

MÉTODOS CUANTITATIVOS  
DE LAS CIENCIAS SOCIALES APLICADOS  
A LOS ESTUDIOS  
URBANOS Y REGIONALES

519.5

L45m Lemelin, André

Métodos cuantitativos de las ciencias sociales aplicados a los estudios urbanos y regionales / tr. Gay Benoit Frutel. -- Puebla, Pue. : Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección General de Fomento Editorial, 2004.  
450 p. ; 21 cm.

ISBN 968-863 793 9

Ciencias Sociales – Métodos estadísticos. 2. Estadística matemática I. t.

MÉTODOS CUANTITATIVOS  
DE LAS CIENCIAS SOCIALES APLICADOS  
A LOS ESTUDIOS  
URBANOS Y REGIONALES

ANDRÉ LEMELIN  
INRS-Urbanisation, Culture et Société

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
Dirección General de Fomento Editorial

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
Enrique Agüera Ibáñez  
*Rector*  
Armando Valerdi y Rojas  
*Secretario General*  
Lilia Cedillo Ramírez  
*Vicerrectora de Extensión y Difusión de la Cultura*  
Ricardo Escárcega Méndez  
*Director Editorial*

Responsabilidad científica:  
[Andre.lemelin@ucs.inrs.ca](mailto:Andre.lemelin@ucs.inrs.ca)  
INRS Urbanisation, Culture et Société  
ISBN : 2-89575-032-7  
Deposito legal: 2003  
Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada  
© Derechos reservados

Con la Colaboración, para la adaptación a los países de habla hispana, de:  
Carlos de Castilla Jiménez

Traducción de la versión original en francés: Gay Benoit Frutel

Primera edición, 2004  
ISBN 968-863 793 9

©Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Dirección General de Fomento Editorial  
2 Norte 1404  
Tel. 2 46 85 59  
Puebla, Pue.

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

# ÍNDICE

PREFACIO.....	15
---------------	----

## PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN A LA PRIMERA PARTE.....	19
--------------------------------------	----

CAPÍTULO 1-1 EL ENFOQUE CUANTITATIVO Y LA MEDICIÓN.....	21
---	----

1-1.1 La operacionalización de los conceptos: indicadores, variables y medición.....	21
1-1.2 ¿Qué es la medición? .....	25
1-1.3 Escalas de medición y tipos de variables .....	28
1-1.3.1 Variables categóricas .....	29
1-1.3.2 Variables ordinales.....	30
1-1.3.3 Variables de intervalo .....	31
1-1.3.4 Variables racionales .....	32
1-1.3.5 Escala de medición y métodos cuantitativos.....	33
1-1.4 Tipos de datos .....	33
1-1.4.1 Datos primarios (encuestas).....	34
1-1.4.2 Datos secundarios no publicados .....	34
1-1.4.3 Datos secundarios publicados .....	34
1-1.5 La matriz, estructura fundamental de los datos.....	35

CAPÍTULO 1-2 LA INTERPRETACIÓN DE LAS MAGNITUDES .....	39
--	----

1-2.1 Mediciones relativas: el ejemplo del cociente de localización .....	39
1-2.1.1 El cociente de localización.....	41
1-2.1.2 Estimación del empleo exportador por medio del cociente de localización .....	51

1-2.2 El análisis de descomposición aditiva y multiplicativa de las variaciones .....	55
1-2.2.1 Principio.....	55
1-2.2.2 Aplicación al análisis “shift-share” .....	56
1-2.3 La medición del crecimiento (el cálculo de la tasa de variación en el tiempo).....	63
1-2.3.1 Tasa de crecimiento por periodo.....	64
1-2.3.2 Promedio de las tasas de crecimiento por periodo .....	66
1-2.3.3 Cálculo de una tasa de crecimiento exponencial.....	67
1-2.3.4 Entre dos males.....	70
1-2.3.5 Ajuste de una curva de tendencia.....	71
1-2.3.6 ¿Qué recordar? .....	72

<b>CAPÍTULO 1-3 EL PROBLEMA DE LA MULTIDIMENSIONALIDAD: LOS NÚMEROS ÍNDICE.....</b>	<b>75</b>
1-3.0 Problemática de la multidimensionalidad .....	75
1-3.1 Ilustración #1: los índices de precio.....	76
1-3.1.1 El índice de Laspeyres .....	77
1-3.1.2 El índice de Paasche.....	82
1-3.1.3 Uso de los índices de precios .....	84
1-3.1.4 Índices de precios y costo de la vida.....	88
1-3.1.5 Conclusión: índices y modelos .....	92
1-3.2 Ilustración #2: el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) .....	94
1-3.2.1 Dimensiones del concepto y variables .....	94
1-3.2.2 Máximos y mínimos: .....	95
1-3.2.3 Ajuste del PIB real por habitante .....	95
1-3.2.4 Cálculo del IDH .....	97
1-3.2.5 Reflexión sobre el IDH .....	98
1-3.2.6 ¿A qué conclusión podemos llegar?.....	102
1-3.3 Para saber más.....	103
1-3.3.1 Los indicadores urbanos.....	103

