

Análisis de la localización y capacidad de atención de los servicios de salud y escuelas de educación básica en municipios del estado de Yucatán

Location and capacity analysis of health services and basic education schools in municipalities of the state of Yucatan

*Paulina Sofía Vargas-Escalante
Paulina Martínez-Isidro
Daniel G. Cantón-Puerto
Rene López-Flores^{9,10}*

Resumen

Las Naciones Unidas prevé que en 2050 el 70 % de la población vivirá en ciudades. Sin embargo, las ciudades no están preparadas para atender las necesidades de los ciudadanos asociadas a una rápida urbanización. La infraestructura y servicios básicos son superados por la demanda, incrementando la pobreza y las desigualdades sociales. En este sentido, el acceso a los servicios de salud y educación básica, es elemental para el desarrollo humano y el bienestar social. En el estado de Yucatán no se tienen reportes sobre las capacidades de los municipios para ofrecer servicios de salud y educación de calidad. El presente documento analiza datos del INEGI mediante técnicas de la ciencia de datos para obtener información y conocimiento sobre dichas capacidades. Se presentan resultados mediante tablas, gráficas y mapas que permiten identificar los municipios con mayor carencia de los servicios de salud y educación básica.

9 Grupo de Investigación de Logística Sostenible y Resiliente. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

10 Autor para correspondencia: rene.lopez@correo.uady.mx



Palabras clave: Desarrollo sostenible, ODS, ciencia de datos, servicios de salud, educación básica

Abstract

The United Nations predicts that by 2050, 70% of the population will live in cities. However, cities are not prepared to meet the needs of citizens associated with rapid urbanization. Infrastructure and basic services are outstripped by demand, increasing poverty and social inequalities. In this sense, access to basic health and education services is essential for human development and social well-being. In the state of Yucatan, there are no reports on the capacities of municipalities to offer quality health and education services. This document analyzes INEGI data using data science techniques to obtain information and knowledge about these capacities. Results are presented through tables, graphs and maps that allow identifying the municipalities with the greatest deficiencies in health and basic education services.

Keywords: sustainable development, SDGs, data science, health services, basic education

Introducción

El acceso a la educación pública y a los servicios de salud públicos forman parte de los derechos fundamentales de los mexicanos, y son indispensables para el bienestar de la población. A lo largo de los años, los organismos gubernamentales han realizado esfuerzos para garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso a escuelas públicas y atención médica gratuita; sin embargo, actualmente no todos los ciudadanos logran hacer efectivos sus derechos, debido a que hay municipios que no cuentan con hospitales y escuelas de los niveles básicos. Por lo anterior, los habitantes de estos municipios muchas veces tienen que viajar varios kilómetros para acceder a dichos servicios.

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2020, en Yucatán existen 2084 escuelas públicas de diversos niveles y 322 centros de salud públicos para satisfacer a los 106 municipios del estado. Dicha cantidad no es suficiente para atender las necesidades de los 2.321 millones de yucatecos, debido a que los

servicios cercanos muchas veces no cuentan con la capacidad suficiente para atender a la comunidad, o inclusive puede existir una ausencia absoluta de servicios educativos y de salud en los municipios.

La ausencia de escuelas y hospitales en lugares de alta marginación es un ejemplo de un problema de localización, que en la logística es conocido como “*Location-Allocation*” (o Análisis de Ubicación y Asignación). Dicho análisis pretende identificar las zonas de mayor demanda de cierto servicio o producto, con el fin de poder asignar estratégicamente centros para atenderla.

