

Análisis Espacial de la Influencia Escolar en los Precios de Bienes Raíces en Caguas Puerto Rico

*Javier Acosta Ortiz
Ciencia y Tecnología Geoespacial
Raúl Matos Flores, Ph.D.
Maestría en Ciencia y Tecnología Geoespacial
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Abstracto — *Son muchos los factores que pueden incidir en el valor de un inmueble residencial, entre estos la cercanía a servicios públicos como pueden ser escuelas. La presente investigación tiene como objetivo analizar si la cercanía a una institución de educación tiene alguna influencia en el valor de inmuebles residenciales en la municipalidad de Caguas. El análisis se llevó a cabo en la plataforma ArcGIS Pro y el apoyo del programa estadístico Gretl. Con estos se modeló espacialmente la relación entre los valores de ventas residenciales entre los años 2015 y 2021. Se midió la distancia de estas ventas a los planteles escolares más cercanos. Con estos valores se realizó un análisis de Mínimos Cuadrados Ordinarios el cual arrojó valores que lleva a concluir que la cercanía de una facilidad educativa no tiene influencia en el valor de un inmueble residencial.*

Términos Claves — *Bienes Raíces Residenciales, Económico, Escuela, Relación.*

INTRODUCCIÓN

Debido a la situación económica que ha impactado la isla de Puerto Rico en la pasada década, el Departamento de Educación de Puerto Rico ha tenido que adoptar un programa de cierre de planteles escolares. Este proyecto busca un ahorro en el presupuesto operacional de la agencia. Dada la naturaleza de la agencia, esta acción genera controversia ya que se contraponen el factor económico al del bienestar educativo. A esto se suma lo repentino de la adopción del programa y su implantación. Existe un cuestionamiento a los criterios utilizados para la selección de planteles a ser cerrados. Además, no hay un plan concreto en cuanto al destino que tendrán las facilidades

cerradas. Estas acciones llevan a comprender que el cierre de una escuela contiene impactos espaciales de tipo económico y cultural.

Observando los datos específicos de este programa, del año 2007 al año 2018 se han cerrado 673 escuelas [1]. Estos cierres han creado un disloque en el acceso a la educación por parte de los estudiantes, problemas a los maestros, que son asignados a planteles cuya distancia al hogar afecta su diario vivir y problemas a los padres quienes de manera súbita tienen que alterar sus patrones de viaje para amoldarlos a los nuevos planteles a los cuales sus hijos son asignados. Esto crea inseguridades e interrogantes económicas como puede ser la de empleos por parte de maestros, de hogares o hasta de permanencia en sistemas educativos. Por otro lado, se cuenta con la incertidumbre cultural, la cual expone a las comunidades con la destrucción de espacios públicos que le han servido por décadas, en especial las rurales.

No se debe pasar por alto el efecto de los huracanes Irma y María. Estos debilitaron la infraestructura del país, incluyendo las escuelas. Estos ayudaron a acentuar el problema de los cierres ya que tan reciente como en el 2019 se volvieron a cerrar una gran cantidad de planteles escolares debido a daños estructurales.

OBJETIVO

El estudio busca mostrar la influencia que las instituciones escolares tienen en los valores de venta de bienes raíces en la municipalidad de Caguas. Se desea observar el comportamiento del sector de bienes raíces, en particular el residencial, ante el cierre de planteles y si la cercanía de las instituciones propicia cambios positivos o negativos

en los hogares de la municipalidad o si ninguno de estos factores causa algún cambio.

DESCRIPCIÓN

Como se indicó anteriormente, la investigación tiene como objetivo analizar si existe relación entre el precio de los hogares vendidos en la municipalidad de Caguas (ver Figura 1) y la distancia de dichos hogares a las instituciones escolares. Para este análisis se utiliza el programa ArcGIS Pro y sus herramientas de análisis espacial. De esta forma, se produce un mapa que permite observar los hogares vendidos en la municipalidad, analizar las distancias de los hogares en correlación con las escuelas y poder realizar reportes de análisis para visualizar la fortaleza de dichas relaciones entre los sectores educativos y de bienes raíces.



Figura 1
Mapa del Área de Estudio

Para estos análisis se utiliza la ecuación de regresión lineal para establecer si la variable de precio es dependiente de la distancia. Dicho análisis permite observar los factores detrás del patrón observado, ya sea positivo o negativo.

