

CoderHouse

Curso Data Science

Informe del Proyecto Final

**Análisis socioeducativo de los habitantes de la Ciudad de
Buenos Aires**

Profesor: Damian Dapuetto

Tutor: Héctor Alonso

Grupo de Trabajo:

Lucia Buzzeo, Lucia Hukovsky,
Jose Saint German, Juan Martín Carini

6 de septiembre de 2022



Índice

1. Introducción	3
1.1. Resumen del proyecto	3
1.2. Objetivos del proyecto	3
1.3. Definición de la fuente de información	3
2. Planificación	3
3. Introducción a las variables: Análisis exploratorio de los datos	4
3.1. Análisis univariado	6
3.1.1. Género y edad	6
3.1.2. Comuna	6
3.1.3. Ingreso familiar per cápita	7
3.1.4. Años de escolaridad	8
3.1.5. Máximo nivel educativo (Target)	8
3.2. Análisis bivariado	9
3.2.1. Comparación entre variables numéricas	10
3.2.2. Comparación de variables categóricas con numéricas	10
3.2.3. Variable numéricas con comuna	13
3.3. Análisis multivariado	14
4. Modelos analíticos	17
4.1. Tratados de nulos	18
4.2. Target	19
4.2.1. Borrado de variables	19
4.3. Procesamiento	20
4.4. Árbol de decisión	20
4.4.1. Primer modelo	20
4.4.2. Segundo modelo	21
4.4.3. Gridsearch con CV	21
4.5. Random Forest Classifier	22
4.5.1. Primer modelo	22
4.5.2. Segundo modelo	22
4.5.3. Gridsearch con CV	23
5. Conclusiones	24

1. Introducción

1.1. Resumen del proyecto

La ciudadanía es un concepto jurídico, filosófico y político que ha sido creado para designar a una persona física que constituye una sociedad o entidad territorial. Para las personas que forman parte de una comunidad, ciudadanos, resulta de suma importancia sentirse representados por los demás integrantes de la misma, mediante políticas públicas que abarquen sus necesidades y requerimientos.

La toma de datos demográficos y la estadística son dos herramientas primordiales a la hora de identificar requerimientos de los integrantes de una comunidad. Dichas herramientas describen, de forma cuantitativa, a la sociedad bajo estudio. Precisamente, los censos y la estadística son la fuente primaria de información para la planificación económica y social de una población, por parte de sus representantes.

En el caso particular de Argentina, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) es el organismo público que ejerce la dirección superior de todas las actividades estadísticas oficiales que se realizan en el país. La información que produce el INDEC es una herramienta básica para la planificación de políticas públicas, así como para las investigaciones y proyecciones que se realizan en los ámbitos académico y privado.

Al adentrarse y estudiar los índices correspondientes a uno de los ejes principales, educación, en un territorio delimitado, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, se ha encontrado una gran limitación relacionada con su acceso inequitativo para los diferentes actores de la sociedad.

Este hecho tiene consecuencias de índole social y económico para la población. Sin embargo, la principal problemática se da a nivel individual, y radica en el impedimento al acceso educativo para un porcentaje de la sociedad. Esto no ha resultado una novedad para el grupo, pero sí ha dado el pie a la búsqueda de una respuesta teórica a dicha disparidad, en concreto, a descubrir las principales variables que afectan el nivel educativo.

El análisis realizado en el marco del presente proyecto podría establecer una base de requerimientos que permitan generar políticas públicas efectivas, no solo en el ámbito educativo, sino en el económico, cultural, social y geográfico, entre otros.

1.2. Objetivos del proyecto

En el presente proyecto se persigue el objetivo de descubrir las principales variables intervinientes en el nivel máximo educativo alcanzado por la población de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA).

En concreto, con este proyecto se plantea el análisis de variables que podrían contribuir al nivel máximo educativo alcanzado por cada individuo en CABA. Las mismas se estudian tanto de forma independiente como entrelazadas. El alcance de dicho objetivo permitiría identificar posibles causas que derivan en la desigualdad de acceso educativo, y, en última instancia, generar políticas públicas eficaces que permitan subsanar dicha problemática.

De este objetivo principal se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si la ubicación geográfica del encuestado es determinante para alcanzar ciertos niveles educativos. De este objetivo se desprende determinar la relación entre el nivel educativo y la comuna del encuestado, así como la relación entre la misma variable y el hecho de que el encuestado habite en una villa de emergencia.
- Establecer la fuerza con la que el nivel socioeconómico afecta la variable target.
- Explorar la relación del target con otras variables, como el sexo del encuestado, la cantidad de hijos, la afiliación de salud o la edad.