Partiendo del principio que no es posible construir una escuela y un hospital en cada uno de los municipios del Estado, en el presente estudio, se utilizan técnicas de ciencia de datos para identificar aquellos municipios de Yucatán con mayor necesidad de servicios educativos y de salud, con el fin de que se pueda brindar un primer acercamiento para dar respuesta al problema de *location-allocation* vinculándolo a los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Antecedentes

El desarrollo sostenible o sustentable es un tema que despierta el interés de la comunidad académica y científica, de las empresas y de los gobiernos en sus diferentes niveles (nacional, regional o local). La primera vez que se definió dicho concepto, fue en el reporte de Brundtland (1), como “el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades”. De acuerdo con (2), el desarrollo sostenible se basa en tres pilares: lo económico, lo social y lo ambiental. La Figura 1 es una representación de los tres pilares y cómo se relacionan.

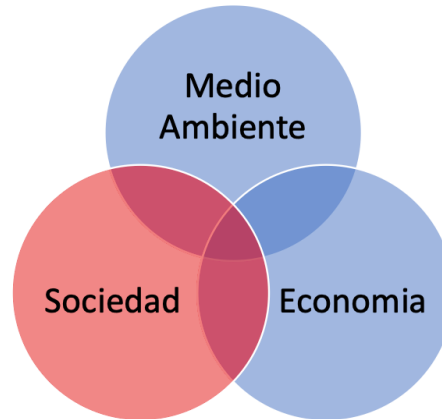


Figura 1. Pilares del desarrollo sostenible

En el 2015 las Naciones Unidas delimitaron la Agenda 2030, en la cual establecieron 17 objetivos para el desarrollo sostenible. De acuerdo con (3), para los ODS existen 169 metas y un conjunto de 330 indicadores que sirven para medir el bienestar y la sustentabilidad. Sin embargo, la evaluación del desarrollo sostenible es una tarea compleja. Por ejemplo, (4) plantea ¿Cómo determinamos que una forma de hacer las cosas es más sostenible que otra? Sobre este aspecto, las principales revistas en temas sobre herramientas e indicadores para evaluación de la sostenibilidad se relacionan con el aspecto ambiental y económico (5,6).

Respecto al desarrollo humano asociado al aspecto social es posible estudiarlo mediante el análisis de datos públicos. En el caso de México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) publica entre otros, reportes sobre el censo poblacional o el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) con información que es factible analizarla para obtener indicadores asociados a los ODS. De manera particular, el presente trabajo aborda una inquietud vinculada con los ODS: 3 Salud y bienestar, 4 Educación de calidad y el 11 Ciudades y comunidad sostenibles.

En las ciudades de México, como en otras partes, existe un crecimiento urbano importante. El crecimiento urbano descontrolado afecta a toda la población, incrementando las desigualdades sociales y la pobreza. El acceso a servicios sanitarios esenciales y educación de calidad es clave para reducir las desigualdades sociales y romper el

ciclo de pobreza. En consecuencia, es imperativo conocer ¿cuáles son las capacidades de los municipios para proporcionar a los ciudadanos acceso a servicios de salud y educación de calidad?

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se propone usar técnicas de la ciencia de datos (7) para transformar los datos que publica el INEGI en información y la información en conocimiento. Se propone una metodología basada en estadística descriptiva para analizar los datos del censo poblacional y el DENUE.

Metodología y resultados

Limpieza y procesamiento de los datos

Para poder comprender y analizar la situación actual de los servicios educativos y de salud en los diversos municipios del estado de Yucatán, se utilizaron dos bases de datos principales.

La primera corresponde al DENUE 2020, la cual brinda un registro de todas las unidades económicas ubicadas en Yucatán en el año 2020, desde comercios minoristas y fabricantes, hasta escuelas y hospitales. Para la clasificación de los tipos de unidades económicas, el DENUE utiliza el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) en su edición del 2018, de forma que con los códigos de identificación clasifica a cada una de las unidades económicas según su sector, su especialidad y otras características específicas.

La otra base de datos analizada fue el Censo de Población y Vivienda 2020, que contiene información sobre la cantidad de habitantes por cada municipio y entidad federativa y registra la distribución de sus habitantes por rangos de edad, sexo y otras características demográficas. Una vez obtenida la información necesaria, las bases de datos fueron importadas al entorno Visual Studio Code y se utilizó Python 3.12.3 para el procesamiento de los datos. Para la limpieza y tratamiento de los datos se realizó lo siguiente.

a. Identificación de variables de interés.