En (1) la variable dependiente es “Y” y es la variable que se desea comprender. En el caso del estudio este representa el factor del valor de venta de las viviendas. La variable independiente es “X” y es el valor que se utiliza para predecir “Y”. En el

caso del estudio el valor de “X” representa las distancias entre las viviendas y las instituciones escolares.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

De (1) surgen una serie de valores que ayudan a interpretar la relación entre los valores. Entre estas se encuentra el coeficiente de correlación al cuadrado, el R². La ecuación de regresión lineal busca encontrar la línea recta que mejor se ajusta a una serie de pares de datos. Esto es a través de una serie de cálculos que se derivan de la ecuación de la mejor línea. Para saber cuan bien se ajustan los datos a una línea recta se utiliza el coeficiente de correlación, mejor conocido por R. El valor de este ayuda a entender cuan cerca o alineado están los pares de datos de la mejor línea recta. Cuando se multiplica el valor R por sí mismo se obtiene el R², coeficiente de correlación al cuadrado. Este ayuda a medir el porcentaje de variación de la variable Y que se puede atribuir a la variación en la variable X. Para el estudio se busca un valor de R² igual o mayor a .70 o 70 por ciento. Un valor de R² de .70, por ejemplo, significa que el 70 por ciento de la variación en la variable Y es debido a la variación en los datos de X.

REVISIÓN LITERARIA

El estudio de las relaciones entre valores de ventas residenciales y su cercanía a servicios públicos es amplia. Esta aseveración toma mucha fuerza en investigaciones realizadas en los Estados Unidos. Estas son bastante directas en cuanto a metodologías y resultados, sobretodo descuido los aspectos sociales de las escuelas y los sectores a que le sirven.

Por ejemplo, Seo y Simmons [2] proveen información a que no solo el cierre escolar sino la calidad del sistema de educación tiene mucho en relación con el crecimiento de un espacio geográfico. Se explica como la calidad más pobre de ciertas escuelas del sector público educativo sirven como pilares estructurales de la comunidad. Debido a esto se concluye que un pobre desempeño

de los estudiantes en su escuela abre la posibilidad a una reducción de 3-5% en el valor de un terreno. Por otro lado, se concluye nuevamente que sí en efecto existe una relación entre instituciones escolares y bienes raíces.

Por otro lado, Bogart y Cromwell [3], delimitan como el sector de bienes raíces se ajusta a las necesidades de las comunidades. Por ejemplo: uno de los estudios analizados narra cómo cambios en los valores de terreno ocurrieron debido a las necesidades de las familias tales como transporte público y accesibilidad. Sin embargo, la re-ubicación y re-estructuración afectaron las escuelas en estos sectores. Dicho efecto causó la baja de un 10% en el valor de los hogares. Esto implica que no tan solo las escuelas son importantes, sino que resultan ser pilares evaluativos para determinar en sí el valor de un espacio geográfico.

Ambos textos ayudan a entender que el sector de bienes raíces es uno ajustable debido a las necesidades de la comunidad. Al estos estudios ser realizados en los Estados Unidos, reflejan estas condiciones en ese país y no en la isla de Puerto Rico. Esto es debido a que la Isla es mucho más pequeña en tamaño y ha sido más afectada en las pasadas décadas por los cierres escolares que cualquier otro estado. Aquí es donde es importante discutir lo planteado por Rubiano et al. [4] quienes ponen en perspectiva que Puerto Rico sufre de una gran desorganización y falta de transparencia al momento de tomar decisiones tan importantes como lo es el cierre de una escuela. Los cierres toman lugar de manera repentina, sin vislumbrar ningún tipo de análisis calibrado a la institución a clausurarse ni planes futuros para el reuso del plantel.

Estos análisis van construyendo una base que permite observar el parámetro de la situación. Se entiende que el sector de bienes raíces es uno de acomodo razonable basado en las necesidades de la comunidad. Sin embargo, directamente no se explica cuál es el acomodo del precio de los hogares cuando la necesidad de una comunidad es una escuela. Por otro lado, se entiende que la

política de cierre de una institución escolar conlleva muchos parámetros que no están presentes en la isla de Puerto Rico y tampoco existe un plan futuro. Aquí surge la incógnita. En relación con los cierres escolares de tan gran escala en la pasada década en Puerto Rico y sabiendo que el sector de bienes raíces es ajustable por necesidad, ¿existe alguna relación entre el cierre de las escuelas y los precios de los hogares?

