



Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey

Modelación Estadística para la Toma de Decisiones
MA1001B.201

Reporte del Reto:

El fenómeno de la Pandemia del Covid-19 a través del análisis de datos

Profesor/a:

Dra. Blanca R. Ruiz Hernández
Dra. María Guadalupe Tobías Lara

Autoría:

David Fernando Armendáriz Torres

A01570813

23 de octubre de 2022

RESUMEN

La problemática abordada en este reporte concierne a la pandemia resultante del COVID-19. Se busca comprender y analizar la relación que tiene la mortandad del SARS-COV-2 con la comorbilidad de la diabetes en México.

Con esto en mente se generó una muestra de 120,000 objetos, compuesta de 60,000 individuos con diabetes y 60,000 sin. Sobre esta muestra se utilizó principalmente estadística inferencial, para comprobar la veracidad de diversas aseveraciones y generar estimaciones de valor sobre la población objetivo.

Este análisis demostró, a un nivel de confianza del 95%, que la presencia de diabetes reduce la tasa de supervivencia de un paciente. De manera similar la presencia de diabetes incrementa la probabilidad de ser intubado y desarrollar neumonía como resultado del SARS-COV-2.

INTRODUCCIÓN

El COVID-19 surgió a finales del año 2019 y en marzo 11 del 2020, después de más de 118,000 casos confirmados en 114 países, la OMS declaró el COVID-19 una pandemia de nivel mundial. Esta pandemia fue un fenómeno para el cual la mayor parte del mundo no estaba preparado, el SARS-COV-2 resultó en mas de 6.5 millones de muertes y 600 millones de contagios a nivel mundial, así como graves impactos en la infraestructura social y económica de las naciones.

En México, la pandemia visibilizó la deficiente infraestructura y gestión que se tiene ante crisis globales de esta naturaleza, la microbióloga y doctora en Ciencias Médicas por la universidad de Harvard, Laurie Ann Ximénez-Fyvie mencionó en una entrevista con BBC (2021) “Nunca México ha tenido una estrategia para detener los contagios. ... Aquí no se procuran contener los contagios, solo se deja que la gente se siga infectando, pero tratando de administrarlos en el tiempo para no saturar los hospitales.”

A esto se le suma el pobre estado de salud de la población mexicana de la cual un gran porcentaje padece comorbilidades. Como resultado México se posiciona en 5to lugar a nivel mundial con respecto a muertes ocasionadas por el COVID-19 a pesar de ser el país número 19 en casos totales.

Una de dichas comorbilidades que presenta un grave problema en el país es la diabetes. El catedrático y miembro del Colegio Nacional Alejandro Frank Hoeflich, mencionó en una transmisión en vivo de la dependencia (2022) “Hay cerca de 14 millones de mexicanos que la padecen, 11 millones más que tienen síntomas y ha sido una de las causas importantes de la mortandad también por Covid 19. Además, está asociada con la obesidad, que enfrentan cerca del 70% de la población”.

Con esto en mente, se busca abordar el fenómeno de la pandemia del COVID-19 a través de un análisis de datos que permita comprender su comportamiento y visibilizar el impacto que ciertos factores pueden tener sobre este. Dado todo lo anterior el enfoque de este análisis está dictado por la siguiente pregunta rectora: De los clasificados como positivos a Covid, ¿en qué proporción las personas sin diabetes tienen más posibilidades de sobrevivir que las que tienen diabetes en lo que va de este año? ¿Es la misma proporción que la de hace un año?

A esto se planea responder mediante el uso de diversas herramientas estadísticas para calcular las tasas de supervivencia de un paciente confirmado de SARS-COV-2, dado que este padezca o no de diabetes. Ante esta información, muestral, se planea dar uso de estadística inferencial para generar información de valor y comprobar aseveraciones sobre la relación entre la comorbilidad y la tasa de defunción.