La base de datos del DENUE cuenta con un registro de hasta 41 variables diferentes, pero no todas son de utilidad para el presente estudio. Con base en el objetivo esperado y el enfoque del estudio, se determinó que solo sería necesario conservar las siguientes variables:



- *Municipio*: señala el municipio en el que se encuentra localizada la unidad económica.
- *Codigo_act*: indica el código que le corresponde a la unidad económica según el SCIAN.
- *Nombre_act*: indica el nombre asociado al código de actividad.
- *Nom_estab*: es el nombre oficial o razón social de la unidad económica.

De forma similar, en la base de datos del Censo de Población y vivienda, se consideró que de las 225 variables que tiene, solo las siguientes serían de utilidad para el estudio.

- *ENTIDAD*: El número que le corresponde a la entidad federativa.
- *MUNICIPIO*: El número que le corresponde al municipio según su entidad federativa.
- *POBTOT*: Cantidad total de habitantes.
- *P_3A5*: Cantidad de habitantes de 3 a 5 años.
- *P_6A11*: Cantidad de habitantes de 5 a 11 años.
- *P_12A14*: Cantidad de habitantes de 12 a 14 años.
- *P_15A17*: Cantidad de habitantes de 15 a 17 años.
- *P_18A24*: Cantidad de habitantes de 18 a 24 años.

Las demás variables se eliminaron para no causar ruido en el análisis de los datos y agilizar el tiempo de procesamiento.

b. Identificación de datos de interés.

El presente estudio tiene un alcance que se limita al análisis de escuelas y hospitales públicos del estado de Yucatán, por lo tanto, era necesario descartar de las bases de datos aquellos registros que se encontraran fuera de estas limitantes.

En la base de datos del DENU, se eliminó la información de todas las unidades económicas que no fueran ni del sector salud ni del sector educativo. Para ello se hizo uso del código de identificación del SCIAN, considerando lo siguiente:

- Los códigos del 611111 al 611710 corresponden a centros educativos.
- Los códigos del 621111 al 622312 corresponden a centros de salud.

Por lo tanto, se eliminaron todas las filas que tuvieran un código de identificación fuera de esos rangos. En el Censo de Población y Vivienda se conservaron únicamente los datos que en la variable *ENTIDAD* tienen un valor de 31, pues la entidad federativa 31 corresponde a Yucatán.

Haciendo esto, la base de datos del DENUE pasó de tener 130,829 filas a 7,650 filas, y el censo se redujo de 68,806 filas a 1,122 filas.

c. Creación de variables de clasificación.

Una vez consolidada la información de valor, se crearon variables adicionales para clasificar los registros conforme a las necesidades del estudio.

Primeramente, en la base de datos del DENUE se agregó la variable de Tipo de Servicio, que sirviera para identificar si se trata de un servicio educativo o de salud. Dicha clasificación fue posible utilizando los códigos de clasificación del SCIAN. De forma similar, se clasificaron los registros según su tipo de financiamiento, es decir, si son servicios públicos o privados. Después se separó la base de datos, para analizar por separado la información de escuelas y centros de salud.

Y en la base de datos de los servicios educativos, se agregó la variable de nivel educativo para identificar si las escuelas son de nivel preescolar, primaria, secundaria, preparatoria, multinivel o universidad.

Análisis de los datos.

Una vez preparados los datos, acorde a las necesidades del estudio, se procedió con el análisis de los datos, mediante la implementación de técnicas y herramientas de estadística descriptiva.

a. Cálculo de la media.

Se calculó la cantidad de escuelas y de centros de salud que hay por cada municipio, independientemente de si son públicos o privados, y con dicha información se realizó el cálculo de las medias globales para cada servicio, obteniendo el cuadro 1.

