

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS MULTIVARIADO**

#### **4.1 Introducción**

En el presente capítulo se realiza un Análisis Multivariado para las variables investigadas, esto es, se analiza de manera simultánea dos o más variables para conocer si existe algún tipo de relación entre estas. Se inicia con el marco teórico en la sección 4.2. Luego se continúa con las técnicas multivariadas como el Análisis de correlación lineal en la sección 4.3, empleado para determinar la dependencia lineal entre dos variables; el Análisis Bivariado descrito en la sección 4.4, donde se analizan probabilidades conjuntas y condicionales entre pares de variables; Tablas de Contingencia en la sección 4.5, para determinar la independencia de dos variables; análisis de Componentes Principales en la sección 4.6, con el cual, se busca construir un número mucho menor de variables, que contengan la mayor cantidad de información, presente en las variables observables y Correlación Canónica en la sección 4.7, utilizada para establecer la correlación entre dos conjuntos de variables, además en la sección 4.8 se muestran Gráficos de Andrews y de dispersión.

## 4.2 Marco Teórico

### 4.2.1 Matriz de Datos

Se investigan  $p$  características a  $n$  individuos de la Población Objetivo, se obtiene una matriz  $\mathbf{X}$ , que posee  $n$  filas y  $p$  columnas, donde cada celda en la intersección de la  $i$ -ésima fila con la  $j$ -ésima columna ( $i \leq n, j \leq p$ ) contiene el valor de la  $j$ -ésima característica del  $i$ -ésimo individuo; en Estadística a esta matriz se la denomina *Matriz de Datos*.

La *Matriz de Datos* que es utilizada en la presente investigación, consta de 153 filas (individuos) y 33 columnas (características) investigadas.

La *Matriz de Datos* será representada de la siguiente manera:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix}, \mathbf{X} \in M_{n \times p}$$

### 4.2.2 Matriz de Varianzas y Covarianzas

Sean  $X_1, X_2, \dots, X_p$ ,  $p$  variables aleatorias que determinan el vector aleatorio

$$p\text{-variado } \mathbf{X}^T = [X_1 \quad X_2 \dots X_p], \text{ y}$$

$$\boldsymbol{\mu} = E \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\mu}^T = [\mu_1 \ \mu_2 \ \dots \ \mu_p] = [E(X_1) \ E(X_2) \ \dots \ E(X_p)]$$

La matriz  $\Sigma$  de varianzas y covarianzas está definida de la siguiente

manera:

$$\Sigma = E \left\{ \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 \\ X_2 - \mu_2 \\ \vdots \\ X_p - \mu_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 & X_2 - \mu_2 & \dots & X_p - \mu_p \end{bmatrix} \right\}$$

$$= E \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1)^2 & (X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ (X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & (X_2 - \mu_2)^2 & \dots & (X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ (X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & (X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_p - \mu_p)^2 \end{bmatrix}$$

Donde  $\Sigma$  es una matriz cuadrada simétrica por lo tanto, diagonalizable

ortogonalmente, sintéticamente  $\Sigma$  es representada como:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}, \quad \sigma_{ij} = \sigma_{ji}^2$$

El valor  $\sigma_{ij}$  es la covarianza entre  $X_i$  y  $X_j$ . Para el caso en que  $i$  sea igual a  $j$ ,

$\sigma_{ij}$  es la varianza de la  $i$ -ésima variable  $X_i$ , esto es,  $\sigma_{ii} = \sigma_i^2$ .

$$\sigma_{ij} = E \left[ (X_i - \mu_i)(X_j - \mu_j) \right]$$

En tanto que el coeficiente de correlación entre dos variables es  $\rho_{ij}$  definido

como  $\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$ , se puede probar que  $-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$

### 4.3 Análisis de Correlación

La matriz de datos que se utilizará para el Análisis de Correlación estará conformada por las siguientes variables:

$X_1$ : Edad del entrevistado.

$X_2$ : Nivel de Educación que se imparte en el establecimiento.

$X_3$ : Nivel de formación académica del informante.

$X_4$ : Apariencia del establecimiento.

$X_5$ : Número de servicios higiénicos

$X_6$ : Número de bancas.

$X_7$ : *“El Estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”*

$X_8$ : *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes”*

$X_9$ : *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades administrativas”*

X<sub>10</sub>: Área del edificio para patio de recreación.

X<sub>11</sub>: Área del edificio para docencia y administración

X<sub>12</sub>: Número de aulas.

X<sub>13</sub>: Número de profesores.

X<sub>14</sub>: Número de estudiantes

X<sub>15</sub>: "Visita del supervisor".

X<sub>16</sub>: *"El Estado hace su mejor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad"*.

X<sub>17</sub>: *"En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable"*.

X<sub>18</sub>: *"En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable"*.

X<sub>19</sub>: *"En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal"*.

X<sub>20</sub>: *"La educación que se imparte en este establecimiento educativo es comparable con la de las mejores instituciones del país"*.

X<sub>21</sub>: *"El nivel de preparación con que cuentan los profesores de esta institución es el adecuado para formar a quienes en el futuro deben generar conocimiento en el país"*.

X<sub>22</sub>: *"Los profesores de este establecimiento cuentan con la formación adecuada para utilizar de la mejor manera el potencial educativo del computador"*.

X<sub>23</sub>: *“La infraestructura de los planteles educativos influye en el nivel de aprendizaje de los estudiantes”.*

X<sub>24</sub>: *“El uso de laboratorios de Ciencias Naturales y Computación mejora la calidad de la enseñanza a todos los niveles”.*

X<sub>25</sub>: *“La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas por parte de los estudiantes”.*

X<sub>26</sub>: *“Los denominados “Cybers” se han constituido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa”.*

X<sub>27</sub>: *“El desempeño del estudiante que posee computadora propia es mejor que el desempeño del estudiante que no la posee”*

X<sub>28</sub>: *“Al inicio del año escolar, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes”.*

X<sub>29</sub>: *“La sociedad civil, también contribuye con el mejoramiento de la educación en el país, al margen de lo que el estado por la educación debe hacer”.*

X<sub>30</sub>: *“El comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento”.*

X<sub>31</sub>: *“En términos generales, existe satisfacción por parte de los padres de familia con respecto de la enseñanza que se imparte en este plantel”.*

X<sub>32</sub>: *“La alimentación de los estudiantes de este plantel es un factor que afecta el rendimiento educativo”.*

$X_{33}$ : “La actividad deportiva de los estudiantes es privilegiada en esta institución”.

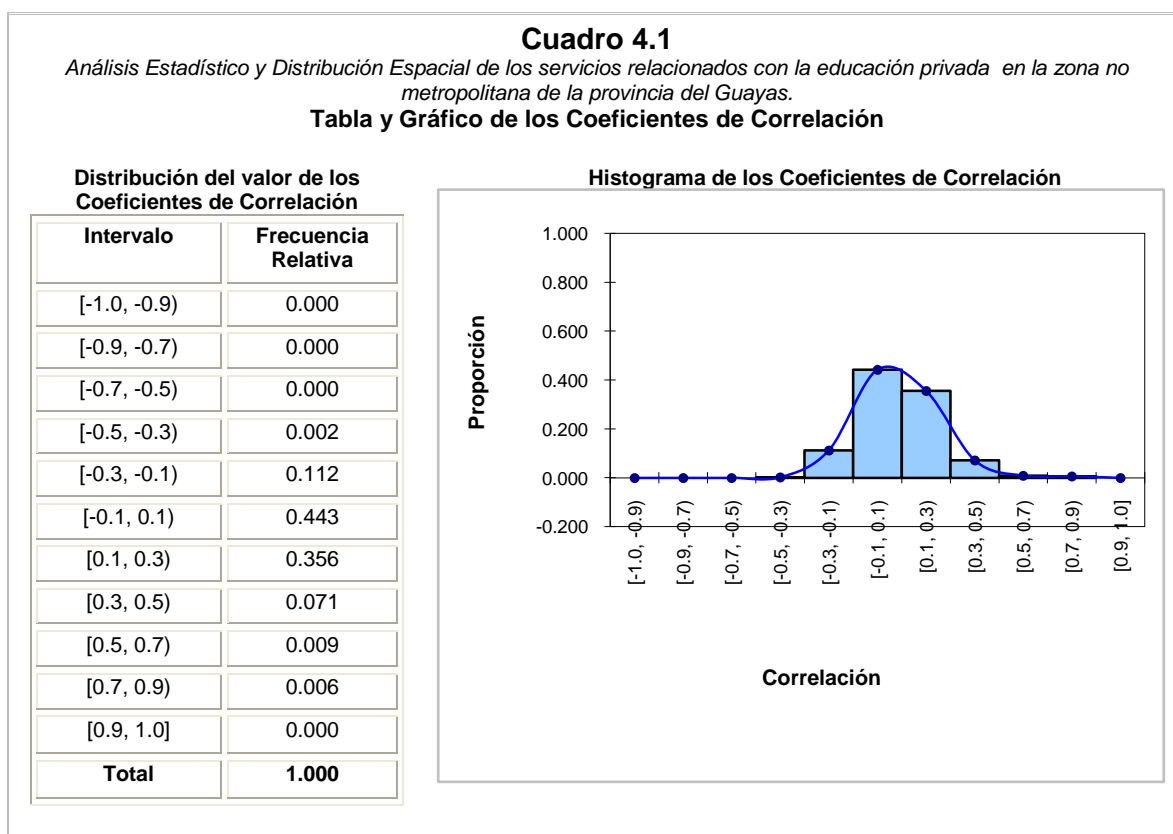
Para realizar este análisis, se utiliza el coeficiente de correlación  $\rho_{ij}$ , por medio del cual se mide cuan fuerte es la relación lineal entre un par de variables aleatorias. El coeficiente de correlación entre  $X_i$  y  $X_j$  se denota  $\rho_{ij}$

y es un número entre -1 y 1; está definido como  $\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$ ; entre más

cercano el valor de  $\rho_{ij}$  esté a 1 ó a -1, más “fuerte” es la relación lineal entre las variable; cuando  $\rho_{ij} = 0$ , no existe relación lineal entre las dos variables aleatorias; y, si  $\rho_{ij}$  es igual a 1 o -1 hay una relación lineal perfecta entre el par de variables. Si  $X_i$  y  $X_j$  tienen un coeficiente de correlación positivo, las variables están directamente relacionadas y si la correlación es negativa, están inversamente relacionadas, es decir que si una variable crece, la otra decrece.

Para realizar este análisis, del total de 49 variables investigadas se han seleccionado treinta y tres, debido a que treinta y tres son cuantitativas o cualitativas ordinales, por lo que se utilizará una matriz de datos  $\mathbf{X}$ , compuesta por 153 filas y 33 columnas, donde 153 corresponde al número de directivos entrevistados de los planteles privados que conforman la población investigada y 33 son las características investigadas.

Se aprecia en el Cuadro 4.1 la distribución de los coeficientes de correlación, donde se puede decir que el 44.3 % de los coeficientes de correlación entre las variables observadas tienen una correlación “débil”, mientras que el 15% de los coeficientes son, en valor absoluto, mayores a 0.5, lo que indica una “fuerte” correlación. Es necesario puntualizar que para el cálculo de estas proporciones no se tomó en cuenta los coeficientes de correlación de las variables consigo mismas, ya que este, siempre será igual a uno.





En el Cuadro 4.2 nos damos cuenta que, el *Número de aulas que posee el establecimiento* presenta relaciones lineales fuertes con las variables *Número de profesores* y *Número de estudiantes*, ya que las correlaciones con estas variables son mayores a 0.6. Al igual que la variable anterior, el *Número de profesores que posee el establecimiento* también presenta relación lineal fuerte con la variable *Número de estudiantes* cuyo coeficiente de correlación es 0.804.

Las variables *Edad del entrevistado* con las variables *Nivel de Educación que imparte el establecimiento* muestran un coeficiente cercano a cero lo que significa que este par de variables poseen correlación lineal muy débil.

La variable *Formación académica del entrevistado* no presenta correlaciones lineales con las variables estudiadas, donde el valor más alto en valor absoluto es 0.187.

La variable "*Área del edificio para recreación*" posee una relación lineal "débil" con la proposición "*Infraestructura del establecimiento*", debido a que el coeficiente de correlación es un valor muy cercano a cero. El mismo caso se presenta para la variable "*Número de estudiantes*" y la proposición "*Esfuerzo del Estado*", cuyo coeficiente de correlación toma el valor de 0.007

La más alta correlación con la variable *Número de bancas*, se presenta con la variable *Número de estudiantes*, la misma que alcanza un valor de 0.541, por el contrario, para la proposición *“Actividad deportiva”* y la variable *“Número de estudiantes”*, los coeficientes de correlación son muy cercanos a cero por lo que se concluye que existe relación pero es muy débil.

Entre las proposiciones *“La ventilación con la que cuenta el edificio es adecuada para desarrollar las actividades docentes”* y *“La ventilación con la que cuenta el edificio es adecuada para desarrollar las actividades administrativas”*, existe una correlación de 0.585, mientras que, para *“Satisfacción de padres de familia”* y *“Esfuerzo del Estado”* es de 0.005, lo que indica ausencia de relación lineal.

Respecto a la proposición *“La Educación que se imparte en este plantel es comparable con la de las mejores instituciones del país”*, la mayor correlación está dada con la proposición *“El nivel de preparación con que cuentan los profesores de esta institución es adecuado para formar a quienes en el futuro deben generar conocimiento en el país”* (0.515), mientras que para la proposición *“Visitas del supervisor”*, la mayor correlación es con *“Preparación de profesores”*, representada por 0.186, es decir, existe correlación lineal débil.