Adicionalmente, con la intención de profundizar y generar conclusiones suplementarias sobre la relación entre la comorbilidad y el progreso de la enfermedad, se analizara el número de días desde el inicio de la sintomatología hasta la defunción y la proporción de pacientes que fueron intubados o desarrollaron neumonía como resultado del SARS-COV-2.

METODOLOGÍA

ENFOQUE

A lo largo de este escrito, se da uso de diversos conceptos estadísticos para dar respuesta a la pregunta rectora, así como profundizar en el tema. A continuación, se presentan los conceptos y herramientas junto con el uso que les fue dado.

Teoría de Probabilidad

- Cálculo de tasas de supervivencia, \bar{p} , con base en diversos estratos, de la muestra.

Estadística Inferencial

- Muestreo aleatorio estratificado no proporcional
- Estimación puntual de diferencia de tasas de supervivencia, $P_A - P_B$, y medias $\mu_A - \mu_B$.
- Estimación por intervalo de diferencia de tasas de supervivencia, $P_A - P_B$, y medias $\mu_A - \mu_B$.
-
- Pruebas de hipótesis sobre aseveraciones a validar, H_0 & H_A .
 - Prueba de Independencia entre año (2020, 2021 & 2022) y defunción (difunto, sobreviviente).

Estadística Descriptiva

Elementos Gráficos

- Gráficos de barras
- Gráficos de caja y bigote
- Tablas de Contingencia

Software

- R (lenguaje programación)
 - Librerías:
 - sampling
 - e1071
 - plyr

VARIABLES DE INTERES

Las siguientes variables de interés vinculadas se analizaron para responder la pregunta rectora.

Fecha de defunción: Identifica la fecha en que el paciente falleció en caso de haberlo hecho.

Diabetes: Identifica si el paciente presenta diabetes.

Las siguientes variables de interés vinculadas se analizaron para proveer información adicional pertinente al progreso de la enfermedad.

Fecha de síntomas: Identifica la fecha en que inició la sintomatología del paciente.

Neumonía: Identifica si al paciente se le diagnosticó con neumonía.

Intubado: Identifica si el paciente requirió de intubación.

Días desde inicio de sintomatología hasta defunción: Cuantifica el periodo de tiempo desde que el paciente inició la sintomatología hasta su defunción, en caso de haber fallecido.

Ya que las variables son cualitativas, no se realizará un análisis exploratorio (descriptivo) inicial sobre ellas. Los días desde inicio de sintomatología hasta defunción son la excepción a esto y se presenta más adelante.

MUESTREO

El análisis pertinente a la pregunta rectora se realizó sobre una muestra aleatoria estratificada compuesta de 120,000 objetos y una población estadística de 40 variables. Esta muestra está compuesta de 60,000 individuos con diabetes y 60,000 sin diabetes, cuyas entradas proveen información relevante al análisis, es decir, no poseen datos ausentes o datos “no especificados”. La muestra se generó sobre la base de datos del COVID 19 en México proporcionada por la Secretaría de Salud del Gobierno de México. Sobre dicha base de datos se llevó a cabo una depuración y limpieza previo al proceso de muestreo. Los criterios con base en los cuales se depuraron las entradas son los siguientes:

- Eliminar entradas con datos ausentes, NaNs.
- Eliminar entradas donde haya fechas de defunción irracionales, es decir, previas al inicio de la sintomatología o al ingreso del paciente a la unidad de atención.
- Eliminar entradas de casos NO confirmados de SARS-COV-2.
- Eliminar entradas carentes de información (“no especificada”, “no se sabe” o “no aplica”) sobre:
 - Presencia de diabetes en el paciente.
 - Entidad federativa de nacimiento del paciente.
- Eliminar entradas carentes de información (“no especificada” o “no se sabe”) sobre:
 - Si el paciente desarrolló neumonía.
 - Si el paciente fue intubado.

