de 0.42 que son más picudos que una distribución normal, es decir es una distribución leptocúrtica.

Tabla XVI
Estadística descriptiva: tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia

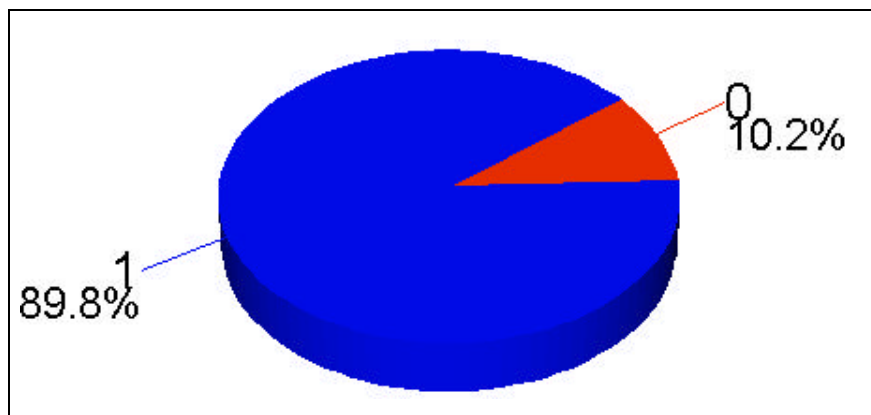
Nº de casos	186
Mínimo	1.00
Máximo	4.00
Mediana	2.00
Media aritmética	1.91
Desviación estándar	0.88
Varianza	0.78
Sesgo	0.95
Kurtosis	0.42

3.4.5. Variable N°5: Pregunta 1

En esta pregunta se pide conectar con una línea los términos que estén asociados, si un estudiante conectó bien 3 de 5 términos se da la respuesta como válida; en el apéndice B se encontrará la respuesta a esta pregunta.

El 62.5% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera correcta a esta pregunta, mientras que el 37.5% de los estudiantes contestaron de forma incorrecta.

Gráfico 3.24
Diagrama circular: Pregunta #1

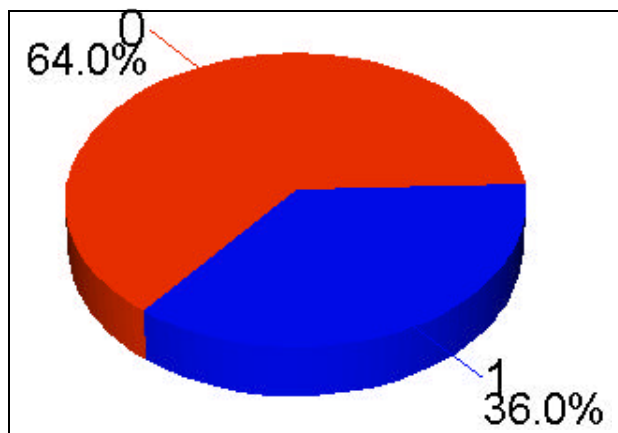


3.4.6. Variable N°6: Pregunta 2

Como en el caso anterior en esta pregunta se pide conectar con una línea los términos que estén asociados, si un estudiante conectó bien 3 de 5 términos se da la respuesta como válida; en el apéndice B se encontrará la respuesta a esta pregunta.

Como se muestra en el gráfico 3.25 el 64% de los estudiantes contestaron de manera incorrecta a esta pregunta, mientras que el 36% contestaron de manera correcta.

Gráfico 3.25
Diagrama circular: Pregunta #2

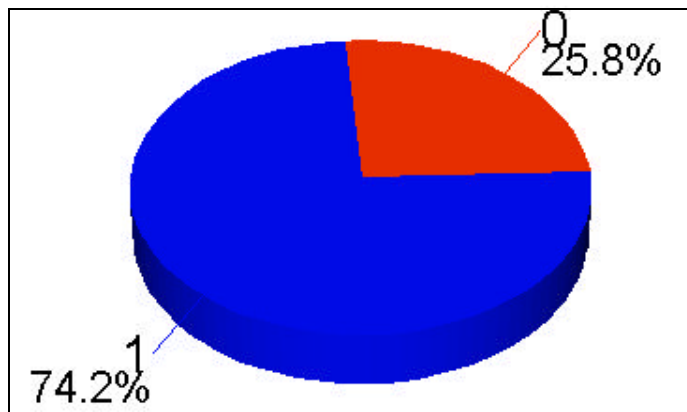


3.4.7. Variable N°7: Pregunta 3

En esta pregunta se pide indicar cual es el resultado almacenado en una variable x dado un conjunto de instrucciones en lenguaje C.

Una gran mayoría de estudiantes entrevistados (el 74.2%) contestaron de forma correcta a esta pregunta, cuya respuesta es: "12".

Gráfico 3.26
Diagrama circular: Pregunta #3

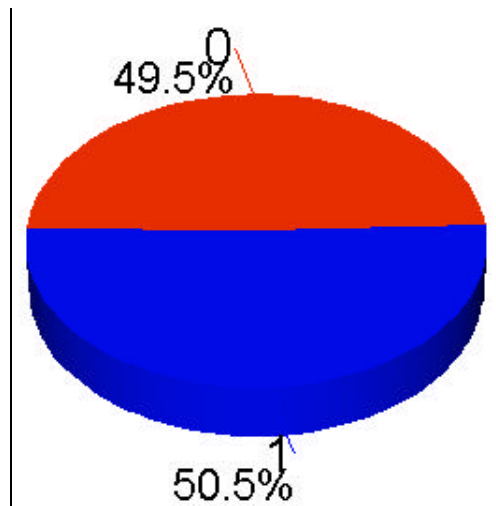


3.4.8. Variable N°8: Pregunta 4

Aquí se pregunta ¿cuál de las siguientes opciones no se pueden usar para transmitir datos a una función?.

En esta pregunta existe una mínima ventaja de los estudiantes entrevistados que responden de manera correcta (50.5%), sobre los que responden de forma incorrecta (49.5%). La respuesta a esta pregunta es: "Variables locales".

Gráfico 3.27
Diagrama circular: Pregunta #4

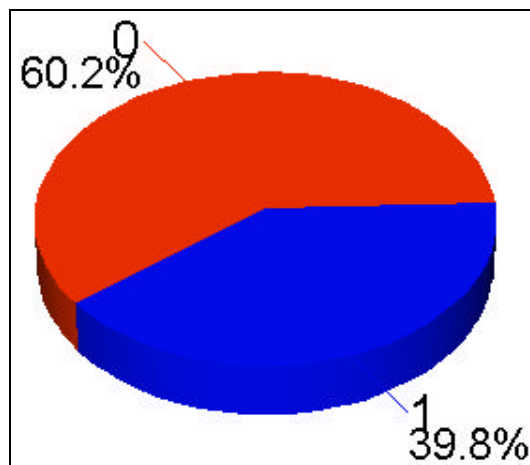


3.4.9. Variable N°9: Pregunta 5

La pregunta aquí es: mediante el método de la directiva "# define" en C++ ¿qué se puede establecer?.

La respuesta correcta aquí es "constantes" y solamente el 39.8% de los estudiantes entrevistados contestaron de forma correcta.

Gráfico 3.28
Diagrama circular: Pregunta #5

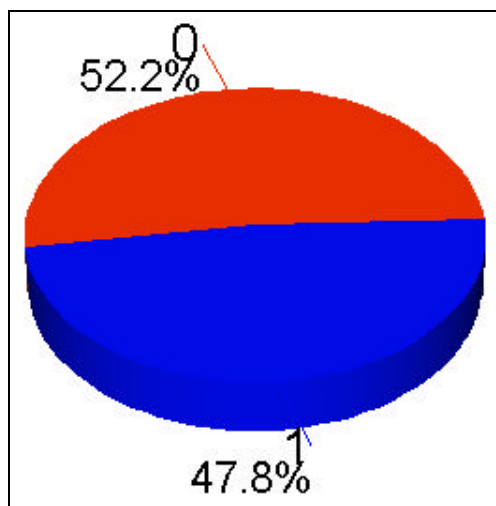


3.4.10. Variable N° 10: Pregunta 6

La pregunta es ¿cuál de las siguientes opciones no son tipos de datos en C?.

El 52.2% de los estudiantes contestaron de manera incorrecta a esta pregunta, la respuesta correcta es: "record".

Gráfico 3.29
Diagrama circular: Pregunta #6

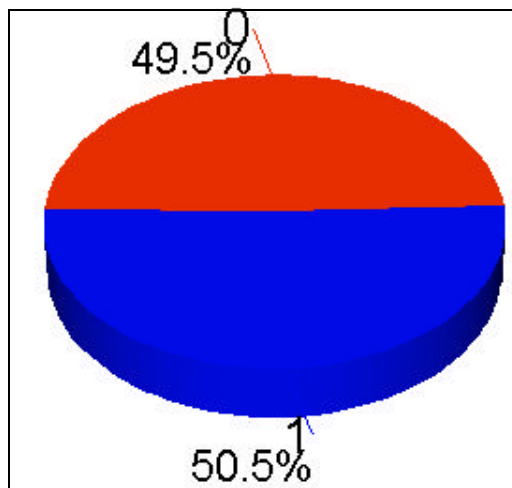


3.4.11. Variable N° 11: Pregunta 7

Aquí se pregunta ¿qué es un arreglo en C?.

La respuesta correcta es: “una estructura de datos”, el 50.5% de los estudiantes respondieron de forma correcta a esta pregunta.

Gráfico 3.30
Diagrama circular: Pregunta #7

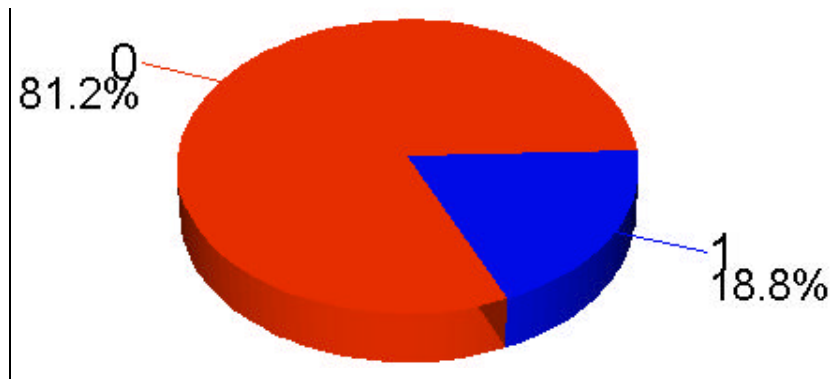


3.4.12. Variable N° 12: Pregunta 8

En esta pregunta se plantea un ejercicio que pide determinar que valor toma la siguiente expresión $27 \% \cdot 12 / 2$ en lenguaje C.

Existe una gran mayoría de estudiantes entrevistados que contestaron de manera incorrecta a esta pregunta (el 81.2%), mientras que solo el 18.8% de los estudiantes contestaron de manera correcta. La respuesta correcta es: "1.5".

Gráfico 3.31
Diagrama circular: Pregunta #8

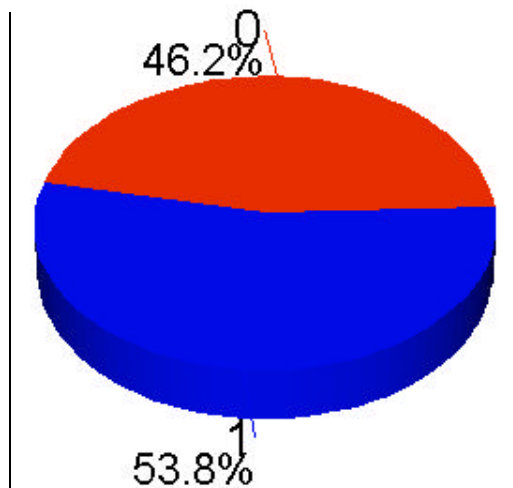


3.4.13. Variable N° 13: Pregunta 9

Aquí se pregunta ¿en qué modo se pueden abrir los archivos en lenguaje C++?.

El 53.8% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera correcta a esta pregunta, cuya respuesta es “ambas”.

Gráfico 3.32
Diagrama circular: Pregunta #9

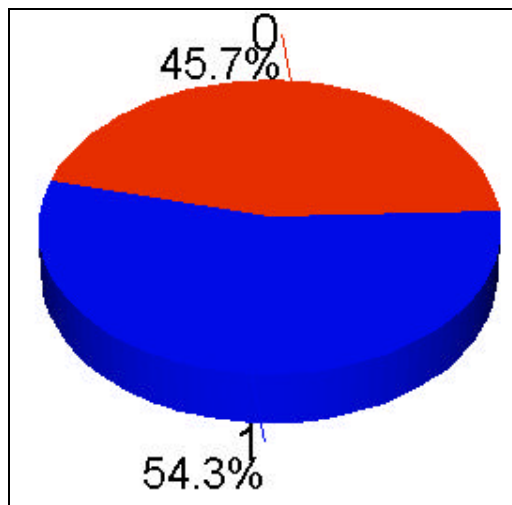


3.4.14. Variable N° 14: Pregunta 10

La pregunta es ¿Qué tipo de operador es el símbolo && en el lenguaje C?.

El 54.3% de los estudiantes entrevistados contestaron correctamente a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: “operador lógico”.

Gráfico 3.33
Diagrama circular: Pregunta #10

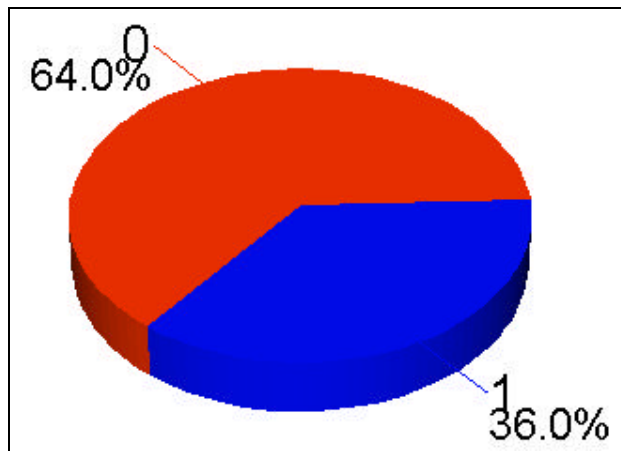


3.4.15. Variable N° 15: Pregunta 11

Lo que se pregunta aquí es ¿cuál de las siguientes definiciones de cadenas de caracteres no son válidas?.

La respuesta correcta aquí es: “todas las definiciones dadas son válidas”. Solamente el 36% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera correcta a esta pregunta, mientras que el 64% de los estudiantes respondieron de manera incorrecta.

Gráfico 3.34
Diagrama circular: Pregunta #11

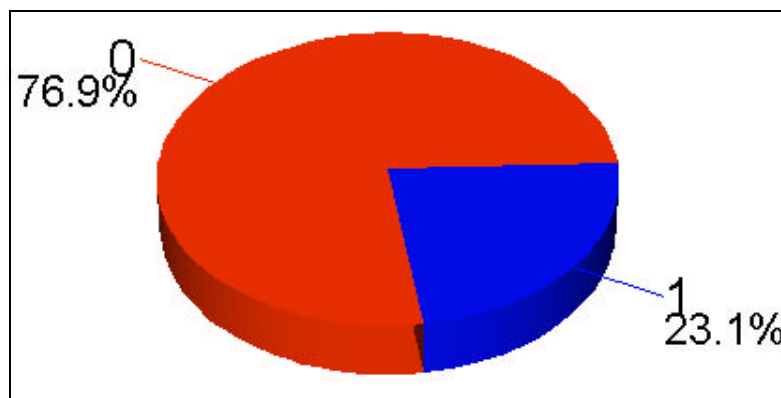


3.4.16. Variable N° 16: Pregunta 12

Aquí se pregunta en variables de que tipo en C no se permiten almacenar datos numéricos.

La gran mayoría de estudiantes entrevistados (el 76.9%) contestaron a esta pregunta de forma incorrecta, donde la respuesta correcta es: "unsigned char".

Gráfico 3.35
Diagrama circular: Pregunta #12

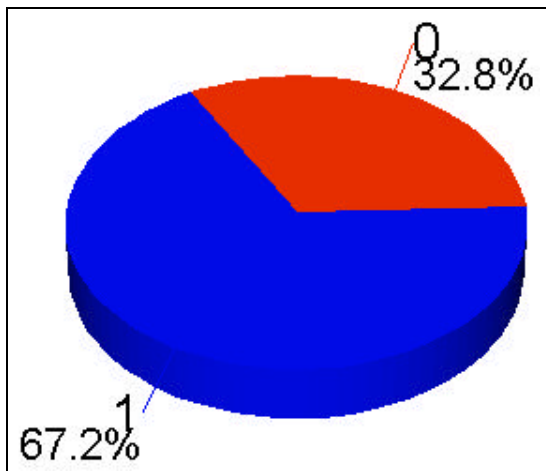


3.4.17. Variable N° 17: Pregunta 13

La pregunta es: determinar a cual de las siguientes opciones pertenece el método de la burbuja.

La respuesta correcta es: "Método de ordenación". Como se muestra en la figura el 67.2% de los estudiantes entrevistados respondieron de forma correcta a esta pregunta, mientras que el 32.8% de los estudiantes respondieron de manera incorrecta.

Gráfico 3.36
Diagrama circular: Pregunta #13

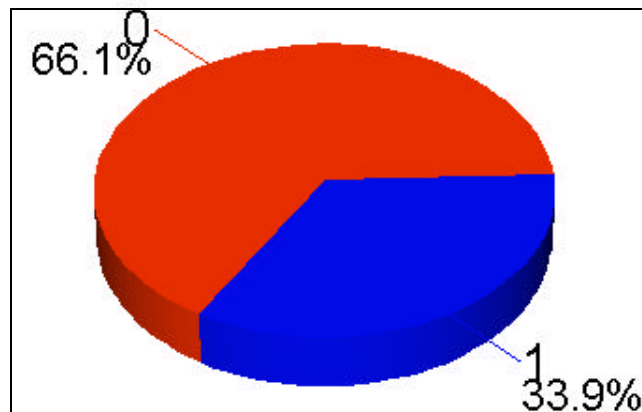


3.4.18. Variable N° 18: Pregunta 14

La pregunta es: ¿cuál de las siguientes palabras claves no están asociadas a estructuras de control en lenguaje C?.

El 66.1% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es "void".

Gráfico 3.37
Diagrama circular: Pregunta #14



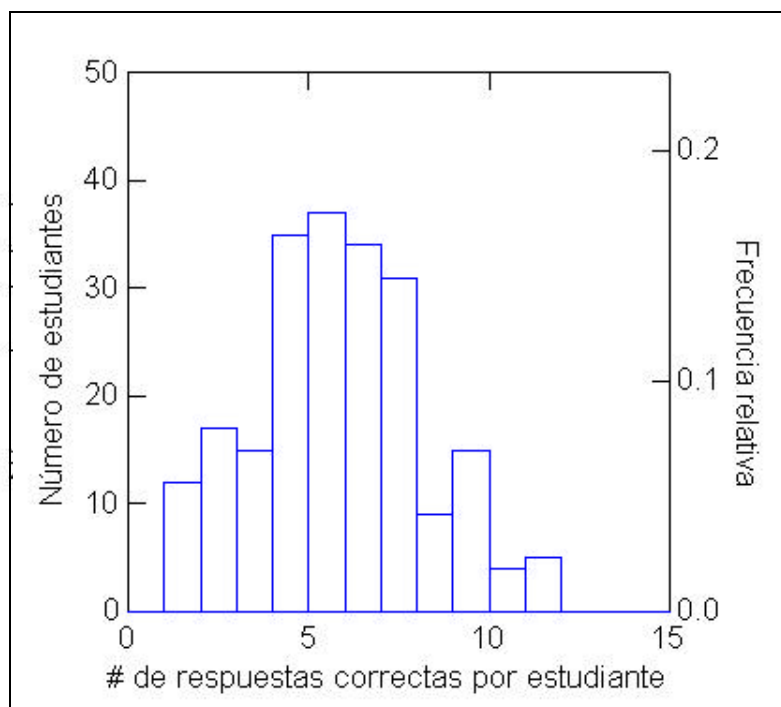
3.4.19. Variable N° 19: Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.

Tabla XVII
Estadística descriptiva: # de respuestas correctas por estudiante.

Nº de casos	186
Mínimo	4.00
Máximo	11.00
Mediana	7.00
Media aritmética	6.76
Desviación estándar	1.69
Varianza	2.85
Sesgo	0.47
Kurtosis	-0.40

El promedio del total de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes entrevistados es de 6.76 de un total de 14 preguntas, lo que significa que han respondido menos de la mitad de preguntas planteadas en el cuestionario. Tenemos además que esta distribución está sesgada a la derecha, y por el valor de la kurtosis, es platicúrtica, es decir, menos picuda que una distribución normal.

Gráfico 3.38
Histograma de frecuencias absolutas: # de respuestas correctas por estudiante.

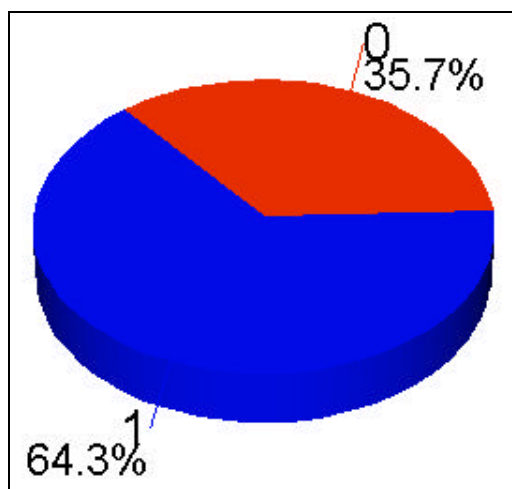


Como se muestra en el gráfico 3.38 el número de preguntas correctamente respondidas por la mayoría de los estudiantes entrevistados se encuentra en el intervalo de 5 a 8 preguntas de un total de 14. Pero existe una igualdad en cuanto al porcentaje de estudiantes que tienen 5, 6 y 7 respuestas correctas.