Cuadro 1. Media de servicios por municipio

Escuelas (número promedio por municipio)	33.54
Centros de salud (número promedio por municipio)	38.62



Los resultados del cuadro 1 muestran un panorama optimista en el que de forma teórica representa que en cada municipio existen en promedio casi 34 escuelas de diversos niveles y 39 centros de salud. Sin embargo, estos resultados no son tan acertados a la realidad, pues existe una desigualdad muy grande entre los municipios, ya que unos tienen cantidad de servicios muy por encima de la media, por ello es necesario considerar la existencia de valores atípicos.

b. Identificación de datos atípicos.

Se observa a la ciudad de Mérida con datos atípicos, al tener valores muy diferentes a los demás municipios, ya que cuenta con 1,894 escuelas y 2,841 centros de salud, lo cual es de esperarse pues es la ciudad capital del estado. El incluir Mérida en el cálculo de los estadísticos globales crea un sesgo de la información lo que hace que no se observe un panorama realista. Por lo tanto, se realizó nuevamente el cálculo de las medias, excluyendo el registro de Mérida, y se obtuvo el cuadro 2.

Cuadro 2. Media de servicios por municipio, sin considerar Mérida

Escuelas (número promedio por municipio)	15.82
Centros de salud (número promedio por municipio)	11.93

Se observa que la cantidad promedio de escuelas y hospitales se redujo en más de la mitad.

c. Análisis de proporciones de los servicios públicos y privados.

Después se procedió a analizar la proporción de servicios públicos y privados (Figura 2), en los servicios educativos y de salud de forma global en todo Yucatán.

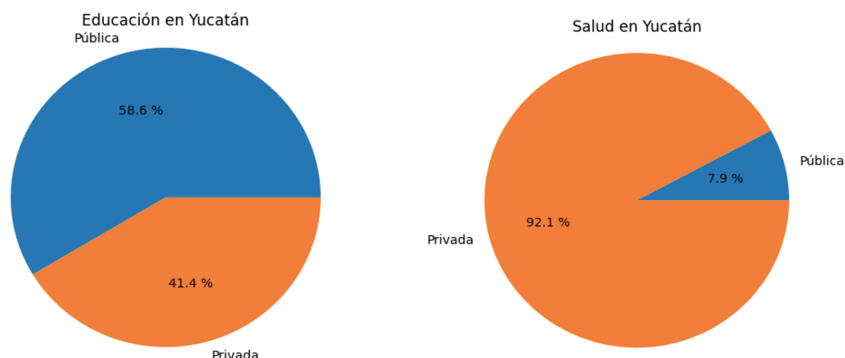


Figura 2. Servicios públicos vs. privados.

Se observa que en Yucatán la mayoría de los servicios educativos son públicos, abarcando un 58.6%. dicha proporción es un resultado positivo, pues se observa el esfuerzo que habido por crear cada vez más espacios que brinden educación gratuita. Sin embargo, en el caso de los servicios de salud, existe un contraste negativo puesto que solo el 7.9% de los centros de salud del estado son públicos. Como primeras conclusiones se puede observar una mayor urgencia para atender la carencia de servicios públicos de salud.

d. Análisis de los servicios públicos por municipio.

Haciendo mayor énfasis en los servicios públicos, se analizó la cantidad de escuelas y centros de salud públicos que hay en cada municipio, mediante histogramas de frecuencia. Para la generación de los gráficos se excluyó el registro de Mérida, pues se sabe que es un caso muy particular.