1-3.3.2 Un índice de estatus socioeconómico (Renaud y Mayer).....	104
1-3.3.3 Y más.....	106

**CAPÍTULO 1-4 MEDICIÓN DE LA DESIGUALDAD Y DE LA CONCENTRACIÓN ..... 109**

1-4.1 El coeficiente de concentración de la economía industrial .....	112
1-4.2 El índice de concentración de Hirschman-Herfindahl .....	112
1-4.3 La curva de Lorenz y el índice de concentración de Gini.....	113
1-4.3.1 La diferencia promedio de Gini .....	113
1-4.3.2 Cálculo del índice de concentración de Gini....	115
1-4.3.3 La curva de Lorenz .....	120
1-4.3.4 Cálculo geométrico del índice de Gini por medio de la curva de Lorenz .....	124
1-4.3.5 Propiedades del índice de concentración de Gini .....	126
1-4.4 Conclusión con respecto a la medición de la desigualdad .....	129

**CAPÍTULO 1-5 MEDICIÓN DE LA DISIMILITUD..... 131**

1-5.1 Multidimensionalidad, disimilitud y concentración .....	131
1-5.1.1 Problemática de la medición de la disimilitud. ....	131
1-5.1.2 La medición de la similitud entre distribuciones .....	138
1-5.1.3 Disimilitud y desigualdad-concentración: ¿cuál es la diferencia? .....	139
1-5.2 El índice de disimilitud .....	140
1-5.2.1 Un ejemplo numérico.....	140
1-5.2.2 Definición del índice de disimilitud.....	141
1-5.2.3 El índice de disimilitud como medición de concentración o desigualdad .....	145

1-5.2.4 Propiedades del índice de disimilitud .....	149
1-5.2.5 Aplicación de índice de disimilitud a una dicotomía.....	159
1-5.2.6 Un último vistazo crítico.....	167
1-5.3 Distancia y disimilitud .....	168
1-5.4 La medición de la similitud en estadística .....	171
1-5.5 Otras mediciones de similitud y de disimilitud.....	172
<b>EN CONCLUSIÓN.....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO 1-A HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS DE BASE.....</b>	<b>175</b>
1-A.1 El operador suma.....	175
1-A.1.1 Definición.....	175
1-A.1.2 Reglas de base (sumas finitas) .....	177
1-A.1.3 Sumas dobles.....	179
1-A.1.4 Nota : el operador producto.....	181
1-A.1.5 Ejercicios sobre el operador suma.....	182
1-A.2 Los logaritmos y la función exponencial .....	184
1-A.2.1 Los exponentes.....	184
1-A.2.2 Los logaritmos.....	186
1-A.2.3 La función exponencial.....	189
1-A.2.4 ¿Por qué los logaritmos neperianos?.....	192
Soluciones de los ejercicios sobre el operador suma.....	193
<b>ANEXO 1-B TABLA DEL ALFABETO GRIEGO .....</b>	<b>197</b>
<b>SEGUNDA PARTE</b>	
<b>INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA PARTE.....</b>	<b>199</b>
<b>CAPÍTULO 2-1 DESCRIPCIÓN E INDUCCIÓN ESTADÍSTICAS EN CIENCIAS SOCIALES .....</b>	<b>201</b>
2.1.1 Estadística descriptiva .....	201
2.1.2 La inducción estadística .....	202