3.5. Análisis univariado de las características investigadas en la materia Análisis Numérico.

3.5.1. Variable N°1: Sexo

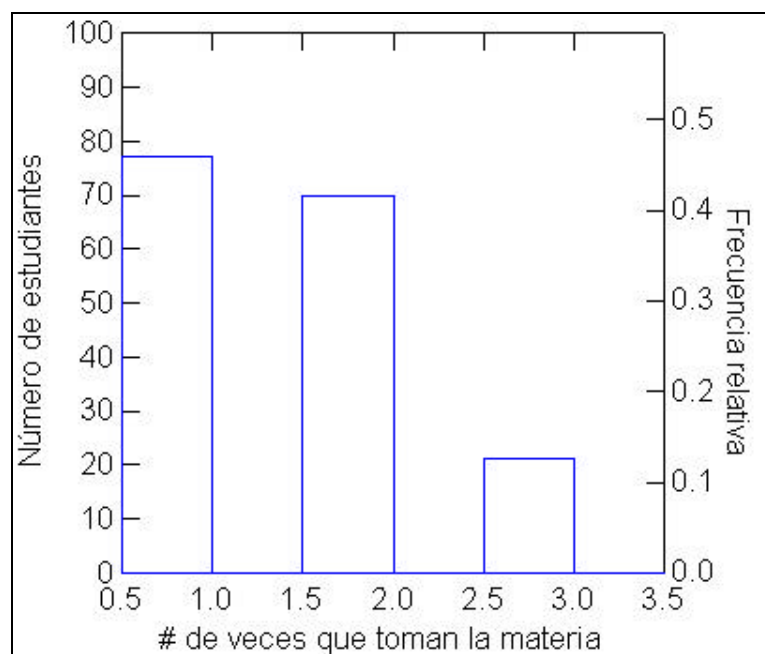
Gráfico 3.39
Diagrama circular: Sexo de los estudiantes que aprobaron la materia de análisis numérico



El gráfico 3.39 nos indica que la mayor parte de las estudiantes entrevistados en la materia de análisis numérico pertenecen al sexo masculino (64.3%), mientras que un pequeño porcentaje pertenece al sexo femenino (35.7%).

3.5.2. Variable N°2: Número de veces que un estudiante tomó la materia de análisis numérico.

Gráfico 3.40
Histograma de frecuencias absolutas: # de veces que repiten la materia de análisis numérico.



El gráfico 3.40 nos muestra que cerca del 50% de los estudiantes entrevistados toman la materia de análisis numérico por una sola

vez, mientras que aproximadamente el 42% toman 2 veces esta materia, mientras que una pequeña proporción de estudiantes (13%) repiten la materia 3 veces. Cabe indicar que en la entrevista no se dio el caso de que algún estudiante hubiera estado a prueba, es decir que hayan tomado la materia 4 veces.

Tabla XVIII
Estadística Descriptiva: # de veces que los
estudiantes toman la materia de
fundamentos de computación.

Nº de casos	168
Mínimo	1.00
Máximo	3.00
Mediana	2.00
Media aritmética	1.67
Desviación estándar	0.69
Varianza	0.48
Sesgo	0.55
Kurtosis	-0.79

El número de veces que los estudiantes entrevistados toman la materia de análisis numérico en promedio es de 1.67, esto quiere decir que la mayor parte de los alumnos entrevistados repiten la materia. Con el sesgo positivo nos damos cuenta que estos datos se encuentran sesgados a la derecha y son menos picudos que una distribución normal estándar, es decir platicúrtica.

3.5.3. Variable N°3: Promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de análisis numérico.

Como podemos observar en el gráfico 3.41 el promedio con el que más aprueban la materia los estudiantes se encuentran concentrados entre 6.25 y 6.5 puntos, aunque también hay una alta proporción de estudiantes que aprueban con un promedio entre 6.75 y 7.0 puntos, mientras que el 20% de los estudiantes entrevistados han aprobado la materia con notas entre 7.25 y 7.5.

Gráfico 3.41
Histograma de frecuencia absoluta: Promedios

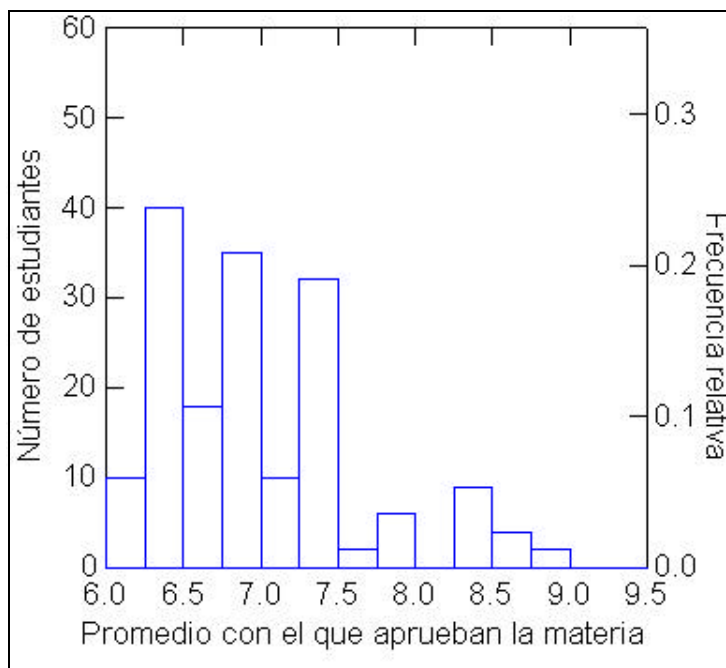


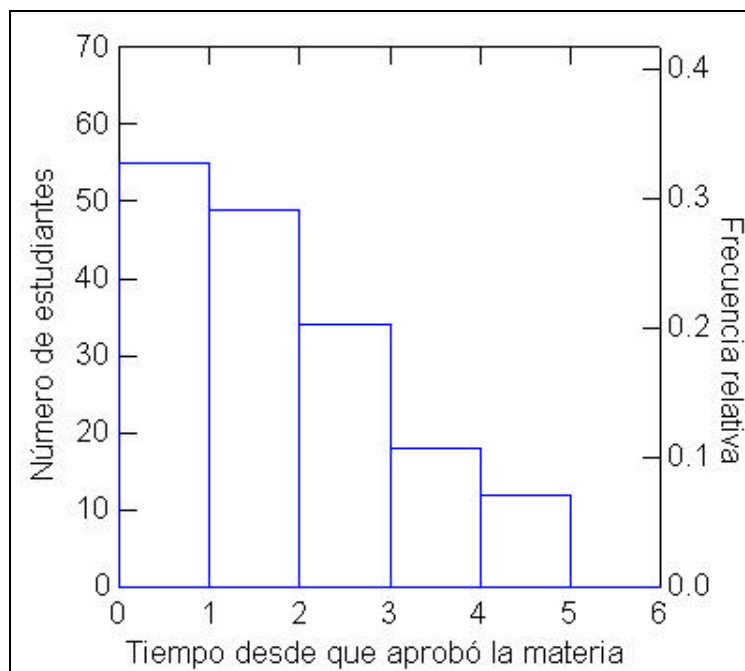
Tabla XIX
Estadística descriptiva: Promedios

Nº de casos	168
Mínimo	6.20
Máximo	9.00
Mediana	6.85
Media aritmética	7.01
Desviación estándar	0.64
Varianza	0.41
Sesgo	1.05
Kurtosis	0.61

El promedio con el que aprueban los alumnos entrevistados esta materia tiene una media de 7.01 puntos sobre 10.00 con una desviación estándar de 0.64, además el sesgo de 1.05 nos indica que estos datos se encuentran sesgados hacia la derecha y por el valor de la kurtosis es leptocúrtica.

3.5.4. Variable N°4: Tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de Análisis Numérico.

Gráfico 3.42
Histograma de frecuencias absolutas: Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.



Como observamos en el gráfico 3.42 cerca del 33% de los estudiantes entrevistados han aprobado la materia desde hace 1 año, seguido muy de cerca (29%) por los estudiantes que han aprobado la materia desde hace 1 semestre.

Tabla XX
Estadística descriptiva: tiempo transcurrido
desde que aprobaron la materia

Nº de casos	168
Mínimo	1.00
Máximo	5.00
Mediana	2.00
Media aritmética	2.30
Desviación estándar	1.23
Varianza	1.52
Sesgo	0.68
Kurtosis	-0.49

El valor de 2 de la mediana corresponde a la codificación asignada al tiempo de 1 año desde que los estudiantes cursaron la materia de análisis numérico, es decir, éste es el valor central de esta distribución, también nos damos cuenta que se encuentra sesgada hacia la derecha y es platicúrtica.

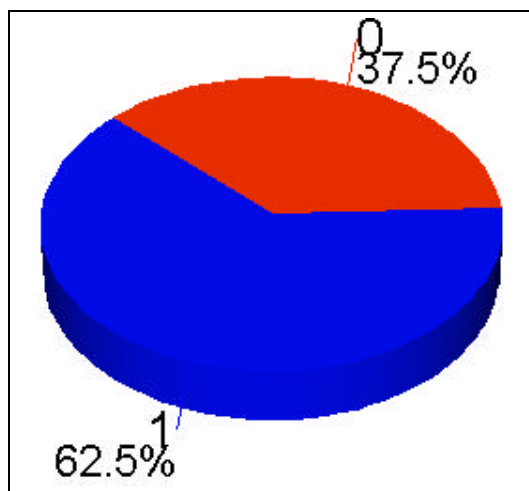
3.5.5. Variable N°5: Pregunta 1

Aquí se pregunta: Si p^* es una aproximación de p , ¿qué tipo de error es $|p - p^*|$.

El 62.5% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera correcta a esta pregunta, mientras el 37.5% de los estudiantes

respondieron de forma incorrecta. La respuesta correcta a esta pregunta es: "Error absoluto".

Gráfico 3.43
Diagrama circular: Pregunta #1

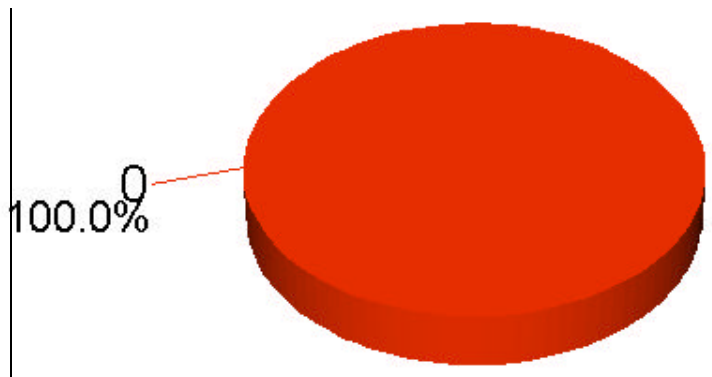


3.5.6. Variable N°6: Pregunta 2

La pregunta es: dado un número real en su representación binaria ¿cuál es la mantisa del número?.

La respuesta correcta a esta pregunta es: "7/8". Todos (100%) los estudiantes entrevistados respondieron de manera incorrecta a esta pregunta.

Gráfico 3.44
Diagrama circular: Pregunta #2

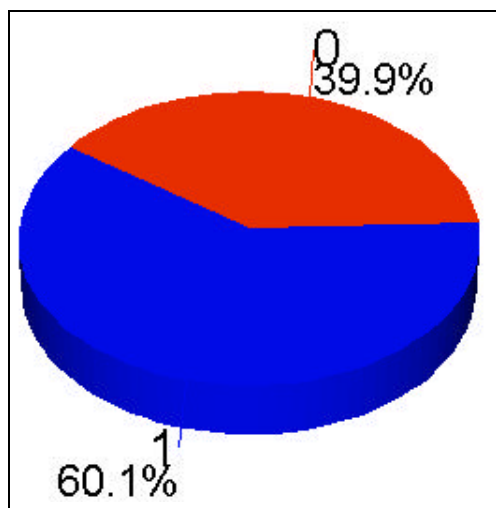


3.5.7. Variable N°7: Pregunta 3

La pregunta aquí es: ¿cuál de los siguientes métodos de búsqueda de la raíz de una función se basa en el teorema del valor intermedio?.

La mayoría de los estudiantes entrevistados (el 60.1%) respondieron de manera correcta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: “método de la bisección”.

Gráfico 3.45
Diagrama circular: Pregunta #3

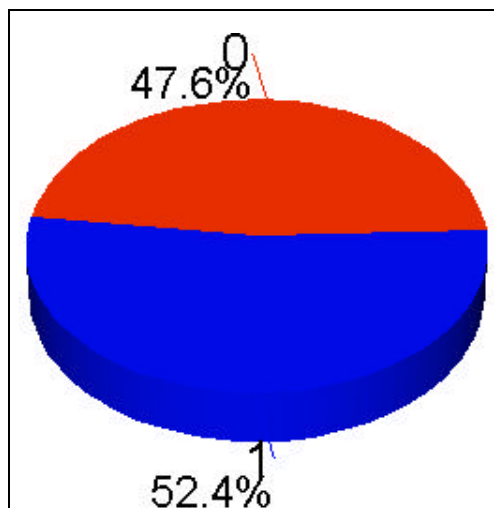


3.5.8. Variable N°8: Pregunta 4

Aquí se pregunta: al empezar el algoritmo de bisección, se debe de encontrar un intervalo $[a, b]$ tal que:

La respuesta correcta es: " $f(a) \cdot f(b) < 0$ " y el 52.4% de los estudiantes entrevistados respondieron correctamente a esta pregunta.

Gráfico 3.46
Diagrama circular: Pregunta #4



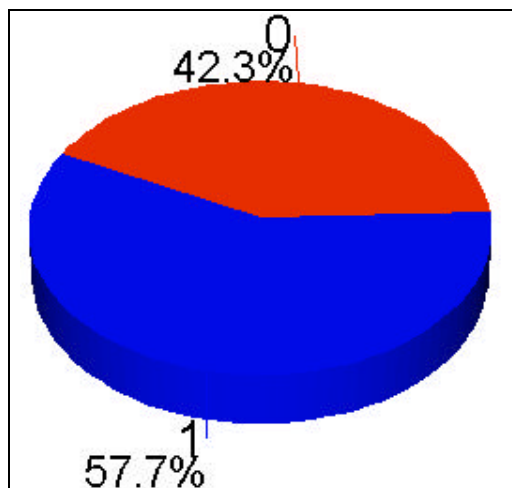
3.5.9. Variable N°9: Pregunta 5

La fórmula para aproximar la raíz de una función

$$X_{i+1} = X_i - \frac{f(X_i)}{f'(X_i)} \text{ corresponde al método de:}$$

La respuesta correcta a esta pregunta es: "método de newton". La mayor parte (el 57.7%) de los estudiantes entrevistados respondieron de forma correcta a esta pregunta.

Gráfico 3.47
Diagrama circular: Pregunta #5

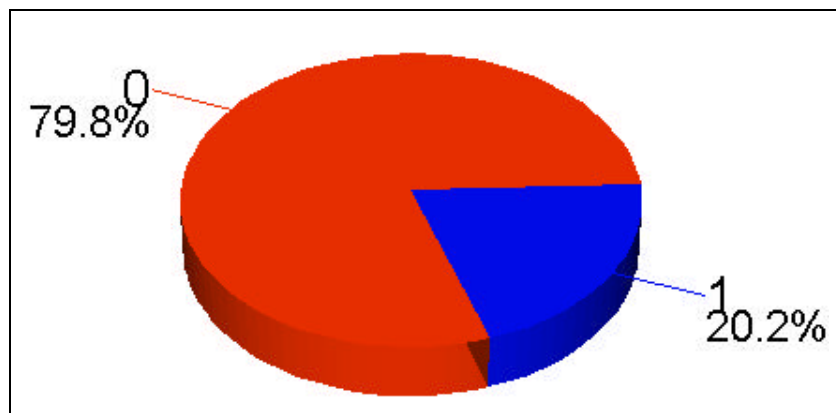


3.5.10. Variable N° 10: Pregunta 6

Aquí se pregunta: ¿cuál de los siguientes métodos que se muestran a continuación pueden adaptarse a la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales?.

El 79.8% de los estudiantes entrevistados respondieron de forma incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: “método del punto fijo”.

Gráfico 3.48
Diagrama circular: Pregunta #6

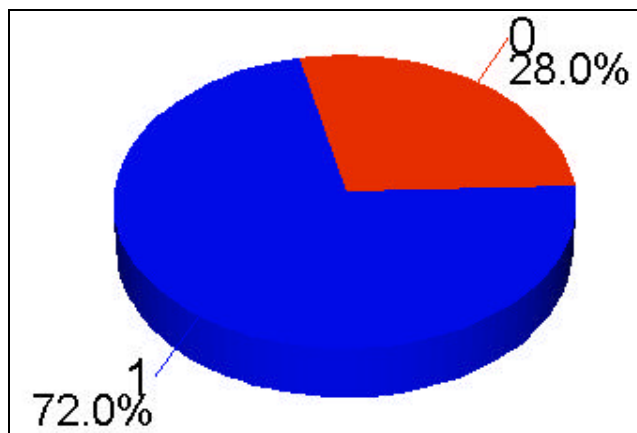


3.5.11. Variable N° 11: Pregunta 7

La pregunta 7 es: el polinomio de Lagrange aproxima polinomios de que orden.

La respuesta correcta a esta pregunta es: “n – ésimo orden”, y el 72% de los estudiantes entrevistados respondieron de forma correcta a esta pregunta.

Gráfico 3.49
Diagrama circular: Pregunta #7

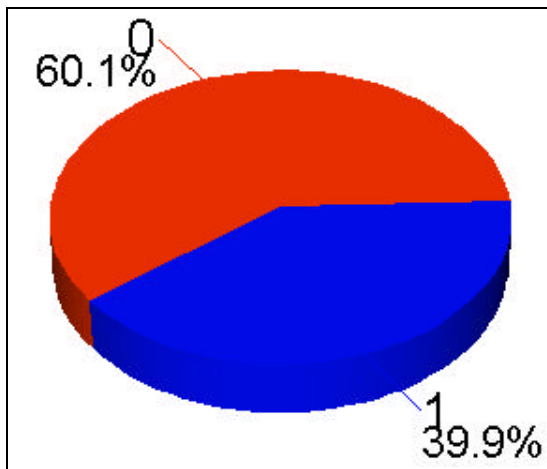


3.5.12. Variable N° 12: Pregunta 8

La pregunta 8 es: el método de interpolación de Lagrange estudia la aproximación de una función arbitraria por medio de un polinomio en un intervalo cerrado.

La respuesta correcta a esta pregunta es: “sí”, y el 60.1% de los estudiantes entrevistados no conocieron la respuesta.

Gráfico 3.50
Diagrama circular: Pregunta #8

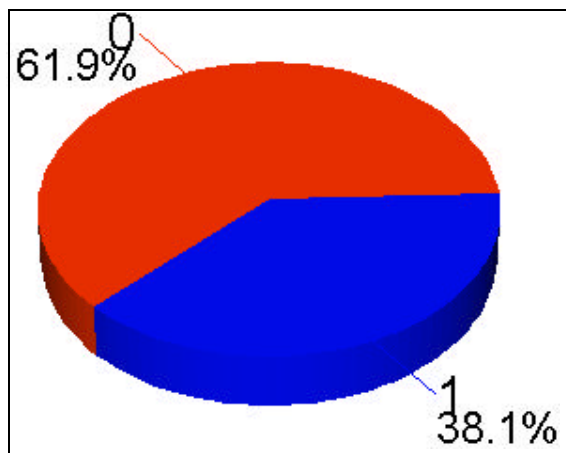


3.5.13. Variable N° 13: Pregunta 9

Aquí la pregunta es: de las siguientes reglas de integración numérica, ¿cuál da el resultado exacto cuando se aplica a polinomios de grado menor que 3?

El 60.1% de los estudiantes entrevistados respondieron de manera incorrecta a esta pregunta, cuya respuesta correcta es: "Cuadratura Gaussiana de orden 2".

Gráfico 3.51
Diagrama circular: Pregunta #9



3.5.14. Variable N° 14: Pregunta 10

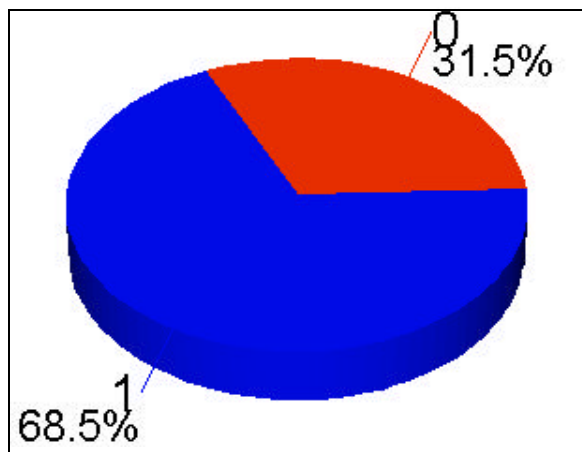
Esta pregunta es la siguiente: ¿a qué método corresponde la fórmula para aproximar una integral

$$\int_{x_0}^{x_1} f(x).d(x) \cong \frac{h}{2}[f(X_0) - f(X_1)]$$

La respuesta correcta a esta pregunta es: “método del trapecio”.

La mayoría de los estudiantes entrevistados (61.9%) respondieron de manera incorrecta a esta pregunta, mientras que el 38.1% de los alumnos contestaron correctamente.

Gráfico 3.52
Diagrama circular: Pregunta #10

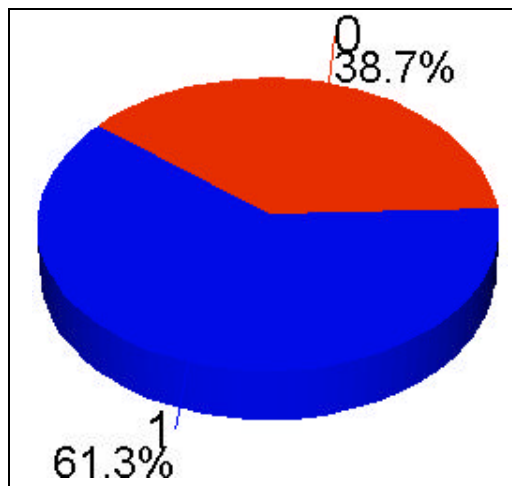


3.5.15. Variable N° 15: Pregunta 11

La pregunta es: el método iterativo de Gauss Seidel se utiliza para calcular:

La respuesta correcta a esta pregunta es: “ninguna de las anteriores” y el 68.5% de los estudiantes entrevistados contestaron correctamente.