1.3. Definición de la fuente de información

Para trabajar esta problemática, se ha recurrido a la Encuesta Anual de Hogares del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para el año 2019. El dataset está disponible en la base de datos abiertos del GCBA.

Esta encuesta contiene información demográfica, social, económica, educativa y de salud de 14319 habitantes de la Ciudad, la cual es una muestra representativa que permite obtener un vistazo de la población de la Ciudad.

2. Planificación

Estructura de los trabajos

Este trabajo se ha dividido en 3 partes:

1. **Introducción a las variables del problema:** Se realiza un análisis de las variables del dataset. En el mismo se busca conocer su performance dentro del dataset. A la vez, se investiga cómo las variables interactúan entre sí. Esta parte es lo que se conoce como análisis univariado, bivariado y multivariado

2. **Modelos analíticos:** En esta sección se llevan a cabo diversos modelos analíticos y algoritmos que sirven para alcanzar los objetivos seteados para el presente proyecto. Como la variable objetivo es categórica, se realizan diversos modelos de clasificación.
3. **Conclusión:** Se alcanzan conclusiones finales sobre los hallazgos. Además, se discuten posibles limitaciones y se plantean futuras líneas de análisis, a partir del análisis presente.

3. Introducción a las variables: Análisis exploratorio de los datos

Una vez cargado el dataset con el que vamos a trabajar, miramos sus variables, el tipo que son y si tienen nulls:

RangeIndex: 14319 entries, 0 to 14318
Data columns (total 31 columns):

#	Column	Non-Null Count	Dtype
0	id	14319 non-null	int64
1	nhogar	14319 non-null	int64
2	miembro	14319 non-null	int64
3	comuna	14319 non-null	int64
4	dominio	14319 non-null	object
5	edad	14319 non-null	int64
6	sexo	14319 non-null	object
7	parentesco_jefe	14319 non-null	object
8	situacion_conyugal	14318 non-null	object
9	num_miembro_padre	14319 non-null	object
10	num_miembro_madre	14319 non-null	object
11	estado_ocupacional	14319 non-null	object
12	cat_ocupacional	14319 non-null	object
13	calidad_ingresos_lab	14319 non-null	object
14	ingreso_total_lab	14319 non-null	int64
15	calidad_ingresos_no_lab	14319 non-null	object
16	ingreso_total_no_lab	14319 non-null	int64
17	calidad_ingresos_totales	14319 non-null	object
18	ingresos_totales	14319 non-null	int64
19	calidad_ingresos_familiares	14319 non-null	object
20	ingresos_familiares	14319 non-null	int64
21	ingreso_per_capita_familiar	14319 non-null	int64
22	estado_educativo	14319 non-null	object
23	sector_educativo	14316 non-null	object
24	nivel_actual	14319 non-null	object
25	nivel_max_educativo	13265 non-null	object
26	años_escolaridad	14257 non-null	object
27	lugar_nacimiento	14318 non-null	object
28	afiliacion_salud	14315 non-null	object
29	hijos_nacidos_vivos	6535 non-null	object
30	cantidad_hijos_nac_vivos	14319 non-null	object

dtypes: int64(10), object(21)
memory usage: 3.4+ MB

Ahora, en base a los datos arrojados por la tabla de arriba, generamos diversas transformaciones de variables, así como la creación de la variable “Target”, pues es la que usaremos para todo el análisis:

- Creamos la variable “Target” y le asignamos la variable “nivel_max_educativo”.
- En la variable “Target”, reducimos su dimensionalidad intercambiando los valores:
 - “Secundario/medio comun” y “EGB (1° a 9° año)” por “sec_completo”,
 - “Primario especial” y “Primario comun” por “prim_completo”,
 - “Sala de 5” por “inicial”,
 - “Otras escuelas especiales” por “superior”,
 - y por último a “No corresponde” por nulls.