2-1.3 Las probabilidades y la inducción estadística: la relación aleatoria entre una muestra y la población .....	204
<b>CAPÍTULO 2-2 LA INDUCCIÓN ESTADÍSTICA.....</b>	<b>207</b>
2-2.1 La inducción estadística en el método científico: modelos teóricos y modelos aleatorios.....	207
2-2.2 Algunos conceptos clave de la teoría de las probabilidades.....	212
2-2.2.1 Conceptos fundamentales .....	213
2-2.2.2 Distribuciones de probabilidad .....	214
2-2.2.3 Distribución de muestreo .....	217
2-2.2.4 Variables aleatorias continuas: función de densidad de probabilidad y esperanza matemática .....	220
2-2.3 Muestreo, estimación y tests de hipótesis .....	227
2-2.3.1 Muestrario .....	227
2-2.3.2 Estimación.....	231
2-2.3.3 La lógica fundamental de las pruebas de hipótesis .....	237
<b>CAPÍTULO 2-3 LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>241</b>
2-3.1 Introducción a las pruebas de hipótesis.....	241
2-3.2 Caso modelo: un test de hipótesis simple sobre un promedio.....	249
2-3.2.1 Primera etapa: selección de la variable-test .....	252
2-3.2.2 Segunda etapa: ¿Es aceptable el modelo de muestreo?.....	254
2-3.2.3 Tercera etapa: cálculo del valor de la variable-test .....	256
2-3.2.4 Cuarta etapa: selección del nivel de significancia .....	256
2-3.2.5 Quinta etapa: detectar los valores críticos de la variable-test (zona de rechazo).....	256
2-3.2.6 Sexta etapa: comparación del valor de la variable-test con los valores críticos y toma de decisión.....	257

2-3.3 Un poco de terminología en relación con los tests de hipótesis.....	263
2-3.3.1 Hipótesis simple, hipótesis compuesta; hipótesis nula, hipótesis complementaria .....	263
2-3.3.2 Nivel de significancia, zona de rechazo y errores del tipo I y II.....	264
2-3.3.3 Distribuciones asintóticas .....	266
2-3.4 Tests unilaterales (one-sided tests).....	267
2-3.5 Test de probabilidad crítico sin umbral de significado pre-determinado (p-value test) .....	271
2-3.6 Intervalos de confianza y márgenes de errores (estimación del promedio).....	276
2-3.7 Determinación del tamaño requisito de una muestra (estimación del promedio).....	282
2-3.7.1 Caso en que el margen de error aceptable se fija en términos relativos .....	284
2-3.7.2 Caso en que el promedio buscado es una proporción.....	285
2-3.8 Otros tests empleados con frecuencia .....	287
 CONCLUSIÓN DE LA SEGUNDA PARTE .....	 293
 ANEXO 2-A RECORDANDO ALGUNAS FÓRMULAS COMUNES EN ESTADÍSTICA .....	 295
2-A.1 Mediciones de tendencia central .....	296
2-A.2 Mediciones de dispersión.....	296
2-A.3 Mediciones de asociación .....	297
 TERCERA PARTE	
 INTRODUCCIÓN A LA TERCERA PARTE: UNA CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO.....	 299

CAPÍTULO 3-1 EL MODELO LINEAL GENERAL Y SU ESTIMACIÓN CON EL MÉTODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS .....	305
3-1.1 El modelo lineal en su forma general.....	305
3-1.1.1 Ejemplo de un modelo lineal .....	306
3-1.1.2 La representación de las relaciones no lineales en el modelo lineal .....	309
3-1.2 ¿Cuándo interviene lo aleatorio?.....	312
3-1.3 El estimador de los mínimos cuadrados ordinarios.....	318
3-1.3.1 Definición .....	318
3-1.3.2 Algunas propiedades del estimador de los mínimos cuadrados ordinarios.....	319
3-1.4 El coeficiente de determinación múltiple y el análisis de la varianza.....	322
3-1.4.1 Construcción del coeficiente de determinación múltiple .....	322
3-1.4.2 Campo de variación del coeficiente de determinación múltiple (valores extremos).....	326
3-1.4.3 Relación entre $R^2$ y el coeficiente de correlación simple .....	328
3-1.4.4 Coeficiente de determinación ajustado .....	328
 CAPÍTULO 3-2 LA INDUCCIÓN ESTADÍSTICA APLICADA A LA REGRESIÓN MÚLTIPLE .....	 331
3-2.1 Unos ejemplos de pruebas de hipótesis.....	333
3-2.1.1 Test bilateral de una hipótesis simple sobre el valor de un coeficiente (test de Student).....	333
3-2.1.2 Test de hipótesis de un coeficiente nulo .....	336
3-2.1.3 Test unilateral de una hipótesis simple sobre el valor de un coeficiente (test de Student) .....	338
3-2.1.4 Intervalos de confianza y márgenes de error....	339
3-2.1.5 Test de una o varias relaciones lineales entre coeficientes (Test F de Fisher).....	341
3-2.2 Especificación de un modelo de muestreo: las condiciones del modelo clásico de regresión lineal normal ...	344

