



**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL SOCIO-EDUCATIVA  
Y LOCALIZACIÓN DE ESCUELAS POLIMODALES  
EN LA CIUDAD DE LUJÁN.  
UNA APROXIMACIÓN EXPLORATORIA BIVARIADA**

Dr. Gustavo D. Buzai - Lic. *DPUR*. Claudia A. Baxendale

GEPAMA-FADU-UBA / UNLU  
E-mail: [buzai@sinectis.com.ar](mailto:buzai@sinectis.com.ar)  
Web: [www.gepama.com.ar](http://www.gepama.com.ar)

(13 - 35) Dr. Gustavo D. BUZAI - Lic. *DPUR*. Claudia A. BAXENDALE

## **Abstract**

### **SOCIAL-EDUCATIONAL SPATIAL DISTRIBUTION AND LOCATION OF 'POLIMODAL' SCHOOLS IN THE CITY OF LUJÁN. A BIVARIATE EXPLORATORY APPROACH**

Current digital technologies and particularly the conjunction of Geographical Information Systems (GIS) with Spatial Decision Support Systems (SDSS) have been able to generate important possibilities in the spatial treatment of information. As regards data exploratory analysis in particular, the present work deals with the potentialities of a bivariate exploratory approach as a way to discover contextual patterns in specific geographical localizations, as is the case of educational institutions. And together with this, to support the generation of hypotheses that explain the differential accessibility to these offers of located service. The previous conceptual definitions, the methodologies applied and the cartographic results obtained are all conducive to successive approaches toward modelizing the underlying spatial structures as a previous step to their territorial management and planning.

**Key words:** Spatial analysis, exploratory analysis, bivariate correlation and school localization

(13 - 35) Dr. Gustavo D. BUZAI - Lic. *DPUR*. Claudia A. BAXENDALE

## Resumen

Las actuales tecnologías digitales y particularmente la conjunción entre Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) han logrado generar importantes posibilidades en el tratamiento espacial de la información.

Particularmente en cuanto al análisis exploratorio de datos, el presente trabajo aborda las potencialidades de una aproximación exploratoria bivariada como camino hacia el descubrimiento de patrones contextuales en localizaciones geográficas puntuales, tal el caso de establecimientos educativos y, con ello, apoyar la generación de hipótesis en la explicación del acceso diferencial a estas ofertas de servicio localizado. Las definiciones conceptuales previas, las metodologías aplicadas y los resultados cartográficos obtenidos muestran un hilo conductor de abordajes sucesivos hacia la modelización de las estructuras espaciales subyacentes como paso previo a su gestión y planificación territorial.

**Palabras clave:** Análisis espacial, análisis exploratorio, correlación bivariada y localización de escuelas.

(13 - 35) Dr. Gustavo D. BUZAI - Lic. *DPUR*. Claudia A. BAXENDALE

## **INTRODUCCIÓN**

El análisis exploratorio de datos espaciales (EDA) se ha convertido en los últimos años en un instrumento indispensable al momento de realizar las primeras aproximaciones al estudio de la estructura de la información seleccionada para un área de estudio geográfica.

Actualmente estas técnicas se potencian al contar con las posibilidades de vinculación entre las representaciones gráficas y la cartografía digital en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Anselin, 1999) que han sido diseñados para cumplir roles específicos en el nivel de Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE).

En el presente trabajo serán exploradas estas potencialidades técnico-metodológicas en un estudio de aplicación concreto: una aproximación exploratoria bivariada (combinación de dos variables significativas) como proveedoras de una situación contextual asociada a la localización de escuelas polimodales en la ciudad de Luján.

A continuación se detallan el objetivo de la aplicación, definiciones previas que se han tenido que realizar para encarar el estudio, un detalle de los insumos geográficos requeridos y sus fuentes proveedoras, presentación e interpretación de los resultados y las consideraciones que se desprenden de la tarea realizada y los resultados obtenidos.

La perspectiva de estudio es netamente espacial y de esta manera sus conceptos relacionados como la *distancia*, *accesibilidad* y *costo de desplazamiento* se ponen de manifiesto desde un punto de vista empírico al intentar explicar determinadas problemáticas del sistema educativo.