**CUADRO 4.2***Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas***Matriz de correlación**

Variables	Características Generales del Informante			Acerca de la Infraestructura del Establecimiento						Características Generales del Establecimiento					
	Edad del Entrevistado	Nivel Educación Establecimiento	Formación Académica del Entrevistado	Proposición: Apariencia del Establecimiento	Número de servicios higiénicos	Número de Bancas	Proposición: Estado Baterías Sanitarias	Proposición: Ventilación Docente	Proposición: Ventilación Administrativa	Área Edificio Recreación	Área Edificio Docente	Número de Aulas	Número de Profesores	Número de Estudiantes	Visita MEC
Edad del Entrevistado	1,000														
Nivel Educación Establecimiento	-0,049	1,000													
Formación Académica del Entrevistado	0,133	-0,029	1,000												
Prop.: Apariencia del Establecimiento	-0,083	0,056	0,148	1,000											
Número de servicios higiénicos	-0,102	0,128	0,042	0,091	1,000										
Número de Bancas	-0,068	0,255	-0,002	-0,018	0,321	1,000									
Prop.: Estado Baterías Sanitarias	-0,055	0,089	0,011	0,255	0,212	0,053	1,000								
Prop.: Ventilación Docente	0,052	0,142	0,063	0,172	0,192	0,039	0,406	1,000							
Prop.: Ventilación Administrativa	0,086	0,136	0,057	0,197	0,172	-0,002	0,346	0,585	1,000						
Area Edificio Recreación	0,003	0,142	-0,134	0,079	0,044	0,096	0,011	0,131	0,050	1,000					
Área Edificio Docente	-0,016	0,067	0,026	0,137	-0,024	0,098	-0,013	0,102	0,057	0,408	1,000				
Número de Aulas	-0,093	0,437	-0,063	0,229	0,214	0,443	0,139	0,118	0,060	0,370	0,235	1,000			
Número de Profesores	-0,062	0,391	-0,009	0,163	0,164	0,451	0,049	0,104	0,000	0,430	0,197	0,852	1,000		
Número de Estudiantes	-0,007	0,283	0,038	0,060	0,196	0,541	0,037	0,059	-0,049	0,310	0,039	0,701	0,804	1,000	
Visita MEC	0,024	0,077	-0,011	-0,038	0,197	0,162	0,032	0,043	0,029	0,016	-0,158	0,073	0,105	0,172	1,000

Continúa...

Viene...

Variables	Acerca de la Calidad de la Educación							Acerca de los Servicios de la Educación										
	Esfuerzo del estado	Educación Fiscal	Educación Privada	Educ. Privada vs. Educ. Fiscal	Educación comparable	Preparación Profesores	Profesores-computador	Infraestructura. Establ.	Uso de Laboratorios	Uso Bibliotecas Públicas	"Cybers"	Estudiante - computadora	Material Didáctico - estudiantes	Sociedad civil - educación	Comité de Padres de Familia	Satisfacción de padres de familia	Alim. estud.	Actividad Deportiva
Prop.: Esfuerzo del estado	1,000																	
Prop.: Educación Fiscal	0,375	1,000																
Prop.: Educación Privada	0,155	0,307	1,000															
Prop.: Educ. Privada vs. Educ. Fiscal	0,045	0,141	0,547	1,000														
Prop.: Educación comparable	0,093	0,141	0,233	0,443	1,000													
Prop.: Preparación Profesores	0,133	0,115	0,205	0,375	0,515	1,000												
Prop.: Profesores uso computador	0,040	0,111	0,237	0,358	0,437	0,457	1,000											
Prop.: Infra. Establecimiento	-0,070	0,006	0,098	0,105	0,061	0,188	0,076	1,000										
Prop.: Uso de Laboratorios	-0,024	-0,145	0,076	0,064	0,049	0,226	0,104	0,000	1,000									
Prop.: Uso Bibliotecas Públicas	-0,087	0,210	0,147	0,251	0,038	-0,034	0,106	0,066	-0,126	1,000								
Prop.: "Cybers" instrumento de apoyo	0,048	0,079	0,133	0,117	-0,038	-0,071	-0,094	0,218	-0,016	0,326	1,000							
Prop.: Estudiante -computadora	0,148	0,016	0,103	0,180	0,061	0,053	-0,041	-0,004	-0,034	0,145	0,230	1,000						
Prop.: Material Didáctico - estudiantes	0,050	-0,082	0,155	0,305	0,318	0,339	0,326	0,123	0,266	0,047	-0,020	0,159	1,000					
Prop.: Sociedad civil -educación	0,145	0,136	0,223	0,220	0,203	0,186	0,277	-0,002	0,095	-0,062	0,004	0,235	0,307	1,000				
Prop.: Comité de Padres de Familia	0,169	0,380	0,250	0,253	0,045	0,102	0,151	0,104	-0,090	0,275	0,326	0,035	0,119	0,284	1,000			
Prop.: Satisfacción padres-Familia	0,005	-0,095	0,167	0,234	0,210	0,277	0,303	0,072	0,250	0,031	-0,013	0,286	0,326	0,171	0,105	1,000		
Prop.: Alimentación de Estudiantes	-0,088	-0,014	-0,043	0,068	0,070	-0,033	0,173	0,021	0,041	0,291	0,105	0,146	0,176	0,046	-0,001	0,089	1,000	
Prop.: Actividad Deportiva	0,155	0,159	0,374	0,414	0,259	0,358	0,275	0,249	0,126	0,114	0,120	0,266	0,370	0,260	0,287	0,416	0,072	1,000

#### 4.4 Análisis Bivariado

Una tabla bivariada es un arreglo ordenado de  $r$  filas y  $c$  columnas, donde las filas corresponden a los valores que toma la variable aleatoria discreta  $X$  y las columnas a los valores que toma la variable aleatoria discreta  $Y$ . El objeto de esta técnica es conocer la “Distribución Conjunta” entre cada par de valores posibles que pueden tomar las variables aleatorias  $X$  y  $Y$ . Es decir:

$$f(x_i, y_j) = P(X = x_i, Y = y_j)$$

La distribución conjunta de este par de variables se presenta en la Tabla 4.1, donde  $f(x_i, y_j)$  es la probabilidad de que la variable  $X$  tome el valor  $x_i$  al mismo tiempo que  $Y$  toma el valor  $y_j$ . Mientras que la última fila y columna de la tabla contienen la Distribución Marginal para cada variable, en donde debe

cumplirse que  $\sum_{i=1}^r f_x(x_i) = \sum_{j=1}^c f_y(y_j) = 1$ .

**TABLA 4.1**  
 “Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”  
**Tabla Bivariada**

Variable X	Variable Y				Marginal de la Variable X
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría c $y_c$	
Categoría 1 $x_1$	$f_{(x_1, y_1)}$	$f_{(x_1, y_2)}$	...	$f_{(x_1, y_c)}$	$f_{x_1}$
Categoría 2 $x_2$	$f_{(x_2, y_1)}$	$f_{(x_2, y_2)}$	...	$f_{(x_2, y_c)}$	$f_{x_2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría r $x_r$	$f_{(x_r, y_1)}$	$f_{(x_r, y_2)}$	...	$f_{(x_r, y_c)}$	$f_{x_r}$
<b>Marginal de la Variable Y</b>	$f_{y_1}$	$f_{y_2}$	...	$f_{y_c}$	<b>1.000</b>

Además de las Tablas Bivariadas, se presenta la Distribución Condicional:

$P(Y=y_j | X=x_i)$  y  $P(X=x_i | Y=y_j)$ , en donde para el primer caso, los valores de la

intersección de la i-ésima fila con la j-ésima columna corresponderán al

resultado de  $f_{(x_i, y_j)} / f_{x_i}$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ , que es la probabilidad

condicional de que Y tome el valor  $y_j$  dado que X toma el valor  $x_i$ . Para el

caso en que la Tabla de Distribución Condicional corresponda a  $P(X=x_i | Y=y_j)$

los valores de la intersección de la i-ésima fila con la j-ésima columna

corresponderán al resultado de  $f_{(x_i, y_j)} / f_{y_j}$ ,  $j=1, 2, \dots, n$ , que es la

probabilidad condicional de que la variable X tome el valor  $x_i$ , dado que Y

toma el valor  $y_j$ . En la Tabla 4.2 y en la Tabla 4.3 se presentan las

Distribuciones Condicionales antes descritas.

<b>TABLA 4.2</b> <i>“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”</i> <b>Distribución Condicional <math>P(X/Y = y_j)</math></b>				
Variable X	Variable Y			
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría c $y_c$
Categoría 1 $x_1$	$P(X = x_1, Y = y_1) / P(X = x_1)$	$P(X = x_1, Y = y_2) / P(X = x_1)$	...	$P(X = x_1, Y = y_c) / P(X = x_1)$
Categoría 2 $x_2$	$P(X = x_2, Y = y_1) / P(X = x_2)$	$P(X = x_2, Y = y_2) / P(X = x_2)$	...	$P(X = x_2, Y = y_c) / P(X = x_2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría r $x_r$	$P(X = x_r, Y = y_1) / P(X = x_r)$	$P(X = x_r, Y = y_2) / P(X = x_r)$	...	$P(X = x_r, Y = y_c) / P(X = x_r)$
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	...	<b>1.000</b>

<b>TABLA 4.3</b> <i>“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”</i> <b>Distribución Condicional <math>P(Y/X = x_i)</math></b>					
Variable X	Variable Y				
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría c $y_c$	Total
Categoría 1 $x_1$	$P(X = x_1, Y = y_1) / P(X = x_1)$	$P(X = x_1, Y = y_2) / P(X = x_1)$	...	$P(X = x_1, Y = y_c) / P(X = x_1)$	<b>1.000</b>
Categoría 2 $x_2$	$P(X = x_2, Y = y_1) / P(X = x_2)$	$P(X = x_2, Y = y_2) / P(X = x_2)$	...	$P(X = x_2, Y = y_c) / P(X = x_2)$	<b>1.000</b>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	<b>1.000</b>
Categoría r $x_r$	$P(X = x_r, Y = y_1) / P(X = x_r)$	$P(X = x_r, Y = y_2) / P(X = x_r)$	...	$P(X = x_r, Y = y_c) / P(X = x_r)$	<b>1.000</b>

Con las definiciones planteadas se procede a realizar el estudio bivariado para los pares de variables más relevantes en la investigación.

### **Distribución Conjunta de Género y Nivel de Formación Académica**

Se aprecia en el Cuadro 4.3 que del total de directivos entrevistados el 64.1% tienen la doble característica de que son “mujeres” y poseen nivel de educación “Superior”, mientras que el 30.7% son “hombres” y también de nivel “Superior”. Dándonos cuenta que un pequeño porcentaje de 3.3% tienen formación académica de Postgrado y son mujeres.

Con respecto a la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , del total de entrevistados, dado que tienen nivel de educación secundaria, el 50% son hombres y la otra mitad mujeres; el 32.4% con nivel superior son hombres y el 67.6% mujeres, mientras que dado que los directivos tienen formación académica de postgrado, el 83.3% son mujeres y el 16.7% hombres. (Ver Cuadro 4.3).

Además notamos que dado que los entrevistados tienen género masculino, representado por el 32% del total, el 95.9% tienen nivel de educación Superior y el 2% Postgrado, frente a los de género femenino que la gran mayoría (94.2%) poseen formación académica “Superior” y tan sólo el 1% con nivel Secundaria. Esta información se presenta en la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ .



**CUADRO 4.3**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Género y Formación Académica del Informante**

<b>Distribución Conjunta de Género y Formación Académica del Informante</b>				
<b>X= Género</b>	<b>Y= Nivel de Formación Académica</b>			<b>Marginal de Género</b>
	<b>Secundaria</b>	<b>Superior</b>	<b>Postgrado</b>	
Masculino	0.007	0.307	0.007	0.320
Femenino	0.007	0.641	0.033	0.680
<b>Marginal de Formación Académica</b>	<b>0.013</b>	<b>0.948</b>	<b>0.039</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(X/Y=y)</b>			
<b>X= Género</b>	<b>Y= Nivel de Formación Académica</b>		
	<b>Secundaria</b>	<b>Superior</b>	<b>Postgrado</b>
Masculino	0.500	0.324	0.167
Femenino	0.500	0.676	0.833
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(Y/X=x)</b>				
<b>X= Género</b>	<b>Y= Nivel de Formación Académica</b>			<b>Total</b>
	<b>Secundaria</b>	<b>Superior</b>	<b>Postgrado</b>	
Masculino	0.020	0.959	0.020	<b>1.000</b>
Femenino	0.010	0.942	0.048	<b>1.000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

### **Distribución Conjunta entre Género y Cargo**

Analizando simultáneamente, el Género de los entrevistados y el Cargo que desempeñan, apoyados en el Cuadro 4.2, se tiene que, del total de directivos de los establecimientos privados de las cabeceras cantonales de Daule, Eloy Alfaro y Urbina Jado, el 59.5% cuentan con la doble característica de que son mujeres y tienen cargo de directores. Mientras que el 22.2% son hombres y directores, frente al 9.8% que son hombres y rectores.