3-2.2.1 El modelo clásico de la regresión lineal.....	345
3-2.2.2 Propiedades del estimador de los menores cuadrados bajo el modelo clásico de la regresión lineal: el teorema de Gauss-Markov .....	347
3-2.2.3 El modelo clásico de la regresión lineal normal .....	348
3-2.3 ¿Se respetan las hipótesis del modelo de muestreo? ¿Y en caso contrario, qué sucede? .....	352
3-2.3.1 Error de especificación del modelo teórico.....	353
3-2.3.2 Autocorrelación de los términos aleatorios.....	355
3-2.3.3 Heteroscedasticidad .....	360
3-2.3.4 Observaciones excéntricas .....	363
3-2.3.5 Multicolinealidad .....	365
 CONCLUSIÓN DE LA TERCERA PARTE.....	 369
 ANEXO 3-A LA LECTURA DE UNA ESPECIE DE COMPUTADORA .....	 371
Digresión: el aspecto de la relación entre la población urbana y el PIB per cápita.....	375
 ANEXO 3-B LA ALEGORÍA DE LA CAVERNA DE PLATÓN .....	 381
Resumen .....	381
Diálogo .....	383

## CUARTA PARTE

INTRODUCCIÓN A LA CUARTA PARTE: EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE DATOS CUALITATIVOS .....	391
 CAPÍTULO 4-1 EL ANÁLISIS DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA.....	 393
4-1.1. Introducción .....	393
4-1.1.1. ¿Qué es una tabla de contingencia? .....	393

4-1.1.2. El análisis de las tablas de contingencias entre los métodos de análisis multivariado.....	396
4-1.1.3. Reglas de presentación de una tabla de contingencia .....	398
4-1.2 Frecuencias relativas y probabilidades en una tabla de contingencia .....	401
4-1.3 Test de hipótesis de independencia en una tabla de contingencia .....	405
4-1.3.1 Presentación intuitiva.....	405
4-1.3.2 ¿¡Datos idénticos, nueva pregunta... respuesta idéntica?! .....	411
4-1.3.3 Generalización: la independencia estadística en una tabla de contingencia .....	413
4-1.3.4 Otro test: el test de la relación de verosimilitud .....	417
4-1.4 Un especial vistazo sobre el Chi-cuadrado de Pearson .....	419
4-1.4.1 Las infinitas aplicaciones del test del Chi-cuadrado de Pearson a las tablas de contingencia .....	419
4-1.4.2 Condiciones de validez del test del Chi-cuadrado de Pearson .....	425
4-1.4.3 Algunas propiedades numéricas del test del Chi-cuadrado de Pearson.....	427
4-1.4.4 Post scriptum: una nueva mirada sobre el cociente de localización.....	433
4-1.5 Mediciones de la intensidad de la relación entre dos variables categóricas .....	436
4-1.5.1 Mediciones derivadas del Chi-cuadrado de Pearson .....	436
4-1.5.2 Otras mediciones (tau y lambda) .....	437
4-1.6 Las variables de control en las tablas con más de dos dimensiones.....	440

CAPÍTULO 4-2 EL MODELO LINEAL GENERAL Y LA REGRESIÓN MÚLTIPLE APLICADOS AL ANÁLISIS DE VARIANZA.....	443
4-2.1 Un ejemplo.....	444
4-2.1.1 Variables independientes de edad.....	447
4-2.1.2 Variables independientes de composición del hogar.....	449
4-2.2 Eliminación de la redundancia entre las variables independientes.....	452
4-2.3 Especificación de un modelo sin interacción.....	454
4-2.4 Introducción de los efectos de interacción.....	457
4-2.5 Estimación e interpretación del modelo.....	461
CAPÍTULO 4-3 MODELOS CON VARIABLE DEPENDIENTE CUALITATIVA .....	467
4-3.1 Modelos de elección binaria: logit binomial y probit binomial.....	467
4-3.1.1 El problema.....	467
4-3.1.2 Modelo de comportamiento .....	469
4-3.1.3 El modelo logit y la inducción estadística.....	472
4-3.2 Hacia el logit multinomial: una generalización heurística del binomial .....	473
CONCLUSIÓN DE LA CUARTA PARTE.....	477
EPÍLOGO.....	479
REFERENCIAS .....	481
Referencias suplementarias .....	487
Índices de precios.....	487
El IDH del PNUD y los indicadores urbanos.....	488

## PREFACIO

Este libro se basa en las clases que imparto desde 1992 en el marco del programa conjunto INRS-UQAM en estudios urbanos. Es justamente esta gran experiencia adquirida a lo largo de estos años, en interacción constante con estudiantes de ciclos superiores, en su mayoría de orientación “cualitativa”, la que impulsó el desarrollo de la obra, dándole, así, un toque original. Me propuse lograr un informe de la materia que sea perfectamente riguroso, apoyándome más en la lógica y en la epistemología que en el formalismo matemático. Sin embargo, se exhiben los enunciados matemáticos, casi siempre acompañados de ejemplos numéricos, pues, mi experiencia me enseñó que una buena comprensión de la lógica y de los procedimientos de cálculos no asegura, al estudiante, la capacidad de traducir con aplomo el simbolismo matemático en operaciones numéricas.