Es importante mencionar el razonamiento detrás del proceso de muestreo. La depuración de la base de datos original se realizó con el objetivo de garantizar que la muestra contenga objetos con información pertinente a las variables de interés que se pudiera analizar. La proporción muestral se diseñó con la pregunta rectora en mente; esta concierne a las tasas de

supervivencia de pacientes con y sin diabetes, y ya que estas no se ven afectadas por la proporción de la población que padece de la comorbilidad, se consideró prudente generar estratos que contengan la mayor cantidad de información sobre la población. Además, el haber generado una muestra con estratos proporcionales a la población que padece de la comorbilidad habría generado una disparidad masiva, e indeseable, en la magnitud de la información que contiene cada estrato.

PROPORCIONES

Las siguientes proporciones / tasas se calcularon mediante el uso de conceptos de probabilidad clásica sobre la muestra y se manejaron como estimadores puntuales de la población objetivo.

Tasas de supervivencia SARS-COV-2 | Datos Muestrales

Diabetes	2022	2021	NL	CDMX	Total Muestral
Si	0.9491	0.7854	0.8476	0.8901	0.8196
No	0.9948	0.9572	0.9750	0.9814	0.9701

Proporción de pacientes que desarrollaron neumonía o fueron intubados como resultado del SARS-COV-2 | Datos Muestrales

Diabetes	Neumonía	Intubación
Si	0.2434	0.0444
No	0.0538	0.0078

Estadística Inferencial

Observando las tasas y proporciones presentadas, se puede discernir una tendencia, sin embargo, para poder generar conclusiones de valor con cierto nivel de confianza sobre la población se debe utilizar estadística inferencial. Con esto en mente se generaron pruebas de hipótesis y estimaciones por intervalo sobre diversas diferencias de proporciones. Los resultados se presentan a continuación, junto con algunas generalidades pertinentes.

Generalidades | Diferencia de proporciones:

- Nivel de Confianza: 95%
- Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$
- $H_0: P_A - P_B = 0$
- Estadístico:

$$Z^* = \frac{(\bar{p}_A - \bar{p}_B)}{\sqrt{\bar{p}_C(1 - \bar{p}_C)\left(\frac{1}{n_A} - \frac{1}{n_B}\right)}}, \quad \bar{p}_C = \frac{n_A\bar{p}_A + n_B\bar{p}_B}{n_A + n_B}$$

Supuestos:

- $n_A \bar{p}_A > 10 \rightarrow$ Se cumple
- $n_A(1 - \bar{p}_A) > 10 \rightarrow$ Se cumple
- $n_B \bar{p}_B > 10 \rightarrow$ Se cumple
- $n_B(1 - \bar{p}_B) > 10 \rightarrow$ Se cumple
- $H_0: P_A - P_B = 0$
- Se rechaza la hipótesis nula (RH_0) sí
 - $|Z^*| > |Z_0|$
 - $\text{valor } p < \alpha$
- Error máximo del intervalo de confianza:

$$\left(Z_{\alpha/2}\right) \sqrt{\bar{p}_C(1 - \bar{p}_C) \left(\frac{1}{n_A} - \frac{1}{n_B}\right)}, \quad \bar{p}_C = \frac{n_A \bar{p}_A + n_B \bar{p}_B}{n_A + n_B}$$

- CCM: Con comorbilidad (diabetes)
- SCM: Sin comorbilidad (diabetes)

Resultados | Diferencia de proporciones:

P_A	H_A	P_B	$ Z^* $	$ Z_0 $	Valor p	Conclusión	$P_A - P_B$
SCM	>	CCM	84.96	1.64	~0	RH_0	[0.147, 0.154]
2022	>	2021	59.80	1.64	~0	RH_0	[0.104, 0.111]
2022 SCM	>	2022 CCM	31.18	1.64	~0	RH_0	[0.043, 0.049]
2021 SCM	>	2021 CCM	52.62	1.64	~0	RH_0	[0.165, 0.178]
2022 CCM	>	2021 CCM	46.34	1.64	~0	RH_0	[0.157, 0.171]
2022 SCM	>	2021 SCM	27.97	1.64	~0	RH_0	[0.035, 0.040]
NL	≠	CDMX	6.91	1.96	~0	RH_0	[-0.031, -0.018]
NL CCM	≠	CDMX CCM	6.28	1.96	~0	RH_0	[-0.056, -0.029]
NL SCM	≠	CDMX SCM	2.31	1.96	0.010	RH_0	[-0.016, -0.001]
Intubación CCM	>	Intubación SCM	39.7	1.64	~0	RH_0	[0.035, 0.038]
Neumonía CCM	>	Neumonía SCM	92.3	1.64	~0	RH_0	[0.186, 0.194]

