

Análisis espacial de la educación en Oaxaca

Oscar Gustavo Ochoa Castañeda

2024-12-04

Abstract

Este análisis espacial explora la hipótesis de que el nivel educativo de un municipio influye positivamente en el nivel educativo y el desarrollo económico de sus municipios vecinos, generando un efecto de contagio educativo a través de la proximidad geográfica. Investigaciones previas han identificado la existencia de “spillovers” o derrames espaciales educativos y económicos entre regiones cercanas.

Un ejemplo notable es el estudio realizado en China por Zhang et al. (ScienceDirect), que demuestra que el gasto en educación superior no solo beneficia directamente a la región receptora, sino que sus efectos positivos se extienden a las áreas circundantes. En este trabajo, utilizamos datos municipales de Oaxaca, México, y aplicamos técnicas de análisis espacial para probar la hipótesis planteada.

Los resultados esperan aportar evidencia sobre los efectos de derrame educativos, ofreciendo una base empírica para el diseño de políticas públicas más equitativas y efectivas, orientadas al desarrollo regional sostenible.

Introducción

La educación desempeña un papel fundamental en el desarrollo del capital humano, que a su vez constituye un motor esencial para el crecimiento económico sostenible. Más allá de sus beneficios directos en términos de productividad y bienestar social, la educación genera efectos que trascienden fronteras geográficas, influyendo en las comunidades vecinas mediante lo que se conoce como “spillovers” o derrames espaciales educativos.

El estado de Oaxaca es clave para el éxito del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec, uno de los proyectos más ambiciosos del último siglo en términos de comercio internacional. Este proyecto representa una gran oportunidad para el desarrollo de la región, pero su éxito depende de contar con un capital humano especializado que pueda satisfacer las necesidades del corredor. Idealmente, este capital humano debería provenir de la propia región, lo que subraya la importancia de entender la dinámica del alcance educativo en estas áreas y cómo optimizar su impacto mediante efectos de cascada (“spillovers”) con el uso eficiente de recursos.

Oaxaca presenta desigualdades educativas significativas, junto con condiciones socioeconómicas y geográficas altamente heterogéneas. Este estudio busca responder a la pregunta: **¿Cómo influye el nivel educativo de un municipio en los municipios circundantes?** Para abordar esta cuestión, se emplearon datos municipales de Oaxaca y se aplicaron métodos de análisis espacial, incluyendo índices de autocorrelación espacial y modelos econométricos espaciales.

Nuestros hallazgos no solo ofrecerán evidencia empírica sobre los efectos de derrame educativos, sino que también proporcionarán información valiosa para el diseño de políticas públicas que promuevan la equidad educativa y el desarrollo regional sostenible, apoyando a Oaxaca en su transición hacia un futuro de mayor inclusión y prosperidad.

Análisis

Para esta investigación utilizaremos una base de datos pre-cargada del Software GeoDA Oaxaca Development, y como herramientas el mismo software GeoDA, de donde se hicieron la mayoría de los mapas, y con lenguaje R limpieza de la base de datos.

Hipótesis El nivel educativo en un municipio tiene un impacto positivo en el nivel educativo y el desarrollo económico de los municipios vecinos.

Base de datos Primero se cargó la base de datos para poder hacerle la limpieza correspondiente y utilizar nuestras variables de interés

```
library(tidyverse)
library(sf)
```

```
ruta_shp <- "~/proyecto-GIS/datos"
oaxaca_data <- st_read(ruta_shp)
```

```
## Multiple layers are present in data source C:\Users\oscar\Documentos\proyecto-GIS\datos, reading layer
## Use `st_layers` to list all layer names and their type in a data source.
## Set the `layer` argument in `st_read` to read a particular layer.
```

```
## Reading layer `oaxaca` from data source
## `C:\Users\oscar\Documentos\proyecto-GIS\datos` using driver `ESRI Shapefile`
## Simple feature collection with 570 features and 411 fields
## Geometry type: MULTIPOLYGON
## Dimension: XY
## Bounding box: xmin: -98.55271 ymin: 15.65806 xmax: -93.86743 ymax: 18.66969
## Geodetic CRS: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
```

La base de datos cuenta con 412 variables, por lo que solamente nos vamos a enfocar en unas cuantas del año 2020, que son:

Variables de interés(Proxy educación):