Con mis esfuerzos pedagógicos busqué aligerar el método cuantitativo para los jóvenes investigadores, quienes son naturalmente más inclinados hacia el método cualitativo. Sin embargo, me interesa también los estudiantes que tienen gusto y aptitud para los métodos cuantitativos pero suelen descuidar el análisis fundamental y crítico por dejarse absorber por aspectos técnicos.

De hecho pude constatar en más de una ocasión, que hasta los estudiantes en economía son, a menudo, poco conscientes

de los límites de la medición aunque estén muy familiarizados con los métodos econométricos. Lo que les propongo en este libro es un antídoto contra esta tendencia.

Por último, desearía que este libro proporcione una caja de herramientas de análisis de datos a todos los que investigan en ciencias sociales así como a algunos investigadores más experimentados. Hoy en día estas herramientas son indispensables para la investigación aplicada. Y, aunque los ejemplos estudiados sean por lo general del dominio de los estudios regionales y urbanos, los métodos presentados son igualmente pertinentes en geografía, en ciencias políticas, en sociología.

Este libro contiene cuatro partes de alguna manera independientes. La primera, “Cantidad y medición”, trata de la naturaleza de la medición, su alcance y sus límites en el caso particular de las ciencias sociales. La reflexión crítica se apoya en la presentación detallada de algunas de las herramientas básicas en análisis de datos: manipulación de tablas de contingencias, análisis de descomposición, construcción de números índices, medición de la concentración (índice de Gini), medición de la disimilitud. Sin embargo, más allá del aprendizaje técnico, el objetivo deseado de esta parte es abrir pistas para la reflexión crítica con el fin anhelado de convertir al estudiante en un lector lúcido y, eventualmente, en un investigador competente capaz de ser crítico y autocrítico, y de interpretar los resultados de la investigación con sumo cuidado.

La segunda parte del libro, titulada “El papel de la estadística en ciencia social”, se centra en la lógica y el estatus epistemológico de la inducción estadística. No pretendo presentar el total de las herramientas estadísticas que un joven investigador debe poseer, para esto no faltan muy buenos manuales fáciles de consultar; más bien el objetivo deseado es conseguir que el estudiante adquiera un dominio de los principios fundamentales que le permitirán usar adecuadamente méto-



dos más avanzados o más especializados pero también convertirse en un lector crítico al momento de enterarse de investigaciones basadas en métodos estadísticos.

El análisis de regresión llena el contenido de la tercera parte del libro. Como una herramienta muy versátil del análisis multivariado, se usa con frecuencia en ciencias sociales. Se convierte, así, en una herramienta indispensable para cada investigador. Además, este método puede servir de referencia para abordar métodos más especializados y avanzados. Otra vez, en este caso, se privilegia el enfoque epistemológico.

La cuarta parte del libro se titula “El análisis cuantitativo de datos cualitativos”. Es una presentación de métodos propios del análisis de variables categóricas, lo cual es frecuente en ciencias sociales. Se tratan tres temas: el análisis de las tablas de contingencias, la aplicación de la regresión múltiple al análisis de la varianza (variables independientes categóricas) y, finalmente, los modelos a variable dependiente cualitativa (logit y otros).

Para terminar, deseo agradecer a todas las personas que de varias maneras contribuyeron a la realización de esta obra. Agradezco en primer lugar a mi amiga Judith Chaffee, profesora en la Facultad de Economía de la BUAP, quien apoyó el proyecto con tanta energía y generosidad. Agradezco también al Mtro. Carlos de Castilla Jiménez, de la Facultad, quien, además de contribuir para mejorar el libro, me hizo conocer aspectos desconocidos de la cultura mexicana. Finalmente, quiero mencionar el trabajo diligente del estudiante Philippe Rivet para la última versión, así como la ayuda que de cuando en cuando y de improviso me aportó Elena Pou, secretaria del Grupo Interuniversitario de Montreal. Y a todos los demás que no me es posible mencionar aquí, ¡gracias!