METODOLOGÍA

Para poder elaborar este proyecto se necesitó la creación de una base de datos geoespacial para sustentar el análisis geográfico. Esta base necesita datos del sector de bienes raíces y datos sobre las escuelas en la municipalidad de Caguas. Sobre los datos de bienes raíces, se logró obtener el registro de ventas de hogares en Caguas a través de un servicio privado pre-pagado. Los datos obtenidos fueron desde el año 2015 hasta el año 2021. El registro de datos escolares fue un poco más retante en el hecho de obtener una fuente que tuviese los datos de manera más desplegada. No obstante, se logró obtener datos de las escuelas abiertas en el municipio de Caguas a través de un catálogo de escuelas disponibles para el regreso a clases en la página del Departamento de Educación de Puerto Rico. Para obtener el listado de escuelas cerradas, se revisó una base de datos desarrollada para un proyecto pasado, también basada en fuentes del Departamento de Educación de Puerto Rico [5].

Con la información recopilada, se procedió a depurar la misma y corregir errores. Esto conllevó eliminar información innecesaria como listados de renovaciones, costo de reparaciones, días en mercado y alteraciones al hogar. Por otro lado, se llevó a cabo un proceso de georreferenciación utilizando el mapa de catastro de Puerto Rico y el número de catastro registrado en las viviendas.

El proceso de organización para la información de las escuelas fue un poco más sencillo. Se utilizó la lista obtenida en la asistencia del proyecto anterior, la cual hace referencia a todo el sistema escolar a nivel isla, para crear un listado de las

escuelas en el municipio de Caguas. Este listado se referenció al listado de regreso a clases desplegado en la página principal del Departamento de Educación de Puerto Rico. De esta forma se pudo corroborar cuales eran las instituciones escolares que en efecto seguían operando en la municipalidad. Luego, con este listado de confirmación creado, se observó un listado de cierres escolares en la red noticiaría de Puerto Rico para confirmar las instituciones escolares cerradas. Para finalizar la creación de la base de datos, se llevó a cabo el mismo proceso de georreferenciación para las instituciones escolares utilizando la herramienta de “Google Earth”.

Una vez creada la base de datos, la misma fue georreferenciada en el programa de ArcGIS Pro. Al tener los datos desplegados en el programa, se llevaron a cabo algunos análisis de preparación y observación. De primera instancia se utilizó la herramienta de cercanía (*Near*) para obtener las distancias de los hogares a las instituciones escolares. Próximo, se llevó a cabo un análisis de puntos calientes para observar cómo se comporta la distribución de datos en la municipalidad. Por último, se realizó el análisis de regresión que permitiría observar la relación existente, si alguna, entre el precio de las viviendas y su cercanía a las instituciones escolares.

ANÁLISIS

Las observaciones han resultado ser muchas y variadas. En la creación de la base de datos se observó que el 50% de los mismos no estaban completos. Estos carecían de alguna porción de la información necesaria para el estudio. No obstante, teniendo ausente las coordenadas, el número de catastro o hasta ambos, resultaron ser pocos los datos que eran inconclusos y tuvieron que ser excluidos del proyecto. Por otro lado, el análisis realizado de puntos calientes a simple vista provee un patrón curioso. Este patrón muestra que los hogares vendidos en un valor más alto se encuentran más lejos de las instituciones escolares (ver Figura 2).