- Población mayor o igual de 18 años con educación superior
- Promedio de grados escolares

Variables dependientes:

- Población mayor o igual de 18 años con educación superior en vecinos
- Población con empleo
- Población económicamente activa

Variables de Control:

- Población total
- Población no económicamente activa
- Acceso a servicios básicos (por si la infraestructura influye en el desarrollo o la educación)

```
oaxaca_clean_d <- oxaca_data %>%
  select(ID,
         Shape_Leng,
         Shape_Area,
         mun,
         mun_name,
         District,
```

```

        Region,
        ALTID,
        P18HI20, #población mayor a 18 años con educación superior
        GRAD20, #promedio de grados escolares
        PJOB20, #población con empleo
        PEA20, #población económicamente activa
        PTOT20, #población total
        PIEA20, #población no económicamente activa
        geometry) %>%

mutate(
  # Convertimos las variables según corresponda
  ID = as.integer(ID),           #Enteros
  P18HI20 = as.integer(P18HI20), # Enteros
  GRAD20 = as.numeric(GRAD20),   # Decimales
  PJOB20 = as.integer(PJOB20),   # Enteros
  PEA20 = as.integer(PEA20),      # Enteros
  PTOT20 = as.integer(PTOT20),   # Enteros
  PIEA20 = as.integer(PIEA20),   # Enteros
  District = as.factor(District), # Factor
  Region = as.factor(Region)     # Factor
)

st_write(oaxaca_clean_d, "~/proyecto-GIS/datos/oaxaca_clean_d.shp", delete_layer = T)

## Deleting layer `oaxaca_clean_d' using driver `ESRI Shapefile'
## Writing layer `oaxaca_clean_d' to data source
## `C:\Users\oscar\Documentos\proyecto-GIS\datos\oaxaca_clean_d.shp' using driver `ESRI Shapefile'
## Updating existing layer oxaca_clean_d
## Writing 570 features with 14 fields and geometry type Multi Polygon.

```

Se guardaron los datos en un nuevo shape file para poder trabajar con ellos.

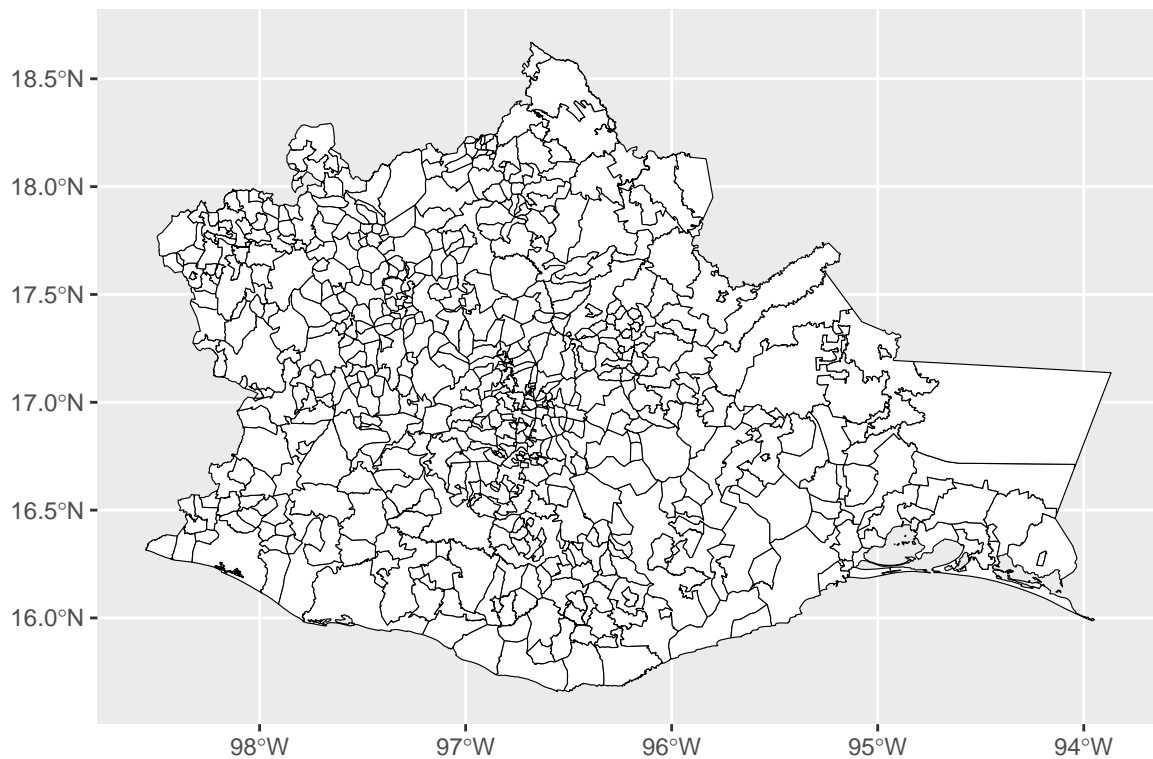
Mapa de Oaxaca Con los datos se puede obtiene un lienzo sobre el cual trabajar:

```

lienzo_oaxaca<- ggplot(data = oxaca_clean_d)+
  geom_sf(fill = "white", color = "black")+
  labs(title = "Mapa Oaxaca",
        caption = "Fuente: GeoDa Center for Spatial Analysis")
lienzo_oaxaca