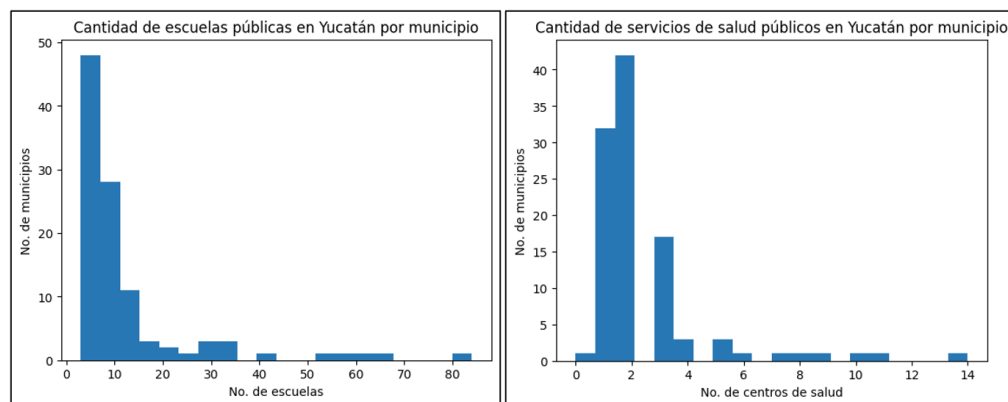


Figura 3. Histogramas de frecuencia de cantidad de servicios públicos por municipio

En la Figura 3 se observa que la mayoría de los municipios tienen alrededor de 5 escuelas y 2 centros de atención médica. Y que los datos de ambos servicios se distribuyen de forma asimétrica positiva.

e. Análisis de servicios educativos por nivel.

De forma global, se analizó la cantidad de escuelas públicas y privadas que hay en Yucatán por cada nivel educativo, a fin de poder identificar cuáles son los niveles escolares que tienen mayor carencia de apoyo público como lo muestra la Figura 4

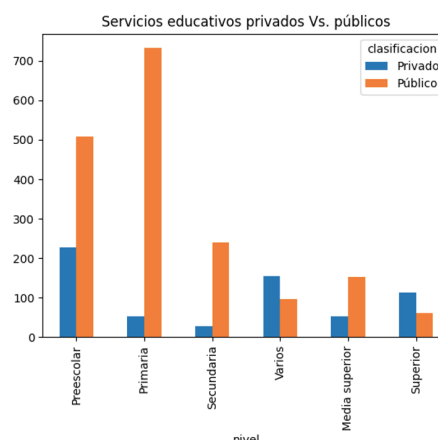


Figura 4. Escuelas públicas y privadas en Yucatán según su nivel.

En la Figura 4 se observa que existen más escuelas públicas para los niveles de educación básica, es decir para preescolar, primaria y secundaria; y conforme va aumentando el nivel educativo la diferencia entre la cantidad de escuelas públicas y privadas se hace menos pronunciada, hasta que para el nivel superior que cuenta con más escuelas privadas que públicas.

f. Análisis de los tipos de servicios de salud públicos.

Se define como servicios de salud públicos a todas aquellas unidades que brindan cualquier tipo de atención médica de forma pública, desde hospitales especializados hasta consultorios generales. Por lo tanto, al ser tan variados en capacidad y nivel de servicio, era de interés comprender qué tipo de servicios de salud son los que cuentan con mayor presencia en el estado y cuáles son los que menos abundan. En la Figura 5 se representa la proporción de cada uno de los tipos de servicios de salud públicos en Yucatán.