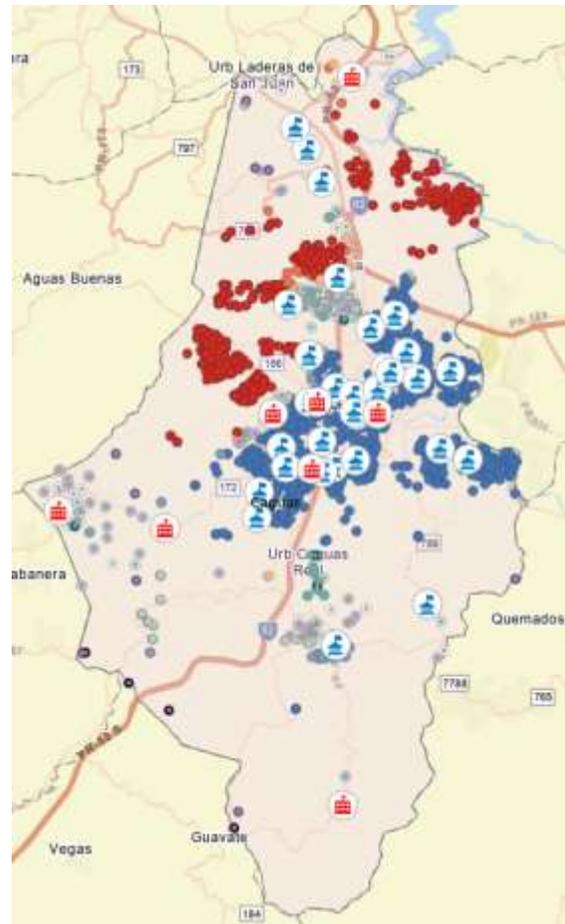


Figura 2
Análisis de Puntos Calientes

Ahora bien, observando el objetivo principal del estudio se identifica un resultado inesperado. A base de la realización del análisis de regresión, se utilizó la variable de precio de las viviendas como aquella dependiente de la distancia. Al generar la gráfica de regresión se observa que las variables de precio en los hogares y la distancia a las escuelas no están relacionadas.

Para poder establecer una relación fuerte u observar que, de hecho, la cercanía de las escuelas influye el valor de las residencias, se debe observar si existen ciertos patrones. Los patrones son dos: el rendimiento del coeficiente de correlación al cuadrado (R^2) y el comportamiento de los datos en la gráfica de dispersión. Se estableció como regla que el coeficiente de correlación al cuadrado debería contar con un valor de .70 (70%) para asumir una relación fuerte entre las variables. Por

otro lado, en el gráfico de dispersión se espera observar si la nube de datos se comporta de manera positiva o negativa a lo largo de la línea de regresión.

El modelo de regresión que se realizó fue el de “*Ordinary Least Squares*” (*OLS*, por sus siglas en inglés). Al observar los resultados del análisis (véase Figura 3) se puede apreciar las estadísticas en su totalidad. Al analizar el valor del rendimiento del modelo R^2 se encontró que es de 0.004. Esto implica que el 0.004% de los datos observados atribuyen la fluctuación de los precios de los hogares a la cercanía con las escuelas en la municipalidad de Caguas. Otra forma de visualizar esto de manera más directa es observando la gráfica en la Figura 4.

Debido a la presentación de los datos, la herramienta de análisis de regresión permite crear gráficos de dispersión para poder visualizar mejor los resultados del modelo. En el gráfico se observa una línea naranja que corre de izquierda a derecha, esta es la línea de regresión. La misma, dicta que tipo de relación es la que se puede visualizar en el modelo. Para establecer una relación negativa o positiva, se observa como los datos se comportan a lo largo de dicha línea. En la Figura 4 se observa que los datos no guardan un patrón de similitud con la misma. Los datos en esta gráfica se concentran en el centro de la línea de regresión y se dirigen hacia arriba en vez de inclinarse hacia los lados. El modelo de regresión analizado es bastante consistente en presentar que entre las variables de precio y distancia en este caso no se puede establecer una relación o dicha relación es bastante débil.

```

Model 1: OLS, using observations 1-1772
Dependent variable: Sale Price

-----
                coefficient   std. error   t-ratio   p-value
-----
Distancia      104467          39050.2    2.675     0.0075 ***

Mean dependent var  147107.3   S.D. dependent var  89656.44
Sum squared resid  5.05e+13   S.E. of regression  168925.6
Uncentered R-squared  0.004025   Centered R-squared  -3.077486
F(1, 1771)         7.156751   F-value(F)         0.007537
Log-likelihood     -23843.80   Akaike criterion   47689.60
Schwarz criterion  47695.08   Hannan-Quinn      47691.63
  