Estos resultados nos indican que en todos los casos se rechaza la hipótesis nula, es decir, se puede afirmar que entre todas las proporciones comparadas hay diferencia significativa y como resultado se infieren las hipótesis alternas.

Adicionalmente, se realizó una prueba de independencia entre el año (2020, 2021 & 2022) y la defunción (difunto o sobreviviente) de un paciente que generó los siguientes resultados.

H_0	H_A	Valor p	α	Conclusión
Independencia	Dependencia	< 2.2e-16	0.05	Dependencia

Es de interés mencionar que sería posible realizar un análisis de varianza, sin embargo, dado que este no proporcionaría nueva información relevante, se consideró innecesario.

NÚMERO DE DÍAS DESDE INICIO DE LA SINTOMATOLOGÍA HASTA DEFUNCIÓN

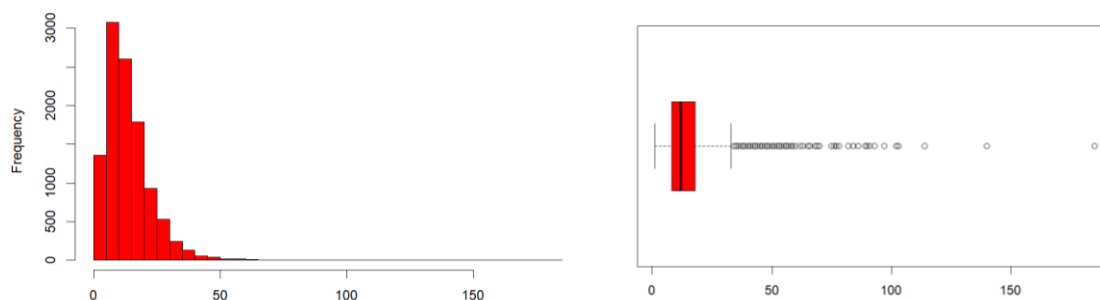
Buscando proveer información adicional sobre el impacto de la diabetes en un paciente afligido por SARS-COV-2 se analizó el número de días desde el inicio de la sintomatología hasta la defunción, en caso de que el paciente haya fallecido.

Estadística Descriptiva

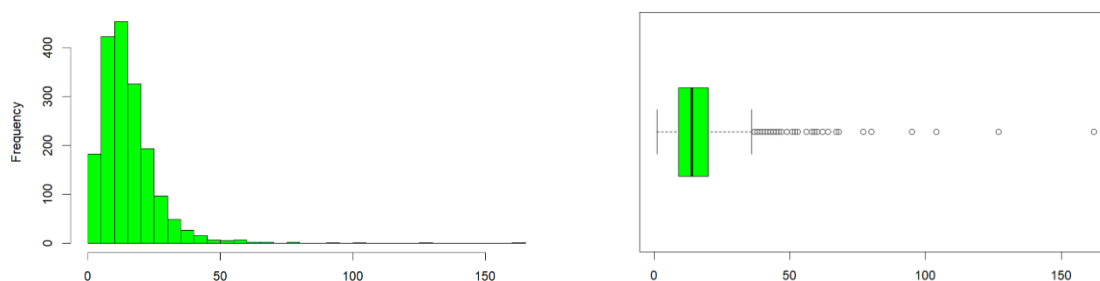
Diabetes	D. Est.	Varianza	IQR	Rango	Curtosis	Media	Mediana
Sí	9.41	88.49	10.00	184.00	21.58	14.14	12.00
No	11.01	121.32	11.00	161.00	29.12	15.74	14.00