## **OBJETIVO DE LA APLICACIÓN**

La presente aplicación tiene por objetivo realizar un análisis espacial local como aproximación de detalle (Fotheringham *et al.* 2000) correspondiente a la

ubicación de los establecimientos educativos de nivel polimodal, de dependencia estatal y privada, de la ciudad de Luján en relación a la correlación existente entre una variable de contexto poblacional y educativo.

Se ha seleccionado como variable social a la “Población con Necesidades Básicas Insatisfechas” (valor porcentual respecto de la población total de cada radio censal) y “Población con máximo nivel educativo alcanzado: secundario completo” (valor porcentual respecto de la población de 19 años y más de cada radio censal).

Los datos utilizados corresponden al Censo Nacional de Población y Vivienda del año 1991 realizado por el INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) asignados a los 43 radios censales que conforman la planta urbana de la ciudad de Luján. Cabe aclarar que a la fecha de publicación de este trabajo aún INDEC no ha distribuido los datos del censo 2001 a nivel de radio censal.

A partir de la combinación de los datos alfanuméricos y cartográficos considerados, el presente estudio responderá preguntas como:

- ¿Cuáles son los radios censales de la planta urbana de Luján que presentan bajos valores de población con secundario completo en relación al promedio del área de estudio? Si observamos la ubicación de los establecimientos educativos ¿se ubican en dichos radios establecimientos educativos de nivel polimodal que puedan ayudar a mitigar esta problemática hacia el futuro?
- ¿Qué grado de relación (correlación) existe entre los valores de la variable social y educativa analizada?
- ¿Cuáles son los radios censales que podríamos considerar en peor situación, es decir con alto porcentaje de población con NBI y bajo porcentaje de población con secundario completo? ¿Cuál es la oferta de servicios educativos en dichos radios?



En este sentido, la aproximación exploratoria bivariada se presenta como un instrumento de análisis que puede llevar a un diagnóstico completo de las relaciones establecidas.

### DEFINICIONES

La aplicación realizada puede clasificarse en los procedimientos de análisis espacial que corresponden al análisis exploratorio de datos y cartografía temática de resultados.

Las definiciones previas necesarias que sirvan para comprender los procedimientos realizados surgen a partir de la clasificación temática y de las técnicas utilizadas: (1) Estandarización de variables y obtención de puntajes estándar, (2) Cartografía temática de variables estandarizadas a través del Sistema de Información Geográfica, (3) Obtención del coeficiente de correlación  $r$  y gráfico de dispersión (*scatter diagram*) para la definición de cuatro cuadrantes en un espacio de relación para el análisis, y (4) Obtención del mapa síntesis de la correlación entre las dos variables y la superposición temática (*overlay*) de los establecimientos educativos, públicos y privados, de nivel polimodal.

Definición de la línea de trabajo:

- *Análisis exploratorio de datos espaciales*: Consiste en la aplicación de una serie de procedimientos que permiten determinar las principales características que definen las variables, como las medidas de centralidad y dispersión entre los valores. Según Bosque Sendra y Moreno Jiménez (1994) con mayor simplicidad que la estadística tradicional permite obtener esos elementos mediante novedosos procedimientos gráficos, más accesibles que los numéricos. En este sentido los gráficos más usuales para el análisis son el histograma, el gráfico de caja (*box plot*) y el gráfico de dispersión (*scat-*

*ter diagrams*), este último central en el presente trabajo.

Definiciones espacial-temática:

- *Radio Censal* (Espacial): Las unidades espaciales a las cuales se les asignan los datos censales se denominan “unidades censales”. En un ordenamiento que amplía el grado de detalle espacial son: País, Provincia, Departamento o Partido (en la Provincia de Buenos Aires), Fracción, Radio y Segmento. En el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1991 el *Segmento* abarcaba aproximadamente un promedio de 40 viviendas (una manzana) en las áreas urbanas; el *Radio* unas 400 viviendas o un área determinada y la *Fracción* generalmente unos 10 radios censales.
- *Cálculo de variables* (Temático): Con la finalidad de realizar una más fácil interpretación y comparación de datos se suelen desestimar los valores absolutos y considerar *proporciones, razones, tasas e índices o puntajes estandarizados*.