También se puede mostrar que , dado que el entrevistado tiene cargo de Director, el 27.2% son hombres, mientras que el 72.8% son de género femenino. En cuanto a los que tienen cargo de Rector, el 53.6% son hombres y el 46.4% son mujeres. Por lo que se puede concluir que la mayoría de Directores son mujeres y un poco más de la mitad de Rectores son hombres. (Véase Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ )

Además se nota que, dado que los entrevistados son de género masculino, el 30.6% son Rectores y el 69.4% Directores. Igualmente se aprecia que dado que el funcionario es de género femenino, el 12.5% son Rectores y el 87.5% Directores. Véase Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$

**CUADRO 4.4**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Género y Cargo**

<b>Distribución Conjunta de Género y Cargo</b>			
<b>X= Género</b>	<b>Y= Cargo</b>		<b>Marginal de Género</b>
	<b>Rector</b>	<b>Director</b>	
Masculino	0,098	0,222	0,320
Femenino	0,085	0,595	0,680
<b>Marginal de Cargo</b>	<b>0,183</b>	<b>0,817</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional P(X/Y=y)</b>		
<b>X= Género</b>	<b>Y=Cargo</b>	
	<b>Rector</b>	<b>Director</b>
Masculino	0,536	0,272
Femenino	0,464	0,728
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional P(Y/X=x)</b>			
<b>X= Género</b>	<b>Y= Cargo</b>		<b>Total</b>
	<b>Rector</b>	<b>Director</b>	
Masculino	0,306	0,694	<b>1,000</b>
Femenino	0,125	0,875	<b>1,000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

### **Distribución Conjunta entre *Nivel de Formación Académica y Utilitarios Informáticos***

Según lo ilustrado en el Cuadro 4.5 (Véase Distribución Conjunta), el 37.3% tienen las dos características, esto es, nivel de educación “Superior” y manejan el Procesador de palabras, el 29.4% posee formación “Superior” y utilizan frecuentemente Base de datos, el 15.7% de los entrevistados no usan ningún tipo de utilitario informático y tienen nivel “Superior”; mientras que tan sólo el 1.3% de directivos cuentan con preparación académica “Postgrado”, usando con más frecuencia el Procesador de palabras.

El 86.4% de directivos, dado que usan Hoja Electrónica poseen formación académica “Superior”, el 95.7% de los que utilizan el utilitario informático Base de datos poseen preparación Superior, el 3.4% que maneja el procesador de palabras tiene formación académica “Postgrado”. Véase Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$

Por otro lado, respecto a la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , del total de directivos, dado que tienen instrucción Secundaria, la mitad no maneja ningún utilitario informático, el 39.3% de los que son de nivel Superior usan el procesador de palabras, el 16.6% con nivel superior no usa ningún tipo de utilitario informático. Véase Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$

**CUADRO 4.5**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Formación Académica y Utilitarios Informáticos**

<b>Distribución Conjunta de Formación Académica y Utilitarios Informáticos</b>					
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Utilitarios Informáticos</b>				<b>Marginal de Formación Académica</b>
	<b>Procesador de palabras</b>	<b>Hoja Electrónica</b>	<b>Base de datos</b>	<b>Ninguno</b>	
Secundaria	0.000	0.000	0.007	0.007	0.013
Superior	0.373	0.124	0.294	0.157	0.948
Postgrado	0.013	0.020	0.007	0.000	0.039
<b>Marginal de Utilitarios Informáticos</b>	<b>0.386</b>	<b>0.144</b>	<b>0.307</b>	<b>0.163</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>				
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Utilitarios Informáticos</b>			
	<b>Procesador de palabras</b>	<b>Hoja Electrónica</b>	<b>Base de datos</b>	<b>Ninguno</b>
Secundaria	0,000	0,000	0,021	0,040
Superior	0,966	0,864	0,957	0,960
Postgrado	0,034	0,136	0,021	0,000
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>					
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Utilitarios Informáticos</b>				<b>Total</b>
	<b>Procesador de palabras</b>	<b>Hoja Electrónica</b>	<b>Base de datos</b>	<b>Ninguno</b>	
Secundaria	0.000	0.000	0.500	0.500	<b>1.000</b>
Superior	0.393	0.131	0.310	0.166	<b>1.000</b>
Postgrado	0.333	0.500	0.167	0.000	<b>1.000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.

**Distribución Conjunta entre *Nivel de Formación Académica y Usuario de Internet.***

De acuerdo a los resultados obtenidos, se muestra que 26 de cada 1000 entrevistados, tienen nivel de educación Postgrado y son usuarios de Internet, el 7% son usuarios de Internet y con formación académica secundaria, el 57.5% poseen dos características, esto es, nivel superior y no utilizan Internet, mientras que el 1.3% de directivos no manejan el Internet y tienen preparación académica Postgrado.

Del total de directivos, dado que sí usan Internet, el 91.9% cuentan con nivel "Superior", el 6.5% de formación académica "Postgrado", mientras que de los entrevistados que no utilizan el Internet, el 2.2% tienen nivel de educación de Postgrado y el 1.1% Secundaria. Véase Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$

Además cabe destacar que de los directivos, dado que tienen nivel "Superior" el 60.7% no usa Internet, mientras que el 39.3% sí lo usa. También se nota que de los entrevistados con formación académica de Postgrado, el 66.7% sí maneja el Internet, mientras que los de los que cuentan con nivel secundario, está distribuido en la mitad que sí lo utiliza y el otro 50% que no lo maneja. Información mostrada en el Cuadro 4.6.



**CUADRO 4.6**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Formación Académica y Usuario de Internet**

<b>Distribución Conjunta de Formación Académica y Usuario de Internet</b>			
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Usuario de Internet</b>		<b>Marginal de Nivel de Formación Académica</b>
	Si	No	
Secundaria	0.007	0.007	0.013
Superior	0.373	0.575	0.948
Postgrado	0.026	0.013	0.039
<b>Marginal de Usuario de Internet</b>	<b>0.405</b>	<b>0.595</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>		
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Usuario de Internet</b>	
	Si	No
Secundaria	0,016	0,011
Superior	0,919	0,967
Postgrado	0,065	0,022
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>			
<b>X= Nivel de Formación Académica</b>	<b>Y= Usuario de Internet</b>		<b>Total</b>
	Si	No	
Secundaria	0.500	0.500	<b>1.000</b>
Superior	0.393	0.607	<b>1.000</b>
Postgrado	0.667	0.333	<b>1.000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.



### **Distribución Conjunta entre *Nivel de Educación del Establecimiento* y *Apariencia del Establecimiento***

Del Cuadro 4.7 se observa que mediante la distribución conjunta entre estas variables que del total de establecimientos, el 48.7% cuentan con dos características, esto es, son escuelas que tienen una apariencia parcialmente agradable, frente al 11.8% de escuelas que presenta una apariencia que no llega a lo agradable ni desagradable.

De la distribución condicional  $P(X/Y=y)$ , se observa que del total de establecimientos con apariencia parcialmente agradable, el 71.8% son escuelas, mientras que el 16.5% son colegios y el 11.7% ofrecen los dos tipos de nivel de educación (primaria y secundaria); además se puede ver que, del total de establecimientos con apariencia parcialmente desagradable (1.3%), el 50% son colegios y la otra mitad funcionan como escuela y colegio.

Basándose en la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , se aprecia que del 68.5% de establecimientos, dado que imparten un nivel de educación primaria, el 54% tiene una apariencia parcialmente agradable y el 16.7% presentan una apariencia que no llega a lo agradable ni desagradable, es decir, tiene una apariencia que es indiferente.



**CUADRO 4.7**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Educación del Establecimiento y Apariencia del Establecimiento**

<b>Distribución Conjunta de Formación Académica y Apariencia del Establecimiento</b>					
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Apariencia del Establecimiento</b>				<b>Marginal de Nivel de Educación</b>
	<b>Parcialmente Desagradable</b>	<b>Indiferencia</b>	<b>Parcialmente Agradable</b>	<b>Agradable</b>	
Primaria	0.000	0.118	0.484	0.105	0.706
Secundaria	0.007	0.033	0.111	0.007	0.157
Ambas	0.007	0.007	0.078	0.046	0.137
<b>Marginal de Apariencia</b>	<b>0.013</b>	<b>0.157</b>	<b>0.673</b>	<b>0.157</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>				
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Apariencia del Establecimiento</b>			
	<b>Parcialmente Desagradable</b>	<b>Indiferencia</b>	<b>Parcialmente Agradable</b>	<b>Agradable</b>
Primaria	0.000	0.750	0.718	0.667
Secundaria	0.500	0.208	0.165	0.042
Ambas	0.500	0.042	0.117	0.292
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>					
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Apariencia del Establecimiento</b>				<b>Total</b>
	<b>Parcialmente Desagradable</b>	<b>Indiferencia</b>	<b>Parcialmente Agradable</b>	<b>Agradable</b>	
Primaria	0.000	0.167	0.685	0.148	<b>1.000</b>
Secundaria	0.042	0.208	0.708	0.042	<b>1.000</b>
Ambas	0.048	0.048	0.571	0.333	<b>1.000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

**Distribución Conjunta entre Nivel de educación del Establecimiento y Bibliotecas.**

En la Distribución Conjunta presentada en el Cuadro 4.8, se aprecia que el 26.8% de establecimientos son escuelas y no poseen biblioteca, frente al 43.8% que sí la tienen. Se puede observar que el 7.8% de colegios no disponen de una biblioteca en la que los estudiantes puedan acudir a realizar algún tipo de investigación; se tiene que la mayoría de establecimientos privados que funcionan en Daule, Durán y Salitre (35.3%) que imparten nivel de educación primaria, secundaria o ambas, no disponen de este servicio y el 64.7% si lo poseen.

Además del total de establecimientos educativos que no poseen biblioteca, la gran mayoría son escuelas (75.9%); referente a los planteles que si cuentan con este servicio, el 67.7% son escuelas, 12.1% colegios y el 20.2% son escuela y colegio. Véase Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ .

Por otro lado, del total de escuelas objeto de estudio, el 62% tienen biblioteca y el 38% no; con respecto al total de colegios, se puede encontrar que la mitad sí tiene biblioteca, y en el otro 50% no existe biblioteca alguna.

Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$

**CUADRO 4.8**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Educación del Establecimiento y Bibliotecas**

<b>Distribución Conjunta de Nivel de Educación del Establecimiento y Bibliotecas</b>			
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Bibliotecas</b>		<b>Marginal de Nivel de Educación</b>
	Si	No	
Primaria	0.438	0.268	0.706
Secundaria	0.078	0.078	0.157
Ambas	0.131	0.007	0.137
<b>Marginal de Bibliotecas</b>	<b>0.647</b>	<b>0.353</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>		
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Bibliotecas</b>	
	Si	No
Primaria	0.677	0.759
Secundaria	0.121	0.222
Ambas	0.202	0.019
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>			
<b>X= Nivel de Educación del Establecimiento</b>	<b>Y= Bibliotecas</b>		<b>Total</b>
	Si	No	
Primaria	0.620	0.380	<b>1.000</b>
Secundaria	0.500	0.500	<b>1.000</b>
Ambas	0.952	0.048	<b>1.000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

### **Distribución Conjunta entre *Nivel de educación del Establecimiento y Laboratorios.***

Para conocer que proporción de planteles que imparten el nivel primario, secundario o ambos, poseen laboratorios de diferentes tipos, se realizó la Distribución Conjunta de Nivel de Educación del Establecimiento y Laboratorios, que se muestra en el Cuadro 4.9 , en el cual se puede observar que el 37.9% de los entes pertenecientes a la población investigada son escuelas y tienen laboratorios de Computación, el 19% son escuelas y no tienen ningún tipo de laboratorio, mientras que el 5.2% son colegios y poseen laboratorios de computación. Además 52 de cada mil planteles son colegios y poseen laboratorio de Ciencias Naturales y Computación.

Por otro lado, de acuerdo a la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , del total de establecimientos, dado que cuentan con laboratorios de Ciencias Naturales, el 0.7% son escuelas; para los que poseen de Computación, el 69% son escuelas, el 16.9% son colegios; mientras que del total de los que no tienen ningún tipo de laboratorio (20.3%), el 93.5% son escuelas y el 6.5% colegios.

Cabe mencionar, que en las escuelas, más de la mitad (53.7%) cuentan con laboratorio de Computación, el 26.9% ninguna clase de laboratorio donde

puedan desarrollar y aplicar los conocimientos aprendidos; mientras que de los colegios ninguno tiene laboratorio de sólo Ciencias Naturales, el 33.3% posee ambos laboratorios (Computación y Ciencias Naturales); el 58.3% cuenta con laboratorio de Computación. En el caso de los establecimientos que funcionan, el 47.6% tiene ambos laboratorios, frente al 52.4% que sólo tiene de Computación.

**CUADRO 4.9**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Educación del Establecimiento y Laboratorios**

<b>Distribución Conjunta de Nivel de Educación del Establecimiento y Laboratorios</b>						
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Laboratorios</b>					<b>Marginal de Nivel de Educación</b>
	Ciencias Naturales	Computación	Ninguno	Ambos	Otro	
Primaria	0,007	0,379	0,190	0,124	0,007	0,706
Secundaria	0,000	0,092	0,013	0,052	0,000	0,157
Ambas	0,000	0,072	0,000	0,065	0,000	0,137
<b>Marginal de Laboratorios</b>	<b>0,007</b>	<b>0,542</b>	<b>0,203</b>	<b>0,242</b>	<b>0,007</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>					
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Laboratorios</b>				
	Ciencias Naturales	Computación	Ninguno	Ambos	Otro
Primaria	1,000	0,699	0,935	0,514	1,000
Secundaria	0,000	0,169	0,065	0,216	0,000
Ambas	0,000	0,133	0,000	0,270	0,000
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>						
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Laboratorios</b>					<b>Total</b>
	Ciencias Naturales	Computación	Ninguno	Ambos	Otro	
Primaria	0,009	0,537	0,269	0,176	0,009	<b>1,000</b>
Secundaria	0,000	0,583	0,083	0,333	0,000	<b>1,000</b>
Ambas	0,000	0,524	0,000	0,476	0,000	<b>1,000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.