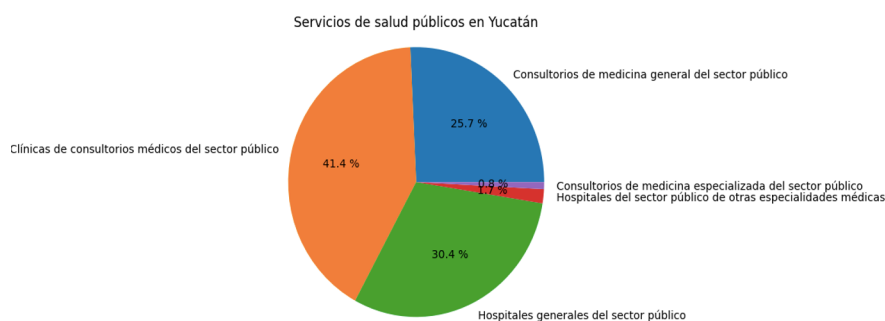


Figura 5. Tipos de servicios de salud públicos en Yucatán

Con un 41.4%, las clínicas de consultorios médicos del sector público son las que tienen mayor presencia en el estado. Estas clínicas, de acuerdo con el SCIAN 2020, se pueden definir como “unidades económicas del sector público dedicadas principalmente a proporcionar servicios de consulta médica externa general o especializada en lugares que agrupan un conjunto de consultorios médicos que ofrecen sus servicios bajo la misma razón social. Estos servicios son prestados por profesionistas con estudios mínimos de licenciatura en medicina”. Si bien brindan atención básica general, estas clínicas no son hospitales completos que puedan atender toda clase de emergencias y necesidades médicas.

g. Análisis de servicios de salud públicos vs. población por municipio.

En un escenario ideal, mientras más habitantes haya en un municipio mayor cantidad de centros de salud públicos debe de haber; sin embargo, se analizó la relación que hay entre estos dos factores en los municipios de Yucatán y no todos siguen esta tendencia positiva como lo muestra la Figura 6.

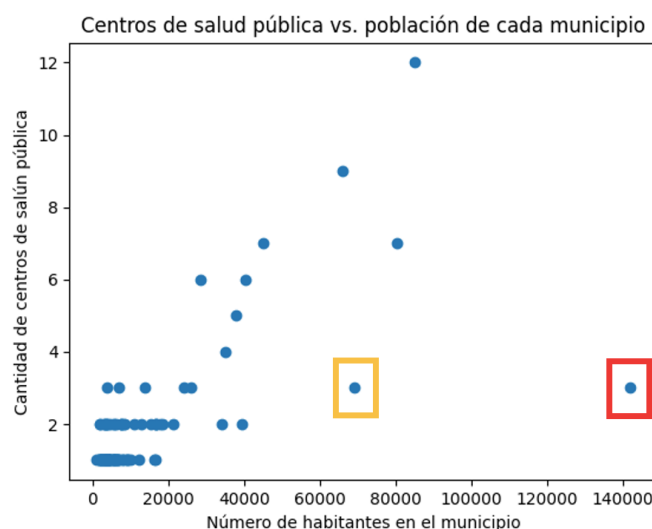


Figura 6. Dispersión de centros de salud pública vs. población.

Se puede ver que sí existe una tendencia positiva en la que mientras más habitantes más centros de salud públicos hay, pero hay registros que se encuentran muy desviados de esta tendencia, como es el caso de Umán y Kanasín (señalados en recuadros amarillo y rojo respectivamente).



Umán cuenta con 69,136 habitantes y Kanasín con 141,957 habitantes; y a pesar de ser municipios grandes, solo cuentan con 3 centros de atención médica públicos cada uno. Esto a primera instancia, los señala como municipios de alta necesidad en cuanto a sus servicios de salud públicos.

Representación de los datos

Una vez comprendido el panorama general de la situación de los servicios educativos y de salud en Yucatán, se optó por cuantificar la carencia de servicios de cada municipio, para identificar a los municipios de mayor necesidad. Para ello se realizó el cálculo de índices de densidad de población por servicio, utilizando las siguientes fórmulas.

Para servicios educativos, el índice se calculó por cada nivel educativo:

$$I = \frac{(\text{No. de habitantes en edad escolar})}{(\text{Cantidad de escuelas del nivel})}$$

Para nivel preescolar, se utilizó la población de 3 a 5 años; para primaria, se utilizó la población de 5 a 11 años; para secundaria, se utilizó la población de 12 a 14 años; para preparatoria, se utilizó la población de 15 a 17 años; y para universidad, de 18 a 24 años.