Se ha definido el trabajo bivariado considerando: (1) El porcentaje de población con NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) del radio censal calculando la proporción de población con NBI sobre el total de población y multiplicando el resultado por 100, y (2) El porcentaje de población con máximo nivel educativo correspondiente a Secundario Completo del radio censal calculando la proporción de población con Secundario Completo sobre la población de 19 años y más y multiplicando el resultado por 100.

Definición de variables:

- *Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)*: Población que habita en hogares en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de

privación: (a) Hogares que habitan viviendas con más de tres (3) personas por cuarto (hacinamiento crítico), (b) Hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria y otro tipo), (c) Hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua, (d) Hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela, y (e) Hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario).

- *Vivienda Particular*: Construcción destinada a alojar a uno o más hogares censales particulares.
- *Hogar*: Grupo de personas, parientes o no, que viven bajo un mismo techo de acuerdo con un régimen familiar, es decir, que comparten los gastos de alimentación.

Definiciones estadísticas:

- *Estandarización de variables*: Con la finalidad de generar información comparable el proceso de estandarización se realiza al obtener el puntaje “z” para el valor de la variable en cada unidad espacial, restándole el resultado de la media aritmética y dividiéndolo por el desvío estándar. Mediante este procedimiento los nuevos puntajes variarán con valores positivos y negativos respecto de la media que toma valor cero (0) y el desvío estándar pasa a ser uno (1). Es el procedimiento inicial de todo análisis multivariado cuantitativo para la obtención del coeficiente *r* de correlación y la conformación de matrices de correlaciones (Buzai, 2003).

Formula:  $z = (x - \mu) / \sigma$

- *Medidas de posición*: Se refiere a los valores que se encuentran en el centro de la distribución de datos, como el promedio.

Formula:  $p = \Sigma x / n$

- *Media de dispersión*: Se refiere a la amplitud y variabilidad en la distribución de los datos, es decir, cuanto se separan de los valores centrales, como el desvío estándar.

Fórmula:  $\sigma = [ \Sigma ( x - \mu )^2 / n ]^{0.5}$

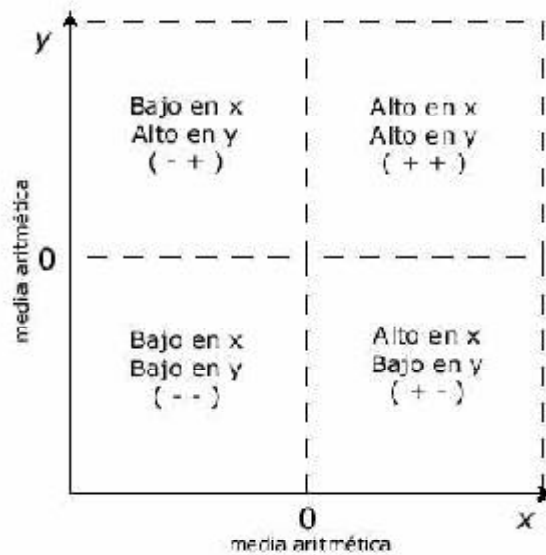
- *Coefficiente de correlación r de Pearson*: Este coeficiente (también llamado correlación por el producto de los momentos) permite comparar la variación concomitante entre dos variables y obtener un valor cuantitativo preciso que marca el sentido y la intensidad de la relación. El cálculo de *r* puede ser realizado directamente a partir de las variables estandarizadas, obteniendo luego su sumatoria y dividiendo este resultado por la cantidad de unidades espaciales, en este sentido, los resultados varían entre un valor máximo positivo de +1 a un valor máximo negativo de -1 pasando por 0 (cero) que representa la no correlación.

Fórmula:  $r = z_1 z_2 / n$

- *Gráfico de dispersión bivariado (scatter diagrams) con datos estandarizados*: Está formado por dos ejes de coordenadas ortogonales, en cada uno de los cuales se sitúa una variable y cada observación se representa mediante un punto en el espacio de relación. El estudio de la nube de puntos formada permite encontrar las características de la relación entre las dos variables. Al trabajarse con datos estandarizados el centro de cada eje toma valor cero (0) y el espacio de relación queda dividido en cuatro cuadrantes en los que se relacionan valores positivos y negativos de cada variable.
- *Espacio de relación – Cuadrantes del gráfico de dispersión con datos estandarizados*: (1) Cuadrante inferior izquierdo: observaciones o unidades espaciales con valores por debajo de los valores promedio tanto en la variable representada en el eje x como en la representada en el eje y (Bajo