**Distribución Conjunta entre *Nivel de educación del Establecimiento y Visitas a museos.***

Se ilustra en el Cuadro 4.10 la proporción de entrevistados que cumplen con dos características, mediante la distribución conjunta entre estas variables que del total de establecimientos, el 60.1% son escuelas que realizan visitas a museos antropológicos y de ciencias periódicamente, frente al 10.5% de escuelas que no las realizan. Mientras que el 13.7% son colegios que sí realizan planes de visita a museos, con tan sólo el 1.3% que no practica este tipo de actividades.

De la distribución condicional  $P(X/Y=y)$ , se observa que del total de establecimientos, dado que sí realizan visitas a museos, el 69.7% son escuelas, mientras que el 15.9% son colegios y el 14.4% ofrecen los dos tipos de nivel de educación (primaria y secundaria); además se puede ver que, del total de instituciones que no realizan planes de visita (13.7%), el 76.2% son escuelas, el 14.3% colegios y el 9.5 funcionan como escuela y colegio.

Basándose en la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , se aprecia que del 70.6% de establecimientos, dado que imparten un nivel de educación



primaria, el 85.2% realizan visitas periódicas a los museos y el 14.8% no efectúan esta actividad. Y para los planteles educativos que funcionan como escuela y colegio, el 90.5% visitan los museos, frente al 9.5% que no lo hace.

**CUADRO 4.10**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Nivel de Educación del Establecimiento y Visitas a museos**

<b>Distribución Conjunta de Nivel de Educación del Establecimiento y Visitas a museos</b>			
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Visitas a museos</b>		<b>Marginal de Nivel de Educación</b>
	Sí	No	
Primaria	0,601	0,105	0,706
Secundaria	0,137	0,020	0,157
Ambas	0,124	0,013	0,137
<b>Marginal de Visitas a museos</b>	<b>0,863</b>	<b>0,137</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(X/Y=y)</b>		
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Visitas a museos</b>	
	Sí	No
Primaria	0,697	0,762
Secundaria	0,159	0,143
Ambas	0,144	0,095
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional de P(Y/X=x)</b>			
<b>X= Nivel de Educación</b>	<b>Y= Visitas a museos</b>		<b>Total</b>
	Sí	No	
Primaria	0,852	0,148	<b>1,000</b>
Secundaria	0,875	0,125	<b>1,000</b>
Ambas	0,905	0,095	<b>1,000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L

**Distribución Conjunta entre Cargo y “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”.**

Podemos observar en el Cuadro 4.11, la Distribución Conjunta entre estas dos variables, con lo cual, el 42.5% de directores dicen estar “Totalmente de Acuerdo” a que el estado de las baterías sanitarias en su plantel, están en buen estado físico, el 8.5% de rectores están en Acuerdo ante esta proposición, mientras que 1.3 de los rectores son indiferentes frente a este aspecto.

De acuerdo a los resultados de la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , dado que están de “Acuerdo” con la proposición “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”, el 79.7% son directores; el 20.3% son rectores; mientras que dado que están en “Total Acuerdo”, el 16.7% son rectores, frente a los que dado que son indiferentes, el 81.8% son directores.

Por otro lado, dado que los entrevistados son rectores, el 46.4% están en “Total Acuerdo” y el 7.1% es indiferente; frente a los que dado que son directores, el 40.8% están de “Acuerdo”, y el 52% en “Total Acuerdo”.

**CUADRO 4.11**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Cargo y “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”**

<b>Distribución Conjunta de Cargo y “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”</b>				
<b>Y=“El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”</b>				<b>Marginal de Cargo</b>
<b>X= Cargo</b>	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.013	0.085	0.085	0.183
Director	0.059	0.333	0.425	0.817
<b>Marginal de Baterías Sanitarias</b>	<b>0.072</b>	<b>0.418</b>	<b>0.510</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(X/Y=y)</b>			
<b>Y= “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”</b>			
<b>X= Cargo</b>	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo
Rector	0.182	0.203	0.167
Director	0.818	0.797	0.833
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(Y/X=x)</b>				
<b>Y= “El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”</b>				<b>Total</b>
<b>X= Cargo</b>	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.071	0.464	0.464	<b>1.000</b>
Director	0.072	0.408	0.520	<b>1.000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

**Distribución Conjunta entre Cargo y “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”.**

La Distribución Conjunta mostrada en el Cuadro 4.12, presenta las proporciones de entrevistados que cumplen con dos características simultáneamente, esto es, el 43.8% son directores y son indiferentes ante este aspecto; el 17% está en “Desacuerdo” y son directores; el 2% son rectores y dicen estar en “Total Desacuerdo”.

Cabe notar, que dado que los entrevistados están en “Desacuerdo”, el 81.3% son directores, 18.8% rectores; mientras que dado que están en “Total Acuerdo”, el 88.9% son directores y el 11.1% rectores.

Respecto a la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , dado que son rectores, el 10.7% está en “Total Desacuerdo”; el 3.6% en “Total Acuerdo” y el 53.6% de estos es indiferente. Mientras que dado que los entrevistados son directores, el 20.8% está en “Desacuerdo” ante esta proposición; el 6.4% está en “Acuerdo” y el 53.6% es indiferente.

**CUADRO 4.12**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Cargo y la proposición “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”**

Distribución de Cargo y “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”						
X= Cargo	Y= “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”					Marginal de Cargo
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.020	0.039	0.098	0.020	0.007	0.183
Director	0.065	0.170	0.438	0.092	0.052	0.817
<b>Marginal de Esfuerzo del Estado</b>	<b>0.085</b>	<b>0.209</b>	<b>0.536</b>	<b>0.111</b>	<b>0.059</b>	<b>1.000</b>

Distribución Condicional P(X/Y=y)					
X= Cargo	Y= “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”				
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo
Rector	0.231	0.188	0.183	0.176	0.111
Director	0.769	0.813	0.817	0.824	0.889
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

X= Cargo	Y= “El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciba educación de calidad”					Total
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Tota Acuerdo	
Rector	0,107	0,214	0,536	0,107	0,036	<b>1,000</b>
Director	0,080	0,208	0,536	0,112	0,064	<b>1,000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.

**Distribución Conjunta entre Cargo y “En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”.**

De acuerdo a los resultados, en el Cuadro 4.13, se observa la distribución Conjunta, es decir, posee dos características simultáneamente, con lo cual se tiene, que el 5.9% son rectores e indiferentes ante esta proposición; el 1.3% son rectores y piensan en “Total Desacuerdo”; mientras que el 32% son directores y están de “Acuerdo” a que la educación fiscal es la adecuada, y el 7.8% está en “Desacuerdo” siendo directores.

Según el Cuadro 4.43, se presenta que dado que, los entrevistados están en “Desacuerdo” con la proposición, el 80% son directores y el 20% rectores. Dado que los entrevistados están en “Total Acuerdo” a lo que se menciona en la proposición, el 90% son directores y el 10% rectores.

Para el caso de la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , dado que los entrevistados son directores, el 41.6% es indiferente frente a la proposición “En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”, el 39.2% está en “Acuerdo” y el 9.6% en “Desacuerdo”. Mientras que dado que son rectores, el 7.1% opina en “Total Desacuerdo”, el 3.6% en “Total Acuerdo” y el 41.6% es indiferente.

**CUADRO 4.13**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Cargo y la proposición “En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”**

<b>Distribución de Cargo y “Calidad de la educación fiscal”</b>						
<b>Cargo</b>	<b>Calidad de la Educación fiscal</b>					<b>Marginal de Cargo</b>
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.013	0.020	0.059	0.085	0.007	0.183
Director	0.020	0.078	0.340	0.320	0.059	0.817
<b>Marginal de Calidad de la Educación fiscal</b>	<b>0.033</b>	<b>0.098</b>	<b>0.399</b>	<b>0.405</b>	<b>0.065</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(X/Y=y)</b>					
<b>Cargo</b>	<b>Calidad de la Educación fiscal</b>				
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Tota Acuerdo
Rector	0.400	0.200	0.148	0.210	0.100
Director	0.600	0.800	0.852	0.790	0.900
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

<b>Distribución Condicional P(Y/X=x)</b>						
<b>Cargo</b>	<b>Calidad de la Educación fiscal</b>					<b>Total</b>
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.071	0.107	0.321	0.464	0.036	<b>1.000</b>
Director	0.024	0.096	0.416	0.392	0.072	<b>1.000</b>

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

**Distribución Conjunta entre Cargo y “En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable”.**

El Cuadro 4.14, detalla la Distribución Conjunta, Condicional  $P(X/Y=y)$  y Condicional  $P(Y/X=x)$ , con las proporciones correspondientes.

Respecto a la Distribución Conjunta, el 12.4% de entrevistados cumplen con dos características, esto es, son rectores y piensan en “Acuerdo” ante la proposición mencionada; ningún rector opinó en “Desacuerdo”, el 1.3 de los directores es indiferente. Mientras que el 46.4% son directores y están en “Acuerdo”, y el 0.7% en “Desacuerdo”.

De acuerdo a la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , dado que los entrevistados son indiferentes, el 21.1% son rectores y el 78.9% directores; dado que opinan en “Total Acuerdo”, el 18.3% son rectores y el 79% directores.

Por otro lado, dado que los entrevistados son rectores, el 7.1% dice estar en “Total Desacuerdo” a lo que dice la proposición; 32.1% es indiferente; y el 3.6% piensa en “Total Acuerdo”. Frente a los que dado que son directores, el 9.6% considera estar en “Desacuerdo” y el 39.2% en “Acuerdo”.



**CUADRO 4.14**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Cargo y la proposición “En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable”**

Distribución de Cargo y " <i>En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable</i> "					
X= Cargo	Y= " <i>En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable</i> "				Marginal de Cargo
	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0,000	0,131	0,124	0,046	0,183
Director	0,007	0,033	0,464	0,314	0,817
<b>Marginal de Calidad de la Educación privada</b>	<b>0,007</b>	<b>0,046</b>	<b>0,588</b>	<b>0,359</b>	<b>1,000</b>

Distribución Condicional P(X/Y=y)				
X=Cargo	Y= " <i>En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable</i> "			
	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Tota Acuerdo
Rector	0.286	0.211	0.127	0.183
Director	0.714	0.789	0.873	0.790
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Distribución Condicional P(Y/X=x)						
X=Cargo	Y= " <i>En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable</i> "					Total
	Total Desacuerdo	Desacuerdo	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0.071	0.107	0.321	0.464	0.036	<b>1.000</b>
Director	0.024	0.096	0.416	0.392	0.072	<b>1.000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.

**Distribución Conjunta entre Cargo y “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal”.**

Como se observa en el Cuadro 4.15, la Distribución Conjunta muestra que, el 9.2% son rectores y consideran estar en “Acuerdo” ante la proposición “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal”, el 47.7% son directores y opinan en “Total Acuerdo”; el 3.3% son directores y piensan indiferente ante esta proposición, mientras que el 1.3% son rectores y también son indiferentes.

En la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , se puede notar, dado que los entrevistados piensan en “Acuerdo” el 23% son rectores y el 77% directores; dado que son indiferentes el 71.4% son directores y el 28.6% rectores. Mientras que dado que opinan en “Total Acuerdo”, el 85.9% son directores y el 14.1% rectores.

En el Cuadro 4.15, también se presenta la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , en la cual, dado que los entrevistados son rectores, el 50% opina en “Acuerdo” a que la educación privada es mejor que la fiscal; el 7.1% es indiferente. Mientras, dado que son directores, el 37.6% está en “Acuerdo” y el 58.4% en “Total Acuerdo”, considerando que de estos, el 4% es indiferente.



**CUADRO 4.15**

*“Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas”*

**Tablas Bivariadas de Cargo y la proposición “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal”**

<b>Distribución Conjunta de Cargo y " En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal"</b>				
<b>X= Cargo</b>	<b>Y= " En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal"</b>			<b>Marginal de Cargo</b>
	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector				
Director	0,013	0,092	0,078	0,183
<b>Marginal de Educación privada Vs. Fiscal</b>	0,033	0,307	0,477	0,817
	<b>0,046</b>	<b>0,399</b>	<b>0,556</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional P(X/Y=y)</b>			
<b>X= Cargo</b>	<b>Y= " En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal"</b>		
	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo
Rector	0,286	0,230	0,141
Director	0,714	0,770	0,859
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

<b>Distribución Condicional P(Y/X=x)</b>				
<b>X= Cargo</b>	<b>Y= "En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal"</b>			<b>Marginal de Cargo</b>
	Indiferencia	Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0,071	0,500	0,429	<b>1,000</b>
Director	0,040	0,376	0,584	<b>1,000</b>

Elaborado por: Emma Zambrano L.

## 4.5 Tablas de Contingencia

Sean  $X$  y  $Y$  variables aleatorias discretas, cuyos soportes tienen  $p$  y  $q$  valores respectivamente, una Tabla de Contingencia, es un arreglo matricial de las variables  $X$  y  $Y$ , con  $r$  filas y  $c$  columnas, donde cada valor que toma  $X$  corresponde a una de las  $r$  categorías asociadas y de igual manera  $Y$  toma valores correspondientes a una de las  $c$  categorías asociadas a esta variable. A partir de las Tablas de Contingencia se puede construir un contraste de hipótesis con el fin de establecer si existe relación entre ellas.