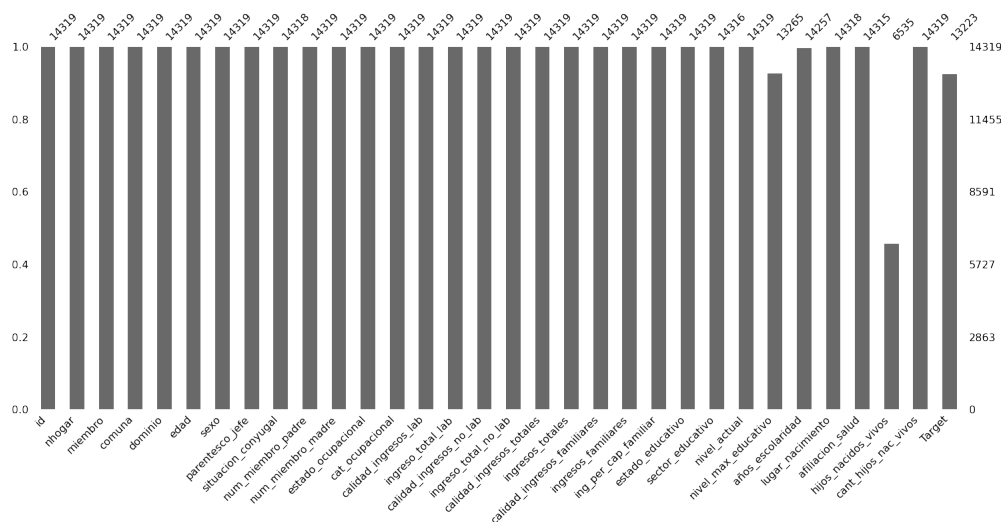
- Remplazamos los valores de “años_escolaridad” para que todos sean numéricos.
- En la variable “cantidad_hijos_nac_vivos” cambiamos el valor “no corresponde” como nulo, para luego cambiar el tipo de variable a entero.
- Las variables “comuna”, “id”, “nhogar” y “miembro” son de tipo numérico, pero deberían ser categóricas, por lo tanto transformamos su tipo a string.
- Por último renombramos algunas variables para que sean más cortas:
 - “dominio_Villas_de_emergencia” por “dominio_villas”,
 - “ingreso_per_capita_familiar” por “ing_per_cap_familiar”,
 - “cantidad_hijos_nac_vivos” por “cant_hijos_nac_vivos”.

A continuación detallamos un diccionario de las variables:

- **“id”** : Clave que identifica la vivienda,
- **“nhogar”** : La variable id + nhogar = clave que identifica a cada hogar”,
- **“miembro”** : Variables id + nhogar + miembro = clave que identifica cada persona”,
- **“comuna”** : Comuna donde reside la persona encuestada,
- **“edad”** : Edad de la persona encuestada,
- **“sexo”** : Sexo de la persona encuestada,
- **“parentesco_jefe”** : Parentesco entre la persona encuestada y el jefe de hogar”,
- **“situacion_conyugal”** : Situación conyugal de la persona encuestada,
- **“num_miembro_padre”** : Número de miembro que corresponde al padre,
- **“num_miembro_madre”** : Número de miembro que corresponde a la madre,
- **“estado_ocupacional”** : Situación ocupacional de la persona encuestada,
- **“cat_ocupacional”** : Categoría ocupacional de la persona encuestada,
- **“calidad_ingresos_lab”** : Calidad de la declaración de ingresos laborales totales,
- **“ingreso_total_lab”** : Ingreso total laboral percibido el mes anterior,
- **“calidad_ingresos_no_lab”** : Calidad de la declaración de ingresos no laborales totales”,
- **“ingreso_total_no_lab”** : Ingreso total no laboral percibido el mes anterior,
- **“calidad_ingresos_totales”** : Calidad de ingresos totales individuales,
- **“ingresos_totales”** : Ingreso total individual percibido el mes anterior,
- **“calidad_ingresos_familiares”** : Calidad de ingresos totales familiares,
- **“ingresos_familiares”** : Ingresos totales familiares percibido el mes anterior,
- **“ing_per_cap_familiar”** : Ingreso familiar per capita percibido el mes anterior,
- **“estado_educativo”** : Asistencia (pasada o presente) o no a algún establecimiento educativo”,
- **“sector_educativo”** : Sector al que pertenece el establecimiento educativo a que asiste”,
- **“nivel_actual”** : Nivel cursado al momento de la encuesta,
- **“nivel_max_educativo”** : Máximo nivel educativo que se cursó,
- **“años_escolaridad”** : Años de escolaridad alcanzados,
- **“lugar_nacimiento”** : Lugar de nacimiento de la persona encuestada,
- **“afiliacion_salud”** : Afiliación de salud de la persona encuestada,
- **“hijos_nacidos_vivos”** : Tiene o tuvo hijos nacidos vivos,

- “cant_hijos_nac_vivos” : Cantidad de hijos nacidos vivos,
- “dominio” : ¿la vivienda se ubica en una villa de emergencia?,
- “Target” : Nivel máximo educativo.