en x, Bajo en y), (2) Cuadrante superior derecho: observaciones o unidades espaciales con valores superiores al promedio tanto en la variable representada en el eje x como en la representada en el eje y (Alto en x, Alto en y), (3) Cuadrante inferior derecho: observaciones o unidades espaciales con valores por encima del promedio en la variable representada en el eje x y con valores por debajo del promedio en la variable representada en el eje y (Alto en x, Bajo en y), y (4) Cuadrante superior izquierdo: observaciones o unidades espaciales con valores por debajo del promedio en la variable representada en el eje x y con valores por encima del promedio en la variable representada en el eje y (Bajo en x, Alto en y).

Espacio de relaciones entre dos variables estandarizadas



- *Recta de regresión:* Cuando se intenta analizar el grado de asociación entre dos variables se realiza el gráfico de dispersión y los datos representados de manera puntual generan una nube. La recta de regresión que se puede trazar entre ellas es la recta que minimiza las distancias hacia la totalidad de puntos, pero en este caso, elevados al cuadrado (recta de los cuadrados mínimos), ya que por la propiedad de la suma de las diferencias ( $\sum x - \mu = 0$ ) el resultado sería cero.

Fórmula:  $y = a + bx$

- *Relación entre regresión y correlación:* Si los puntos del diagrama de dispersión forman una nube que se dirige del cuadrante — al ++ el sentido de la relación es positiva, mientras que si el sentido es -+ a +- es negativa. En el primer caso de comportan en el mismo sentido y en el segundo en sentido contrario.

Si todos los puntos cayeran sobre la recta se estaría en el caso de la correlación perfecta (+1 o -1) y cuanto más se apartan de la recta menor será la correlación, hasta llegar al momento de una distribución aleatoria cuando los puntos forman un círculo en el cual es imposible obtener su recta de regresión.

## INSUMOS REQUERIDOS

### Información gráfica

Base cartográfica en formato digital con los radios censales para 1991 en que se divide la ciudad de Luján (información proporcionada por la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires).

Capa temática en formato digital con la ubicación de los establecimientos educativos (información proporcionada por la Dirección de Información y Planeamiento Educativo de la Provincia de Buenos Aires), la cual puede ser

consultada y explorada vía Internet en: [www.mapaescolar.ed.gba.gov.ar](http://www.mapaescolar.ed.gba.gov.ar)

### **Información numérica**

Base de datos alfanumérica, 29 variables socio-habitacionales (proporcionadas por la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires) y sistematizadas en el proyecto *Mapas Sociales Urbanos* (Buzai, 2003). Es información correspondiente al Censo Nacional de Población y Vivienda de 1991 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Argentina).

## **METODOLOGÍA**

### **Organización de la información**

Digitalización cartográfica en polígonos urbanos (radios censales) en formato .LNX de CartaLinx y .SHP de ArcView GIS para la información cartográfica, y sistematización en tablas de formato .DBF para la información alfanumérica asociada a cada polígono.

### **Obtención de nueva información**

Clasificación de cada una de las unidades espaciales en función del cuadrante donde quedan ubicadas en el gráfico de dispersión.

### **Procedimientos utilizados en el entorno SIG**

Contando con el despliegue en pantalla de los radios censales de la ciudad de Luján y con la tabla asociada a partir de la cual se seleccionan los campos correspondientes a las variables analizadas, mediante la utilización del SADE (Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial) se obtiene el gráfico de dispersión representado de forma estandarizada.

Desde un punto de vista del análisis exploratorio cada sector de selección

en el gráfico de dispersión queda resaltado en la cartografía con lo cual se producen vistas parciales y la posibilidad de generalizar la información en cuatro categorías temáticas, cada una correspondiente a un cuadrante del gráfico. La superposición de los establecimientos educativos sobre esta situación de contexto brinda el resultado final.