El contraste de hipótesis y el estadístico de prueba utilizados, se presentan en el Cuadro 4.16.

### CUADRO 4.16

*"Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas"*

#### **Contraste de Hipótesis para Análisis Estadístico con Tablas de Contingencia**

$H_0$ :  $X$  y  $Y$  son variables independientes

vs.

$H_1$ :  $X$  y  $Y$  no son variables independientes

El Estadístico de Prueba es  $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$

que sigue una distribución  $\chi^2$  y con  $(r-1)(c-1)$  grados de libertad

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

En la Tabla 4.4 se muestra la estructura de una Tabla de contingencia.

<b>TABLA 4.4</b> "Análisis estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona No Metropolitana de la provincia del Guayas" <b>Tabla de Contingencia</b>					
Variable x	Variable y				
	Categoría 1	Categoría 2	...	Categoría c	
Categoría 1	$n_{11}$ $E_{11}$	$n_{12}$ $E_{12}$	...	$n_{1c}$ $E_{1c}$	$n_{1.}$
Categoría 2	$n_{21}$ $E_{21}$	$n_{22}$ $E_{22}$	...	$n_{2c}$ $E_{2c}$	$n_{2.}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría r	$n_{r1}$ $E_{r1}$	$n_{r2}$ $E_{r2}$	...	$n_{rc}$ $E_{rc}$	$n_{r.}$
	$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.c}$	$n_{..}$

En la Tabla 4.4  $n_{ij}$  es el número de individuos observado, con la  $i$  – ésima categoría (valor) de la característica X y la  $j$  – ésima categoría (valor) de la característica Y.  $E_{ij}$  es el número de individuos que se espera ocurra en la celda  $(i, j)$ , si  $H_0$  es verdadero, determinado de la siguiente manera:

$$E_{ij} = \frac{n_{i.} n_{.j}}{n_{..}}. \text{ Donde } n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c n_{ij} \quad ; n_{i.} = \sum_{j=1}^c n_{ij} \quad \text{y} \quad n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}.$$

Se muestra en la Tabla 4.5 un resumen de los resultados de este análisis.

<b>Tabla 4.5</b>					
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas.</i>					
<b>Resultado de los Contrastes para probar la Independencia de las variables construido a partir de las Tablas de Contingencia</b>					
Variable 1	Variable 2	Estadístico de Prueba	Grados de Libertad	Valor P	Resultado
Género	Formación académica del entrevistado	0.957	2	0.620	Independiente
Nivel de educación del establecimiento	Apariencia del establecimiento	13.541	6	0.350	Independiente
Formación académica del informante	Tipos de utilitarios informáticos	9.585	6	0.143	Independiente
Satisfacción de padres de familia	Profesores - Uso Computador	17.454	2	0.000	No es Independiente
Satisfacción de padres de familia	Nivel de educación del establecimiento	3.786	2	0.151	Independiente
Satisfacción de padres de familia	Uso de laboratorios	12.146	3	0.007	No es Independiente
Satisfacción de padres de familia	Biblioteca	2.176	4	0.703	Independiente
Educación comparable con otras instituciones	Laboratorios	20.795	8	0.008	No es Independiente
Educación comparable con otras instituciones	Biblioteca	20.674	2	0.000	No es Independiente
Educación comparable con otras instituciones	Nivel de educación del establecimiento	1.254	4	0.869	Independiente

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

#### 4.6 Análisis de Componentes Principales

El análisis de Componentes Principales es, en general, una técnica estadística multivariada, que permite la reducción de la cantidad de variables o para agrupar las observaciones con las que se trabaja. Su objetivo principal es explicar la mayor proporción de la variación de un conjunto de  $p$  variables observables por medio de un conjunto de  $k$  variables no observables donde  $k \leq p$ .

Los Componentes Principales se presentan algebraicamente como combinaciones lineales de las  $p$  variables aleatorias observadas y geoméricamente estas combinaciones lineales representan la creación de un nuevo sistema de coordenadas obtenidas al rotar el sistema original. Permite describir la estructura de interrelación de variables originales consideradas simultáneamente, determinando así  $q$  combinaciones lineales de  $p$  variables observables, que contengan la mayor parte de la variación total contenida en la muestra, y así resumir y reducir los datos disponibles.

Sea  $\mathbf{X}^T = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_p]$  un vector aleatorio  $p$  variado, donde cada una de las variables que lo componen son variables aleatorias observables. El vector  $p$ -variado  $\mathbf{X}$  a  $\Sigma$  tiene como matriz de varianzas y covarianzas, y sean  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$  los valores propios correspondientes a  $\Sigma$ .

Se representan las componentes principales por medio de las siguientes combinaciones lineales:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \mathbf{a}_1^T \mathbf{X} = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \\ Y_2 &= \mathbf{a}_2^T \mathbf{X} = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \\ &\vdots \\ Y_p &= \mathbf{a}_p^T \mathbf{X} = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p \end{aligned}$$

Donde  $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$  son las Componentes Principales; las cuales no están correlacionadas entre sí, son ortonormales y cumpliéndose además que:



$$\text{Var}(Y_1) \geq \text{Var}(Y_2) \geq \dots \geq \text{Var}(Y_p) \geq 0.$$

Se puede demostrar que, si  $Y_i = \mathbf{a}_i^T \mathbf{X}$

$$\text{Var}(Y_i) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_i \quad \text{para } i=1, 2, \dots, p;$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_j = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

Se debe cumplir además:  $\|\mathbf{a}_i\| = 1$  para  $i=1, 2, \dots, p$  y  $\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle = 0$  para  $i \neq j$ .

Donde  $\|\mathbf{a}_i\|$  es la norma del vector  $\mathbf{a}_i$  y  $\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle$  es el Producto Interno de dos vectores en  $\mathfrak{R}^p$ .

En general, la  $i$ -ésima Componente Principal es la combinación lineal que maximiza la varianza de  $Y_i = \mathbf{a}_i^T \mathbf{X}$ , sujeta a que la norma del vector  $\mathbf{a}_i$  sea unitaria y la  $\text{Cov}(Y_i, Y_k) = 0$  para  $k \neq i$ .

Como resultado obtenemos que  $\Sigma$  es la matriz de covarianzas asociadas con el vector aleatorio  $\mathbf{X}^T = [X_1 \quad X_2 \dots X_p]$ ,  $\Sigma$  tiene los pares de valores propios y sus correspondientes vectores propios unitarios  $(\lambda_1, \mathbf{e}_1)$ ,  $(\lambda_2, \mathbf{e}_2)$ , ...,  $(\lambda_p, \mathbf{e}_p)$  donde  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ .

Bajo estas condiciones, se puede probar que la  $i$ -ésima componente principal viene dada por:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^T \mathbf{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p, \text{ para } i=1, 2, \dots, p$$

Además, se puede probar que  $\text{Var}(Y_i) = \mathbf{e}_i^T \sum \mathbf{e}_i = \lambda_i$ , para  $i= 1, 2, \dots, p$  y la

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = \mathbf{e}_i^T \sum \mathbf{e}_k, \text{ para } i \neq k.$$

Bajo estas condiciones, el porcentaje de la varianza total contenida por la

$i$ -ésima componente principal, o su explicación viene dado por  $\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \times 100\%$ .

Para poder verificar si la técnica de componentes principales se puede aplicar a un grupo de datos, se utiliza la prueba de Significancia Estadística de Bartlett en la cual se plantea el contraste de hipótesis que aparecen en el Cuadro 4.17.

**Cuadro 4.17**  
*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas.*  
**Prueba de Bartlett**

$$H_0 : \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

Vs.

$H_1 : \text{No es verdad } H_0$   
 Estadístico de Prueba= 1714.401  
 Valor p =0.000

Elaborado por: Emma Zambrano L.

Para verificar este contraste se debe calcular los estadísticos  $u$  y  $u'$  de tal

forma que:  $u = \frac{\det S}{s_{11} + s_{22} + \dots + s_{pp}} = \det R$ , siendo  $S = \hat{\Sigma}$  y  $R = \hat{\rho}$ , entonces la

región crítica está definida a través de  $u' = -\left[v - \frac{2p+5}{6}\right] \ln u$ , donde  $v$ : son

los grados de libertad de la matriz de datos =  $n-1$  y  $u'$  es aproximadamente

$$\chi^2_{\alpha, \text{conf}} = \frac{p(p-1)}{2}$$

Con  $(1-\alpha)100\%$  de confianza se rechaza  $H_0$  a favor de  $H_1$  si,  $u' \geq \chi^2_{\alpha, f}$ .

$H_0$  es construida en base a supuestos de normalidad de  $X$ , donde  $\sigma_{ij} = 0$  garantiza que  $X_i$  y  $X_j$  son independientes, por lo que no sería aconsejable la aplicación del método de Componentes Principales.

Luego de aplicar la Prueba de Bartlett a los datos de este estudio el valor  $p$  obtenido es de 0.000, de manera que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir algunos valores de las covarianzas,  $\sigma_{ij}$  son diferentes de 0 para  $i \neq j$ , por lo tanto, se afirma que no existe independencia entre las variables de la matriz de datos de los entrevistados y se verifica que se puede proceder con el análisis de Componentes Principales.

Para poder aplicar la técnica de Componentes principales se estandariza los datos, puesto que algunas de las características no se encuentran en la misma escala, esto significa que a cada dato observado se le resta la media estimada y se lo divide para la desviación estándar estimada de las variables; obteniéndose  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ , correspondientes a las variables  $X_1, X_2, \dots, X_p$  estandarizadas.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_i}$$

Luego de estandarizar la matriz de datos originales y aplicar el método de Componentes Principales, con once Componentes Principales se explica el 65.9% de la varianza total.

Para determinar cual es el número de componentes a utilizar se aplica el criterio de la media aritmética; para este caso se obtiene el 65.9% de la explicación de la varianza total del conjunto de las 33 variables estudiadas en esta técnica, con once componentes principales, ya que el promedio de los valores propios es 1.000 y los 11 primeros valores propios son mayores a este valor.

Si se quisiera una explicación del 90% de la variación total se debería tomar 22 Componentes Principales. En la Tabla 4.6 se muestran los valores propios y porcentajes de varianza obtenidos en el análisis.

**Tabla 4.6**

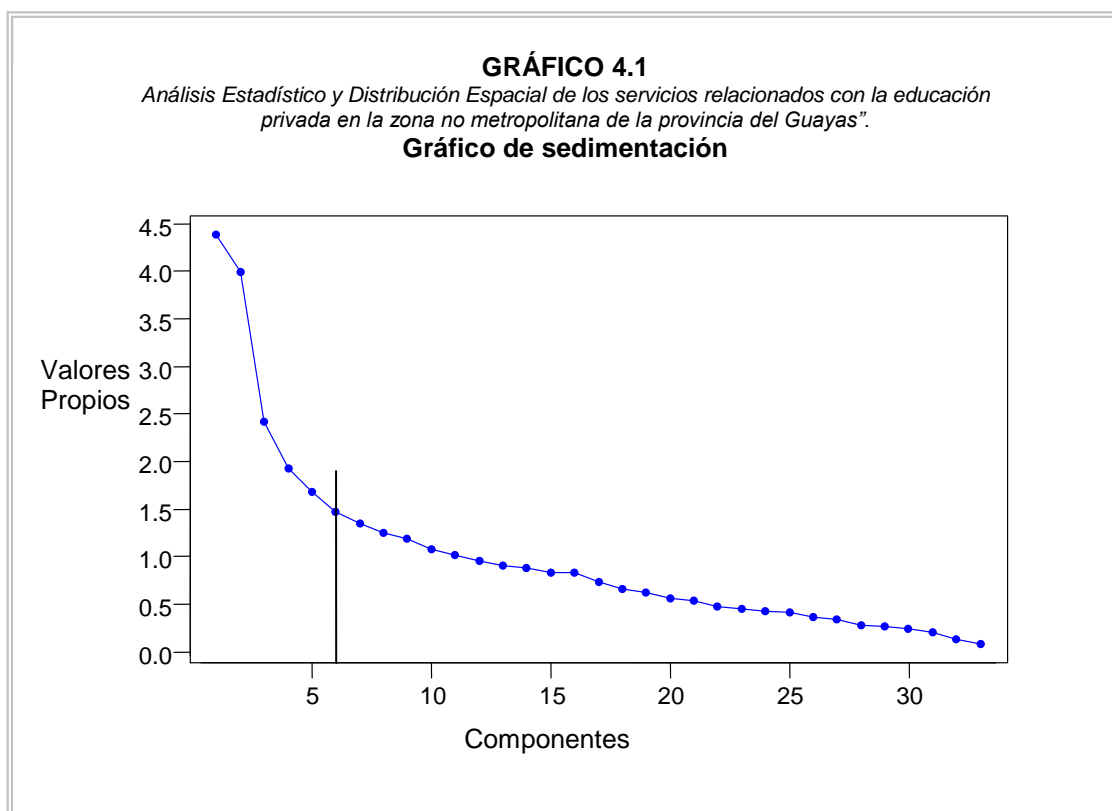
*“Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas”.*

**Varianza Explicada por las Componentes Principales**

Componente	Valores Propios		
	$\lambda_i$	Proporción de Varianza Explicada	Proporción Acumulada
1	4,378	0,133	0,133
2	3,987	0,121	0,254
3	2,415	0,073	0,327
4	1,933	0,059	0,385
5	1,678	0,051	0,436
6	1,467	0,044	0,481
7	1,346	0,041	0,521
8	1,256	0,038	0,559
9	1,194	0,036	0,596
10	1,081	0,033	0,628
<b>11</b>	<b>1,018</b>	<b>0,031</b>	<b>0,659</b>
12	0,959	0,029	0,688
13	0,906	0,027	0,716
14	0,877	0,027	0,742
15	0,839	0,025	0,768
16	0,830	0,025	0,793
17	0,739	0,022	0,815
18	0,658	0,020	0,835
19	0,623	0,019	0,854
20	0,567	0,017	0,871
21	0,542	0,016	0,888
22	0,477	0,014	0,902
23	0,455	0,014	0,916
24	0,426	0,013	0,929
25	0,416	0,013	0,941
26	0,371	0,011	0,953
27	0,342	0,010	0,963
28	0,278	0,008	0,971
29	0,264	0,008	0,979
30	0,245	0,007	0,987
31	0,210	0,006	0,993
32	0,133	0,004	0,997
33	0,090	0,003	1,000

Elaborado por: Emma Zambrano L.