Gráfico 3.53
Diagrama circular: Pregunta #11

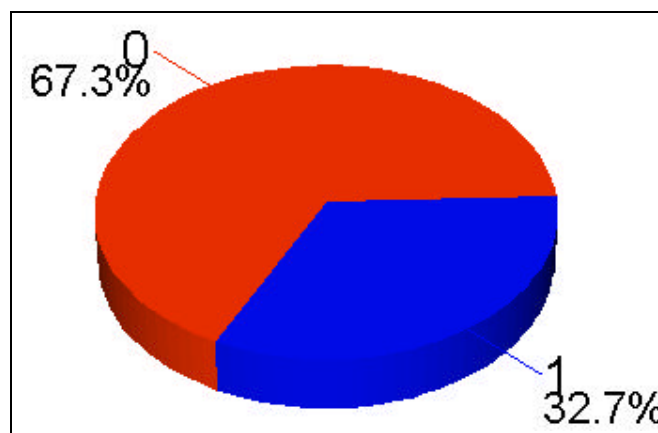


3.5.16. Variable N° 16: Pregunta 12

La pregunta aquí es: el método de predictor y corrector se utiliza para la resolución de:

El 61.3% de los estudiantes entrevistados contestaron de forma correcta a esta pregunta, cuya respuesta es: “ecuaciones diferenciales ordinarias”.

Gráfico 3.54
Diagrama circular: Pregunta #12

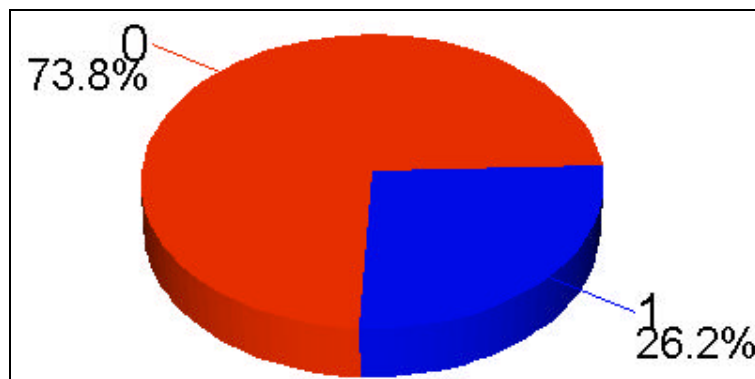


3.5.17. Variable N° 17: Pregunta 13

Aquí se pregunta: Para aproximar la solución de una ecuación diferencial parcial elíptica se utiliza el método de:

La respuesta correcta a esta pregunta es: "Diferencias finitas". La mayor parte de los estudiantes entrevistados (el 73.8%) respondieron de forma incorrecta a esta pregunta.

Gráfico 3.55
Diagrama circular: Pregunta #13

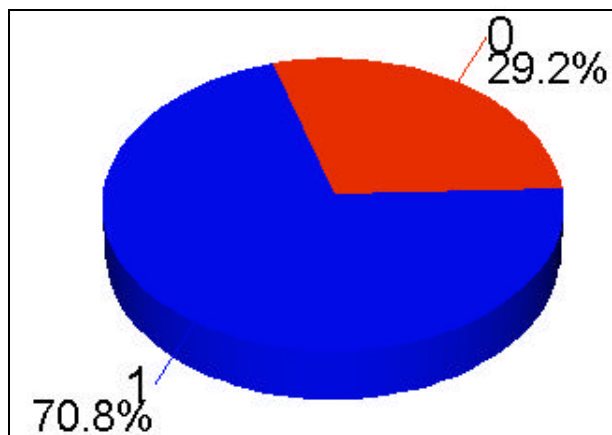


3.5.18. Variable N° 18: Pregunta 14

La pregunta 14 del cuestionario dice: el método iterativo de Jacobi se utiliza para aproximar:

El 70.8% de los estudiantes entrevistados contestaron de manera correcta a esta pregunta. La respuesta a esta pregunta es: “las soluciones de un sistema de ecuaciones lineales”.

Gráfico 3.56
Diagrama circular: Pregunta #14



3.5.19. Variable N°19: Número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.

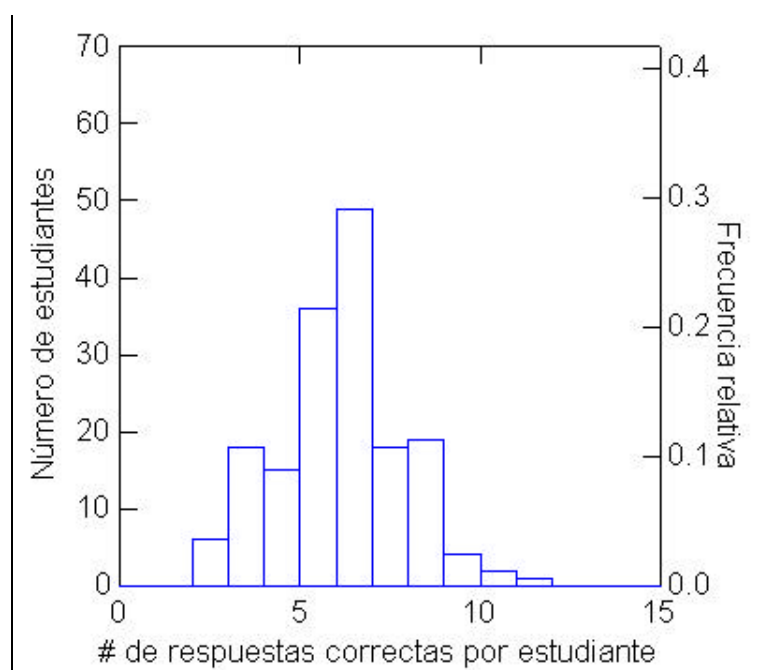
Tabla XXI
Estadística descriptiva: # de respuestas correctas por estudiante.

Nº de casos	168
Mínimo	3.00
Máximo	12.00
Mediana	7.00
Media aritmética	6.62
Desviación estándar	1.76
Varianza	3.10
Sesgo	0.11
Kurtosis	0.02

El promedio de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes entrevistados es de 6.62 preguntas de un total de 14

que contenía el cuestionario, es decir menos de la mitad. Además en la tabla XXI nos podemos dar cuenta que esta distribución está sesgada hacia la derecha y es leptocúrtica.

Gráfico 3.57
Histograma de frecuencias absolutas: # de respuestas correctas por estudiante



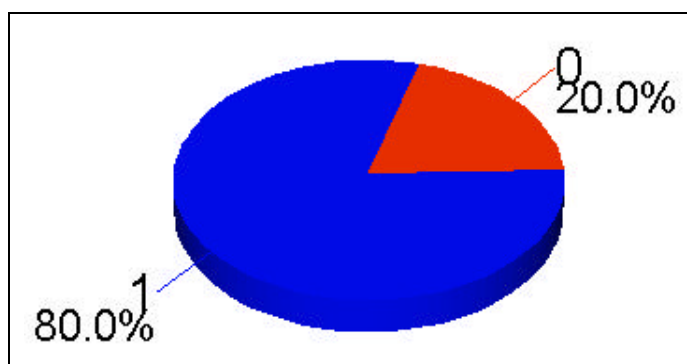
La mayoría de los estudiantes entrevistados, que corresponden al 30% respondieron correctamente 7 preguntas de un total de 14; es decir la mitad de las preguntas, seguido por aproximadamente el 22% de los estudiantes que contestaron de forma correcta 6

preguntas, aunque existieron estudiantes (el 12%) que respondieron de manera correcta 9 preguntas.

3.6. Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de estadística.

3.6.1. Variable N°1: Sexo.

Gráfico 3.58
Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de estadística.



En el gráfico 3.58 podemos observar que el 80% de las personas entrevistadas son hombres, mientras que un 20% son mujeres.

3.6.2. Variable N°2: Edad.

Tabla XXII
Estadística descriptiva: Edad de las personas
entrevistadas en la materia de estadística.

N de casos	20
Mínimo	28.00
Máximo	45.00
Mediana	39.00
Media aritmética	37.55
Desviación estándar	5.05
Varianza	25.52
Sesgo	-0.49
Kurtosis	-0.66

La edad promedio de las personas entrevistadas es de 37.55 años, con una desviación estándar de 5.05 años, por el valor del coeficiente de sesgo y kurtosis podemos darnos cuenta que esta distribución se encuentra sesgada a la izquierda y es platicúrtica.

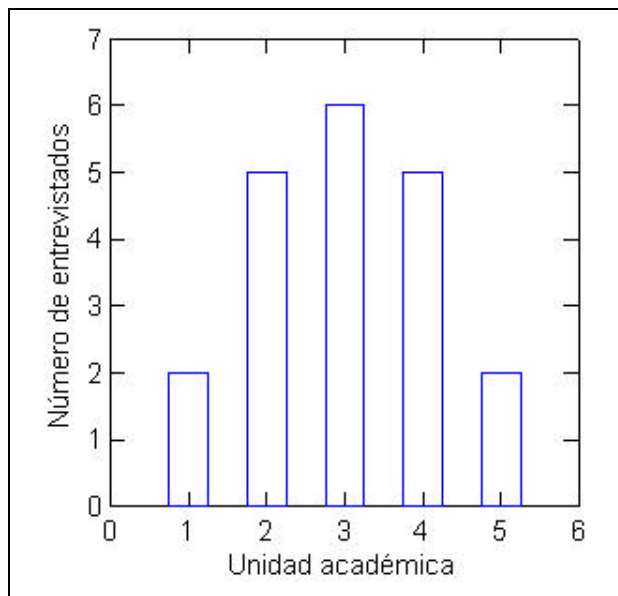
3.6.3. Variable N°3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.

Esta variable se encuentra codificada de la siguiente manera:

- 1: ICM (Instituto de Ciencias Matemáticas).
- 2: FIEC (Facultad de ingeniería en electricidad y computación).
- 3: FIMCP (Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción).
- 4: FICT (Facultad de ingeniería en ciencias de la tierra).

5: FIMCM (Facultad de ingeniería marítima y ciencias del mar).

Gráfico 3.59
Histograma de frecuencias absolutas:
Unidad académica.



La mayoría de las personas entrevistadas (6) pertenecen a la FIMCP, mientras que 5 de las personas entrevistadas pertenecen a la FIEC y a la FICT.

3.6.4. Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.

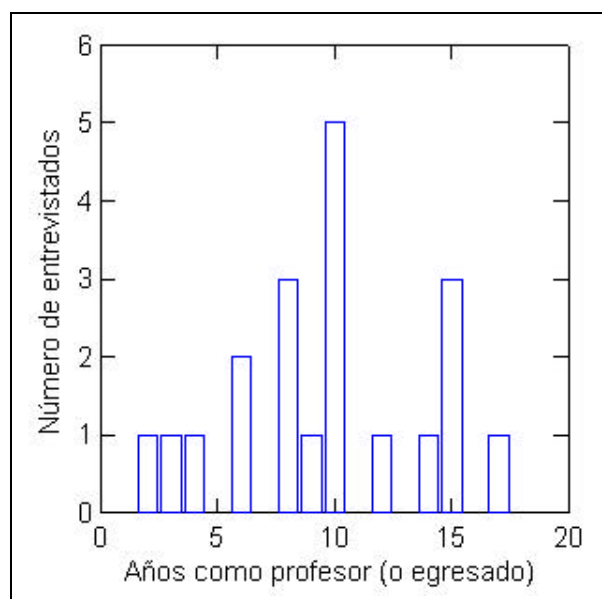
En promedio las personas entrevistadas tienen 9.60 años como profesores (o egresados), dado que el coeficiente de sesgo es -0.02 tenemos que esta distribución se encuentra ligeramente sesgada a la izquierda y además es más achatada que una distribución normal, es decir es platicúrtica.

El gráfico 3.60 nos muestra que la moda, es decir el valor que con mayor frecuencia se repite es 10 años como profesor (o egresado).

Tabla XXIII
Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.

N de casos	20
Mínimo	2.00
Máximo	17.00
Mediana	10.00
Media aritmética	9.60
Desviación estándar	4.20
Varianza	17.62
Sesgo	-0.02
Kurtosis	-0.62

Gráfico 3.60
Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.



3.6.5. Variable N°5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de estadística.

Aquí se nos muestra 9 títulos que forman parte del contenido de la materia de estadística. Esta variable se encuentra codificada como sigue:

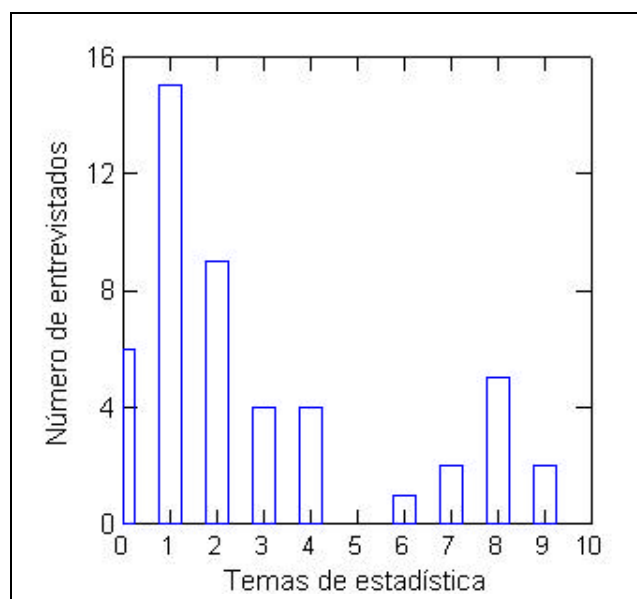
0: Ninguno.

1: Estadística Descriptiva

- 2: Probabilidad y Variable Aleatoria.
- 3: Variables Aleatorias Discretas.
- 4: Variables Aleatorias Continuas.
- 5: El Teorema del Límite Central
- 6: Estimación Puntual y de Intervalos.
- 7: Prueba de Hipótesis
- 8: Regresión Lineal y Análisis de Varianza.
- 9: Control Estadístico de Calidad.

El gráfico 3.61 nos muestra que el tema de estadística descriptiva es el más utilizado por las personas entrevistadas ya sea, en el trabajo por las personas egresadas de la ESPOL o por los profesores para que los estudiantes puedan entender mejor el contenido de la materia. Otro tema más utilizado es el de probabilidad y variable aleatoria.

Gráfico 3.61
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadísticas más utilizados.



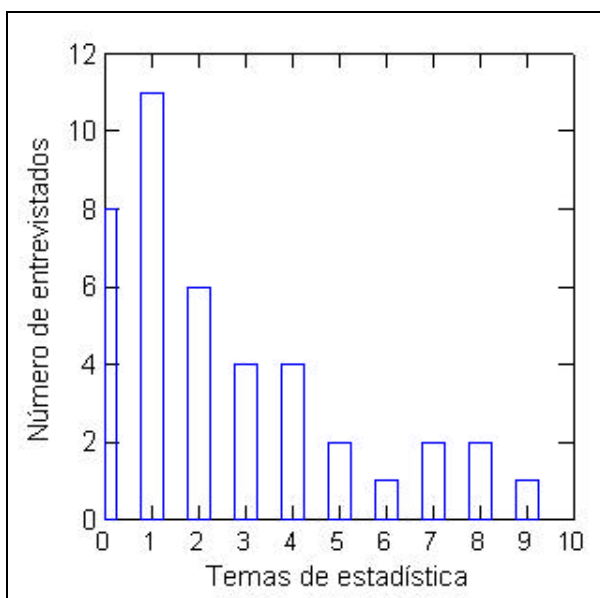
3.6.6. Variable N°6: Temas de estadística que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.

Esta variable se encuentra codificada de la misma forma que la variable anterior.

El tema más utilizado por parte de los profesores y egreados de la ESPOL para resolver problemas profesionalizantes de ingeniería es la estadística descriptiva, seguido por la opción de que ninguno de los temas pueden resolver los problemas profesionalizantes de

ingeniería. Otro tema muy utilizado es el de probabilidad y variable aleatoria.

Gráfico 3.62
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.

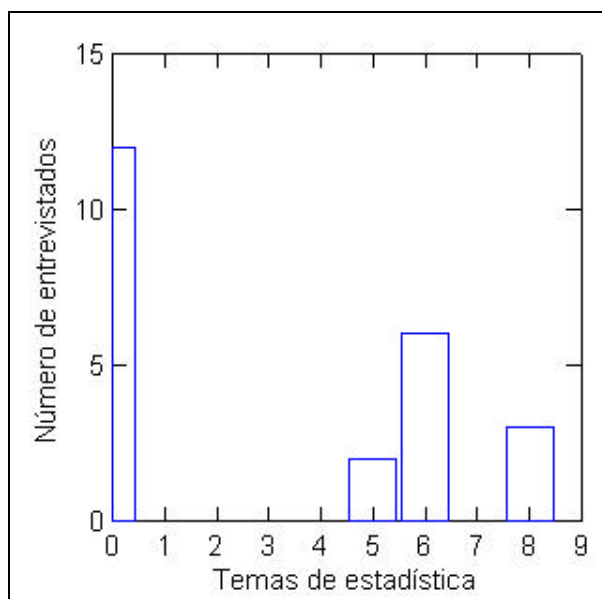


3.6.7. Variable Nº 7: Temas de estadística que podrían ser eliminados.

Esta variable se encuentra codificada de la misma forma como la variable 5.

La mayoría de personas entrevistadas considera que ninguno de los temas deben ser eliminados, mientras que pocas personas (aproximadamente 7) proponen que el tema que debería ser eliminado es el de estimación puntual y de intervalos. Esto se puede observar en el gráfico 3.63.

Gráfico 3.63
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística que podrían ser eliminados.



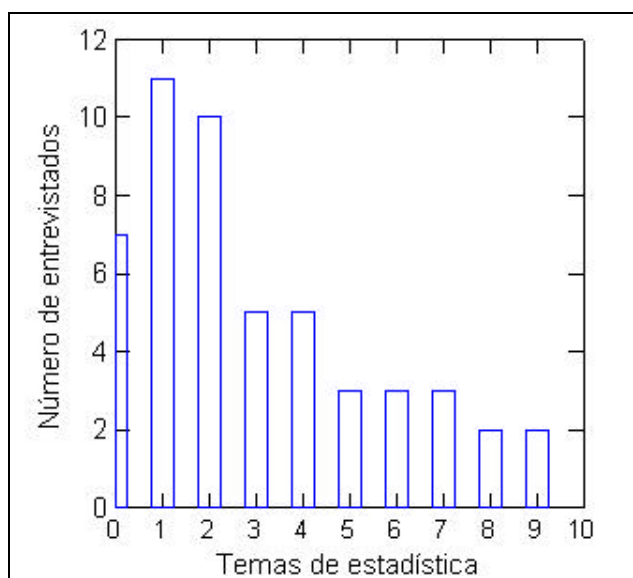
3.6.8. Variable Nº 8: Temas de estadística que han sido utilizados en tesis.

Aquí lo que se pregunta es que cual de los temas utilizados en estadística, ha sido absolutamente necesario que un graduante cuya tesis el profesor entrevistado ha dirigido, conozca para poder realizar con el nivel apropiado, su investigación de graduación.

Esta pregunta se encuentra codificada de la misma manera que la variable 5.

Los temas que mas han debido ser conocido por los estudiantes para realizar sus tesis son: estadística descriptiva, seguido por el tema de probabilidad, aunque una gran proporción de personas respondieron que ningún tema fue utilizado.

Gráfico 3.64
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de estadística utilizados en tesis.



3.6.9. Variable Nº 9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de estadística.

En esta variable se pedía que la persona entrevistada incluyera temas (si tenía) que según ellos deberían estar en el programa de estudio. Los temas que se propusieron fueron: optimización y estadística no paramétrica.

3.6.10. Variable Nº10: La formación en estadística de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.

Esta variable trata de la opinión que tienen tanto los profesores como los egresados de la ESPOL de la formación en estadística de un politécnico en cuanto al programa de estudio, la variable se encuentra codificada de la siguiente forma:

1: Amplia y útil.

2: Comparable a cualquier universidad del primer mundo.

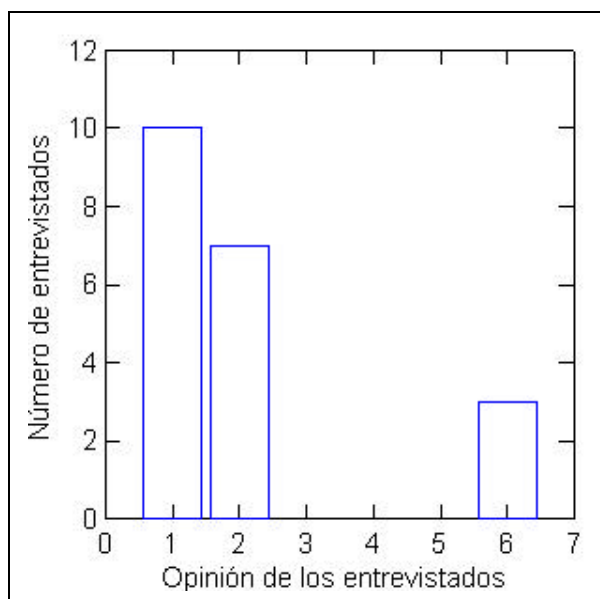
3: Amplia pero poco útil.

4: Libresca y poco apegada a la realidad.

5: Su utilidad es evidente en cuanto a la formación de la capacidad de abstracción de los estudiantes y nada más.

6: Debe mejorársela en cuanto a su contenido.

Gráfico 3.65
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en estadística de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.



El gráfico 3.65 nos muestra que la mayoría de personas entrevistadas consideran la formación en estadística de un politécnico como amplia y útil, seguido por la opinión de que es comparable a cualquier universidad del primer mundo. Existe una pequeña cantidad de personas que consideran que debe mejorársela en cuanto a su contenido.