## **RESULTADOS**

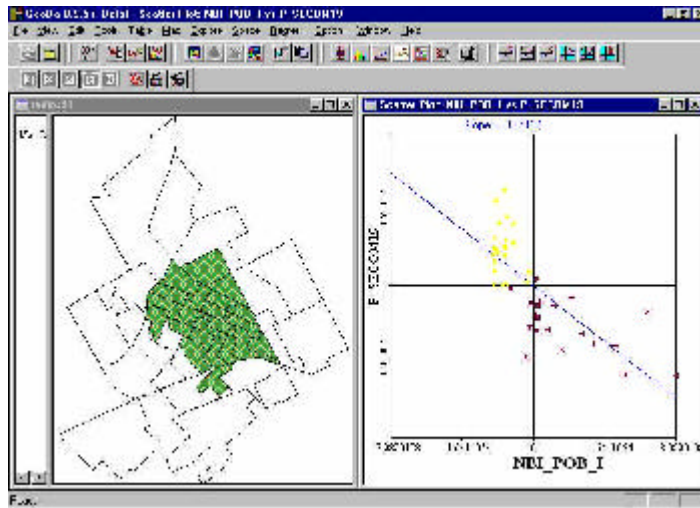
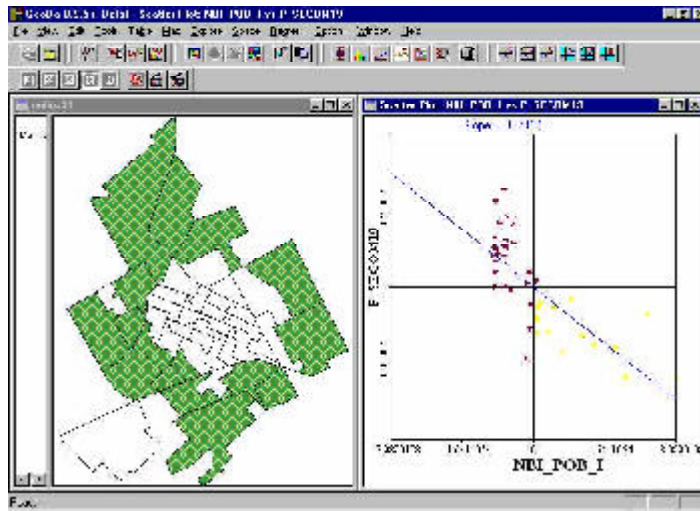
Dado que existe de forma interactiva una vinculación entre la base de datos alfanumérica y la cartográfica se puede obtener en cuatro consultas la información que permite diferenciar los radios censales en función del cuadrante del gráfico donde se encuentra ubicado.

Esta información se puede incorporar en la tabla .DBF editando la tabla y asignándole a cada radio censal un número que represente el cuadrante correspondiente. Tabla que unida a la base de datos de atributos del Sistema de Información Geográfica permite generar en un solo mapa la situación contextual determinada.

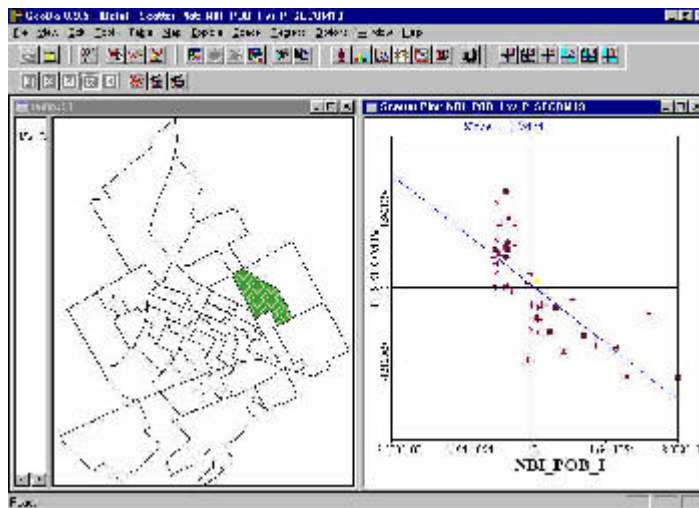
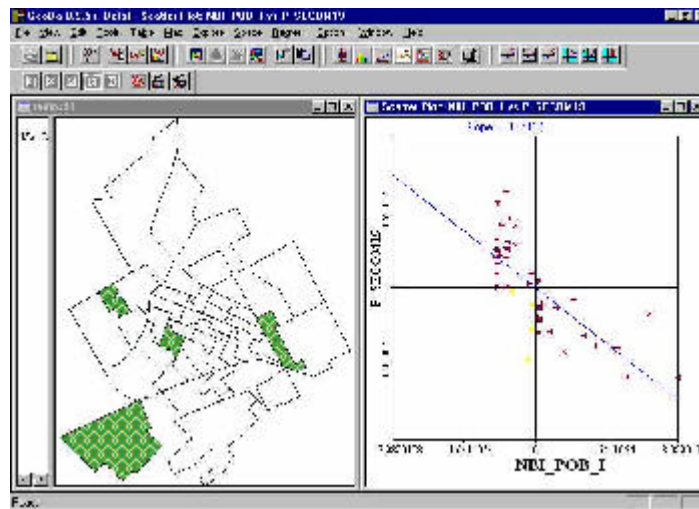
Los cuatro mapas parciales siguientes muestran el vínculo entre el gráfico de dispersión y la cartografía. En la presentación de los resultados se debe tener en cuenta que la selección de puntos la realiza originalmente en color amarillo por lo tanto los puntos seleccionados apenas aparecen visibles y pueden ser vistos con mayor precisión a partir de los restante gráficos.