Y comenzamos el analisis EDA del mismo, primero analizando los nulos:

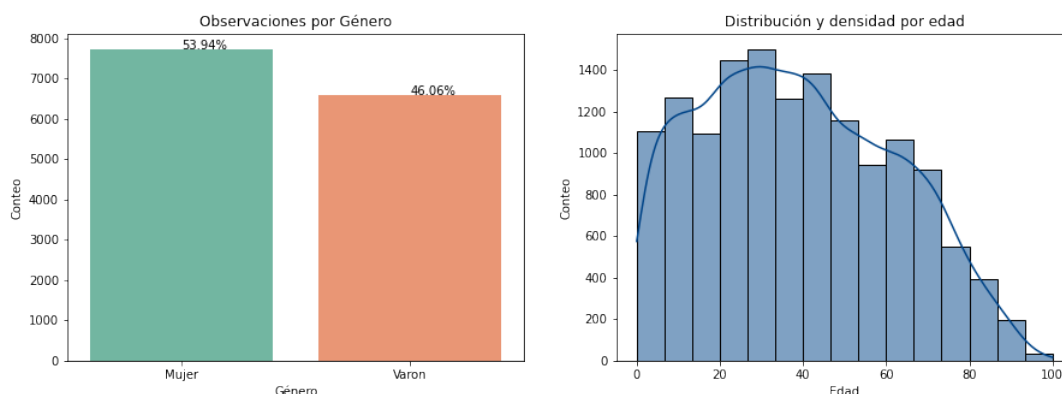


Así, detectamos que nuestra variable target tiene 1054 valores nulos. Es importante tener este dato presente cuando queramos correr un algoritmo de clasificación.

3.1. Análisis univariado

3.1.1. Género y edad

Comenzamos con un pantallazo general sobre las primeras cualidades de los datos, como muestra representativa para la EPH, sobre quiénes son los ciudadanos representados en el dataset.

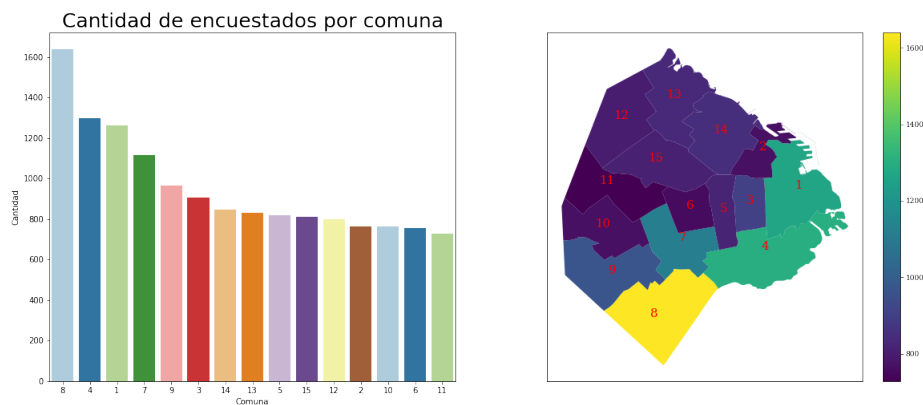


En la variable género los datos parecen equilibrados en las categorías. Para el caso de la variable “edad”, la distribución se asemeja a la de una normal.

3.1.2. Comuna

Seguimos observando la variable “comuna”. En la misma se muestra la comuna de la Ciudad de Buenos Aires del entrevistado, de manera de tener una ubicación geográfica. Consideramos importante revisar esta variable ya que tenemos como hipótesis que el nivel educativo alcanzado puede estar dependiendo de la zona geográfica de la ciudad en la que se encuentra el entrevistado.