```

Mapa Oaxaca



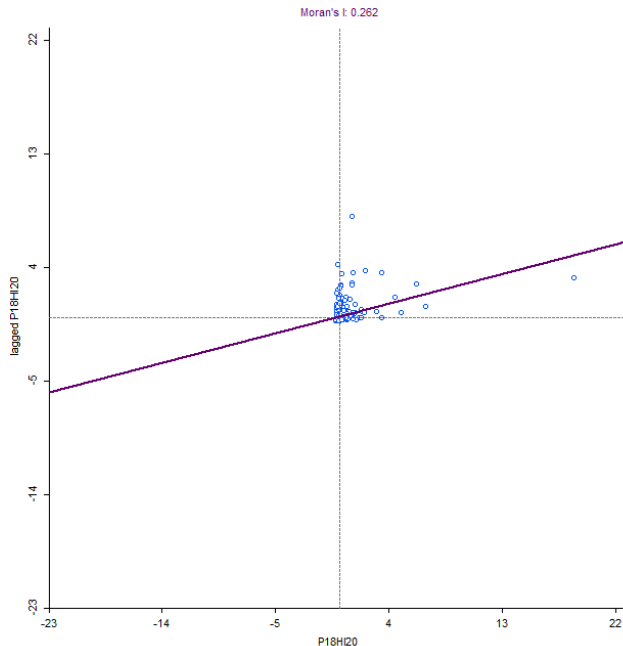
Fuente: GeoDa Center for Spatial Analysis

```
ggsave("~/proyecto-GIS/mapas/lienzo_oaxaca.png",plot = lienzo_oaxaca)
```

Matriz de pesos espaciales Se creó una matriz de pesos espaciales en GeoDA de tipo “rook” con orden 1, para poder definir la relación de vecindad entre los municipios. El tipo de peso sólo considera bordes que tocan directamente al municipio.

Educación

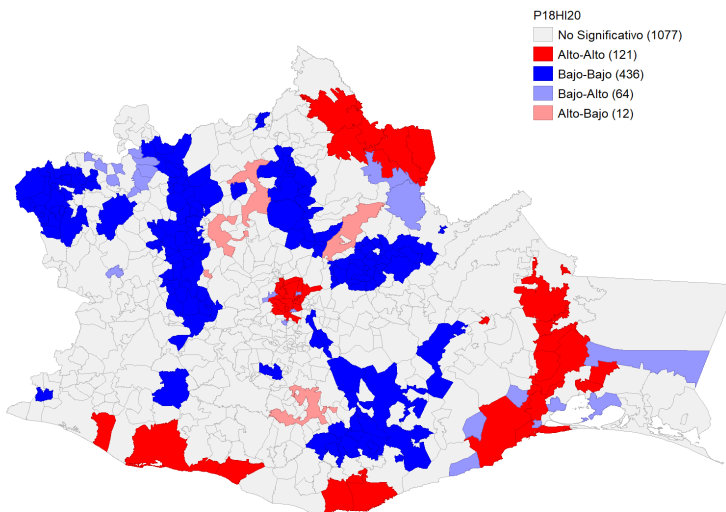
Análisis de autocorrelación global Se realizó el cálculo del índice de moran con la variable educativa P18HI20 y se observan los siguientes resultados.