Para servicios de salud, el índice se calculó utilizando la población global:

$$I = \frac{(\text{Población total del municipio})}{(\text{Cantidad de centros de salud en el municipio})}$$

El resultado de los índices indica la cantidad de habitantes que tendrían que atender en cada unidad de servicio para poder satisfacer la demanda. Por ejemplo, si un municipio tiene un $I=400$ para sus primarias, significa que en cada primaria debería atender 400 alumnos para poder satisfacer a toda la población que tiene en esa edad escolar. En el cuadro 3 se presenta el índice para cada uno de los niveles educativos de los municipios, y de acuerdo con los resultados, los municipios con mayor grado de necesidad son los siguientes.

Cuadro 3. Índice sobre cantidad de alumnos que atender por escuela

Municipio	Preescolar	Primaria	Secundaria	Preparatoria
Yaxcabá	502	1047	1026	992
Abalá	167	656	362	359
Kanasín	399	593	1557	3723
Chankom	247	539	288	99
Tixcacalcupul	252	489	523	528

Para visualizar de forma gráfica los datos, la Figura 7 presenta un mapa de calor. El mapa muestra con mayor intensidad de color aquellos municipios con mayor grado de carencia de servicios.

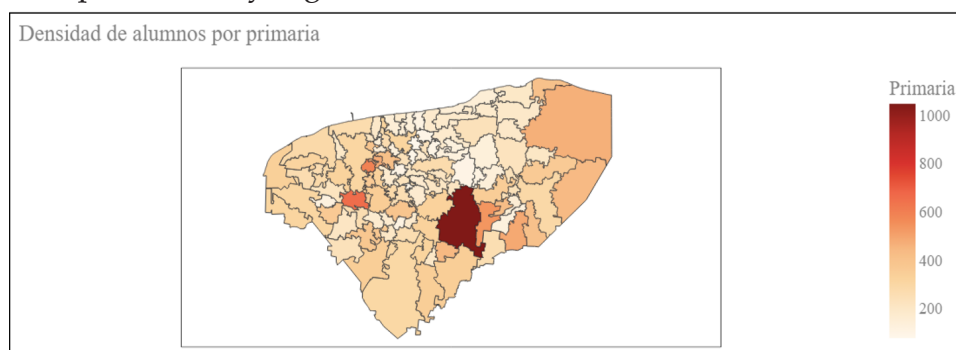


Figura 7. Mapa de calor de la densidad de alumnos en escuelas primarias de Yucatán.

En nivel primaria, el municipio con mayor carencia es Yaxcabá, que tendría que atender a 1,047 alumnos en cada una de sus 2 escuelas primarias.

Como lo muestra la Figura 8, en nivel secundaria el municipio con mayor carencia es Kanasín, al contar con solo 5 secundarias. Cada una tendría que atender a 1,557 alumnos.

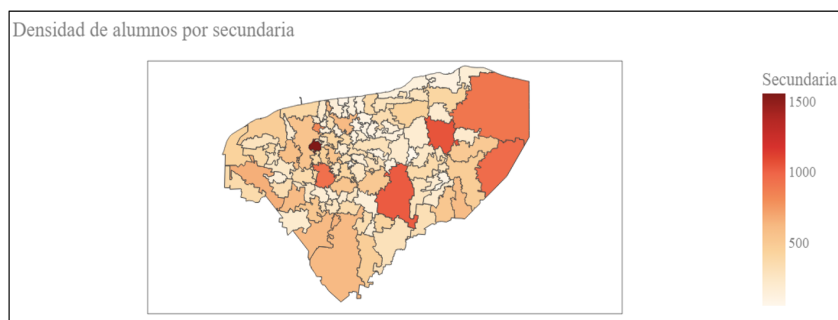


Figura 8. Mapa de calor de la densidad de alumnos en escuelas secundarias de Yucatán

De igual manera, como evidencia la Figura 9, Kanasín es el municipio con mayor carencia a nivel preparatoria. puesto que tendría que atender a 3,723 alumnos en cada una de las 2 preparatorias que tiene.