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL SOCIO-EDUCATIVA Y LOCALIZACIÓN DE ESCUELAS POLIMODALES...

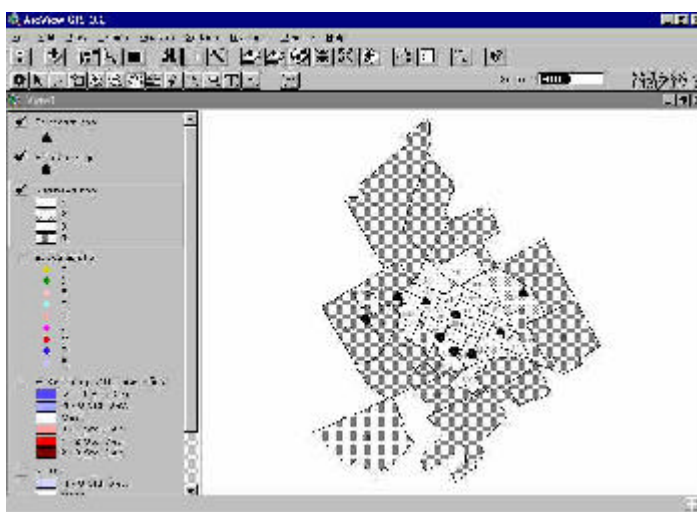


(13 - 35) Dr. Gustavo D. BUZAI - Lic. DPUR. Claudia A. BAXENDALE



A partir de la información obtenida del análisis exploratorio bivariado presentada en los cuatro gráficos y mapas precedentes se llega al resultado síntesis de la presente aplicación al incorporar un número clasificador de cuadrante en la base de datos alfanumérica luego representada como cartografía temática en una relación cualitativa de cuatro componentes.

El resultado final es el mapa de la ciudad de Luján con la ubicación de las escuelas polimodales y la información contextual brindada por la correlación entre la Población con Necesidades Básicas Insatisfechas y la Población mayor a 19 años con máximo nivel educativo alcanzado: secundario completo.



## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En los cuatro mapas iniciales se puede apreciar que el coeficiente de correlación de Pearson obtenido al relacionar los puntajes estandarizados del

porcentaje de población con NBI y el porcentaje de población de 19 años y más con secundario completo es de  $-0,7434$ .

Este resultado nos indica entonces que: (1) existe relación entre las dos variables consideradas, (2) el sentido de la relación es negativo (inverso) por lo cual al aumentar/disminuir los valores de una de las variables disminuye/aumenta los valores de la otra, y (3) el grado de la relación es significativo ya que se encuentra cercano a  $-1$  (valor que representa la máxima correlación negativa).

El *Mapa de Resultado* contiene la clasificación de unidades espaciales en 4 cuadrantes surgidas del gráfico de dispersión y la ubicación de los establecimientos educativos de nivel polimodal.

Se observa claramente que la mejor situación (bajo porcentaje de población con NBI con alto porcentaje de población con secundario completo) la presentan los radios censales que forman el centro de la planta urbana en tanto que la peor situación (alto porcentaje de población con NBI con bajo porcentaje de población con secundario completo) la presentan los radios censales de la periferia en un anillo exterior.