Gráficos

Días de desde la presencia de síntomas hasta la defunción del paciente CON diabetes



Días de desde la presencia de síntomas hasta la defunción del paciente SIN diabetes



Sobre esta estadística descriptiva y gráficos, lo mas importante a notar es el gran sesgo hacia la derecha que tienen los datos, por lo cual la mediana muestral sería un mejor estimador puntual que la media muestral de la media de la población. Sin embargo, ya que la estimación por intervalo y pruebas de hipótesis sobre la mediana se encuentran fuera del alcance del curso por parte del cual se realiza este análisis, la estadística inferencial que se presenta a continuación se realiza sobre la diferencia de medias.

Estadística Inferencial

Diferencia de medias:

- Nivel de Confianza: 95%
- Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$
- $H_0: \mu_{SCM} - \mu_{CCM} = 0$
- $H_A: \mu_{SCM} - \mu_{CCM} > 0$
- Estadístico:

$$Z^* = \frac{(\bar{X}_{SCM} - \bar{X}_{CCM})}{\sqrt{\frac{s_{SCM}^2}{n_{SCM}} + \frac{s_{CCM}^2}{n_{CCM}}}}$$

Supuestos:

- $n_{SCM} > 40 \rightarrow$ Se cumple
- $n_{CCM} > 40 \rightarrow$ Se cumple
- $H_0: \mu_A - \mu_B = 0$
- Se rechaza la hipótesis nula (RH_0) sí
 - $|Z^*| > |Z_0|$
 - $valor\ p < \alpha$
- Error máximo del intervalo de confianza:

$$\left(Z_{\alpha/2}\right) \sqrt{\frac{s_{SCM}^2}{n_{SCM}} + \frac{s_{CCM}^2}{n_{CCM}}}$$

- CCM: Con comorbilidad (diabetes)
- SCM: Sin comorbilidad (diabetes)

μ_{SCM}	μ_{CCM}	$ Z^* $	$ Z_0 $	Valor p	Conclusión	$P_A - P_B$
15.74	14.14	7.27	1.64	~0	RH_0	[1.461, 2.539]

Esto indica que se rechaza la hipótesis nula y se infiere la alterna, es decir, hay una diferencia significativa entre ambas medias, y es probable que la media de días de pacientes con diabetes sea menor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en lo presentado con anterioridad, se puede dar respuesta a nuestra pregunta rectora: De los clasificados como positivos a Covid, ¿en qué proporción las personas sin diabetes tienen más posibilidades de sobrevivir que las que tienen diabetes en lo que va de este año? ¿Es la misma proporción que la de hace un año?

Se presenta nuevamente la tabla de tasas de supervivencia ante el SARS-COV-2 para facilitar la comprensión de las conclusiones. Es importante recalcar que dichas tasas son meramente estimadores puntuales de la población.

Diabetes	2022	2021	NL	CDMX	Total Muestral
Si	0.9491	0.7854	0.8476	0.8901	0.8196
No	0.9948	0.9572	0.9750	0.9814	0.9701

Se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que la presencia de diabetes en un paciente afligido por SARS-COV-2, en general, reduce su probabilidad de sobrevivir por un valor entre [14.7%, 15.4%]. A su vez, la tasa de supervivencia aumento en general por un valor entre [10.4%, 11.1%] desde 2021 hasta lo que va del 2022.

Si se habla específicamente de lo que va del año 2022 comparado con el año 2021, la tasa de supervivencia de los pacientes sin diabetes en el año 2022 se estima en un 99.48% un valor mayor que el de aquellos con diabetes por un porcentaje de entre [4.3%, 4.9%]. Esta diferencia es mucho mayor a comparación del año 2021 donde fue de entre [16.5%, 17.8%], dada una tasa de supervivencia de pacientes sin diabetes estimada en el 95.72%.