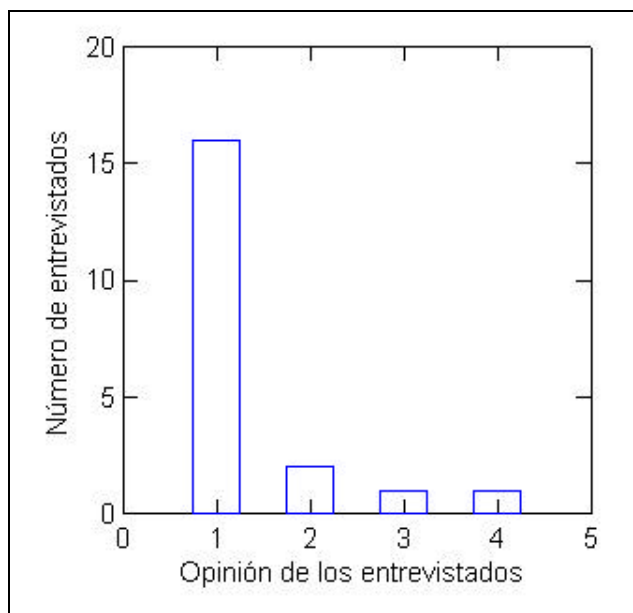
3.6.11. Variable Nº 11: La formación en estadística de un estudiante politécnico en general.

Esta variable se encuentra codificada de forma siguiente:

- 1: Excelente.
- 2: Buena pero le falta profundidad.
- 3: Buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica.
- 4: Regular.
- 5: Mala.

La mayoría de las personas entrevistadas consideran que la enseñanza de la estadística de un estudiante politécnico es excelente, también hay personas que opinan que la enseñanza es buena pero le falta profundidad, como observamos en el gráfico 3.66.

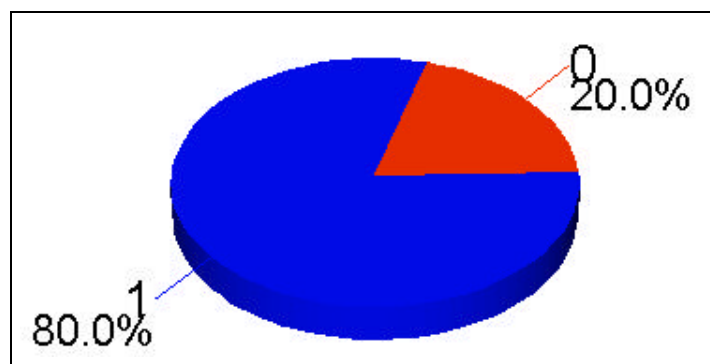
Gráfico 3.66
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en estadística de un estudiante politécnico en general.



3.7. Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de fundamentos de computación.

3.7.1. Variable N°1: Sexo.

Gráfico 3.67
Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de fundamentos de computación.



En el gráfico 3.67 podemos observar que el 80% de las personas entrevistadas son hombres, mientras que un 20% son mujeres.

3.7.2. Variable N°2: Edad.

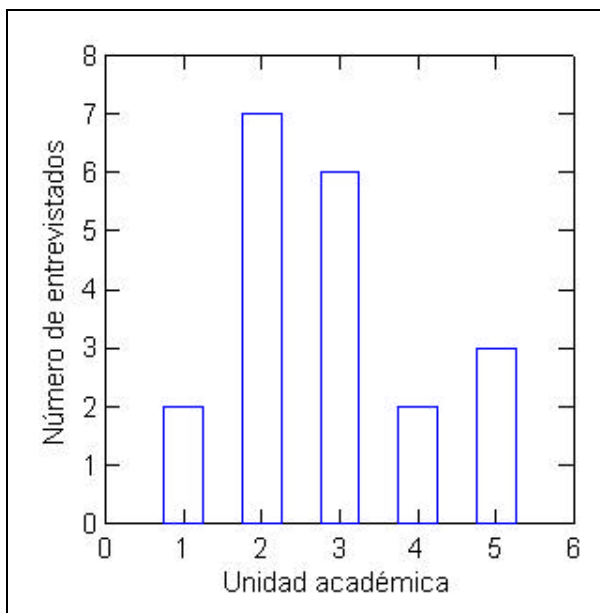
Tabla XXIV
Estadística descriptiva: Edad de las personas entrevistadas en la materia de fundamentos de computación.

N de casos	20
Mínimo	28.00
Máximo	43.00
Mediana	39.00
Media aritmética	36.90
Desviación estándar	4.53
Varianza	20.52
Sesgo	-0.69
Kurtosis	-0.76

En promedio las personas entrevistadas tienen una edad de 36.9 años con una desviación estándar de 4.53 años, esta distribución se encuentra sesgada hacia la izquierda y por el coeficiente de kurtosis negativo podemos decir que esta distribución es platicúrtica, es decir, más achatada que una normal. Véase tabla XXIV.

3.7.3. Variable Nº 3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.

Gráfico 3.68
Histograma de frecuencias absolutas: Unidad académica.



Según podemos observar en el gráfico 3.68, la mayoría de personas entrevistadas pertenecen a la FIEC, seguido por las personas que pertenecen a la FIMCP.

3.7.4. Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.

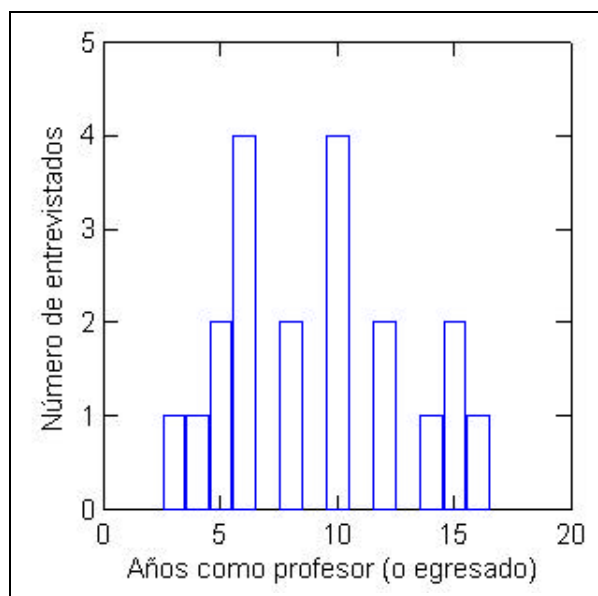
Por lo observado en la tabla XXV tenemos que en promedio las personas entrevistadas tienen 9.05 años como profesores (o egresados). Esta distribución se encuentra sesgada hacia la derecha y por el coeficiente de kurtosis negativo podemos decir que es platicúrtica.

En el gráfico 3.69 nos podemos dar cuenta que la mayoría de las personas entrevistadas tienen 5 y 10 años de profesores (o egresados).

Tabla XXV
Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.

N de casos	20
Mínimo	3.00
Máximo	16.00
Mediana	9.00
Media aritmética	9.05
Desviación estándar	3.97
Varianza	15.73
Sesgo	0.31
Kurtosis	-1.07

Gráfico 3.69
Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.



3.7.5. Variable Nº 5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de fundamentos de computación.

La variable 5 nos muestra 12 títulos que forman parte del contenido de la materia de fundamentos de computación. Esta variable se encuentra codificada como sigue:

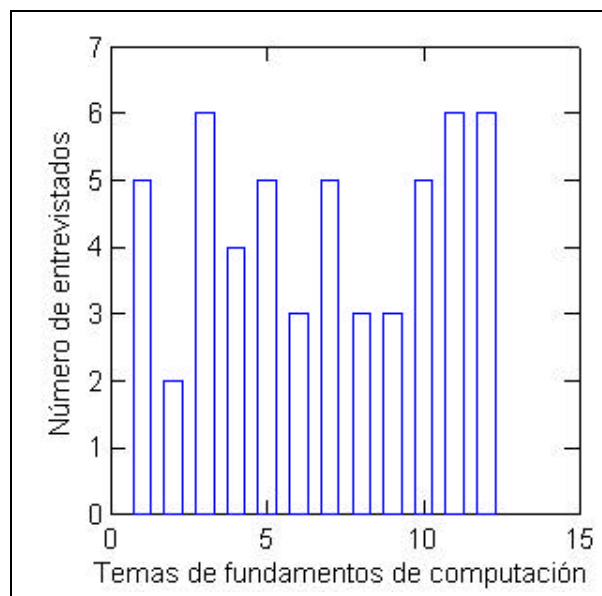
0: Ninguno.

1: Terminología computacional y estructura básica del computador.

- 2: Representación de datos y sistemas de numeración.
- 3: Análisis formal de algoritmos, eficiencia y representación.
- 4: Uso práctico del lenguaje C /C++.
- 5: Desarrollo computacional de aplicaciones numéricas.
- 6: Desarrollo computacional de aplicaciones con caracteres.
- 7: Desarrollo computacional de aplicaciones con gráficos.
- 8: Desarrollo computacional de aplicaciones con archivos.
- 9: Metodología de programación modular: funciones y recursión.
- 10: Introducción al desarrollo computacional de aplicaciones con estructuras de datos avanzadas: pilas, colas, listas.
- 11: Introducción a la metodología de programación orientada a objetos.
- 12: Introducción al uso de utilitarios informáticos básicos.

Por lo observado en el gráfico 3.70 tenemos que los temas más utilizados por las personas entrevistadas son: análisis formal de algoritmos, eficiencia y representación, así como también introducción a la metodología de programación orientada a objetos e introducción al uso de utilitarios informáticos básico.

Gráfico 3.70
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación más utilizados.



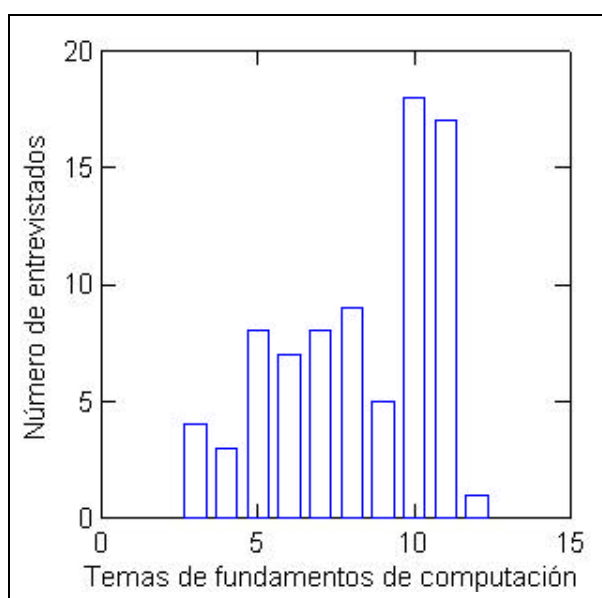
3.7.6. Variable N°6: Temas de fundamentos de computación que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.

Esta variable se encuentra codificada de igual forma que la variable anterior.

El gráfico 3.71 nos muestra que los temas citados de fundamentos de computación que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería, según los profesores y egresados de la ESPOL es

en su mayoría introducción al desarrollo computacional de aplicaciones con estructura de datos avanzadas: pilas, colas, listas; seguido muy de cerca por el tema introducción a la metodología de programación orientada a objetos.

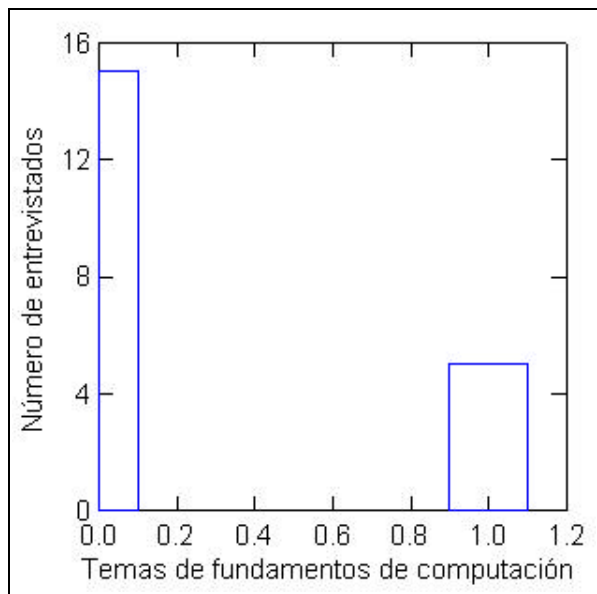
Gráfico 3.71
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.



3.7.7. Variable N°7: Temas de fundamentos de computación que pueden ser eliminados.

La mayor parte de los estudiantes entrevistados respondieron que ningún tema debería ser eliminado del programa de estudios de fundamentos de computación, mientras que una pequeña cantidad de personas expresaron que el tema que podría ser eliminado sería el de terminología computacional y estructura básica del computador. Esto se puede observar en el gráfico 3.72. Esta variable se encuentra codificada de la misma forma que la variable 5.

Gráfico 3.72
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación que podrían ser eliminados.

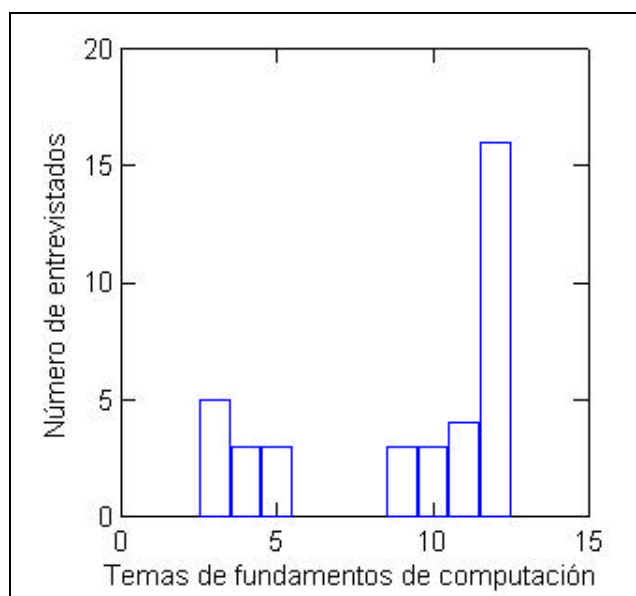


3.7.8. Variable N°8: Temas de fundamentos de computación que han sido utilizados en tesis.

Esta variable tiene igual codificación a la variable 5.

El tema que más han debido conocer los estudiantes, para poder realizar con el nivel apropiado, su investigación de gradución, según las personas entrevistadas es el de introducción al uso de utilitarios informáticos básicos, seguido por el tema de análisis formal de algoritmos, eficiencia y representación.

Gráfico 3.73
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de fundamentos de computación utilizados en tesis.



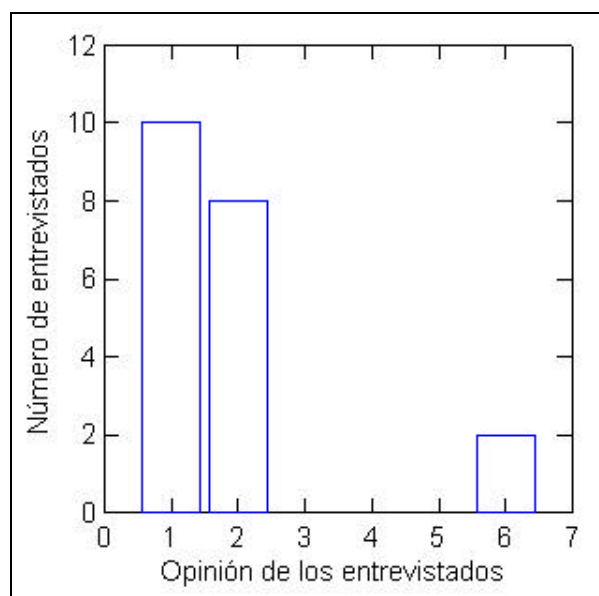
3.7.9. Variable N° 9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de fundamentos de computación.

En esta variable las personas entrevistadas consideraron que no era necesario incluir algún tema, ya que los 12 temas citados anteriormente encierra todo el programa de estudios de fundamentos de computación.

3.7.10. Variable N°10: La formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.

Esta variable trata de la opinión que tienen tanto los profesores como los egresados de la ESPOL de la formación en fundamentos de computación de un politécnico en cuanto al programa de estudio, la variable se encuentra codificada de la misma forma que la variable N°10 del numeral 3.6.10.

Gráfico 3.74
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.

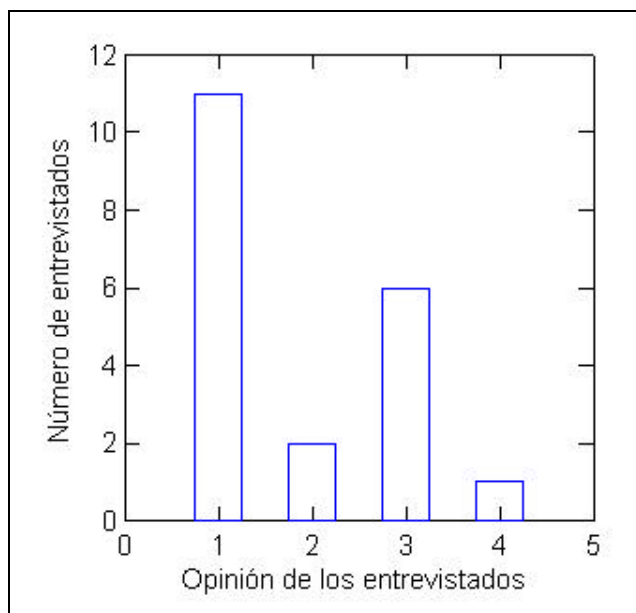


La mayoría de las personas entrevistadas consideran que la formación en fundamentos de computación de un ingeniero politécnico dependiendo del programa de estudios es amplia y útil, seguido muy de cerca por las personas que consideran que la formación es comparable a cualquier universidad del primer mundo. Ver gráfico 3.74.

3.7.11. Variable N°11: La formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico en general.

Por lo observado en el gráfico 3.75, la mayoría de las personas entrevistadas consideran que la formación en fundamentos de computación de un politécnico en general es excelente, aunque hay personas que opinan que es buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica. Esta variable se encuentra codificada de la misma manera que la variable N°11 del numeral 3.6.11.

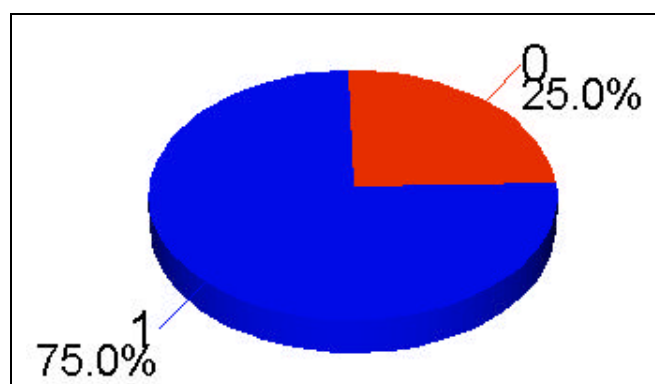
Gráfico 3.75
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en fundamentos de computación de un estudiante politécnico en general.



3.8. Análisis estadístico univariado de las características investigadas a los profesores y egresados de la ESPOL con respecto a la materia de análisis numérico.

3.8.1. Variable N°1: Sexo.

Gráfico 3.76
Diagrama circular: Sexo de los profesores y egresados de la ESPOL entrevistados en la materia de análisis numérico.



El gráfico 3.76 nos muestra que el 75% de las personas entrevistadas son hombres, mientras que el 25% mujeres.

3.8.2. Variable N°2: Edad.

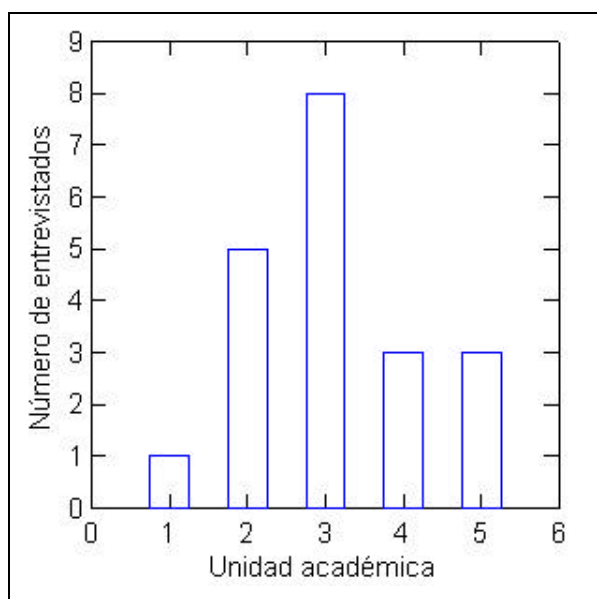
Tabla XXVI
Estadística descriptiva: Edad de las
personas entrevistadas en la materia de
análisis numérico.

N de casos	20
Mínimo	28.00
Máximo	52.00
Mediana	40.00
Media aritmética	38.15
Desviación estándar	6.12
Varianza	37.50
Sesgo	-0.03
Kurtosis	0.16

Las personas entrevistadas tienen en promedio 38.15 años, la mediana de 40.00 nos indica que la distribución se encuentra centrado en este valor, el sesgo negativo nos indica que esta distribución se encuentra ligeramente sesgada hacia la izquierda y por el coeficiente de kurtosis podemos concluir que la distribución es leptocúrtica, es decir es más picuda que una distribución normal. Véase tabla XXVI.

3.8.3. Variable Nº 3: Unidad académica de la ESPOL a la que pertenece.

Gráfico 3.77
Histograma de frecuencias absolutas:
Unidad académica.



Como podemos observar en el gráfico 3.77 la mayoría de personas entrevistadas pertenecen a la FIMCP, así también hay una gran proporción de personas que pertenecen a la FIEC.