Además bajo el criterio del Gráfico de Sedimentación, se muestra como ilustración en el Gráfico 4.1, donde se representa en el eje de las Y los Valores Propios y en el eje de las X el número de componentes Principales que corresponden a cada Valor Propio, donde se observa un quiebre en la sexta componente con la que se explica el 48.1% de la varianza total, porcentaje que no es representativo para el análisis, ya que si se desea el 85%, se debería tomar al menos diecinueve de las treinta y tres variables, objeto de este estudio, por lo cual no se considera un análisis óptimo.



*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

En la tabla 4.7 se puede apreciar que en la primera “componente” las variables que presentan mayor peso corresponden a las proposiciones *“La calidad de la educación privada es mejor que la fiscal”* y *“La actividad deportiva en este plantel es privilegiada”*.

Para la segunda “componente”, las variables que presentan un mayor aporte son “Número de aulas” y “Número de profesores”. La tercera “componente” tiene como variables de mayor peso *“La calidad de la educación fiscal es adecuada”*, *“Los denominados “Cybers” se han constituido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa”* y *“El Comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento”*.

En la cuarta “componente”, se identifica como la variable de mayor aporte a la denominada *“Área para patio de recreación”* y *“Área para docencia”*. Así como también, la variable *“Edad del entrevistado”* presenta el mayor peso para la quinta Componente.

La variable *“Profesores y el uso del computador”* es la de mayor relevancia en la sexta “componente”, lo mismo sucede con la variable *“Infraestructura en el establecimiento”* en la séptima componente.

Nótese que en la octava “componente” la Variable de mayor peso es “*Visita del supervisor*” y en el caso de la novena, la variable de mayor aporte es “Formación académica del entrevistado”

En la décima “componente”, se muestra que la variable con mayor peso es “*La Infraestructura en los planteles educativos influye en el nivel de aprendizaje de los estudiantes*”, y para la última componente la que mayor aporte tiene es “*La calidad de la educación privada es mejor que la fiscal*”.

En el Anexo 4, se presentan los entes graficados en función de las dos primeras componentes principales, denominadas “La calidad de la educación privada es mejor que la fiscal” y “Número de aulas”, con el fin de determinar si existe algún tipo de agrupación entre las características observadas.



**Tabla 4.7**  
*“Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas”.*  
**Coefficientes de las Componentes Principales**

Variables	Componentes										
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>
Edad del Entrevistado	0,006	0,047	0,050	-0,026	0,392	-0,319	-0,011	-0,270	-0,187	-0,127	0,044
Nivel Educación Establecimiento	0,055	-0,263	0,183	0,026	-0,033	-0,196	-0,063	0,071	0,190	-0,017	-0,290
Formación Académica del Entrevistado	-0,079	-0,021	-0,027	-0,127	0,098	-0,063	0,321	-0,030	-0,565	-0,371	-0,261
Prop.: Apariencia del Establecimiento	-0,193	-0,121	0,067	0,231	0,030	0,135	0,047	0,073	0,056	-0,500	-0,032
Número de servicios higiénicos	-0,019	-0,211	0,108	-0,243	-0,121	0,204	0,167	-0,182	0,110	-0,059	0,135
Número de Bancas	0,035	-0,303	-0,216	-0,114	-0,123	0,020	0,109	0,017	0,046	0,109	-0,029
Prop.: Estado Baterías Sanitarias	-0,171	-0,141	0,170	-0,067	0,195	0,261	0,034	0,127	0,198	-0,039	-0,127
Prop.: Ventilación Docente	-0,168	-0,181	0,237	-0,077	0,320	0,294	-0,062	-0,010	-0,064	0,167	-0,043
Prop.: Ventilación Administrativa	-0,148	-0,126	0,231	-0,135	0,322	0,288	-0,165	0,005	-0,107	0,109	-0,102
Area Edificio Recreación	0,057	-0,220	0,010	0,312	-0,037	0,015	-0,378	-0,224	-0,170	0,131	-0,026
Área Edificio Docente	-0,019	-0,130	0,040	0,384	-0,021	0,065	-0,145	-0,175	-0,398	0,166	0,239
Número de Aulas	0,050	-0,426	-0,079	0,129	-0,045	-0,064	-0,029	0,159	0,051	-0,105	0,114
Número de Profesores	0,106	-0,420	-0,140	0,140	0,025	-0,083	-0,023	0,083	0,012	-0,115	0,022
Número de Estudiantes	0,113	-0,378	-0,222	0,037	0,070	-0,127	0,061	0,042	0,090	-0,122	-0,039
Visita del supervisor	-0,011	-0,115	-0,094	-0,267	-0,044	-0,004	0,140	-0,537	0,263	0,038	-0,064
Prop.: Esfuerzo del estado	-0,088	-0,019	-0,210	-0,211	-0,229	0,119	-0,398	-0,135	-0,178	-0,112	-0,307
Prop.: Educación Fiscal	-0,099	0,051	-0,397	-0,230	0,099	-0,146	-0,269	-0,028	-0,117	-0,055	-0,027
Prop.: Educación Privada	-0,266	-0,012	-0,214	-0,164	0,052	0,040	0,135	0,011	-0,081	-0,118	0,419
Prop.: Educ. Privada vs. Educ. Fiscal	-0,330	-0,004	-0,081	0,035	0,115	-0,024	-0,017	0,059	0,058	0,069	0,439
Prop.: Educación comparable.	-0,279	-0,098	0,031	-0,094	-0,032	-0,240	-0,042	-0,110	0,124	-0,013	0,164
Prop.: Preparación Profesores	-0,295	-0,164	0,064	-0,114	-0,032	-0,240	-0,003	-0,138	-0,065	0,122	-0,076
Prop.: Profesores uso computador	-0,295	-0,052	0,117	-0,013	0,131	-0,340	-0,146	0,134	0,056	0,043	-0,166
Prop.: Infraestructura del Establecimiento	-0,093	-0,085	-0,137	0,120	-0,040	-0,007	0,433	-0,101	-0,106	0,519	-0,208
Prop.: Uso de Laboratorios	-0,100	0,022	0,186	0,080	-0,328	-0,173	0,148	0,118	-0,169	-0,007	0,077
Prop.: Uso Bibliotecas Públicas	-0,105	0,129	-0,225	0,270	0,338	-0,075	0,031	-0,006	0,264	-0,050	-0,022
Prop.: "Cybers" instrumento de apoyo	-0,064	0,049	-0,339	0,283	0,092	0,228	0,219	0,023	-0,012	-0,017	-0,160
Prop.: Estudiante -computadora	-0,150	0,102	-0,054	0,218	-0,170	0,299	-0,127	-0,349	0,140	-0,219	-0,016
Prop.: Material Didáctico - estudiantes	-0,284	0,032	0,159	0,130	-0,203	-0,099	0,008	0,105	-0,026	0,086	-0,041
Prop.: Sociedad civil -educación	-0,219	0,068	-0,070	-0,060	-0,298	0,003	-0,202	0,175	0,098	0,005	-0,034
Prop.: Comité de Padres de Familia	-0,180	0,071	-0,339	-0,030	0,088	0,094	-0,086	0,326	-0,007	0,192	-0,207
Prop.: Satisfacción de padres de familia	-0,259	0,013	0,141	0,090	-0,162	0,038	0,178	0,031	0,003	-0,183	-0,180
Prop.: Alimentación de Estudiantes	-0,081	0,177	0,039	0,266	0,091	-0,234	0,009	-0,271	0,226	-0,022	-0,208
Prop.: Actividad Deportiva	-0,315	-0,089	-0,120	0,083	-0,137	0,080	0,060	-0,154	-0,036	0,071	-0,020

Los coeficientes de las once Componentes Principales retenidas, se presentan en la Tabla 4.7, de donde se expresa las siguientes combinaciones lineales:

$$Y_1 = 0.006(\text{Edad}) + 0.055(\text{Nivel de educación del establecimiento}) - 0.079(\text{Formación académica del entrevistado}) - 0.193(\text{Apariencia del establecimiento}) - 0.019(\text{Número de servicios higiénicos}) + 0.035(\text{Número de bancas}) - \dots - 0.315(\text{Actividad deportiva})$$

$$Y_2 = 0.047(\text{Edad}) - 0.263(\text{Nivel de educación del establecimiento}) - 0.021(\text{Formación académica del entrevistado}) - 0.211(\text{Apariencia del establecimiento}) - 0.303(\text{Número de servicios higiénicos}) - 0.141(\text{Número de bancas}) - \dots - 0.089(\text{Actividad deportiva})$$

$$Y_3 = 0.050(\text{Edad}) + 0.183(\text{Nivel de educación del establecimiento}) - 0.027(\text{Formación académica del entrevistado}) + 0.067(\text{Apariencia del establecimiento}) + 0.108(\text{Número de servicios higiénicos}) - 0.216(\text{Número de bancas}) + \dots - 0.120(\text{Actividad deportiva})$$

⋮

$$Y_{11} = 0.044(\text{Edad}) - 0.290(\text{Nivel de educación del establecimiento}) - 0.261(\text{Formación académica del entrevistado}) - 0.032(\text{Apariencia del establecimiento}) + 0.135(\text{Número de servicios higiénicos}) - 0.127(\text{Número de bancas}) - \dots - 0.020(\text{Actividad deportiva})$$

#### 4.7 Análisis de Correlación Canónica

El Análisis de Correlación Canónica es una técnica estadística multivariada que permite identificar y cuantificar el grado de asociación lineal entre dos conjuntos de variables aleatorias observadas.

El primer grupo de variables se representa por el vector p-variado  $\mathbf{X}^{(1)}$  y el segundo de q variables se representa por el vector  $\mathbf{X}^{(2)}$ , donde  $p \leq q$ . Es decir:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_p \\ \cdots \\ X_{p+1} \\ \vdots \\ X_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^1 \\ \cdots \\ \mathbf{X}^2 \end{bmatrix} \in R^{p+q}$$

Para esto determinamos, un máximo de p pares de variables “canónicas” de tal forma que expliquen la relación entre un primer conjunto p-variado,  $\mathbf{X}^{(1)}$  y un segundo q-variado,  $\mathbf{X}^{(2)}$ ; de tal modo que se determina la correlación canónica mayor entre una combinación lineal de variables de un conjunto  $\mathbf{X}^{(1)} \in R^p$  y una combinación lineal de variables del otro  $\mathbf{X}^{(2)} \in R^q$ .

Para esto determinamos un máximo de p pares de variables “canónicas” de tal forma que expliquen la relación entre un primer conjunto p-variado,  $\mathbf{X}^{(1)}$  y un segundo q-variado,  $\mathbf{X}^{(2)}$ ; de tal modo que se determina la correlación

canónica mayor entre una combinación lineal de variables de un conjunto  $\mathbf{X}^{(1)} \in R^p$  y una combinación lineal de variables del otro  $\mathbf{X}^{(2)} \in R^q$ .

Para los vectores  $\mathbf{X}^{(1)}$  y  $\mathbf{X}^{(2)}$  se tiene:

$$E\langle \mathbf{X}^{(1)} \rangle = \boldsymbol{\mu}^{(1)}$$

$$Cov\langle \mathbf{X}^{(1)} \rangle = Cov\langle \mathbf{X}^{(1)}, \mathbf{X}^{(1)} \rangle = \Sigma_{11}$$

$$E\langle \mathbf{X}^{(2)} \rangle = \boldsymbol{\mu}^{(2)}$$

$$Cov\langle \mathbf{X}^{(2)} \rangle = Cov\langle \mathbf{X}^{(2)}, \mathbf{X}^{(2)} \rangle = \Sigma_{22}$$

$$Cov\langle \mathbf{X}^{(1)}, \mathbf{X}^{(2)} \rangle = \Sigma_{12} = \Sigma_{12}^T$$

Además,

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \vdots & \Sigma_{12} \\ \dots & \vdots & \dots \\ \Sigma_{21} & \vdots & \Sigma_{22} \end{bmatrix}$$

Se determina la más alta entre todos los pares de variables U, V, donde, los pares de combinaciones lineales son las variables canónicas y sus correlaciones las "Correlaciones Canónicas", siendo:

$$U = \mathbf{a}^T \mathbf{X}^{(1)}$$

$$V = \mathbf{b}^T \mathbf{X}^{(2)}$$

donde  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{b}$  son vectores en  $R^p$  y  $R^{q-p}$

Que cumplen:

$$\text{Var}(U) = \mathbf{a}^T \sum_{i1} \mathbf{a} \quad \text{Var}(V) = \mathbf{b}^T \sum_{i2} \mathbf{b} \quad \text{y}$$

$$\text{Cov}(U,V) = \mathbf{a}^T \sum \mathbf{b}$$

donde,

$$\mathbf{a}_1^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b}_1^T = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1q} \end{bmatrix}$$

Se deben determinar  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{b}$  tal que:

$$\text{Corr}(U,V) = \frac{\mathbf{a}^t \sum_{ij} \mathbf{b}}{\sqrt{\mathbf{a}^t \sum_{ii} \mathbf{a}} \sqrt{\mathbf{b}^t \sum_{jj} \mathbf{b}}}$$

Se define lo siguiente:

El *primer par de variables canónicas*, que es el par de combinaciones lineales  $(U_1, V_1)$  tiene varianza unitaria y maximiza la correlación entre ambas.