También es posible observar que la tendencia de la diabetes a reducir las posibilidades de sobrevivir de un paciente se puede interpolar a ciertas específicas entidades de la república como lo son Nuevo León y Ciudad de México donde las tasas de supervivencia se estimaron en 84.76% y 89.01% con diabetes y 97.50% y 98.14% sin diabetes, respectivamente.

Asimismo, dada la información sobre la proporción de pacientes intubados y aquellos que desarrollaron neumonía como resultado del SARS-COV-2, se puede afirmar, nuevamente con un nivel de confianza del 95%, que la diabetes incrementa las posibilidades de que un paciente desarrolle neumonía o requiera ser intubado por valores entre [18.6%, 19.4%] y [3.5%, 3.8%] respectivamente. De manera similar aquellos pacientes que fallecieron como resultado del SARS-COV-2, lo hicieron, en promedio más rápido por un valor de entre [1.5, 2.5] días.

Habiendo presentado estas conclusiones es imperativo, a su vez, dar a conocer las limitaciones de este estudio.

- Todos los valores presentados son una mera estimación realizada a base de una muestra sobre una población, por ende, siempre existe una posibilidad de que dichos resultados no sean verdaderamente representativos de la población.
- La muestra contiene entradas de pacientes que pueden o no poseer otras comorbilidades además de la diabetes. Dado que la diabetes se suele presentar en conjunto con otras comorbilidades que a su vez se relacionan con el impacto del SARS-COV-2, como la hipertensión, los resultados se pudieron haber visto sesgados por la presencia de dichas comorbilidades.
- La mediana muestral era un mejor estimador sobre la media poblacional de días desde el inicio de la sintomatología a la defunción, sin embargo, el análisis se limitó a usar la media muestral como el estimador.
- Los resultados del estudio están sujetos a la información proporcionada por la muestra generada sobre la base de datos la cual presentaba ciertos errores e incoherencias. Se llevaron a cabo esfuerzos para eliminarlos, sin embargo, es posible que haya errores dentro de la muestra los cuales no hayan sido identificados.
- Sobre el análisis se realizaron los siguientes supuestos:
 - Las entradas dentro de la base de datos original correspondientes a “No aplica”, “Se ignora” y “No especificado” no contienen información relevante para el análisis. Las estadísticas poblacionales “Neumonía” e “Intubado” fueron una excepción a esto, donde “No aplica” se tomó como un “No”.
 - La distribución de todos los datos manejados es normal, esto con base en el teorema central del límite.

Por último, con el objetivo de fomentar mas investigación acerca del tema se plantean las siguientes preguntas que se suscitaron a partir del análisis.

- ¿Qué efecto tiene el número de comorbilidades de un paciente en la tasa de supervivencia ante el SARS-COV-2? ¿Tiene esto una relación con la progresión de la enfermedad?
- ¿La vacuna ante el SARS-COV-2 ha tenido algún efecto sobre la tasa de supervivencia los pacientes? ¿La presencia de la diabetes influye de alguna manera en la efectividad de la vacuna?
- ¿Cómo afecta a la presencia de diabetes e hipertensión la tasa de supervivencia de un paciente ante el SARS-COV-2? ¿Tienen estas comorbilidades algún efecto sobre la progresión de la enfermedad?

REFERENCIAS

- Bases De Datos COVID 19 En México*, 2022. *Bases De Datos COVID 19 En México*, https://datos.gob.mx/busca/dataset/informacion-referente-a-casos-covid-19-en-mexico/resource/b87ec128-6938-433a-ba6c-ce6dc6f95eb2?inner_span=True. Accessed 23 Oct. 2022.
- “CDC Museum Covid-19 Timeline.” *Centers for Disease Control and Prevention*, Centers for Disease Control and Prevention, 16 Aug. 2022, <https://www.cdc.gov/museum/timeline/covid19.html>.
- “Diabetes, La Otra Pandemia En México: Alejandro Frank.” *Quadratín*, 28 Sept. 2022, <https://oaxaca.quadratin.com.mx/diabetes-la-otra-pandemia-en-mexico-alejandro-frank/>.
- Díaz, Marco Gonzáles. “Coronavirus: ‘En México No Es Que No Hayan Sabido Qué Hacer Con La Pandemia, Es Que Tomaron La Decisión De No Hacerlo.’” *BBC News Mundo*, BBC, 2 Mar. 2021, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-56220420>.
- Mathieu, Edouard, et al. “Coronavirus (COVID-19) Vaccinations.” *Our World in Data*, 5 Mar. 2020, <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=MEX>.