```

Figura 3
Modelo de Regresión

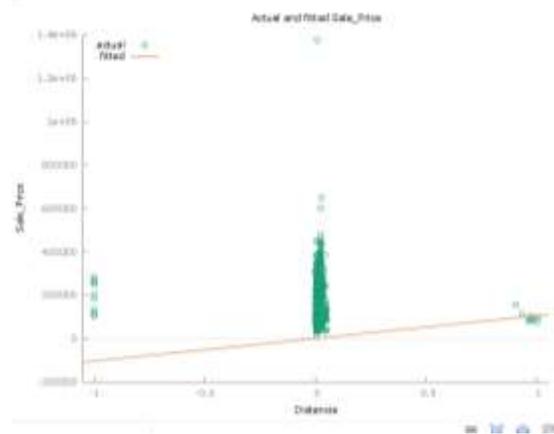


Figura 4
Gráfica del Modelo de Regresión

CONCLUSIONES

Basado en los datos analizados se concluye que la hipótesis que existe relación entre la cercanía de los hogares a las instituciones escolares y que esta cercanía afecta el precio de bienes raíces en el municipio de Caguas, no se puede sostener. Las lecturas realizadas para formar el cuadro teórico de este estudio proveen un vistazo a un espectro escolar ajeno a la isla de Puerto Rico. Este espectro, provee la base fundamental para llevar a cabo una línea de pensamiento para llegar a pensar que si en efecto existe una relación entre ambas variables. Sin embargo, en Puerto Rico la situación no es igual. A base del marco teórico creado para la Isla, se entiende que la ausencia de esta relación se extiende más allá del hecho de la carencia de estándares para los datos, las instituciones y el recurso educativo.

Tras el análisis de regresión realizado se descubrió que no existe o es extremadamente débil la relación entre las variables de distancia y precio en los hogares e instituciones escolares. Esto brinda más riqueza educativa para ampliar la toma de decisiones y abre posibilidades de estudios futuros en distintas áreas de investigación. Por ejemplo, continuar la línea investigativa de [3] y [6] e intentar observar un probable análisis del efecto transversal que ocurre en la población al cerrar la única escuela disponible en un sector poblacional. De igual forma, observando el estudio realizado por

Lytton [7] se podría llevar a cabo un análisis económico en la redistribución estudiantil de las instituciones, para observar los cambios en las escuelas de un antes en comparación a los tiempos actuales. Si existe un cambio de paradigma en términos de tiempos pasados y actuales hacia el favorecer la cercanía a instituciones escolares. Por otro lado, se podría observar el comportamiento poblacional con relación a las instituciones escolares. De esta forma, añadiendo a lo estudiado por [8] sobre el efecto transversal de la baja población y el cierre escolar.

Estas son algunas de las muchas oportunidades que brinda el análisis de este proyecto. Este trabajo busca no solo cumplir los objetivos pertinentes, sino que también busca ser parte de una red educativa para brindar conocimiento sobre la crisis educativa que tiene la Isla, brindar formas innovadoras de cambiar el sistema de manera positiva e intentar brindar un ángulo de análisis distinto para problemas existentes.

REFERENCIAS

- [1] AP, "Educación presenta lista de cierre de escuelas," *Metro*, 05-may-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.metro.pr/pr/noticias/2017/05/05/educacion-presenta-lista-cierre-escuelas.html>
- [2] Y. Seo y R.A. Simons, "The effects of school quality on residential sales price," *Journal of Real Estate Research*, vol. 31, no. 3, pp. 307–328, jul. 2009.
- [3] W. T. Bogart y B.A. Cromwell, B. A., "How much is a neighborhood school worth?" *Journal of Urban Economics*, vol. 47, no. 2, pp. 280–305, mar. 2000. [En línea]. Disponible: <https://Doi.Org/10.1006/Juec.1999.2142>
- [4] D. Rubiano et al., "Cierre de escuelas públicas en Puerto Rico: Impactos Comunitarios y Recomendaciones," Berkeley, California, San Juan, Puerto Rico, Informe Investigativo. Ago. 2020.
- [5] Datos.PR, "Directorio Comprensivo de Escuelas Públicas, Puerto Rico 2017," [En línea]. Disponible en: <https://datos.estadisticas.pr/mk/dataset/directorio-comprensivo-de-escuelas-publicas-puerto-rico-2017/resource/41d7a8d1-04cd-494f-8787-db36e4ec4754>
- [6] M. De la Torre y J. Gwynne, "When schools close: effects on displaced students in Chicago public schools," Consortium of Chicago School Research, oct. 2009. [En

línea]. Disponible en: <https://consortium.uchicago.edu/publications/when-schools-close-effects-displaced-students-chicago-public-schools#:~:text=One%20year%20after%20school%20closings,%2Da%2Dmonth%20in%20math>

- [7] M. Lytton, "Have all the Costs of Closing a School Been Considered?" *OECD iLibrary*, 01-sep-2011. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/5kg5c8bwqs31-en>
- [8] W. Goudy, W. Drier, y R. Decker, "Population decline and the closing of schools," presentado en la 57° Reunión Anual de la Sociedad Rural Sociológica, Portland, Oregon, 1994.