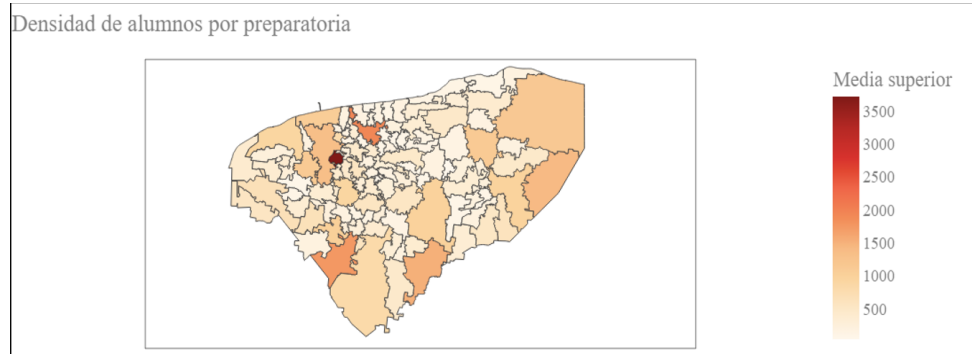


Figura 9. Mapa de calor de la densidad de alumnos en escuelas preparatorias de Yucatán

Conclusiones

En Yucatán existe una atención desigual de los servicios educativos y de salud, lo cual se ha visualizado en el análisis de este trabajo, lo anterior es debido a que la localización y la cantidad de dichos servicios son escasos y, por tanto, no se logra satisfacer toda la demanda.

Entre los resultados, se vislumbra a Kanasín y Yaxcabá como municipios de mayor carencia de servicios educativos, es decir, se tiene mayor población con edad de cursar un nivel educativo y no hay la suficiente infraestructura para poder responder a dicha demanda; por otro lado, en Umán y Kanasín son municipios de más necesidad de servicios de salud, en lo cual se identifica que el municipio de Kanasín tiene una carencia de ambos servicios para poder atender a su población.

Si bien, estos resultados no toman en consideración la cercanía que estos municipios pudiesen tener con los servicios de las localidades colindantes, brindan un primer acercamiento para la planeación de nuevas escuelas y hospitales en el estado de Yucatán.

Es importante que las decisiones de dónde construir nuevos centros educativos y de salud sean realizadas con un enfoque estratégico, que priorice reducir la falta de acceso a la educación y servicios básicos de salud, y tome primordialmente en cuenta a aquellos municipios que actualmente cuentan con una sobredemanda de dichos servicios.

Referencias

1. Brundtland GH. What is sustainable development. Our Common Future. 1987;8(9).
2. Castaño Martínez C. Los pilares del desarrollo sostenible: sofisma o realidad [Internet]. instname:Universidad Santo Tomás. Universidad Santo Tomás; 2020 [citado 17 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/23249>
3. Hák T, Janoušková S, Moldan B. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. Ecol Indic. 1 de enero de 2016;60:565-73.
4. Strange T, Bayley A. Sustainable Development: Linking Economy, Society, Environment [Internet]. OECD; 2008 [citado 6 de octubre de 2024]. (OECD Insights). Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/sustainable-development_9789264055742-en
5. Singh RK, Murty HR, Gupta SK, Dikshit AK. An overview of sustainability assessment methodologies. Ecol Indic. 1 de abril de 2012;15(1):281-99.
6. St Flour PO, Bokhoree C. Sustainability Assessment Methodologies: Implications and Challenges for SIDS. Ecologies. septiembre de 2021;2(3):285-304.
7. van der Aalst W. Data Science in Action. En: van der Aalst W, editor. Process Mining: Data Science in Action [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2016 [citado 19 de octubre de 2024]. p. 3-23. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4_1