AUTOEVALUACIÓN

PROPOSITO

A mi parecer, esta actividad de aprendizaje contaba con varios propósitos. El primero de estos, y el más claro, es el de poner en práctica y afianzar los conocimientos y habilidades adquiridas en clase con información de la vida real. No obstante, creo yo que el principal propósito de la actividad yace en inculcar y desarrollar dentro de los alumnos las habilidades pertinentes al análisis crítico de datos y solución de problemas con base en esto. Es pensamiento que con la situación problema se esperaba que nosotros los alumnos, fuéramos capaces de realizar lo siguiente:

- Comprender una problemática, es decir, los datos y el contexto al que pertenecen.
- Comprender el contenido de una base de datos e identificar que de este contenido es de utilidad para la resolución de la problemática.
- Desarrollar un curso de acción con un enfoque en la pregunta rectora con base en el cual identificar y emplear las herramientas y conceptos estadísticos de utilidad.
- Realizar un análisis crítico y objetivo sobre los resultados obtenidos identificando limitaciones y generando conclusiones de valor estadístico.

ESTRATEGIA

Inicialmente no se contaba con un plan específico enfocado en la resolución de la situación problema, en cambio, inicialmente se buscaba comprender los datos e identificar que herramientas y conceptos estadísticos podrían ser utilizados sobre estos.

Tras haber seleccionado una pregunta rectora, el curso de acción a tomar se volvió mucho mas claro al estar enfocado en ciertas variables de interés específicas. Con esto en mente se generó una muestra representativa y de utilidad sobre la base de datos original y se identificaron las herramientas y procesos de utilidad para responder a la pregunta rectora, dejando de lado aquello irrelevante o innecesario.

Es pertinente mencionar, que en más de una ocasión se tuvo que modificar la muestra y las herramientas utilizadas conforme se iba avanzando en el proceso y nuevas complicaciones, o facilidades, aparecían.

RESULTADO

Creo yo que pude lograr el propósito de esta actividad de aprendizaje, tanto el de dar respuesta a la pregunta rectora, como el menciona con anterioridad. He de admitir que es posible que no lo haya hecho a la perfección o en completitud, sin embargo, fui capaz de identificar aquellos que se esperaba, aquello que logré y aquello que debo seguir desarrollando a futuro.

Adicionalmente, a través de esta actividad, dejando de lado el aprendizaje generado a base de dar respuesta a la pregunta rectora, pude identificar lo siguiente:

- Es de vital importancia el comprender completamente los datos con los que se trabaja. Ningún análisis de valor puede ser realizado sobre algo sobre lo que no se tiene conocimiento. De manera similar el no poseer un conocimiento completo sobre lo manejado, dificulta el proceso de planeación y análisis.
- Es de gran utilidad, antes de comenzar el análisis estadístico, generar un plan acción con base en el cual actuar. Esto implica identificar un objetivo y las herramientas y conceptos estadísticos que pueden ser aplicados y son de utilidad ante el objetivo.
- Existen diversas herramientas con las que se puede llegar a cumplir un mismo objetivo, sin embargo, algunas de estas herramientas o conceptos son mas efectivas que otras. Es por esto que es ideal considerar, y tal vez emplear, estas diversas herramientas para poder identificar cual es ideal utilizar ante la problemática con base en sus resultados y limitaciones.

ANEXOS

Muestra & documentos de análisis en R:

<https://drive.google.com/drive/folders/1iqepPgHG8SgfsudSCdTR1FeicP8H1jNW?usp=sharing>