Un índice de Moran de 0.262, que demuestra una **autocorrelación espacial positiva moderada**. Esto sugiere que los municipios con altos niveles educativos tienden a agruparse espacialmente, al igual que los municipios con bajos niveles educativos.

Análisis de autocorrelación local El análisis de autocorrelación local se realizó utilizando el Índice Local de Moran (LISA), que permite identificar clusters espaciales significativos y contrastes locales en la variable educativa P18HI20 (proporción de población mayor a 18 años con educación superior).

En el siguiente mapa se visualizan los resultados del análisis local:



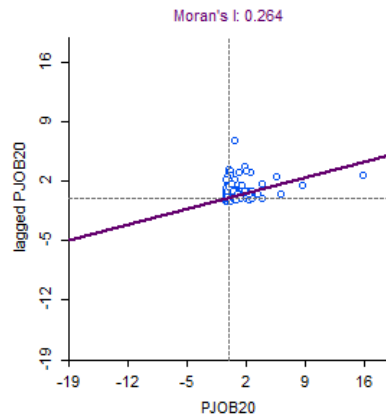
Estos resultados indican que el nivel educativo tiende a agruparse espacialmente en municipios con características similares. En particular, los clusters High-High (rojo) reflejan áreas de desarrollo educativo concentrado, mientras que los clusters Low-Low (azul) representan regiones con desventajas educativas persistentes.

Los contrastes locales (High-Low y Low-High) sugieren transiciones espaciales, donde municipios con características educativas diferentes comparten fronteras, lo que podría tener implicaciones para las políticas de

desarrollo educativo regional.

Economía

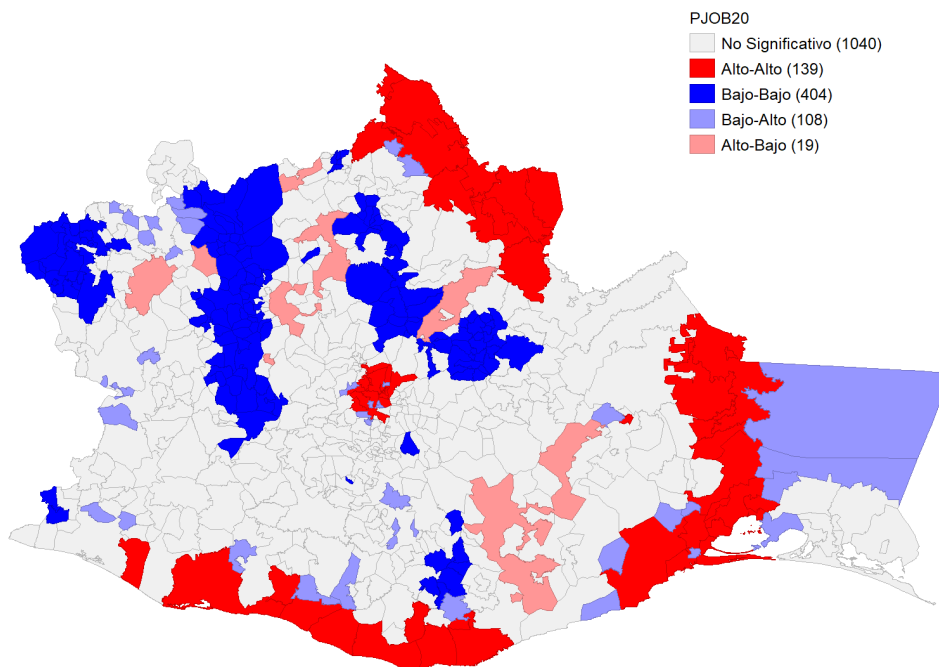
Análisis de autocorrelación global Se realizó el cálculo del índice de Moran con la variable económica PJOB20 (población con empleo) y se observan los siguientes resultados:



Un índice de Moran de **0.264**, que demuestra una **autocorrelación espacial positiva moderada**. Esto sugiere que los municipios con altos niveles de empleo tienden a agruparse espacialmente, al igual que los municipios con bajos niveles de empleo.

Análisis de autocorrelación local El análisis de autocorrelación local se realizó utilizando el Índice Local de Moran (LISA), que permite identificar clusters espaciales significativos y contrastes locales en la variable económica PJOB20.