Para esto vamos a generar un mapa, así que utilizaremos el mapa de comunas de la Ciudad de Buenos Aires, transformamos las variables que vamos a usar para joinear el mapa con la base de manera que coincidan, transformamos la base para contabilizar la frecuencia con la que aparece cada comuna en la base. Y por último unimos ambos datasets y generamos una nueva variable con las coordenadas para poder agregar etiquetas en el centro geográfico de cada comuna, que nos da como resultado los siguientes gráficos:

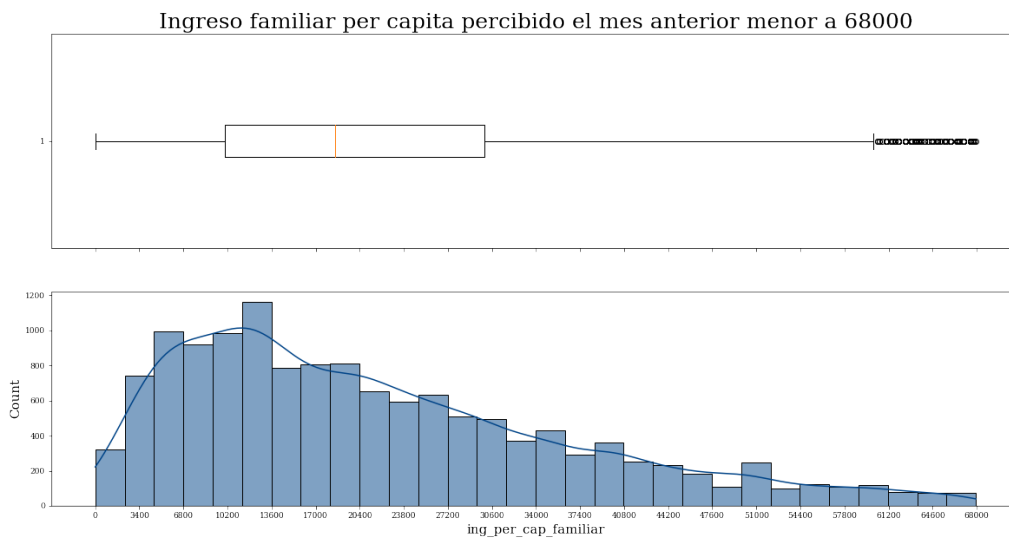


Observando ambos gráficos vemos que las comunas 1,4,7 y 8 tienen mayor cantidad de casos. Queda por verse si en posteriores análisis es necesario abordar esta diferencia para evitar sesgos. Para eso, será necesario tomar en cuenta el porcentaje de la población total de cada comuna.

3.1.3. Ingreso familiar per cápita

Ahora probamos con observar los ingresos familiares. Creemos que puede ser un indicador interesante del nivel educativo.

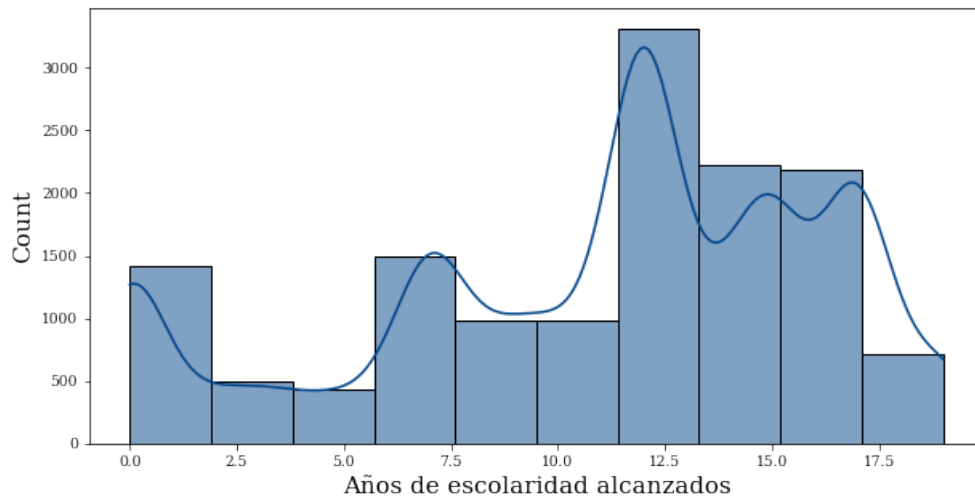
Para esto, armamos una función para graficar y jugar con el nivel del filtrado de la variable y obtener un histograma que permita apreciar mejor la distribución de la variable sin tantos outliers:



Y luego de remover los outliers la distribución de los ingresos familiares sigue estando **sesgada**.