3.8.4. Variable N°4: Número de años como profesores (o egresados) de la ESPOL.

Como podemos observar en la tabla XXVII en promedio las personas y egresados de la ESPOL tienen 9.80 años, con una desviación estándar de 5.47; el valor de 9.00 de la mediana nos

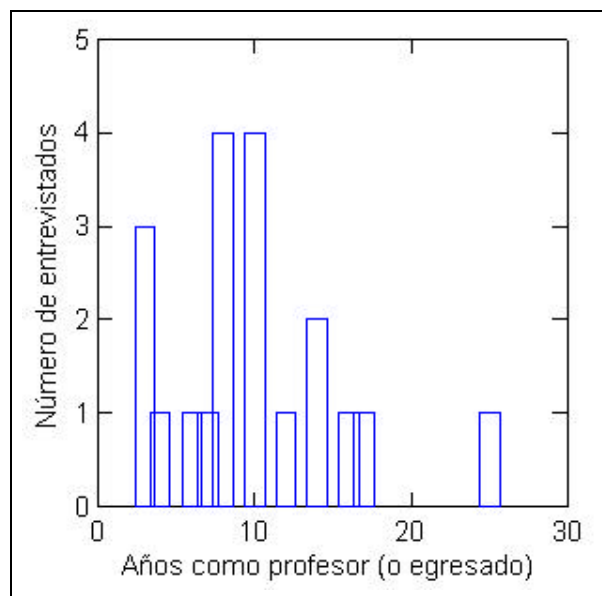
indica que en este punto se encuentra centrada esta distribución, los coeficientes de sesgo y kurtosis son positivos, lo que indica que esta distribución se encuentra sesgada hacia la derecha y es leptocúrtica.

En el gráfico 3.78 podemos observar que los años de profesores (o egresados) que con más frecuencia se repiten son 8 y 10 años.

Tabla XXVII
Estadística descriptiva: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.

N de casos	20
Mínimo	3.00
Máximo	25.00
Mediana	9.00
Media aritmética	9.80
Desviación estándar	5.47
Varianza	29.96
Sesgo	1.09
Kurtosis	1.78

Gráfico 3.78
Histograma de frecuencias absolutas: Años como profesor (o egresado) de la ESPOL.



3.8.5. Variable Nº 5: Temas que se están utilizando para que los estudiantes entiendan mejor el contenido de la materia de análisis numérico.

Esta variable presenta 9 títulos que forman parte del programa de estudio de la materia de análisis numérico y se encuentra codificada de la siguiente manera:

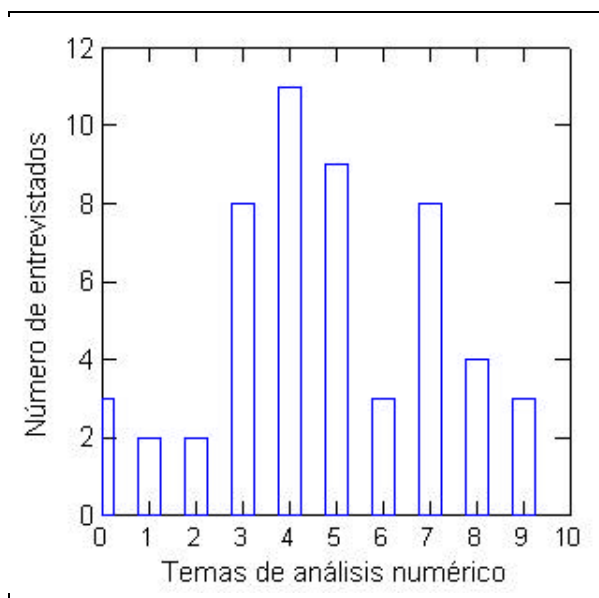
0: Ninguno.

1: Fundamento de los métodos numéricos.

- 2: Solución de Ecuaciones no lineales.
- 3: Polinomios y raíces de polinomios.
- 4: Matrices y solución de sistemas de ecuaciones.
- 5: Interpolación.
- 6: Estimación de parámetros por mínimos cuadrados.
- 7: Integración numérica.
- 8: Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- 9: Resolución de ecuaciones diferenciales parciales.

Observando el gráfico 3.79 podemos darnos cuenta que el tema más utilizado por las personas entrevistadas es el de Matrices y solución de sistemas de ecuaciones, seguido muy de cerca por el tema de interpolación; otros temas muy utilizados y que merecen ser mencionados son los de polinomios y raíces de polinomios y el tema de integración numérica.

Gráfico 3.79
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico más utilizados.

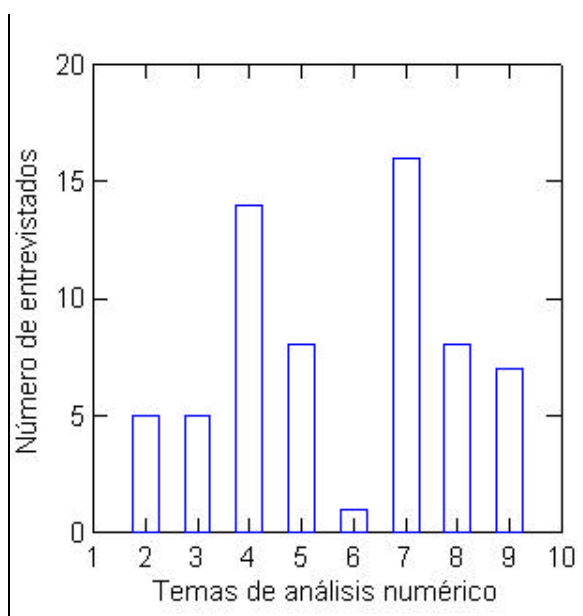


3.8.6. Variable Nº 6: Temas de análisis numérico que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.

Con respecto a la codificación de esta variable, se utiliza la misma que la variable anterior.

De acuerdo al gráfico 3.80, las personas entrevistadas seleccionaron en su mayoría el tema de integración numérica, siendo otro tema importante para los entrevistados el de matrices y solución de sistemas de ecuaciones.

Gráfico 3.80
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico que pueden resolver problemas profesionalizantes de ingeniería.



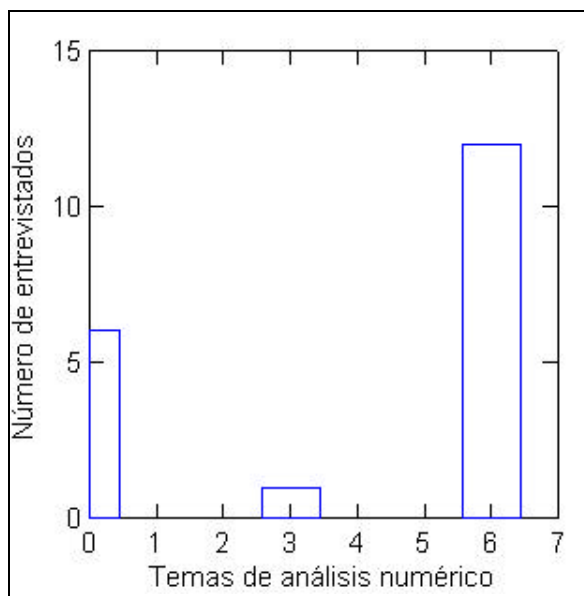
3.8.7. Variable Nº 7: Temas de análisis numérico que pueden ser eliminados.

Esta variable se encuentra codificada igual a la variable 5, aquí se nos indicará los temas que para las personas entrevistadas no deberían formar parte del contenido de la materia de análisis numérico.

Para los entrevistados el tema que debería ser eliminado es el de estimación de parámetros por mínimos cuadrados ya que consideran a este como un tema de la materia de estadística.

Existió también un número considerable de entrevistados que sugirieron que ningún tema debería ser cambiado. Ver gráfico 3.81.

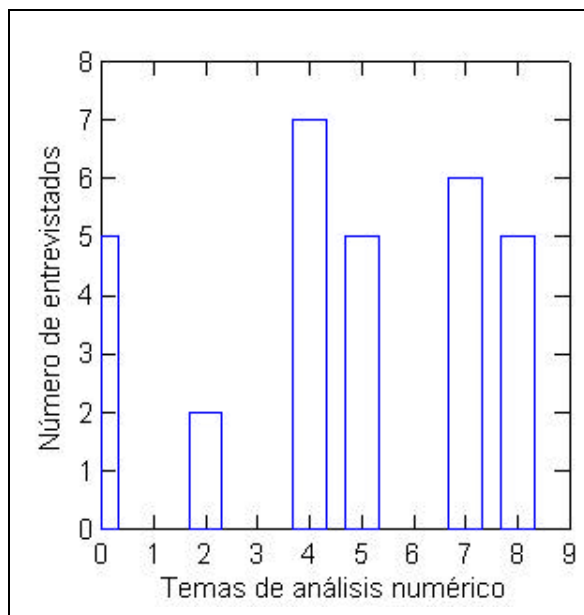
Gráfico 3.81
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico que podrían ser eliminados.



3.8.8. Variable N° 8: Temas de análisis numérico que han sido utilizados en tesis.

El tema que más debieron conocer los estudiantes para realizar su tesis con el nivel apropiado, según las personas entrevistadas es el de matrices y solución de sistemas de ecuaciones; también existió un alto porcentaje de personas entrevistadas que seleccionaron el tema de integración numérica. Esta variable se encuentra codificada de la misma manera que la variable 5.

Gráfico 3.82
Histograma de frecuencias absolutas: Temas de análisis numérico utilizados en tesis.



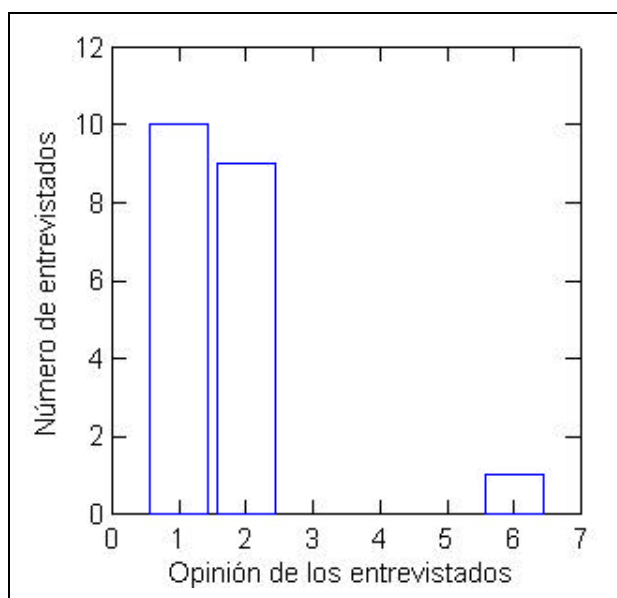
3.8.9. Variable N° 9: Temas que deberían ser incluidos en la materia de análisis numérico.

Dentro de los temas que propusieron las personas entrevistadas para que fueran incluidos dentro del programa de estudio de la materia de análisis numérico tenemos: cálculo de valores característicos, extrapolación, optimización, solución de problemas por computadora por ejemplo utilizando el programa MATLAB.

3.8.10. Variable N° 10: La formación en análisis numérico de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.

Esta variable trata de la opinión que tienen tanto los profesores como los egresados de la ESPOL de la formación en análisis numérico de un politécnico en cuanto al programa de estudio, la variable se encuentra codificada de la misma forma como la variable N° 10 del numeral 3.6.10.

Gráfico 3.83
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en análisis numérico de un estudiante politécnico dependiendo del programa de estudio.

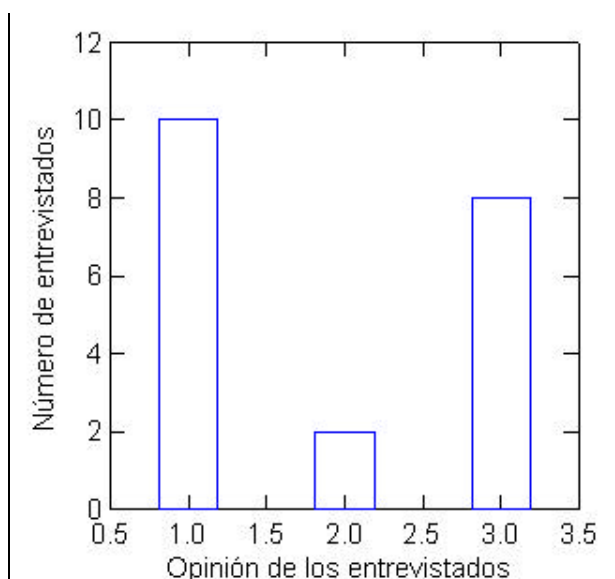


El gráfico 3.83 nos muestra que la mayoría de personas entrevistadas consideran la formación en análisis numérico dependiendo del programa de estudio de un estudiante politécnico como amplia y útil, seguido muy de cerca por quienes opinan que la formación es comparable a cualquier universidad del primer mundo.

3.8.11. Variable Nº 11: La formación en análisis numérico de un estudiante politécnico en general.

Como podemos observar en el gráfico 3.84, las personas entrevistadas en su mayoría consideran la formación en análisis numérico de un estudiante politécnico en términos generales como de excelente, seguido por la opinión de las personas que la consideran buena pero que se excede en teoría y no abunda en práctica. Su codificación es igual al de la variable N° 11 del numeral 3.6.11.

Gráfico 3.84
Histograma de frecuencias absolutas: Formación en análisis numérico de un estudiante politécnico en general.



Capítulo 4

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO DE LAS CARACTERÍSTICAS INVESTIGADAS.

4.1. Introducción

En este capítulo se realizara el análisis estadístico multivariado de las características investigadas. Este análisis consiste en estudiar 2 o más variables a la vez, con la finalidad de determinar si existe alguna relación entre variables.

Analizaremos la independencia entre variables a través de tablas de contingencia, y la matriz de correlación; además se realizará un análisis por el método de componentes principales.

A continuación en la tabla XXVIII se podrá apreciar un listado de variables que se utilizarán tanto en el estudio de correlación como en el de componentes principales con el propósito de simplificar los nombres de las variables. Estas variables serán iguales en el análisis de las características investigadas a los estudiantes que aprobaron estadística, fundamentos de computación y análisis numérico.

Tabla XXVIII
Listado de variables de estudio utilizadas en el
análisis de correlación y componentes principales.

X1	Sexo
X2	Número de veces que tomó la materia
X3	Promedio con el que aprobó la materia
X4	Tiempo transcurrido desde que aprobó la materia
X5	Pregunta #1
X6	Pregunta #2
X7	Pregunta #3
X8	Pregunta #4
X9	Pregunta #5
X10	Pregunta #6
X11	Pregunta #7
X12	Pregunta #8
X13	Pregunta #9
X14	Pregunta #10
X15	Pregunta #11
X16	Pregunta #12
X17	Pregunta #13
X18	Pregunta #14
X19	Número de preguntas correctamente respondidas por estudiante

4.2 Tablas de contingencia.

Para el tratamiento de los datos se emplearan tablas de contingencia o comúnmente llamadas tablas **$r \times c$** .

Las tablas de contingencia son empleadas en problemas de datos enumerativos, se refiere a la independencia de eventos observados. También cuando se quiere investigar la dependencia entre dos “criterios de clasificación”.

La hipótesis nula H_0 postula la independencia entre dos variables, mientras que la hipótesis alternativa H_1 , niega H_0 . En general, si θ_{ij} es la probabilidad de que un elemento quede en la celda perteneciente a la i -ésima fila y la j -ésima columna, θ_i es la probabilidad de que un elemento quede en el i -ésimo renglón y θ_j es la probabilidad de que un elemento quede en la j -ésima columna, la hipótesis nula que deseáramos probar es:

$$\theta_{ij} = \theta_i * \theta_j$$

para $i = 1, 2, \dots, r$ y $j = 1, 2, \dots, c$. De igual forma, la hipótesis alternativa estaría dada por :

$$\theta_{ij} \neq \theta_i * \theta_j$$

cuando menos para una pareja de valores i y j . Denotaremos la frecuencia observada de la celda del i -ésimo renglón y la j -ésima columna por medio de f_{ij} , los totales de renglones por $f_{i.}$, los totales de las columnas por $f_{.j}$, la suma de todas las frecuencias de las celdas, por medio de f . Con esta notación estimamos las probabilidades θ_i y θ_j como:

$$\hat{q}_{i.} = \frac{f_{i.}}{f} \text{ y } \hat{q}_{.j} = \frac{f_{.j}}{f}$$

y con la hipótesis nula de independencia se obtiene:

$$e_{ij} = \frac{f_{i.} * f_{.j}}{f}$$

para la frecuencia acumulada esperada de la celda en el i -ésimo renglón y la j -ésima columna. Obsérvese que e_{ij} se obtiene multiplicando el total del renglón al cual pertenece la celda por el total de la columna a la que pertenece después dividiendo entre el gran total.

Cuando se halla calculado e_{ij} basamos nuestra decisión en el valor de:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

Se puede probar que χ^2 tiene una distribución $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$. Se rechaza H_0 a favor de H_1 si $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, (r-1)(c-1)}$.

4.3 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales es un método multivariado de interdependencia, que estudia p variables observadas a través de las cuales se generarán otras k variables, $k < p$, que contienen aproximadamente tanta información como las p variables originales. El objetivo general de este análisis es la reducción de los datos y la interpretación.

Sea $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ un vector p -variado con media μ y matriz de varianza y covarianza Σ , supongamos además que los valores propios de Σ son $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$, definamos p variables no observadas Y_1, Y_2, \dots, Y_p , como una combinación lineal de x_1, x_2, \dots, x_p .

$$Y_1 = \beta_{11}X_1 + \beta_{21}X_2 + \dots + \beta_{p1}X_p$$

$$Y_2 = \beta_{12}X_1 + \beta_{22}X_2 + \dots + \beta_{p2}X_p$$

$$Y_p = \beta_{1p}X_1 + \beta_{2p}X_2 + \dots + \beta_{pp}X_p$$

En síntesis,

$$Y_i = \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \dots + \beta_{ip}X_p = \mathbf{b}_i^T \mathbf{X} \quad \mathbf{b}_i, \mathbf{X} \in \mathbb{R}^p$$

$$E[\mathbf{b}_i^T] = \mathbf{b}_i^T \boldsymbol{\mu} \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Var}(Y_i) = \text{Var}(\mathbf{b}_i^T) = \mathbf{b}_i^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{b}_i$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \mathbf{b}_i^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{b}_j \quad i \neq j$$

Las componentes principales de \mathbf{X} son aquellas combinaciones lineales Y_1, Y_2, \dots, Y_p que son no correlacionados entre sí y cuyas varianzas son tan grandes como sea posible.

Primera componente principal = combinación lineal \mathbf{b}_1^T

que maximiza

$$\text{Var}(\mathbf{b}_1^T) \text{ sujeto a } (\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_1) = 1$$

Segunda componente principal = combinación lineal \mathbf{b}_2^T

que maximiza

$$\text{Var}(\mathbf{b}_2^T) \text{ sujeto a } (\mathbf{b}_2, \mathbf{b}_2) = 1$$

$$\text{Cov}(\mathbf{b}_1^T, \mathbf{b}_2^T) = 0$$

\mathbf{b}_i^T

i -ésima componente principal = combinación lineal

que maximiza

$$\text{Var}(b_i^T X) \text{ sujeto a } (b_i, b_i) = 1$$

$$\text{Cov}(b_i^T X, b_k^T X) = 0 \text{ para } k < i$$

Se puede demostrar que, Σ es la matriz de varianza y covarianza asociada al vector p -variado $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ y sean (λ_1, b_1) , $(\lambda_2, b_2), \dots, (\lambda_p, b_p)$ los valores y vectores propios correspondientes a la matriz Σ donde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$, entonces la i -ésima componente principal es:

$$Y_i = b_i^T X = \beta_{1i}x_1 + \beta_{2i}x_2 + \dots + \beta_{pi}x_p \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Sujeto a las siguientes condiciones:

$$\text{Var}(Y_i) = \text{Var}(b_i^T X) = b_i^T \Sigma b_i = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = b_i^T \Sigma b_j = 0 \quad i \neq j$$

La matriz de cargas es aquella que está formada en sus columnas por los p vectores propios, esta matriz nos permite identificar las variables más representativas de cada componente principal.

Se desea obtener la mayor proporción del total de varianza de la población explicada por las componentes principales donde el valor individual de su aporte está dado por

$$\frac{I_k}{I_1 + I_2 + \dots + I_k} \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, p$$

El número de componentes principales escogidas dependerá del porcentaje de varianza que se desee explicar, lo cual está en función del tipo de estudio que se esté realizando; usualmente se trabaja con un mínimo desde un 80% del total de la varianza explicada por las componentes, sin embargo, existen casos en los que la información es generalmente menos precisa o incompleta por lo que se puede considerar como soluciones satisfactorias a aquellas que acumulen el 60% de la varianza.

Rotación de factores: criterio varimax.

El criterio de rotación varimax, logra distribuir de manera equitativa la carga que aporta cada variable original en los factores obtenidos por el método de las componentes principales. Para conseguirlo, varimax trata de simplificar las columnas de la matriz de factores; y esto se logra si solamente aparecen unos (-1 ó +1) y ceros en las columnas.

Si la carga es cercana a +1 ó -1, se indica respectivamente una asociación positiva ó negativa entre el factor y la variable, mientras que si la carga es cercana a cero indica una falta de asociación.

Sea $L \in M_{p \times m}$ (que se lee "L elemento de las matrices p por m") la matriz de factores de carga obtenida por el método de las componentes principales, procedemos a rotar los factores tal que:

$$L^* = L * T$$

donde $L^* \in M_{p \times m}$ es la matriz de cargas rotada y $T \in M_{p \times m}$ es la matriz de transformación ortogonal que maximiza la suma de varianzas de las cargas de la matriz de factores, es decir:

$$\text{Máx } V = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^m \left[\sum_{i=1}^p \left(\frac{l_{ij}^*}{h_i} \right)^4 - \frac{\left(\sum_{i=1}^p \left(\frac{l_{ij}^*}{h_i} \right)^2 \right)^2}{p} \right]$$

Donde:

l_{ij}^* = Carga de la i-ésima variable en el j-ésimo factor rotado.

m = Número de factores.

p = Número de variables.

$$h_i^2 = l_{i1}^2 + l_{i2}^2 + l_{i3}^2 + \dots + l_{im}^2$$

4.4. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de estadística.

4.4.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de estadística.

Número de preguntas correctamente respondidas VS Sexo.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes es independiente del sexo.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
21.14	0.02

Con el valor p de 0.02 obtenido en la prueba estadística podemos concluir que existe suficiente evidencia para afirmar que existe dependencia entre las variables, es decir que el número de preguntas contestadas correctamente por los estudiantes que aprobaron la materia de estadística depende del sexo. Véase tabla

XXIX donde se muestra la tabla de contingencia para este par de variables. En cada intersección de la fila con la columna se nos presenta la frecuencia observada, es decir el número de casos; por ejemplo en la intersección de la columna 9 con la fila 1 tenemos una frecuencia observada de 5, lo que significa que 5 mujeres contestaron correctamente 10 preguntas.