El *segundo par de variables canónicas*, que es el par de combinaciones lineales  $(U_2, V_2)$  tiene varianza unitaria y maximiza la correlación entre ambas y además no está correlacionada con el primer par de variables canónicas; para el caso del  $i$ -ésimo par  $(U_i, V_i)$

$$U_i = a_{i1}X_1^{(1)} + a_{i2}X_2^{(1)} + \dots + a_{ip}X_p^{(1)}$$

$$V_i = b_{i1}X_1^{(2)} + b_{i2}X_2^{(2)} + \dots + b_{iq}X_q^{(2)}$$

Este análisis parte de la necesidad de encontrar asociación entre dos conjuntos de variables, para elegir cuales serán los conjuntos de estudio se considerará las combinaciones entre las secciones que conforman el cuestionario., de la siguiente manera: el primer conjunto de variables aleatorias que conforman el vector  $\mathbf{X}^{(1)}$ , son las variables referentes a la sección “*Características del informante y del establecimiento*”, con un total de 12 variables y las concernientes a la “*Características acerca de la Calidad de la educación*” con un total de 21 variables, el vector  $\mathbf{X}^{(2)}$ .

### **Grupo 1: “Características del Informante y del establecimiento”, $\mathbf{X}^{(1)}$**

Edad del entrevistado

Nivel de educación del establecimiento

Nivel de formación del entrevistado

Apariencia del establecimiento

Número de baterías sanitarias

Número de bancas

Área del edificio para patio de recreación

Área del edificio para docencia

Número de aulas

Número de profesores

Número de estudiantes

Visitas del supervisor

**Grupo 2: “Características acerca de la calidad de la educación”**

Proposición: El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes.

Proposición: La ventilación del establecimiento es la adecuada para desarrollar las actividades docentes.

Proposición: La ventilación del establecimiento es la adecuada para desarrollar las actividades administrativas.

Proposición: El Estado hace su mayor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciban educación de calidad.

Proposición: En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la adecuada.

Proposición: En términos generales, la calidad de la educación privada es la adecuada.

Proposición: En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal.

Proposición: La educación que se imparte en este establecimiento educativo es comparable con la de las mejores instituciones del país.

Proposición: El nivel de preparación con que cuentan los profesores de este plantel es el adecuado para formar a quienes en el futuro deben generar conocimiento en el país.

Proposición: Los profesores de este establecimiento cuentan con la formación adecuada para utilizar de la mejor manera el potencial educativo del computador

Proposición: La infraestructura de los planteles educativos influye en el nivel de aprendizaje de los estudiantes.

Proposición: El uso de los laboratorios de Ciencias Naturales y Computación mejora la calidad de la enseñanza a todos los niveles.

Proposición: La preparación que se imparte en este establecimiento requiere el uso de bibliotecas públicas por parte de los estudiantes.

Proposición: Los denominados "Cybers" se han constituido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa.

Proposición: El desempeño del estudiante que posee computadora propia es mejor que el desempeño del estudiante que no lo posee.



Proposición: Al inicio del año escolar, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes

Proposición: La sociedad civil, también contribuye con el mejoramiento de la educación en el país, al margen de lo que el estado por la educación debe hacer

Proposición: El comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento.

Proposición: En términos generales, existe satisfacción por parte de los padres de familia con respecto de la enseñanza que se imparte en este plantel.

Proposición: La alimentación de los estudiantes de este plantel es un factor que afecta el rendimiento educativo.

Proposición: La actividad deportiva de los estudiantes es privilegiada en esta institución.

A continuación se muestran (Tabla 4.8) los coeficientes de las correlaciones canónicas de cada par de variables, en este caso doce pares, considerándose correlaciones canónicas significativas, aquellas que se encuentran entre 0.5 y 1 ó -0.5 y -1; bajo este criterio se escoge el quinto par de variables.

<b>TABLA 4.8</b>	
<i>“Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas”.</i>	
<b>Correlación Canónica</b>	
<b>Par de Variables</b>	<b>Correlación Canónica</b>
1	0,720
2	0,595
3	0,593
4	0,523
5	0,473
6	0,434
7	0,361
8	0,349
9	0,323
10	0,270
11	0,244
12	0,167

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

En la Tabla 4.9, se presentan los coeficientes para las Variables Canónicas correspondientes a *“Características del Informante y del Establecimiento”*, de donde se puede apreciar que para la primera variable canónica  $U_1$ , el *“Número de bancas”* y el *“Número de aulas”* son las que tienen mayor peso. Para la variable  $U_2$ , notamos que *“Número de profesores”* y *“Número de aulas”* tienen mayor importancia, mientras que *“Nivel de formación Académica”* tiene el coeficiente más bajo.

Al igual que la variable canónica anterior, la cuarta variable canónica, está compuesta por las variables dominantes *“Número de profesores”* y *“Número de aulas”*.

El “Número de aulas” tiene mayor importancia en la variable  $U_4$  , mientras que para  $U_5$ , es “Edad” la que predomina, puesto que posee el coeficiente más alto.

<b>TABLA 4.9</b>					
<i>“Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas”.</i>					
<b>Coefficientes de las Variables Canónicas de</b>					
<b>“Características del Informante y del Establecimiento” ( <math>U_i</math> )</b>					
<b>Vector</b>	<b>Coefficientes</b>				
<b>Características del Informante y del Establecimiento</b>	<b><math>U_1</math></b>	<b><math>U_2</math></b>	<b><math>U_3</math></b>	<b><math>U_4</math></b>	<b><math>U_5</math></b>
Edad	0,202	0,259	0,135	0,465	0,665
Nivel de educación del establecimiento	0,520	0,526	-0,278	-0,152	-0,209
Nivel de formación académica	-0,431	0,032	-0,028	0,104	-0,053
Apariencia del establecimiento	0,222	-0,273	-0,541	-0,266	0,601
Número de servicios higiénicos	-0,015	0,392	-0,409	0,402	-0,198
Número de bancas	-0,519	-0,359	-0,083	-0,376	0,139
Área para patio de recreación	0,106	0,205	-0,133	-0,532	-0,208
Área para docencia	0,028	0,272	-0,147	-0,089	0,134
Número de aulas	-0,518	-0,586	-0,522	0,964	-0,575
Número de profesores	-0,151	0,667	0,856	0,247	0,460
Número de estudiantes	0,267	0,112	0,258	-0,644	-0,006
Visitas del supervisor	-0,441	0,302	-0,222	-0,240	0,345

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

Las variables dominantes en  $V_1$ , son las denominadas “La calidad de la educación privada es adecuada” y “Nivel de Preparación de profesores y el computador”. En la segunda variable “La Sociedad civil, al margen de lo que el Estado pueda hacer, también contribuye a la mejora de la educación” alcanza el más alto coeficiente de correlación canónica.

En el caso de la variable  $V_3$  , en “La educación que se imparte en este plantel es comparable con la de las mejores instituciones de este país” existe

mayor correlación, mientras que “La alimentación en este plantel, es un factor que afecta el rendimiento académico de los estudiantes” es la menor importancia. El “El Esfuerzo del Estado”, es la que tiene mayor importancia en la cuarta variable, mientras que “Calidad privada” predomina en  $V_5$ .

<b>TABLA 4.10</b>					
<i>“Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas”.</i>					
<b>Coefficientes de las Variables Canónicas de</b>					
<b>“Características acerca de la calidad de la educación” ( <math>V_1</math> )</b>					
<b>Vector</b>	<b>Coefficientes</b>				
<b>Características de la Calidad de la Educación</b>	<b><math>V_1</math></b>	<b><math>V_2</math></b>	<b><math>V_3</math></b>	<b><math>V_4</math></b>	<b><math>V_5</math></b>
Estado de baterías sanitarias	0,008	-0,168	-0,295	-0,048	0,106
Ventilación para docencia	-0,102	0,358	0,074	0,160	0,136
Ventilación para área administrativa	-0,027	-0,070	-0,368	-0,155	-0,255
Esfuerzo del Estado	0,038	0,067	-0,158	0,711	0,315
Calidad fiscal	0,050	-0,142	0,406	-0,397	-0,093
Calidad privada	0,486	-0,042	-0,191	-0,431	-0,407
Privada Vs. Fiscal	-0,284	-0,360	0,237	-0,019	0,145
Educación comparable	0,170	0,008	-0,465	0,230	0,140
Nivel de preparación profesores_docencia	0,334	0,228	0,005	0,070	-0,770
Nivel de preparación profesores_computador	-0,406	0,307	0,221	-0,156	0,040
Infraestructura	0,190	0,047	-0,076	0,181	0,309
Laboratorios	-0,286	-0,036	-0,151	0,160	0,268
Bibliotecas públicas	-0,345	-0,061	-0,115	0,382	-0,232
Cybers	0,314	-0,313	0,213	0,178	-0,348
Desempeño de estudiante	-0,331	0,116	-0,228	0,005	-0,131
Material didáctico	-0,219	-0,279	-0,180	-0,474	0,109
Sociedad civil	0,154	-0,519	-0,216	0,250	0,115
Comité de padres de familia	-0,114	-0,218	0,125	0,107	0,128
Satisfacción de padres	0,032	-0,360	0,001	-0,162	-0,008
Alimentación	-0,201	0,087	0,010	0,239	-0,402
Actividad deportiva	0,315	0,425	-0,144	0,175	0,003

*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

La descripción de los pares de variables canónicas ( $\mathbf{U}_i, \mathbf{V}_i$ ) se presenta a continuación:

$$\mathbf{U}_1 = 0.202 X_1 + 0.520 X_2 - 0.431 X_3 + 0.222 X_4 - 0.015 X_5 - 0.519 X_6 + 0.106 X_7 + 0.028 X_8 - 0.518 X_9 - 0.151 X_{10} + 0.267 X_{11} - 0.441 X_{12}$$

$$\mathbf{U}_2 = 0.259 X_1 + 0.526 X_2 + 0.032 X_3 - 0.273 X_4 + 0.392 X_5 - 0.359 X_6 + 0.205 X_7 + 0.272 X_8 - 0.586 X_9 + 0.667 X_{10} + 0.112 X_{11} + 0.302 X_{12}$$

$$\mathbf{U}_3 = 0.135 X_1 - 0.278 X_2 - 0.028 X_3 - 0.541 X_4 - 0.409 X_5 - 0.083 X_6 - 0.133 X_7 - 0.147 X_8 - 0.522 X_9 + 0.856 X_{10} + 0.258 X_{11} - 0.222 X_{12}$$

$$\mathbf{U}_4 = 0.465 X_1 - 0.152 X_2 + 0.104 X_3 - 0.266 X_4 + 0.402 X_5 - 0.376 X_6 - 0.532 X_7 - 0.089 X_8 + 0.964 X_9 + 0.247 X_{10} - 0.644 X_{11} - 0.240 X_{12}$$

$$\mathbf{U}_5 = 0.665 X_1 - 0.209 X_2 - 0.053 X_3 + 0.601 X_4 - 0.198 X_5 + 0.139 X_6 - 0.208 X_7 + 0.134 X_8 - 0.575 X_9 + 0.460 X_{10} - 0.006 X_{11} + 0.345 X_{12}$$

$$\mathbf{V}_1 = 0.008 X_{13} - 0.102 X_{14} - 0.027 X_{15} + 0.038 X_{16} + 0.050 X_{17} + 0.486 X_{18} - 0.284 X_{19} + 0.170 X_{20} + 0.334 X_{21} - 0.406 X_{22} + 0.190 X_{23} - 0.286 X_{24} - 0.345 X_{25} + 0.314 X_{26} - 0.331 X_{27} - 0.219 X_{28} + 0.154 X_{29} - 0.114 X_{30} + 0.032 X_{31} - 0.201 X_{32} + 0.315 X_{33}$$

$$\mathbf{V}_2 = -0.168 X_{13} + 0.358 X_{14} - 0.070 X_{15} + 0.067 X_{16} - 0.142 X_{17} - 0.042 X_{18} - 0.360 X_{19} + 0.008 X_{20} + 0.228 X_{21} + 0.307 X_{22} + 0.047 X_{23} -$$

$$0.036 X_{24} - 0.061 X_{25} - 0.313 X_{26} + 0.116 X_{27} - 0.279 X_{28} - 0.519 X_{29} \\ - 0.218 X_{30} - 0.360 X_{31} + 0.087 X_{32} + 0.425 X_{33}$$

$$\mathbf{V}_3 = -0.295 X_{13} + 0.074 X_{14} - 0.368 X_{15} - 0.158 X_{16} + 0.406 X_{17} - 0.191 \\ X_{18} + 0.237 X_{19} - 0.465 X_{20} + 0.005 X_{21} + 0.221 X_{22} - 0.076 X_{23} - \\ 0.151 X_{24} - 0.115 X_{25} + 0.213 X_{26} - 0.228 X_{27} - 0.180 X_{28} - 0.216 X_{29} \\ + 0.125 X_{30} + 0.001 X_{31} + 0.010 X_{32} - 0.144 X_{33}$$

$$\mathbf{V}_4 = -0.048 X_{13} + 0.160 X_{14} - 0.155 X_{15} + 0.711 X_{16} - 0.397 X_{17} - 0.431 \\ X_{18} - 0.019 X_{19} + 0.230 X_{20} + 0.070 X_{21} - 0.156 X_{22} + 0.181 X_{23} + \\ 0.160 X_{24} + 0.382 X_{25} + 0.178 X_{26} + 0.005 X_{27} - 0.474 X_{28} + 0.250 X_{29} \\ + 0.107 X_{30} - 0.162 X_{31} + 0.239 X_{32} + 0.175 X_{33}$$

$$\mathbf{V}_5 = 0.106 X_{13} + 0.136 X_{14} - 0.255 X_{15} + 0.315 X_{16} - 0.093 X_{17} - 0.407 \\ X_{18} + 0.145 X_{19} + 0.140 X_{20} - 0.070 X_{21} + 0.040 X_{22} + 0.309 X_{23} + \\ 0.268 X_{24} - 0.232 X_{25} - 0.348 X_{26} - 0.131 X_{27} + 0.109 X_{28} + 0.115 X_{29} \\ + 0.128 X_{30} - 0.008 X_{31} - 0.402 X_{32} + 0.003 X_{33}$$