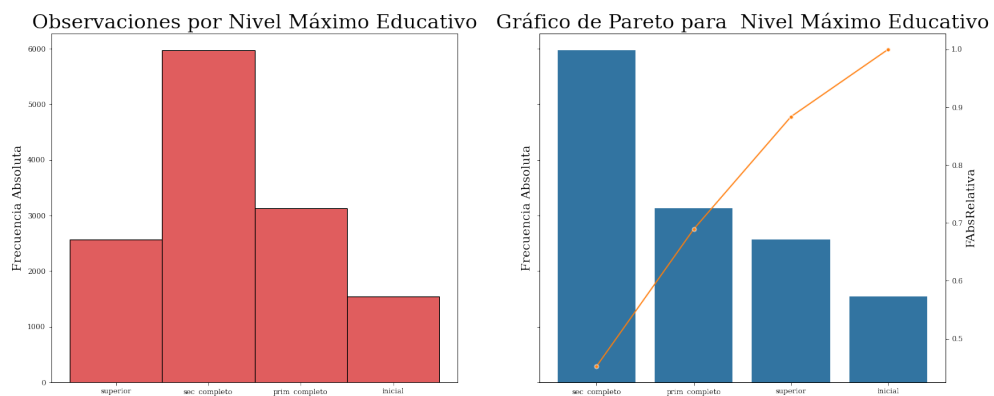
3.1.4. Años de escolaridad

Analizamos mediante un gráfico de barras los años de escolaridad alcanzados por los encuestados:



A simple vista se observan tres "picos": en el valor mínimo, alrededor del 7.5 y alrededor del 12.5. Podemos inferir que estos tres casos corresponden a no tener estudios, solo haber transcurrido el primario y haber transcurrido hasta la educación secundaria, respectivamente.

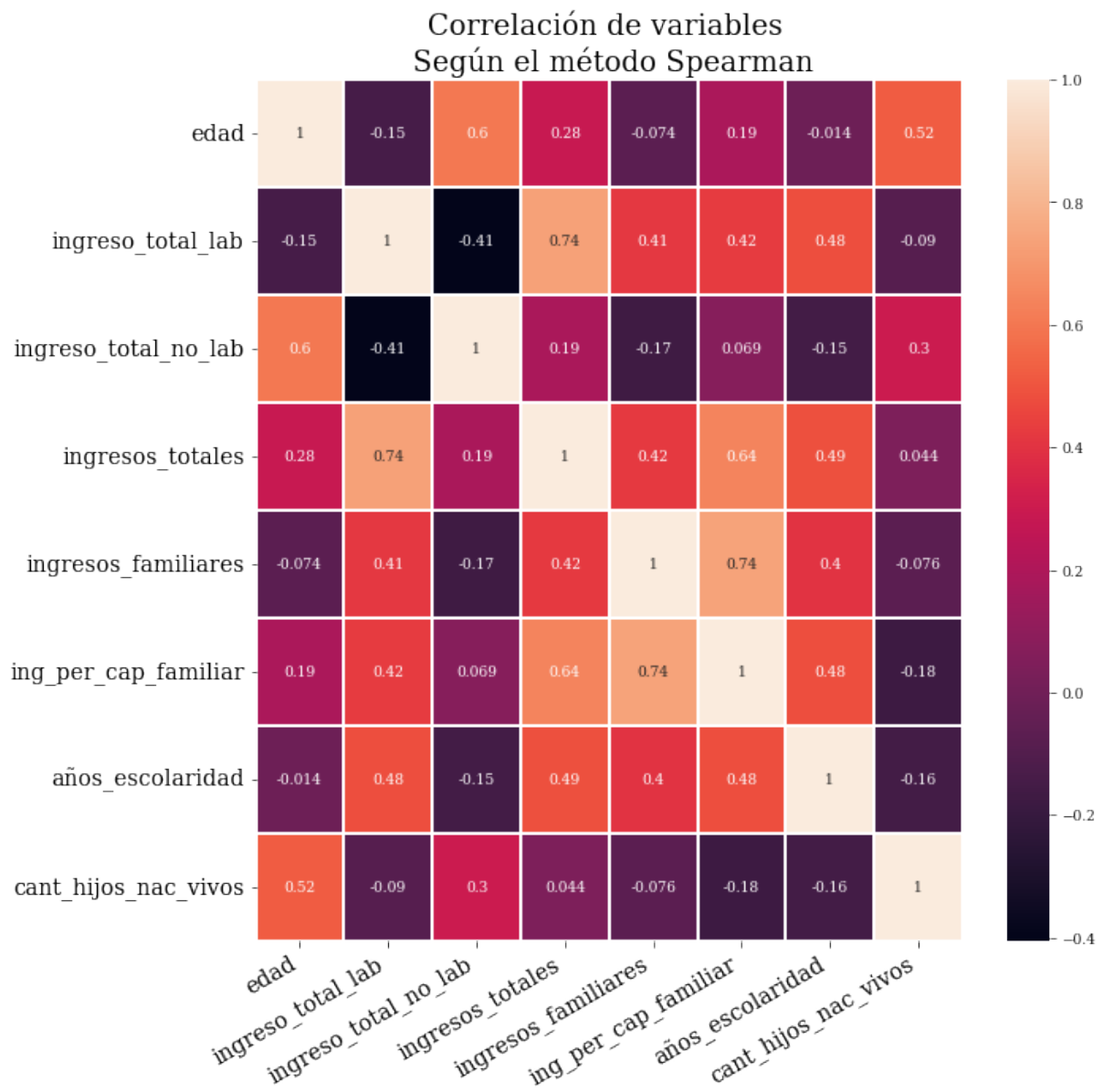
3.1.5. Máximo nivel educativo (Target)