El análisis de la ubicación de los establecimientos educativos de nivel polimodal muestra que de cinco escuelas estatales, cuatro (80%) se encuentran en la zona más favorecida, es decir, en los radios censales centrales, mientras que sólo una se ubica en la periferia.

Por su parte de las cuatro escuelas privadas, dos son centrales (50%), una periférica (25%) y una (25%) en el único radio censal que muestra el cuadrante ++ (situación poco común, de una alta población con NBI con alta población de 19 y más años con máximo nivel educativo alcanzado: secundario completo).

De forma general, de los nueve establecimientos educativos totales, seis (66,7%) se ubican en el centro y tres (33,3%) en la periferia. De estos son dos los establecimientos que se encuentran en el área de peor situación (22,2%) y uno (11,1%), ya nombrada como situación especial del radio 5.4.

Si se analiza en la base de datos alfanumérica esta situación particular se observa que este radio censal presenta un 15,6 % de población con secundario completo y un 13,3 % de población con NBI en ambos casos valores muy cercanos a la media aritmética que son respectivamente de 14,9 % y 12,4 %.

### CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos en este estudio acotado a la ciudad de Luján comprobaría, desde un punto de vista espacial la hipótesis de la dificultad de acceso a través de la diferencial accesibilidad como un factor interviniente en la problemática:

*“..., es evidente que más allá de las cargas que impone el trabajo o la necesidad de trabajar hay otros factores que alejan a los adolescentes de la escuela. Y que pese a aquellas, una proporción acotada pero considerable de ellos que estudia también trabaja. Entre dichos factores cabe apuntar los vinculados a las propias dificultades de la escuela para estimar el interés en el aprendizaje y retener a los púberes y adolescentes. Así como, aunque de modo menos generalizado, los factores relacionados con las dificultades de accesibilidad –por ejemplo la distancia- en particular en el nivel medio. También los derivados de las situaciones de pobreza y carencias básicas, los que potencian las dificultades de accesibilidad.” (Konterllnik y Jacinto, 1996:62)*

Por su parte al referirse a las causas de abandono o no prosecución de los estudios una vez finalizada la escolaridad primaria, se destaca, entre otras, la siguiente causa relacionada con la ubicación de los establecimientos de nivel medio o polimodal:

*“Es probable que en la no prosecución de estudios secundarios influya también el hecho de que la oferta de educación media sea más escasa que la de primaria; los establecimientos están distantes (contrariamente a los de nivel primario) de las zonas marginales en la que gran parte de estos adolescentes residen. El ámbito geográfico en el cual estos jóvenes y sus familias se mueven*

*suelen ser muy acotado; se privilegia de hecho aquello a lo que se puede acceder rápidamente y que se encuentra cercano a la vivienda.” (Konterllnik y Jacinto, 1996:104).*

Estas observaciones nos llevan a concluir que resulta lógico, por la teoría de la localización y particularmente en el caso de los servicios urbanos, que las escuelas de nivel polimodal presenten una ubicación más central en función del servicio más especializado que ofrecen. Sin embargo, ante una situación donde distancia y pobreza se potencian en los espacios periféricos de la planta urbana para dar lugar a peores niveles educativos surge la necesidad de rever el concepto de ubicación que se ha considerado y a futuro generar modelos multicriterio en la obtención y evaluación de nuevos sitios para la localización de escuelas en la búsqueda de una necesaria equidad espacial.

## **SOFTWARE UTILIZADO**

ARCVIEW GIS © ESRI – Environmental Systems Research Institute  
CARTALINX © Clark University  
EXCEL © Microsoft Corporation  
GEODA © University of Illinois

## **BIBLIOGRAFIA**

- ANSELIN, L. (1999) Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. En: P.A.Longley, M.T.Goodchild, D.J.Maguire, D.W.Rhind (eds.) *Geographic Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. John Wiley & Sons. New York. pp. 253-266.
- BOSQUE SENDRA, J.; MORENO JIMÉNEZ, A. (1994) *Análisis exploratorio y multivariante de datos*. Oikos-tau. Barcelona.
- BUZAI, G.D. (2003) *Mapas Sociales Urbanos*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- FOTHERINGHAM, A.S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. (2000) *Quantitative Geography*. SAGE. London.
- KONTERLLNIK, I.; JACINTO, C. (1996) *Adolescencia, pobreza, educación y trabajo*. Losada-UNICEF. Buenos Aires.