Tabla XXIX
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas(columna) y Sexo (fila)

		# de preguntas correctamente respondidas												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
S	e	0	0	1	4	14	15	10	6	1	5	0	3	59
	x	1	12	16	11	21	22	24	25	8	10	4	2	155
o														
Total		12	17	15	35	37	34	31	9	15	4	5	214	

Número de preguntas correctamente respondidas VS Número de veces que toman la materia de estadística.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del número de veces que toman la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
52.84	0.00

Por lo obtenido podemos decir que existe suficiente evidencia estadística para negar H_0 , es decir, el número de respuestas correctamente contestadas por los estudiantes si depende del número de veces que toman la materia. Véase tabla XXX.

Tabla XXX
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de estadística (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	10	6	9	22	15	22	16	4	8	0	3	115
2	2	4	2	12	18	12	12	2	7	4	2	77
3	0	7	4	1	4	0	3	3	0	0	0	22
Total	12	17	15	35	37	34	31	9	15	4	5	214

Número de preguntas correctamente respondidas VS
Promedio con el que aprobaron la materia de estadística.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del promedio con el que aprobaron la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2 845.40	0.00

En la prueba estadística se tiene que el valor de p es de 0.00 es decir que estas variables son dependientes la una de la otra, por lo que podemos concluir que existe evidencia de que el número de respuestas correctamente respondidas dependen del promedio con el que aprobaron la materia. Véase la tabla XXXI.

Tabla XXXI
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de estadística (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	+-----+											
6..6.99	7	6	11	25	28	19	13	5	0	0	0	114
7..7.99	5	11	4	7	6	9	10	4	14	0	5	75
8..8.99	0	0	0	3	3	6	8	0	1	0	0	21
9..9.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
	+-----+											
Total	12	17	15	35	37	34	31	9	15	4	5	214

Número de preguntas correctamente respondidas VS Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia de estadística.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
151.58	0.00

A través de la tabla XXXII y el resultado de su respectiva prueba, valor p de 0.00; podemos concluir que existe suficiente evidencia estadística de dependencia entre el número de preguntas correctamente respondidas y el tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia. Podemos darnos cuenta que la mayoría de estudiantes entrevistados tomaron la materia hace 1 año.

Tabla XXXII
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de estadística (fila)

		# de preguntas correctamente respondidas											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
+-----+													
1		0	2	6	3	9	5	4	2	7	0	2	40
2		0	4	0	11	14	22	20	3	0	4	3	81
3		0	0	3	0	9	3	3	1	2	0	0	21
4		2	8	4	15	5	4	0	0	3	0	0	41
5		10	3	2	6	0	0	4	3	3	0	0	31
+-----+													
Total		12	17	15	35	37	34	31	9	15	4	5	214

4.4.2. Análisis de correlación.

Después de haber analizado la relación de dependencia o independencia entre las variables mediante las tablas de contingencia, procederemos a realizar un análisis con respecto a

la relación lineal existente entre las variables de interés. La matriz de correlación de las características investigadas a los estudiantes que aprobaron la materia de estadística se encontrará en el apéndice G.

Observando la matriz de correlación nos damos cuenta que no existe una fuerte relación lineal entre las variables de estudio ya que los valores de las correlaciones no son muy altos, el máximo es una correlación de 0.6 que indica una relación lineal entre las variables pregunta #13 del cuestionario de estadística y el número de preguntas correctamente respondidas por estudiante.

Otras variables que muestran relaciones lineales importantes son el número de preguntas correctamente respondidas por estudiante con las preguntas #3, #4, #7 y #12 del cuestionario de estadística; también existe una relación lineal entre las preguntas #7 y la pregunta #8.

4.4.3. Análisis de componentes principales.

A continuación realizaremos el análisis de componentes principales utilizando la matriz de datos originales y estandarizados, además de la rotación estandarizada.

Resultados estandarizados

Utilizando la matriz de datos estandarizada tenemos que las 19 variables presentadas en la tabla XXVIII se han reducido a ocho factores los cuales explican el 68.84% de la varianza total. Los valores propios de la matriz de datos y el porcentaje de explicación de cada componente además del porcentaje acumulado se muestran en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII
Valores propios y porcentaje de explicación de las
componentes principales de las variables analizadas en
los estudiantes de estadística.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	3.55	18.67	18.67
2	1.81	9.51	28.18
3	1.54	8.12	36.30
4	1.37	7.23	43.53
5	1.35	7.12	50.65
6	1.25	6.59	57.24
7	1.15	6.03	63.27
8	1.06	5.57	68.84

Tabla XXXIV
Matriz de cargas utilizando la matriz estandarizada

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
X1	-0.16	0.74	0.33	0.14	-0.02	0.14	0.06	-0.13
X2	-0.06	0.48	-0.23	0.38	0.01	0.09	-0.23	0.19
X3	0.50	0.02	0.36	-0.22	0.16	-0.12	0.05	0.18
X4	-0.49	0.32	0.38	0.18	0.21	-0.31	0.09	0.22
X5	0.46	-0.24	0.12	-0.25	-0.33	0.32	-0.29	0.07
X6	0.31	-0.23	0.01	0.55	-0.12	-0.41	-0.20	0.22
X7	0.39	0.08	-0.30	0.40	0.03	0.16	-0.40	-0.33
X8	0.40	-0.42	0.49	-0.04	-0.09	-0.01	0.07	0.04
X9	0.37	0.09	0.31	-0.06	0.55	0.22	-0.31	0.04
X10	0.33	0.06	-0.37	-0.04	0.38	-0.09	0.49	0.28
X11	0.50	0.22	-0.02	-0.24	-0.09	-0.57	-0.24	-0.17
X12	0.52	0.44	-0.11	0.01	-0.26	-0.21	-0.03	0.31
X13	0.30	0.16	-0.11	0.15	-0.60	0.33	0.42	0.14
X14	0.22	0.51	-0.04	-0.37	0.02	0.06	0.11	-0.44
X15	0.14	-0.26	-0.31	0.17	0.15	-0.32	0.30	-0.45
X16	0.42	-0.07	-0.25	0.14	0.48	0.40	0.05	0.17
X17	0.59	0.07	0.42	0.18	0.02	0.01	0.29	-0.13
X18	-0.29	-0.13	0.42	0.51	-0.03	0.12	0.14	-0.28
X19	0.94	0.04	0.05	0.21	0.03	0.00	0.08	-0.13

De la tabla XXXIV podemos obtener las 8 componentes principales que resultan de la combinación lineal de las 19 variables observadas, como se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & -0.16X_1 - 0.06X_2 + 0.5X_3 - 0.49X_4 + 0.46X_5 + 0.31X_6 + \\
 & 0.39X_7 + 0.4X_8 + 0.37X_9 + 0.33X_{10} + 0.5X_{11} + 0.52X_{12} + 0.3X_{13} + \\
 & 0.22X_{14} + 0.14X_{15} + 0.42X_{16} + 0.59X_{17} - 0.29X_{18} + 0.94X_{19}
 \end{aligned}$$

$$Y2 = 0.74X1+ 0.48X2+ 0.02X3+ 0.32X4- 0.24X5- 0.23X6+ 0.08X7- \\ 0.42X8+ 0.09X9+ 0.06X10+ 0.22X11+ 0.44X12+ 0.16X13+ \\ 0.51X14- 0.26X15- 0.07X16+ 0.07X17- 0.13X18+ 0.04X19$$

$$Y8 = -0.13X1+ 0.19X2+ 0.18X3+ 0.22X4+ 0.07X5+ 0.22X6- \\ 0.33X7+ 0.04X8+ 0.04X9+ 0.28X10- 0.17X11+ 0.31X12+ 0.14X13- \\ 0.44X14- 0.45X15+ 0.17X16- 0.13X17- 0.28X18- 0.13X19$$

Observando estos resultados podemos apreciar que el factor **Y1** contiene la mayor carga de variables; además en la primera componente, la variable número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes es la que más aporta. En la segunda componente las variables que más aportan a su explicación son las variables sexo de los estudiantes y número de veces que toman la materia.

Rotación Estandarizada

Debido a que el porcentaje de explicación de cada componente principal y la carga que aporta cada variable original a los cuatro factores no se encuentra distribuida de manera equitativa, se procede a efectuar una rotación de las componentes, utilizando el método de VARIMAX; a través de la rotación se logrará redistribuir

la varianza a lo largo de las componentes obteniéndose resultados simplificados y más claros.

Al utilizar el método mencionado anteriormente, obtenemos los nuevos resultados que podemos observar en la tabla XXXV.

Tabla XXXV
Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales aplicando rotación de las variables analizadas en los estudiantes de estadística.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	2.43	12.81	12.81
2	1.80	9.50	22.31
3	1.55	8.14	30.45
4	1.80	9.48	39.93
5	1.35	7.11	47.04
6	1.38	7.27	54.31
7	1.26	6.62	60.93
8	1.50	7.92	68.85

En esta tabla podemos observar que la varianza total explicada por las ocho componentes se mantiene casi igual en 68.85%.

Tabla XXXVI
Matriz de cargas aplicando rotación estandarizada.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
X1	0.11	-0.59	0.21	-0.04	0.15	-0.45	0.28	-0.18
X2	-0.25	-0.34	0.48	0.11	0.14	0.06	0.26	0.11
X3	0.57	0.05	-0.16	0.29	-0.13	-0.01	0.15	0.17
X4	-0.05	-0.76	-0.23	-0.07	-0.17	0.11	0.15	-0.12
X5	0.28	0.64	0.07	0.11	0.10	0.02	0.33	-0.12
X6	0.22	-0.06	0.28	0.21	0.05	0.72	-0.14	-0.07
X7	0.04	0.20	0.80	0.06	-0.03	0.02	-0.13	0.02
X8	0.63	0.28	-0.21	-0.07	-0.02	0.22	0.02	-0.11
X9	0.43	0.03	0.24	-0.00	-0.51	-0.14	0.32	0.27
X10	0.07	-0.09	-0.13	0.20	0.12	-0.00	-0.24	0.76
X11	0.25	0.06	0.11	0.78	-0.15	-0.07	-0.20	-0.18
X12	0.19	-0.08	0.18	0.66	0.36	0.05	0.18	0.13
X13	0.15	0.14	0.06	0.00	0.87	-0.06	0.09	0.07
X14	0.11	-0.03	0.11	0.28	0.04	-0.74	-0.10	-0.02
X15	0.04	0.05	0.08	-0.01	-0.03	0.03	-0.78	0.10
X16	0.17	0.19	0.31	-0.13	-0.09	0.01	0.07	0.70
X17	0.77	-0.07	0.10	0.03	0.17	-0.07	-0.10	0.07
X18	0.20	-0.30	0.10	-0.60	0.05	0.12	-0.13	-0.32
X19	0.72	0.21	0.41	0.30	0.17	0.01	-0.18	0.26

Al analizar la tabla XXXVI, tenemos la formación de los siguientes factores:

$$\begin{aligned}
 Y1 = & 0.11X1 - 0.25X2 + 0.57X3 - 0.05X4 + 0.28X5 + 0.22X6 + 0.04X7 + \\
 & 0.63X8 + 0.43X9 + 0.07X10 + 0.25X11 + 0.19X12 + 0.15X13 + \\
 & 0.11X14 + 0.04X15 + 0.17X16 + 0.77X17 + 0.2X18 + 0.72X19
 \end{aligned}$$

$$Y_8 = -0.18X_1 + 0.11X_2 + 0.17X_3 - 0.12X_4 - 0.12X_5 - 0.07X_6 + 0.02X_7 - 0.11X_8 + 0.27X_9 + 0.76X_{10} - 0.18X_{11} + 0.13X_{12} + 0.07X_{13} - 0.02X_{14} + 0.1X_{15} + 0.7X_{16} + 0.07X_{17} - 0.32X_{18} + 0.26X_{19}$$

Al realizar la rotación estandarizada podemos observar que el porcentaje de explicación de cada componente principal se ha distribuido de forma más equitativa con relación a los resultados estandarizados sin rotación, aunque de igual manera el primer factor **Y1** contiene la mayor carga de variables.

Resultados con la matriz de datos originales.

Al utilizar la matriz de datos originales obtenemos como resultado que de las ocho componentes principales de los casos anteriores, aquí se nos reducen a dos, las cuales explican el 67.85% de la varianza total. En la tabla XXXVII presentada a continuación podemos observar los resultados de manera más detallada.

Tabla XXXVII
Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de estadística utilizando la matriz de datos original.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	6.36	54.16	54.16
2	1.61	13.69	67.85

Tabla XXXVIII
Matriz de cargas utilizando la matriz de
datos original.

	Y1	Y2
X1	-0.06	0.15
X2	-0.02	0.14
X3	0.26	0.13
X4	-0.64	1.18
X5	0.20	-0.10
X6	0.16	0.07
X7	0.21	-0.05
X8	0.19	0.04
X9	0.16	0.06
X10	0.16	0.02
X11	0.21	0.03
X12	0.20	0.07
X13	0.14	-0.05
X14	0.12	0.04
X15	0.11	-0.01
X16	0.20	-0.01
X17	0.28	0.09
X18	-0.05	0.10
X19	2.33	0.30

De la tabla XXXVII podemos obtener las combinaciones lineales que nos darán como resultado las dos componentes principales presentadas a continuación:

$$\begin{aligned}
 Y1 = & -0.06X1 - 0.02X2 + 0.26X3 - 0.64X4 + 0.2X5 + 0.16X6 + 0.21X7 + \\
 & 0.19X8 + 0.16X9 + 0.16X10 + 0.21X11 + 0.2X12 + 0.14X13 + \\
 & 0.12X14 + 0.11X15 + 0.2X16 + 0.28X17 - 0.05X18 + 2.33X19
 \end{aligned}$$

$$Y_2 = 0.15X_1+ 0.14X_2+ 0.13X_3+ 1.18X_4- 0.1X_5+ 0.07X_6- 0.05X_7+ \\ 0.04X_8+ 0.06X_9+ 0.02X_{10}+ 0.03X_{11}+ 0.07X_{12}- 0.05X_{13}+ \\ 0.04X_{14}- 0.01X_{15}- 0.01X_{16}+ 0.09X_{17}+ 0.1X_{18}+ 0.3X_{19}$$

Por los resultados obtenidos nos damos cuenta que las variables más importantes en cada una de las dos componentes principales son el tiempo transcurrido desde que el estudiante aprobó la materia de estadística y el número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes.

4.5. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de fundamentos de computación.

4.5.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de fundamentos de computación.

Número de preguntas correctamente respondidas VS Sexo.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes es independiente del sexo.

vs

$$H_1: \neg H_0$$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba χ^2	Valor p
45.53	0.00

Con el valor p de 0.00 obtenido en la prueba estadística podemos concluir que existe suficiente evidencia para afirmar que existe dependencia entre las variables, es decir que el número de preguntas contestadas correctamente por los estudiantes que aprobaron la materia de fundamentos de computación depende del sexo. Véase tabla XXXIX.

Tabla XXXIX
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas(columna) y Sexo (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas								
S	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
e	+-----+								
x	0	4	28	15	14	6	4	3	74
o	1	11	35	11	24	17	4	10	112
	+-----+								
Total	11	39	39	39	31	10	14	3	186

Número de preguntas correctamente respondidas VS Número de veces que toman la materia de fundamentos de computación.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del número de veces que toman la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
62.53	0.00

Por lo obtenido podemos decir que existe suficiente evidencia estadística para negar H_0 , es decir, el número de respuestas correctamente contestadas por los estudiantes si depende del número de veces que toman la materia. Véase tabla XL.

Tabla XL

Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de fundamentos de computación (fila)

		# de preguntas correctamente respondidas								
		4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1		7	24	24	32	16	10	14	3	130
2		0	11	15	0	15	0	0	0	41
3		4	4	0	7	0	0	0	0	15
Total		11	39	39	39	31	10	14	3	186

Número de preguntas correctamente respondidas VS Promedio con el que aprobaron la materia de fundamentos de computación.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del promedio con el que aprobaron la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
630.07	0.00

En la prueba estadística se tiene que el valor de p es de 0.00 es decir que estas variables son dependientes la una de la otra, por lo que podemos concluir que existe evidencia de que el número de respuestas correctamente respondidas dependen del promedio con el que aprobaron la materia. Véase la tabla XLI.

Tabla XLI
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas								
	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
	+-----+								
6..6.99	9	22	28	19	9	0	4	0	91
7..7.99	2	17	3	16	18	6	0	0	62
8..8.99	0	0	8	4	4	4	10	3	33
	+-----+								
Total	11	39	39	39	31	10	14	3	186

Número de preguntas correctamente respondidas VS Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia de fundamentos de computación.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.

vs

$$H_1: \neg H_0$$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba χ^2	Valor p
151.58	0.00

A través de la tabla XLII y el resultado de su respectiva prueba, valor p de 0.00; podemos concluir que existe suficiente evidencia estadística de dependencia entre el número de preguntas correctamente respondidas y el tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia.

Tabla XLII
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de fundamentos de computación (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas								
	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	4	12	11	19	10	2	4	3	65
2	2	7	24	20	21	8	7	0	89
3	5	4	4	0	0	0	3	0	16
4	0	16	0	0	0	0	0	0	16
Total	11	39	39	39	31	10	14	3	186

4.5.2. Análisis de correlación.

Para el análisis de correlación las variables de estudio serán iguales a las que se muestra en la tabla XXVIII. La matriz de correlación se encuentra en el apéndice H y nos proporciona como resultados lo siguiente: la variable número de preguntas correctamente respondidas se encuentra relacionado linealmente con varias variables, las cuales son promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de fundamentos de computación y las preguntas #3, #4 y #7 del cuestionario que se encuentra en el apéndice B.

4.5.3. Análisis de componentes principales

Para este análisis se consideraran las variables que se encuentran en la tabla XXVIII (las preguntas pueden verse en el anexo B), pero aplicado al caso de los estudiantes de fundamentos de computación. A continuación presentaremos las componentes principales utilizando los datos estandarizados, rotados y la matriz de covarianza.

Resultados estandarizados

En esta situación tenemos que de las 19 variables se han obtenido 7 componentes, las cuales explican un 67.08% de la varianza total. En la tabla XLIII se podrá observar los valores propios y los porcentajes de explicación de cada componente.

Tabla XLIII
Valores propios y porcentaje de explicación de las
componentes principales de las variables analizadas en
los estudiantes de fundamentos de computación.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	2.98	15.66	15.66
2	2.52	13.27	28.93
3	1.94	10.19	39.12
4	1.66	8.75	47.87
5	1.31	6.92	54.79
6	1.19	6.28	61.07
7	1.14	6.01	67.08

A continuación se presentará la matriz de cargas, la cual nos permite obtener las combinaciones lineales de cada componente principal. Ver tabla XLIV.

Tabla XLIV
Matriz de cargas utilizando la matriz de datos original.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X1	-0.33	0.33	0.09	0.37	0.37	-0.50	-0.12
X2	-0.30	-0.18	0.43	-0.37	0.06	0.05	-0.28
X3	0.59	0.34	0.28	0.17	0.14	-0.03	0.19
X4	-0.40	0.45	0.17	0.00	-0.15	0.52	0.06
X5	0.10	0.75	0.12	-0.14	0.05	0.10	-0.28
X6	0.37	-0.30	0.56	0.09	-0.24	-0.19	0.05
X7	0.50	0.17	-0.27	-0.16	0.36	0.01	-0.52
X8	0.49	-0.06	0.38	0.20	0.13	0.22	0.24
X9	0.08	0.41	-0.20	-0.52	0.40	0.17	0.11
X10	0.45	-0.20	-0.36	0.38	-0.09	0.12	-0.46
X11	0.38	0.23	-0.42	-0.01	-0.57	-0.18	0.03
X12	0.32	-0.51	0.40	0.09	0.21	0.36	-0.14
X13	0.02	0.26	-0.39	0.55	0.18	-0.03	0.29
X14	0.36	-0.13	0.13	-0.55	0.17	-0.53	0.22
X15	0.00	0.39	0.44	0.38	0.09	-0.01	0.08
X16	0.07	-0.72	-0.34	0.04	0.15	0.10	0.09
X17	0.40	0.29	-0.04	-0.30	-0.39	0.15	0.18
X18	-0.23	0.09	0.34	0.08	-0.37	-0.23	-0.42
X19	0.92	0.16	0.08	0.05	-0.01	-0.02	-0.10

Las 7 componentes principales generadas son las siguientes:

$$Y1 = -0.33X1- 0.3X2+ 0.59X3- 0.4X4+ 0.1X5+ 0.37X6+ 0.5X7+ \\ 0.49X8+ 0.08X9+ 0.45X10+ 0.38X11+ 0.32X12+ 0.02X13+ \\ 0.36X14+ 0.00X15+ 0.07X16+ 0.4X17- 0.23X18+ 0.92X19$$

$$Y7= -0.12X1- 0.28X2+ 0.19X3+ 0.06X4- 0.28X5+ 0.05X6- 0.52X7+ \\ 0.24X8+ 0.11X9- 0.46X10+ 0.03X11- 0.14X12+0.29X13+ \\ 0.22X14+ 0.08X15+ 0.09X16+ 0.18X17- 0.42X18- 0.1X19$$

Como podemos observar la carga que aporta cada una de las 19 variables a las 7 componentes principales se encuentra distribuida de forma equitativa, es decir que ningún factor sobresale de otro.

Rotación estandarizada

Con el fin de que las componentes principales nos puedan dar una mejor información que la obtenida de la matriz de datos estandarizados procedemos a la rotación de esta matriz mediante el método VARIMAX.

Los resultados que presenta la tabla XLV nos indica que el número de componentes principales (siete) y la varianza total explicada (67.08%) son las mismas que para el caso anterior, aunque los valores propios y el porcentaje de explicación de cada componente cambian.