En el siguiente mapa se visualizan los resultados del análisis local:



Estos resultados indican que el nivel de empleo también tiende a agruparse espacialmente en municipios con características económicas similares.

Los resultados del análisis global y local sugieren que los patrones de empleo en los municipios de Oaxaca no son aleatorios, sino que tienden a agruparse en zonas específicas. Las áreas **High-High** (rojo) podrían representar zonas de desarrollo económico concentrado, mientras que las áreas **Low-Low** (azul) reflejan regiones con menor acceso a empleo, posiblemente vinculadas a desigualdades económicas estructurales.

Los contrastes High-Low y Low-High son especialmente relevantes para identificar municipios en transición económica, donde podrían diseñarse políticas específicas para reducir las desigualdades entre regiones vecinas.

Conclusión

Los resultados de este análisis espacial confirman la hipótesis planteada: el nivel educativo y económico de un municipio tiene un impacto significativo en los municipios vecinos, mostrando un claro patrón de autocorrelación espacial positiva.

1. Educación (P18HI20):

- Se identificaron clusters significativos **High-High** (rojo), que representan municipios con altos niveles educativos rodeados por municipios similares. Estas áreas destacan como focos de desarrollo educativo.
- Los clusters **Low-Low** (azul) reflejan regiones con rezagos educativos persistentes, asociadas posiblemente a desigualdades estructurales en el acceso a recursos educativos.
- Los contrastes locales **High-Low** y **Low-High** sugieren transiciones espaciales en las que municipios con características educativas diferentes comparten fronteras, lo que puede implicar oportunidades para diseñar políticas regionales más integrales.

2. Economía (PJ0B20):

- Los patrones espaciales en la economía reflejan dinámicas similares, con clusters **High-High** indicando áreas con alta concentración de empleo rodeadas por municipios similares.
- Los clusters **Low-Low** evidencian regiones con menor acceso a oportunidades laborales, posiblemente vinculadas a desigualdades económicas históricas.
- Los contrastes locales muestran zonas de transición económica, donde la cooperación regional podría ser clave para cerrar brechas de desigualdad.

Estos hallazgos respaldan la existencia de derrames espaciales tanto educativos como económicos, que no solo afectan al municipio individualmente, sino que tienen repercusiones en sus vecinos, confirmando un efecto de contagio geográfico.

Recomendaciones

1. Fortalecer los clusters High-High:

- En áreas de alta concentración educativa y económica, se recomienda consolidar los avances mediante inversiones en infraestructura, programas de educación superior, y capacitación laboral que permitan aprovechar el capital humano existente.

2. Atender los clusters Low-Low:

- Implementar políticas públicas específicas para regiones con rezagos educativos y económicos, tales como:
 - Mejora de infraestructura básica (escuelas, transporte, servicios públicos).
 - Fomentar programas de empleo local e incentivos para atraer inversiones.

3. Desarrollar estrategias para los contrastes High-Low y Low-High:

- Diseñar políticas que fomenten la cooperación intermunicipal, promoviendo transferencias de recursos y programas educativos y económicos entre municipios con diferentes niveles de desarrollo.
- En áreas High-Low, promover el intercambio de buenas prácticas y la integración regional para maximizar los beneficios de los municipios más desarrollados.

4. Monitoreo continuo:

- Establecer sistemas de monitoreo para evaluar los efectos de las políticas implementadas, permitiendo realizar ajustes según los cambios en los patrones espaciales de educación y empleo.

Estas recomendaciones buscan fomentar un desarrollo regional más equilibrado, aprovechando las fortalezas de los clusters High-High y abordando las desigualdades en los clusters Low-Low, para contribuir a un Oaxaca más inclusivo y sostenible.

Bibliografía

1. Ma C, Wu H, Li X (2023) Spatial spillover of local general higher education expenditures on sustainable regional economic growth: A spatial econometric analysis. *PLoS ONE* 18(11): e0292781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292781>
2. Joensen, J. S., & Nielsen, H. S. (2018). Spillovers in education choice. *Journal of Public Economics*, 157, 158–183. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2017.10.006>.
3. Yu, J., Zhou, L.-A., & Zhu, G. (2016). Strategic interaction in political competition: Evidence from spatial effects across Chinese cities. *Regional Science and Urban Economics*, 57, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2015.12.003>.