#### 4.8 Gráficos de Andrews

A continuación, se muestran los Gráficos de Andrews (Ver Gráfico 4.1), el cual, es un método gráfico para caracterizar los individuos de una población o muestra, donde se grafica cada observación como una función, proyectada a un conjunto de funciones con base ortogonal representadas con senos y cosenos, construida con los valores que toman las variables de acuerdo a las respuestas de los entrevistados. La función está dada de la siguiente

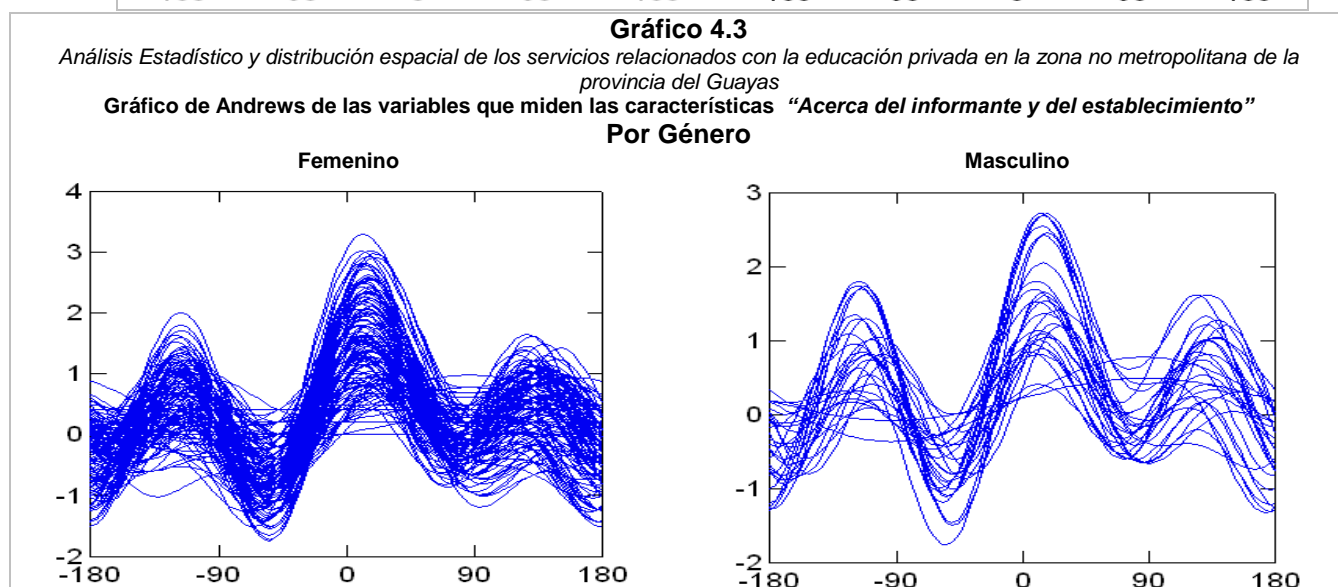
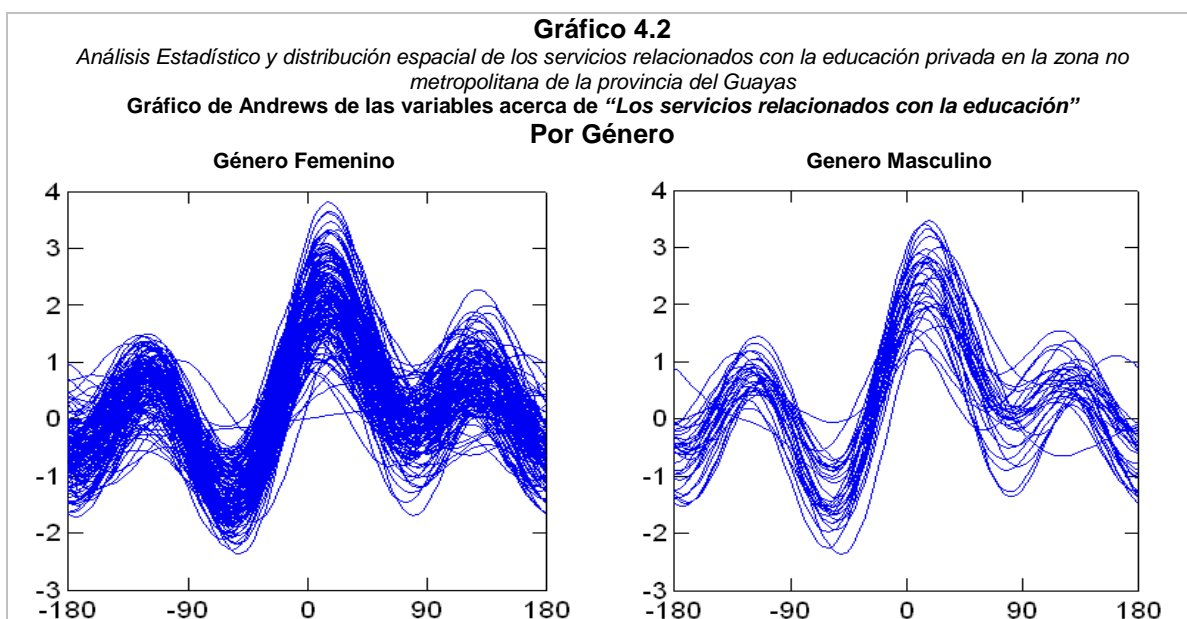
$$\text{manera: } f_x(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \text{sen}(t) + x_3 \text{cos}(t) + x_4 \text{sen}(2t) + x_5 \text{cos}(2t) + \dots$$

Donde  $-\pi \leq t \leq \pi$

Las características de cada entrevistado están representadas por cada serie, las mismas que constituyen un patrón, si se observa una serie alejada del grupo que conforma el patrón, se dice que este individuo posee ciertas características que lo diferencian de los demás entrevistados.

Se analiza las variables “*Acerca de la Calidad de la Educación*”, por género, para observar el patrón que siguen, en el Gráfico 4.2 se nota que para el caso del Género Femenino existe una mayor concentración de las curvas, puesto que este género obtuvo el mayor número de entes, en el caso del género masculino, se notan curvas diferentes, por lo que en este grupo existen diferentes tipos de respuestas.

Mientras que para las variables de “*Los servicios relacionados con la educación*”, en el Gráfico 4.3 se observa en ambos casos un patrón definido. En el caso del Género Femenino se notan ciertas curvas que se alejan del patrón determinado por las demás funciones graficadas.



Elaborado por: Emma Zambrano L.

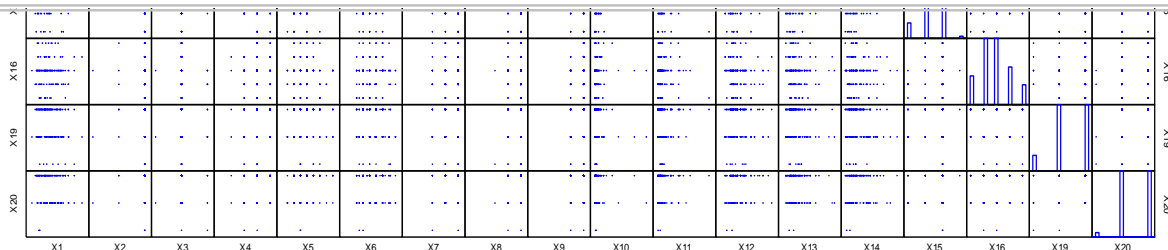
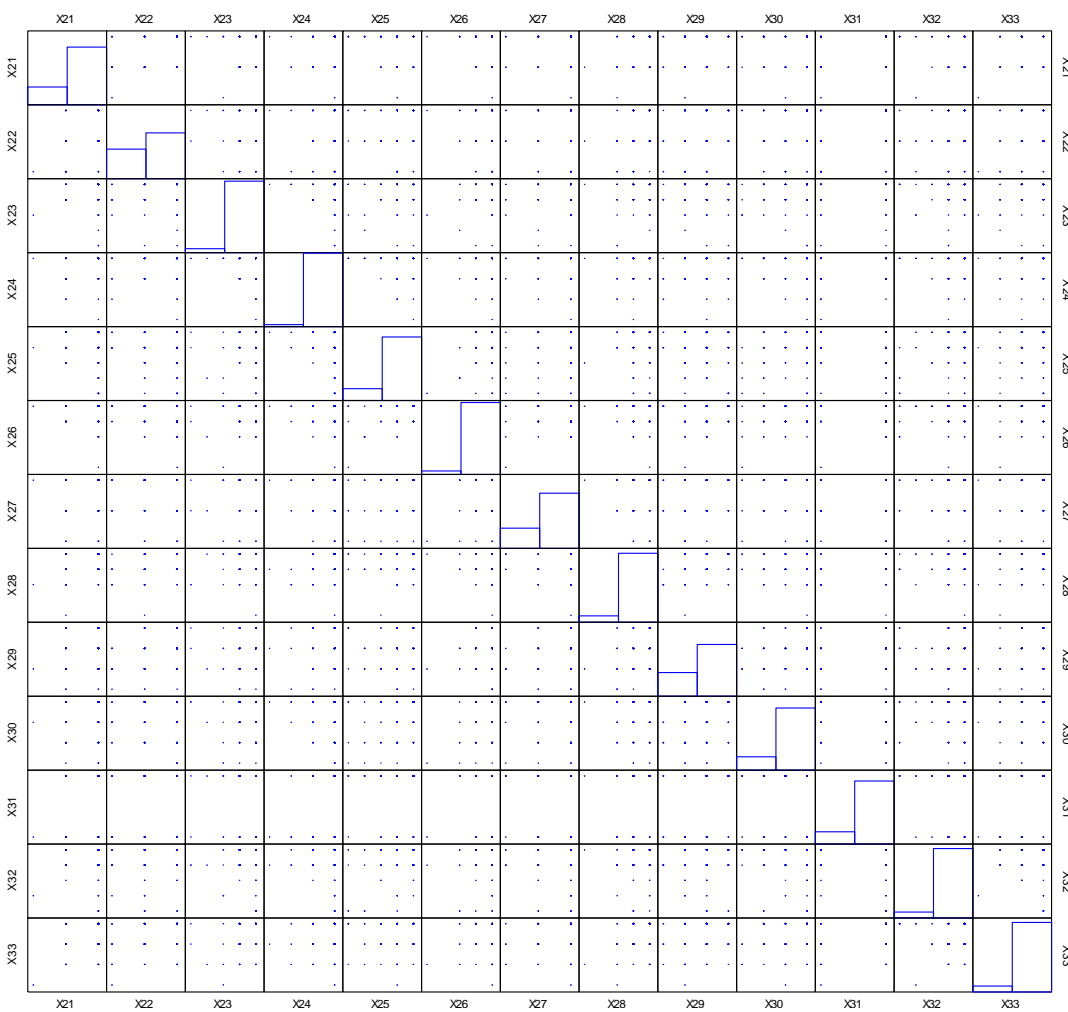


### 4.9 Gráfico de Dispersión múltiple

En el Gráfico 4.4 y 4.5, se ilustra gráficamente la dependencia lineal entre las variables estudiadas en este capítulo

**Gráfico 4.5**  
Análisis Estadístico y distribución espacial de los servicios relacionados con la educación privada en la zona no metropolitana de la provincia del Guayas

**Gráfico de dispersión con múltiples variables**



*Elaborado por: Emma Zambrano L.*

Podemos notar que la variable  $X_{12}$  está “fuertemente” correlacionada linealmente con  $X_{13}$  y  $X_{14}$ , es decir de acuerdo a la numeración presentada en el Análisis de Correlación lineal (Ver página 160 y 161 ), corresponde a la variable “Número de profesores,” correlacionada con “Número de estudiantes” y “Número de aulas”.