Tabla XLV
Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales aplicando rotación de las variables analizadas en los estudiantes de fundamentos de computación.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	2.18	11.47	11.47
2	2.33	12.25	23.72
3	1.73	9.11	32.83
4	1.54	8.11	40.94
5	1.72	9.06	50.00
6	1.51	7.92	57.92
7	1.74	9.16	67.08

Tabla XLVI
Matriz de cargas utilizando rotación estandarizada

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X1	-0.18	0.44	0.28	-0.12	-0.66	0.16	-0.03
X2	-0.07	0.05	-0.68	-0.02	-0.19	-0.00	-0.12
X3	0.62	0.34	0.24	0.08	0.11	0.19	0.11
X4	-0.05	0.37	-0.10	0.17	0.09	-0.63	-0.32
X5	0.00	0.74	-0.06	0.26	0.11	-0.13	0.21
X6	0.51	-0.04	-0.22	-0.48	0.11	0.28	-0.08
X7	0.04	0.13	-0.04	0.34	0.00	0.17	0.79
X8	0.74	-0.03	0.05	0.02	0.05	0.01	0.00
X9	-0.07	0.21	-0.05	0.78	0.10	0.09	0.04
X10	0.07	-0.24	0.21	-0.25	0.10	-0.15	0.73
X11	-0.20	0.10	0.37	-0.19	0.67	0.15	0.21
X12	0.60	-0.37	-0.37	-0.07	-0.15	-0.12	0.20
X13	0.02	0.02	0.76	0.08	-0.16	-0.14	0.01
X14	0.11	-0.03	-0.19	0.19	0.12	0.85	-0.08
X15	0.37	0.48	0.16	-0.14	-0.22	-0.14	-0.15
X16	-0.01	-0.81	0.03	0.01	-0.09	0.05	0.12
X17	0.13	0.18	0.01	0.13	0.69	0.05	-0.01
X18	-0.18	0.36	-0.30	-0.54	-0.05	-0.05	0.02
X19	0.58	0.16	0.14	0.01	0.37	0.28	0.53

De la tabla LXVI podemos obtener las combinaciones lineales de las 7 componentes principales multiplicando la matriz de carga por el vector de las 19 variables originales.

Podemos observar que la variable que más aporta a la explicación del primer factor es la pregunta #4, mientras que la variable que más aporta a la explicación de la sexta componente es la pregunta #10.

Resultados con la matriz de datos originales.

Aquí tenemos que a diferencia de los dos casos anteriores el porcentaje de explicación de la varianza total se reduce a un 60.93% aunque el número de componentes principales se reduce a tres. En la tabla XLVII tenemos los valores propios y porcentajes de explicación de cada componente.

Tabla XLVII
Valores propios y porcentaje de explicación de las
componentes principales de las variables analizadas en
los estudiantes de fundamentos de computación
utilizando la matriz de datos originales.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	3.40	43.23	43.23
2	0.87	11.03	54.26
3	0.52	6.67	60.93

Tabla XLVIII
Matriz de cargas utilizando la matriz de
datos originales.

	Y1	Y2	Y3
X1	-0.10	0.07	-0.09
X2	-0.17	-0.06	0.48
X3	0.41	0.30	0.02
X4	-0.30	0.77	0.06
X5	0.06	0.14	0.00
X6	0.17	-0.06	0.24
X7	0.20	-0.02	-0.06
X8	0.24	0.04	0.13
X9	0.08	0.11	-0.05
X10	0.19	-0.12	-0.15
X11	0.21	0.03	-0.18
X12	0.11	-0.07	0.16
X13	0.06	0.06	-0.28
X14	0.16	-0.14	0.16
X15	0.07	0.18	0.06
X16	-0.01	-0.22	-0.05
X17	0.16	0.08	-0.03
X18	-0.03	0.05	0.09
X19	1.68	0.06	0.04

En la tabla XLVIII podemos los tres factores que conforman la matriz de carga, los cuales multiplicados al vector de las variables originales nos dan la combinación lineal de cada componente.

4.6. Análisis estadístico multivariado de las características investigadas en la materia de análisis numérico.

4.6.1. Análisis de independencia entre variables para los estudiantes que aprobaron la materia de análisis numérico.

Número de preguntas correctamente respondidas VS Sexo.

Entre este par de variables queremos determinar si:

H_0 : El número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes es independiente del sexo.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
18.75	0.03

Con el valor p de 0.032 obtenido en la prueba estadística podemos concluir que existe suficiente evidencia para afirmar que existe dependencia entre las variables, es decir que el número de preguntas contestadas correctamente por los estudiantes que aprobaron la materia de análisis numérico depende del sexo. Véase tabla XLIX donde se muestra la tabla de contingencia para este par de variables.

Tabla XLIX
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas(columna) y Sexo (fila)

		# de preguntas correctamente respondidas										
S		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
e	+-----+											
x 0		0	6	2	18	14	5	12	2	1	0	60
o 1		6	12	13	18	35	13	7	2	1	1	108
	+-----+											
Total		6	18	15	36	49	18	19	4	2	1	168

Número de preguntas correctamente respondidas VS Número de veces que toman la materia de análisis numérico.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del número de veces que toman la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
68.89	0.00

Por lo obtenido podemos decir que existe suficiente evidencia estadística para negar H_0 , es decir, el número de respuestas correctamente contestadas por los estudiantes si depende del número de veces que toman la materia. Véase tabla L.

Tabla L
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y # de veces que los estudiantes toman la materia de análisis numérico (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	+-----+										
1	0	5	0	16	27	9	14	3	2	1	77
2	6	11	15	7	16	9	5	1	0	0	70
3	0	2	0	13	6	0	0	0	0	0	21
	+-----+										
Total	6	18	15	36	49	18	19	4	2	1	168

Número de preguntas correctamente respondidas VS Promedio con el que aprobaron la materia de análisis numérico.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del promedio con el que aprobaron la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2	
932.30	0.00

En la prueba estadística se tiene que el valor de p es de 0.00 es decir que estas variables son dependientes la una de la otra, por lo que podemos concluir que existe evidencia de que el número de respuestas correctamente respondidas dependen del promedio con el que aprobaron la materia. Véase la tabla LI.

Tabla LI
Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de análisis numérico (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas										Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6..6.99	6	10	15	20	37	11	0	0	0	0	10
7..7.99	0	8	0	16	10	7	7	0	0	0	4
8..8.99	0	0	0	0	2	0	12	4	1	0	6
9..9.99	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	6	18	15	36	49	18	19	4	2	1	168

Número de preguntas correctamente respondidas VS Tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia de análisis numérico.

Entre este par de variables queremos determinar sí:

H_0 : El número de preguntas correctamente contestadas por los estudiantes es independiente del tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.

vs

$H_1: \neg H_0$

El estadístico de prueba y el valor p son:

Estadístico de prueba	Valor p
χ^2 290.50	0.00

A través de la tabla LII y el resultado de su respectiva prueba, valor p de 0.00; podemos concluir que existe suficiente evidencia estadística de dependencia entre el número de preguntas correctamente respondidas y el tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia.

Tabla LII

Tabla de contingencia: # de preguntas correctamente respondidas (columna) y tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de análisis numérico (fila)

	# de preguntas correctamente respondidas											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
1	0	0	0	16	16	7	12	2	1	1	55	
2	0	0	7	14	19	0	7	2	0	0	49	
3	0	2	0	6	14	11	0	0	1	0	34	
4	0	16	2	0	0	0	0	0	0	0	18	
5	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	12	
Total	6	18	15	36	49	18	19	4	2	1	168	

4.6.2. Análisis de correlación

La matriz de correlación se encuentra en el apéndice I; y se han utilizado el listado de variables de la matriz XXXVIII salvo la variable X6 que corresponde a la pregunta #2 del cuestionario de análisis numérico que ha sido excluida porque toma un valor constante para todos los estudiantes entrevistados.

Dentro de los resultados obtenidos tenemos que la variable total de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes sobresale por su dependencia lineal con otras, esta variable se encuentra directamente relacionada con las preguntas #1, #5, #10, #11 y #14 del cuestionario que se encuentra en el apéndice C, así

como también con la variable promedio con el que los estudiantes aprueban la materia de análisis numérico; mientras que debido al coeficiente de correlación negativo de -0.61 tiene una relación inversa con la variable tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia.

Existen otras relaciones de dependencia lineal entre las variables dentro de las cuales destacamos las siguientes: promedio con el que los estudiantes aprueban la materia mantiene una relación lineal inversa con las variables sexo y número de veces que los estudiantes toman la materia. La variable tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprueban la materia tiene una relación lineal con número de veces que los estudiantes toman la materia.

Otra relación lineal importante es la que tienen las variables número de veces que los estudiantes toman la materia con sexo.

4.6.3. Análisis de componentes principales.

Como en los análisis de componentes principales anteriores, vamos a trabajar con la matriz de datos estandarizada, la matriz estandarizada rotada y la matriz de covarianza.

Cabe mencionar que aquí vamos a utilizar 18 variables originales (que se encuentra en la tabla XXVIII) debido que la variable X6 que es la pregunta #7 queda excluida por lo explicado en el análisis de correlación.

Resultados estandarizados

De las 18 variables originales se han generado seis componentes principales, las cuales explican el 68.94% de la varianza total. Estos resultados se pueden observar en la tabla LIII.

Tabla LIII
Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de análisis numérico.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	4.32	24.00	24.00
2	2.18	12.10	36.10
3	1.82	10.10	46.20
4	1.58	8.75	54.95
5	1.30	7.22	62.17
6	1.22	6.77	68.94

Tabla LIV
Matriz de cargas utilizando la matriz estandarizada.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	-0.43	0.54	0.19	0.28	0.13	-0.11
X2	-0.63	0.25	0.09	0.33	0.07	0.09
X3	0.69	-0.22	-0.09	-0.11	0.02	0.50
X4	-0.74	0.01	-0.28	0.16	-0.02	0.31
X5	0.39	0.55	-0.28	0.05	-0.33	0.23
X7	0.55	-0.26	-0.37	0.11	0.47	-0.21
X8	0.31	-0.48	0.18	0.03	-0.23	0.40
X9	0.64	0.48	-0.04	0.15	0.20	-0.27
X10	-0.31	0.26	0.43	-0.40	-0.27	0.26
X11	0.13	0.16	-0.81	0.11	-0.19	0.10
X12	-0.32	-0.11	0.34	0.56	0.13	0.09
X13	0.12	0.19	0.09	-0.25	0.60	0.48
X14	0.63	-0.31	0.29	-0.07	-0.14	-0.31
X15	0.49	0.59	0.19	0.28	0.04	0.13
X16	-0.09	-0.39	0.26	0.19	0.37	0.11
X17	0.12	0.37	0.36	-0.55	0.01	-0.17
X18	0.38	-0.15	0.30	0.54	-0.44	-0.04
X19	0.85	0.23	0.24	0.23	0.08	0.22

Las combinaciones lineales de las 6 componentes principales las obtenemos multiplicando la matriz de carga por el vector compuesto de las variables originales. Dentro de los resultados que tenemos podemos concluir que el primer factor **Y1** es el más importante ya que contiene la mayor carga de variables. Ver tabla LIV.

Rotación estandarizada.

Observando la tabla LV tenemos que existen 6 componentes principales las cuales explican el 68.95 % de la varianza total, también se muestra los valores propios y porcentaje de explicación de cada componente. Cabe destacar que el porcentaje de explicación de la varianza total y el número de componentes principales son iguales a los resultados de la matriz estandarizada sin rotación. Para rotar la matriz estandarizada se utilizo el método de rotación VARIMAX.

Tabla LV
Valores propios y porcentaje de explicación de las
componentes principales aplicando rotación de las variables
analizadas en los estudiantes de análisis numérico.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	2.36	13.09	13.09
2	2.73	15.18	28.27
3	1.81	10.06	38.33
4	1.92	10.65	48.98
5	1.42	7.90	56.88
6	2.17	12.07	68.95

Tabla LVI
Matriz de cargas utilizando rotación estandarizada.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	-0.33	0.23	0.13	0.21	0.01	-0.63
X2	-0.57	-0.03	0.20	0.19	-0.03	-0.42
X3	0.16	0.31	-0.11	-0.16	0.20	0.77
X4	-0.76	-0.37	-0.04	0.10	0.08	-0.15
X5	-0.08	0.53	-0.64	0.07	-0.04	0.10
X7	0.30	0.12	0.02	-0.80	0.17	0.15
X8	0.03	0.01	0.17	0.06	-0.17	0.72
X9	0.37	0.68	-0.19	-0.30	0.05	-0.21
X10	-0.03	-0.06	-0.01	0.79	0.13	-0.02
X11	-0.29	0.01	-0.71	-0.40	-0.02	0.08
X12	-0.42	0.10	0.57	0.01	-0.23	-0.12
X13	-0.06	0.27	0.17	0.04	0.76	0.15
X14	0.68	0.15	0.13	-0.12	-0.30	0.30
X15	0.05	0.84	-0.09	0.05	0.01	-0.06
X16	-0.09	-0.08	0.60	-0.15	0.09	0.14
X17	0.51	0.12	-0.08	0.46	0.26	-0.21
X18	0.05	0.38	0.15	-0.02	-0.71	0.27
X19	0.27	0.85	0.04	-0.12	0.00	0.36

La rotación de la matriz estandarizada ayudo a que las cargas de las variables sean distribuidas equitativamente entre las seis componentes. Véase la tabla LVI.

Resultados con la matriz de datos originales.

En la siguiente tabla tenemos que las 18 variables de estudio se han reducido de manera considerable a solo 2 componentes principales. El porcentaje de explicación de estas componentes es

el de 63.12% de la varianza total, que es menor a las obtenidas en los resultados estandarizados y rotados.

Tabla LVII
Valores propios y porcentaje de explicación de las componentes principales de las variables analizadas en los estudiantes de análisis numérico utilizando la matriz de datos originales.

Componente	Valor propio	% variación explicada	% Acumulado
1	4.48	51.84	51.84
2	0.97	11.28	63.12

Tabla LVIII
Matriz de cargas utilizando la matriz de datos originales.

	Y1	Y2
X1	-0.12	0.19
X2	-0.32	0.28
X3	0.38	0.05
X4	-0.95	0.71
X5	0.20	0.15
X7	0.22	-0.09
X8	0.13	0.02
X9	0.31	0.06
X10	-0.06	0.00
X11	0.02	0.07
X12	-0.06	0.19
X13	0.09	0.10
X14	0.25	-0.21
X15	0.29	0.15
X16	0.02	-0.00
X17	0.10	-0.06
X18	0.19	0.04
X19	1.70	0.44

Claramente se puede observar en la tabla LVIII que la variable tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron la materia de análisis numérico (X4) es la más importante en las 2 componentes principales encontradas; si se desea establecer el nivel de conocimientos de los estudiantes que aprobaron análisis numérico, se puede realizar un análisis utilizando solamente las dos componentes principales halladas.

CONCLUSIONES

Después de investigar y analizar los resultados obtenidos en el estudio de la evaluación de la enseñanza de estadística e informática básica en las carreras de ingeniería de la ESPOL, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Existe una gran proporción de estudiantes que repiten (1 ó 2 veces) las materias en estudio, así tenemos que aproximadamente el 50% de los estudiantes entrevistados repiten las materias de estadística y análisis numérico, mientras el 30% repiten la materia de fundamentos de computación.
2. En promedio los estudiantes entrevistados aprueban las materias de estadística, fundamentos de computación y análisis numérico con una calificación menor a 7.10 sobre una nota de 10.00 puntos, las mismas que son menores al promedio general de los estudiantes de la FIEC (7.16), de la FIMCP(7.31), de la FICT(7.49) y de la FIMCM(7.18).

3. Los estudiantes entrevistados en las materias en estudio, en promedio respondieron correctamente menos de la mitad de preguntas que contenían los respectivos cuestionarios, es decir menos de 7 preguntas de un total de 14.

4. De los resultados obtenidos al aplicar tablas de contingencia a las variables estudiadas tenemos que el número de preguntas contestadas correctamente por los estudiantes que aprobaron la materia de estadística, fundamentos de computación y análisis numérico depende del sexo del estudiante.

5. El número de preguntas contestadas correctamente por los estudiantes entrevistados depende del número de veces que repiten la materia, esto se da tanto en las materias de estadística, fundamentos de computación y análisis numérico.

6. En los estudiantes entrevistados en las materias de estadística, fundamentos de computación y análisis numérico se da el caso que el número de preguntas correctamente respondidas depende del promedio con el que los estudiantes aprueban la materia.

7. El número de preguntas correctamente respondidas por los estudiantes entrevistados en las materias de estadística, fundamentos de computación y análisis numérico, depende del tiempo transcurrido desde que aprobaron la materia.
8. Con respecto a la formación en análisis numérico, estadística y fundamentos de computación de un estudiante politécnico en cuanto al programa de estudios, las personas entrevistadas coincidieron en que esta es amplia y útil; y que es comparable a cualquier universidad del primer mundo.
9. En términos generales la formación en estadística, fundamentos de computación y análisis numérico de un estudiante politécnico, de acuerdo a la opinión de las personas entrevistadas es excelente.
10. Las matrices de correlación de las características investigadas en los estudiantes que aprobaron estadística, fundamentos de computación y análisis numérico, presentan coeficientes de correlaciones bajos, el más alto no supera el valor de 0.62 en las tres matrices, es decir que no existe una fuerte relación lineal entre las variables de interés.

11. Si se desea establecer las características de los individuos que aprobaron la materia de estadística se pueden utilizar las 2 componentes principales halladas en la matriz de datos originales que proporciona el 67.85% de información.

12. Si se desea estudiar las características de los individuos que aprobaron la materia de fundamentos de computación se pueden reducir el número de variables de 19 a 8 componentes principales halladas tanto en la matriz de datos estandarizada como en la matriz estandarizada rotada, cada una alcanza un porcentaje de explicación de 67.08%.

13. Si se desea establecer las características de los individuos que aprobaron la materia de análisis numérico se pueden utilizar los factores encontrados en la matriz estandarizada rotada, con la cual se obtiene el 68.95% de información.

RECOMENDACIONES

1. Concienciar a los estudiantes que lo importante es aprobar la materia aprendiendo y no solamente aprobarla porque es requisito del flujo de materias.
2. Revisar el contenido de cada materia, para actualizarlos y darle una mayor profundidad a los temas que tienen una alta aplicación en las distintas facultades, debido a que algunos profesores sugirieron temas que deberían ser incluidos en el programa de estudios.
3. Realizar un análisis adicional para determinar los factores que hacen que a más tiempo transcurrido desde que los estudiantes aprobaron las materias en estudio tienden a olvidar lo aprendido.
4. Revisar la metodología de estudios de las materias de fundamentos de computación y análisis numérico ya que si bien la mayoría de las personas entrevistadas opinaron que la formación de un politécnico en

general es excelente, existen personas que consideran que la formación es buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica.

APÉNDICE A

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMATICAS
INGENIERIA EN ESTADISTICA E INFORMATICA

Nivel de Conocimientos en Estadística de los estudiantes de Ingeniería de la ESPOL.

FORMULARIO:

Sexo:	F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
Número de veces que tomó la materia de Estadística _____		
Promedio con el que aprobó la materia: _____		
¿Hace cuánto tiempo Ud. tomó la materia de Estadística?		
___ 1 Semestre		
___ 1 Año		
___ 1 Año y medio		
___ 2 Años		
___ Más de 2 años		
Especialización que sigue: _____		

CUESTIONARIO:

1. La media de una distribución binomial, con parámetros n, p es:

() $n p (1-p)$

() $n p$

() $\frac{h \cdot a}{N}$

() $\frac{1}{p}$

() Ninguna

2. El diagrama que ordena cada tipo de falla o defecto de acuerdo con su frecuencia es:

() Histograma

() Diagrama de puntos

() Diagrama de Pareto

() Diagrama de Caja

3. Si A y B son eventos independientes, entonces:

- $P(A \cap B) = P(A) + P(B)$
- $P(A \cap B) = P(A) P(B)$
- $P(A \cap B) = P(A) + P(B) - P(A \cup B)$
- Ninguna

4. La distribución Poisson es usada algunas veces como una aproximación para la distribución binomial, cuando:

- η es pequeño y p es grande
- η y p son pequeños
- η y p son grandes
- η es grande y p es pequeño

5. ¿Cuál es la probabilidad de tomar un as de una pila bien barajada de 52 cartas:

6. Dado el siguiente conjunto de datos: 2,3,3,4,5,6 determine:

La mediana _____
La moda _____

7. Sea $f(x)$ una función de densidad y $F(x)$ una distribución de probabilidad de una variable aleatoria X , entonces es verdad que:

- $\int_a^b f(x)dx = 1$
- $\frac{d}{dx}F(x) = f(x)$
- $F(x)$ es decreciente
- $f(x) = 0 ; \forall x \geq 0$

8. Sea Y una variable aleatoria con media m y varianza s^2 , con a y b constantes, determine:

$E[ay + b] =$

$V[ay + b] =$

9. La media de una función de distribución gamma, con parámetros a , b es:

$\frac{a + b}{2}$

ab

$\frac{a}{a + b}$

b

10. Un estimador \hat{q} de un parámetro q de la población se dice insesgado si:

$E(\hat{q}) = \theta$

$E(\hat{q}) = \theta + B$

$E(\theta) = \hat{q}$

11. La distribución normal estándar ofrece buena aproximación a la distribución t de student para muestras de tamaño:

$\eta \leq 40$

$10 \leq \eta \leq 30$

$20 \leq \eta \leq 40$

$\eta \geq 30$

Ninguna

12. Si la hipótesis nula H_0 es verdadera y se rechaza, estamos cometiendo un:

Error de tipo I

Error de tipo II

Error de tipo III

Ninguno de los anteriores

13. Dado el siguiente modelo de regresión $Y = b_0 + b_1X + E$ donde E es el error, es verdad que:

El error es una constante

El error es una variable aleatoria

$\text{Var}(E) = 0$

Ninguna de las anteriores.

14. Existen cartas de control de calidad para:

- Variables
- Atributos
- Ambas
- Ninguna de las anteriores.

APÉNDICE B

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMATICAS
INGENIERIA EN ESTADISTICA E INFORMATICA

**Nivel de Conocimientos en Fundamentos de Computación de los
estudiantes de Ingeniería de la ESPOL.**

FORMULARIO:

Sexo:	F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
Número de veces que tomó la materia de Fundamentos de Computación: _____		
Promedio con el que aprobó la materia: _____		
¿Hace cuánto tiempo Ud. tomó la materia Fundamentos de Computación?		
___ 1 Semestre		
___ 1 Año		
___ 1 Año y medio		
___ 2 Años		
___ Más de 2 años		
Especialización que sigue: _____		

CUESTIONARIO:

1. Conecte con una línea los términos que estén asociados

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| () byte | () Utilitario informático |
| () Excel | () Sistema Operativo |
| () Algoritmo | () Instrucciones |
| () diskette | () Unidad de almacenamiento |
| () D.O.S. | () Dispositivo de almacenamiento |

2. Conecte con una línea un lenguaje con su orientación

- | | |
|----------------|-------------------------|
| () Pascal | () Sistema Operativo |
| () Assembler | () Orientado a Objetos |
| () C++ | () Algorítmico |
| () COBOL | () Bajo nivel |
| () Windows 95 | () Comercial |

3. Indique cual es el resultado almacenado en la variable `x` con las siguientes instrucciones en lenguaje C++:

```
void main()
{
    int a, x=0;
    for (a=1;a<4; a++)
        x=2*a + x;
}
```

- 6
- 10
- 12
- 18

4. Para transmitir datos a una función no se pueden usar:

- Parámetros
- Variables locales
- Variables globales
- Datos almacenados en archivos

5. La directiva `#define` en C++ es un método para establecer:

- Variables
- Funciones
- Constantes
- Ninguno de los anteriores

6. Cual de los siguientes no son tipos de datos en C++

- double
- record
- void
- enum
- struct

7. Un arreglo en C++ es:

- Una estructura de datos
- Una estructura de control
- Ambas
- Ninguna

8. En lenguaje C++ que valor toma la siguiente expresión:

27 % 12 / 2 _____

9. Los archivos en lenguaje C++ se pueden abrir en modo:

- Binario

- Texto
- Ambas
- Ninguna

10. El símbolo && en el lenguaje C++ es un:

- Operador relacional
- Operador Aritmético
- Operador Lógico
- Operador de Asignación

11. ¿Cuál de las siguientes definiciones de cadenas de caracteres no son válidas?

- char x[] ="Hola";
- char x[10] ="hola";
- char * x ="hola";
- char x[10]; strcpy(x,"hola");
- Todas las definiciones dadas son válidas

12. En C++ no se permite almacenar datos numéricos en variables de tipo:

- double
- long
- unsigned int
- unsigned char
- Se pueden almacenar números en todos los tipos dados

13. El método de burbuja es un:

- Método de Ordenación
- Método de Búsqueda
- Método de Intercalación

14. ¿Cuál de las siguientes palabras claves no están asociadas a estructuras de control en lenguaje C++?

- while
- if
- void
- switch
- do

APÉNDICE C

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMATICAS
INGENIERIA EN ESTADISTICA E INFORMATICA

Nivel de Conocimientos de Análisis Numérico de los estudiantes de Ingeniería de la ESPOL.

FORMULARIO:

Sexo:	F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
Número de veces que tomó la materia de Análisis Numérico: _____		
Promedio con el que aprobó la materia: _____		
¿Hace cuánto tiempo Ud. tomó la materia de Análisis Numérico?		
___ 1 Semestre		
___ 1 Año		
___ 1 Año y medio		
___ 2 Años		
___ Más de 2 años		
Especialización que sigue: _____		

CUESTIONARIO:

1. Si p^* es una aproximación de p , $|p - p^*|$ es un:

- () Error de redondeo
- () Error absoluto
- () Error relativo

2. Dado un número real en su representación binaria

0	0000	111	1111	0000
---	------	-----	------	------

¿Cuál es la mantisa del número? _____

3. ¿Cuál de los siguientes métodos de búsqueda de la raíz de una función se basa en el teorema de valor intermedio?

- () Método de la Bisección
- () Método de la Secante
- () Método de Newton – Raphson

Método del Punto Fijo

4. Al empezar el algoritmo de bisección, se debe de encontrar un intervalo $[a, b]$ tal que:

$f(a) \cdot f(b) > 0$

$f(a) \cdot f(b) < 0$

$a \cdot b > 0$

$a \cdot f(b) < 0$

5. La formula para aproximar la raíz de una función $X_{i+1} = X_i - \frac{f(X_i)}{f'(X_i)}$

corresponde al método de:

6. ¿Cuál de los siguientes métodos pueden adaptarse a la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales?

Método del Punto Fijo

Método de la Bisección

Método de la Secante

Todos

Ninguno

7. El polinomio de interpolación de Lagrange aproxima polinomios de:

2^{do} orden

4^{to} orden

n - ésimo orden

Ninguno

8. El método de interpolación de Lagrange estudia la aproximación de una función arbitraria por medio de un polinomio en un intervalo cerrado.

Si

No

9. De las siguientes reglas de Integración Numérica, ¿Cuál da el resultado exacto cuando se aplica a polinomios de grado menor que 3?

Regla del Trapecio

Regla de Simpson $^{3/8}$

Cuadratura Gaussiana de orden 2

10. La formula para aproximar una integral: $\int_{c_0}^{c_1} f(x)dx \approx \frac{h}{2}[f(x_0) + f(x_1)]$ corresponde al método de:

Trapecio

Cuadratura Gaussiana

Simpson $^{1/3}$

Simpson $^{3/8}$

11. El método iterativo de Gauss Seidel se utiliza para calcular:

- Determinantes de una matriz
- Inversa de una matriz
- Valores propios de una matriz
- Ninguna de las anteriores

12. El método de predictor y corrector se utiliza para la resolución de:

- Ecuaciones diferenciales ordinarias
- Ecuaciones diferenciales parciales
- Ninguna de las anteriores.

13. Para aproximar la solución de una ecuación diferencial parcial elíptica se utiliza el método de:

- Runge – Kutta
- Diferencias finitas
- Euler

14. El método iterativo de Jacobi se utiliza para aproximar:

- La inversa de una matriz
- Los valores propios de una matriz
- Las soluciones de una sistema de ecuaciones lineales
- El determinante de una matriz

APÉNDICE D



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN EN ESTADÍSTICA DE UN INGENIERO POLITÉCNICO

CUESTIONARIO PARA PROFESORES

PRIMERA SECCIÓN

Información general del entrevistado

Sexo: *Masculino* *Femenino* **Edad** (*en años*)..... **Nacionalidad**.....

Unidad Académica de la ESPOL a la que pertenece.....
.....

Materias que dicta:
.....
.....
.....

Número de años como profesor en la ESPOL

SEGUNDA SECCIÓN

Acerca de la preparación en Estadística de un profesional politécnico

Sin pretender ser exhaustivos, en los títulos que se dan a continuación se ha tratado, de la manera más sintética posible, presentar lo que es la formación en la materia citada de un estudiante de Ingeniería de la ESPOL.

Para las cuatro primeras preguntas que se le haga en esta sección del cuestionario, escoja cero, uno o más números, correspondientes a cada título.

Los títulos son:

1. *Estadística descriptiva.*
2. *Probabilidad y variable aleatoria.*
3. *Variables aleatorias discretas.*
4. *Variables aleatorias continuas.*
5. *Distribuciones muestrales basadas en normalidad.*
6. *Estimación puntual y de intervalos.*
7. *Pruebas de hipótesis.*
8. *Regresión lineal y Análisis de varianza.*
9. *Control estadístico de calidad.*

Questionario correspondiente a la segunda sección

1. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados está usted utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **entender mejor el contenido** de las mismas?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

2. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados se están utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **resolver los problemas profesionalizantes de Ingeniería** que están bajo su responsabilidad académica?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

3. Con respecto a los 9 títulos que corresponden a la formación en Estadística de un politécnico, considero que los siguientes **deben ser eliminados**:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

4. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados ha sido absolutamente necesario que un graduante, cuya tesis usted ha dirigido, conozca para poder realizar con el nivel apropiado, su investigación de graduación?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

5. Si bien la formación de un Ingeniero politécnico es adecuada, considero que es fundamental que los siguientes temas **deben ser incluidos**:

(En las siguientes dos preguntas escoja una y solo una respuesta)

6. Con respecto a la **formación** en Estadística de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Amplia y útil.
- Comparable a cualquier universidad del primer mundo.
- Amplia pero poco útil.
- Libresca y poco apegada a la realidad.
- Su utilidad es evidente en cuanto a la formación de la capacidad de abstracción de los estudiantes y nada más.
- Debe mejorársela en cuanto a su contenido.

7. Como una consideración final respecto a la **formación** en Estadística de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Excelente
- Buena pero le falta profundidad
- Buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica
- Regular
- Mala

APÉNDICE E



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN EN FUNDAMENTOS DE COMPUTACIÓN DE UN INGENIERO
POLITÉCNICO

CUESTIONARIO PARA PROFESORES

PRIMERA SECCIÓN

Información general del entrevistado

Sexo: Masculino Femenino **Edad** (en años)..... **Nacionalidad**.....

Unidad Académica de la ESPOL a la que pertenece.....
.....

Materias que dicta:
.....
.....

Número de años como profesor en la ESPOL

SEGUNDA SECCIÓN

Acerca de la preparación en Fundamentos de Computación de un profesional
politécnico

Sin pretender ser exhaustivos, en los títulos que se dan a continuación se ha tratado, de la manera más sintética posible, presentar lo que es la formación en la materia citada de un estudiante de Ingeniería de la ESPOL.

Para las cuatro primeras preguntas que se le haga en esta sección del cuestionario, escoja cero, uno o más números, correspondientes a cada título.

Los títulos son:

- 1. Terminología computacional y estructura básica del computador.*
- 2. Representación de datos y sistemas de numeración.*
- 3. Análisis formal de algoritmos, eficiencia y representación.*
- 4. Uso práctico del lenguaje C /C++.*
- 5. Desarrollo computacional de aplicaciones numéricas.*
- 6. Desarrollo computacional de aplicaciones con caracteres.*
- 7. Desarrollo computacional de aplicaciones con gráficos.*
- 8. Desarrollo computacional de aplicaciones con archivos.*
- 9. Metodología de programación modular: funciones y recursión.*

10. *Introducción al desarrollo computacional de aplicaciones con estructuras de datos avanzadas: pilas, colas, listas.*
11. *Introducción a la metodología de programación orientada a objetos.*
12. *Introducción al uso de utilitarios informáticos básicos.*

Cuestionario correspondiente a la segunda sección

1. ¿Cuál o cuáles de los 11 títulos previamente presentados está usted utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **entender mejor el contenido** de las mismas?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---------

2. ¿Cuál o cuáles de los 11 títulos previamente presentados se están utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **resolver los problemas profesionalizantes de Ingeniería** que están bajo su responsabilidad académica?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---------

3. Con respecto a los 11 títulos que corresponden a la formación en Fundamentos de Computación de un politécnico, considero que los siguientes **deben ser eliminados:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---------

4. ¿Cuál o cuáles de los 11 títulos previamente presentados ha sido absolutamente necesario que un graduante, cuya tesis usted ha dirigido, conozca para poder realizar con el nivel apropiado, su investigación de graduación?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---------

5. Si bien la formación de un Ingeniero politécnico es adecuada, considero que es fundamental que los siguientes temas **deben ser incluidos:**

(En las siguientes dos preguntas escoja una y solo una respuesta)

6. Con respecto a la **formación** en Fundamentos de Computación de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Amplia y útil.
- Comparable a cualquier universidad del primer mundo.
- Amplia pero poco útil.
- Libresca y poco apegada a la realidad.
- Su utilidad es evidente en cuanto a la formación de la capacidad de abstracción de los estudiantes y nada más.
- Debe mejorársela en cuanto a su contenido.

7. Como una consideración final respecto a la **formación** en Fundamentos de Computación de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Excelente
- Buena pero le falta profundidad
- Buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica
- Regular

APÉNDICE F



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN EN ANÁLISIS NUMÉRICO DE UN INGENIERO
POLITÉCNICO

CUESTIONARIO PARA PROFESORES

PRIMERA SECCIÓN

Información general del entrevistado

Sexo: Masculino Femenino **Edad (en años).....** **Nacionalidad.....**

Unidad Académica de la ESPOL a la que pertenece.....
.....

Materias que dicta:

.....
.....
.....

Número de años como profesor en la ESPOL

SEGUNDA SECCIÓN

Acerca de la preparación en Análisis Numérico de un profesional politécnico

Sin pretender ser exhaustivos, en los títulos que se dan a continuación se ha tratado, de la manera más sintética posible, presentar lo que es la formación en la materia citada de un estudiante de Ingeniería de la ESPOL.

Para las cuatro primeras preguntas que se le haga en esta sección del cuestionario, escoja cero, uno o más números, correspondientes a cada título.

Los títulos son:

1. *Fundamento de los métodos numéricos.*
2. *Solución de Ecuaciones no lineales.*
3. *Polinomios y raíces de polinomios.*
4. *Matrices y solución de sistemas de ecuaciones.*
5. *Interpolación.*
6. *Estimación de parámetros por mínimos cuadrados.*
7. *Integración numérica.*
8. *Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.*
9. *Resolución de ecuaciones diferenciales parciales.*

Cuestionario correspondiente a la segunda sección

1. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados está usted utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **entender mejor el contenido** de las mismas?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

2. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados se están utilizando para que los estudiantes que toman las materias por usted dictadas puedan **resolver los problemas profesionalizantes de Ingeniería** que están bajo su responsabilidad académica?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

3. Con respecto a los 9 títulos que corresponden a la formación en Análisis Numérico de un politécnico, considero que los siguientes **deben ser eliminados**:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

4. ¿Cuál o cuáles de los 9 títulos previamente presentados ha sido absolutamente necesario que un graduante, cuya tesis usted ha dirigido, conozca para poder realizar con el nivel apropiado, su investigación de graduación?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ninguno
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

5. Si bien la formación de un Ingeniero politécnico es adecuada, considero que es fundamental que los siguientes temas **deben ser incluidos**:

(En las siguientes dos preguntas escoja una y solo una respuesta)

6. Con respecto a la **formación** en Análisis numérico de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Amplia y útil.
- Comparable a cualquier universidad del primer mundo.
- Amplia pero poco útil.
- Libresca y poco apegada a la realidad.
- Su utilidad es evidente en cuanto a la formación de la capacidad de abstracción de los estudiantes y nada más.
- Debe mejorársela en cuanto a su contenido.

7. Como una consideración final respecto a la **formación** en Análisis Numérico de un politécnico me permito expresar que considero que la misma es:

- Excelente
- Buena pero le falta profundidad
- Buena pero se excede en teoría y no abunda en práctica
- Regular
- Mala

APÉNDICE G

Matriz de correlación de las características investigadas a los estudiantes de estadística.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X1	1																		
X2	0.27	1																	
X3	0.03	-0.14	1																
X4	0.31	0.16	-0.04	1															
X5	-0.15	0.01	0.21	-0.36	1														
X6	-0.18	0.04	0	-0.03	-0.01	1													
X7	0.01	0.14	0.06	-0.29	0.08	0.16	1												
X8	-0.19	-0.19	0.24	-0.11	0.32	0.2	-0.06	1											
X9	0.07	-0.02	0.28	-0.07	0.11	0	0.11	0.1	1										
X10	-0.12	0.08	0.08	-0.12	-0.07	0.03	-0.01	0	0.05	1									
X11	-0.07	0.01	0.25	-0.17	0.15	0.16	0.1	0.05	0.1	0.09	1								
X12	0.11	0.08	0.24	-0.09	0.10	0.16	0.17	-0.01	0.07	0.16	0.4	1							
X13	0.07	0.04	0.07	-0.24	0.15	0.04	0.05	0.01	0.15	0.04	-0.07	0.31	1						
X14	0.24	0.03	-0.03	-0.05	-0.03	-0.21	0.02	0	0.06	0.04	0.26	0.14	0.07	1					
X15	-0.15	-0.04	0.07	-0.11	-0.05	0.07	0.11	-0.02	-0.10	0.14	0.07	-0.10	-0.02	-0.06	1				
X16	-0.16	0.04	0.14	-0.21	0.07	0.08	0.2	0.05	0.25	0.25	-0.08	0.10	0.04	0.08	0.03	1			
X17	0.13	-0.09	0.34	-0.13	0.16	0.18	0.12	0.28	-0.21	0.16	0.21	0.14	0.2	0.1	0.02	0.12	1		
X18	0.11	-0.02	-0.19	0.21	-0.16	-0.02	-0.07	0.05	-0.05	-0.21	-0.21	-0.22	-0.04	-0.2	-0.02	-0.11	0.03	1	
X19	-0.08	-0.01	0.35	-0.36	0.37	0.35	0.41	0.41	0.35	0.33	0.45	0.47	0.31	0.26	0.21	0.42	0.6	-0.05	1

APÉNDICE H

Matriz de correlación de las características investigadas a los estudiantes de fundamentos de computación.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X1	1																		
X2	-0.07	1																	
X3	0.03	-0.26	1																
X4	0.05	0.07	0.01	1															
X5	0.12	0.01	0.19	0.27	1														
X6	-0.15	0.1	0.21	-0.18	-0.15	1													
X7	-0	-0.09	0.23	-0.17	0.25	-0.04	1												
X8	-0.12	-0.05	0.38	-0.09	0.09	0.23	-0.02	1											
X9	-0.08	-0.06	0.07	0.11	0.27	-0.31	0.23	-0.10	1										
X10	-0.12	-0.19	0.07	-0.26	-0.07	0	0.29	0.07	-0.25	1									
X11	-0.23	-0.22	0.12	-0.07	0.06	-0.02	0.10	-0.08	0.04	0.24	1								
X12	-0.23	0.14	0.13	-0.15	-0.34	0.27	0.06	0.28	-0.11	0.17	-0.32	1							
X13	0.22	-0.26	0.06	-0.01	-0.03	-0.23	0	0.03	0	0.09	0.14	-0.16	1						
X14	-0.06	0.11	0.18	-0.34	-0.06	0.17	0.10	0.09	0.15	-0.14	0.06	0.03	-0.24	1					
X15	0.22	0.01	0.23	0.15	0.25	0.16	-0.15	0.03	-0.02	-0.09	-0.04	0.01	0.07	-0.17	1				
X16	-0.26	-0.15	-0.25	-0.31	-0.45	0.14	0	0.03	-0.13	0.16	-0.04	0.23	-0.11	0.02	-0.31	1			
X17	-0.22	-0.18	0.18	0.02	0.18	0.05	0.11	0.06	0.08	0	0.23	-0.02	-0.07	0.12	-0.10	-0.3	1		
X18	0.16	0.05	-0.07	0.09	0.09	0.05	-0.18	-0.06	-0.14	-0.16	0	0.03	-0.18	-0.14	-0.02	-0.23	-0.13	1	
X19	-0.21	-0.23	0.48	-0.28	0.24	0.35	0.45	0.46	0.18	0.37	0.41	0.3	0.12	0.29	0.17	-0.02	0.33	-0.03	1

APÉNDICE I

Matriz de correlación de las características investigadas a los estudiantes de análisis numérico.

	X1	X2	X3	X4	X5	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X1	1																	
X2	0.4	1																
X3	-0.46	-0.45	1															
X4	0.32	0.43	-0.3	1														
X5	0.01	-0.23	0.2	-0.15	1													
X7	-0.33	-0.31	0.4	-0.39	-0.05	1												
X8	-0.29	-0.17	0.42	-0.1	-0.05	0.08	1											
X9	0.02	-0.24	0.2	-0.41	0.38	0.41	-0.09	1										
X10	0.1	0.2	-0.12	0.04	-0.04	-0.47	-0.14	-0.26	1									
X11	-0.1	-0.03	0.18	0.08	0.39	0.22	-0.17	0.03	-0.25	1								
X12	0.2	0.32	-0.18	0.24	-0.2	-0.16	-0.05	-0.21	-0.02	-0.22	1							
X13	0.05	-0.07	0.22	-0.01	0	0.04	-0.06	0.08	0.03	-0.14	-0.09	1						
X14	-0.29	-0.48	0.35	-0.61	-0.08	0.21	0.28	0.22	-0.23	-0.17	-0.15	-0.02	1					
X15	0.15	0.01	0.22	-0.34	0.34	0.05	-0.02	0.56	0	0.02	-0.1	0.17	0.14	1				
X16	-0.04	-0.01	0	-0.05	-0.22	0.08	0.06	-0.22	-0.04	-0.22	0.21	-0.02	-0.10	-0.18	1			
X17	0.08	-0.09	0.02	-0.28	0.13	-0.15	-0.08	0.18	0.24	-0.2	-0.13	0.03	0.05	0.06	-0.1	1		
X18	-0.1	-0.14	0.18	-0.26	0.1	0.01	0.2	0.14	-0.1	-0.08	0.12	-0.22	0.35	0.22	0.03	-0.21	1	
X19	-0.15	-0.34	0.57	-0.61	0.47	0.37	0.27	0.62	-0.12	0.06	0.01	0.22	0.42	0.62	0.08	0.2	0.42	1

BIBLIOGRAFÍA

1. AZORÍN FRANCISCO, SÁNCHEZ-CRESPO JOSÉ L., Métodos y aplicaciones del muestreo, Alianza editorial S.A., Madrid, 1986.
2. COCHRAN WILLIAM G., Técnicas de muestreo, Compañía editorial Continental S.A., México, 1990.
3. CRUZ ROXANA V., Tesis: Proceso de Admisión a la ESPOL: Un Análisis Estadístico Caso 1998, Ecuador, 2000.
4. FREUND JOHN E., WALPOLE RONALD E., Estadística matemática con aplicaciones, Cuarta edición, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 1990.
5. JHONSON RICHARD A., WICHERN DEAN W., Applied Multivariate Statistical Analysis, Cuarta edición, Prentice-Hall, New Jersey, 1998.

6. MENDENHAL WILLIAM, WACKERY DENNIS D., Estadística matemática con aplicaciones, Segunda edición, Grupo editorial Iberoamérica, México, 1994.

7. MEC – DINAMED - PROYECTO ECU / 79 / 003 - PNUD.UNESCO, Mejoramiento de la educación 2, DINAMED, Ecuador, 1985.

8. SIEGEL SIDNEY, CASTELLAN N. JOHN, Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, Cuarta edición, Editorial Trillas S.A., México, 1995.