Podemos observar que el nivel máximo educativo más alcanzado es el secundario completo, seguido por el primario. Contrario de lo que habíamos intuido anteriormente, el nivel superior quedó en tercer lugar. Adicionalmente, el nivel secundario y primario explican casi el 77 % de los datos.

3.2. Análisis bivariado

Para comenzar el análisis bivariado del problema, realizamos diferentes heat maps para ver si algo nos llama la atención entre las variables numéricas.

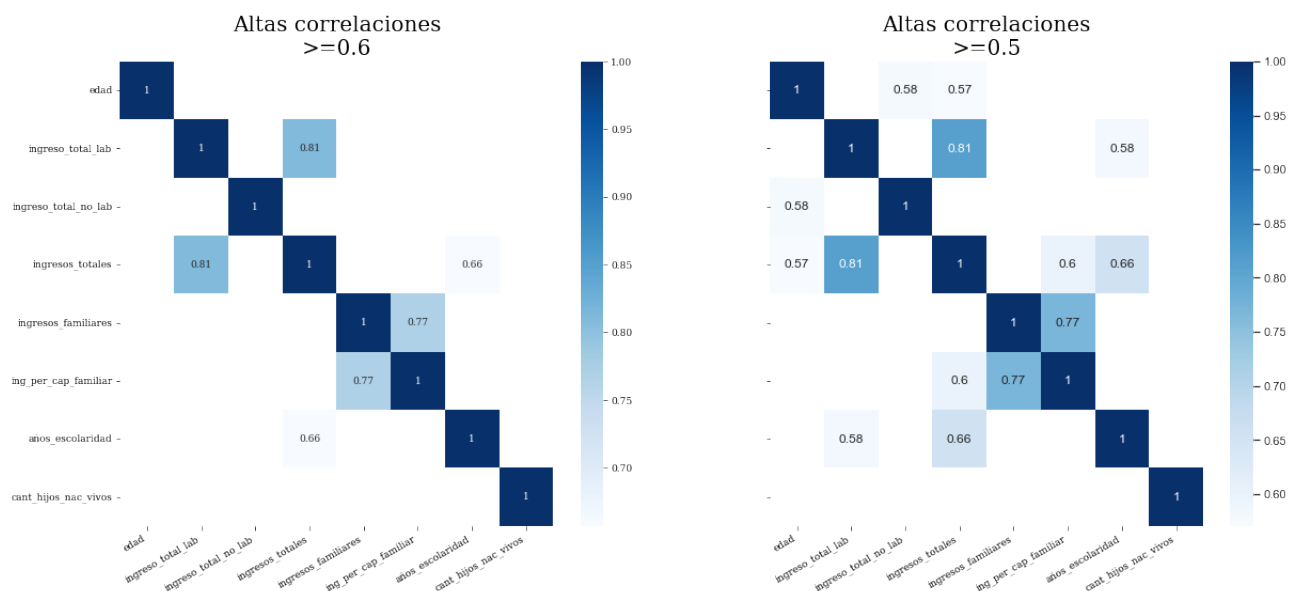


A simple vista, no se observan fuertes correlaciones.

Podemos notar que la variable “años_escolaridad” correlaciona moderadamente bien con variables relacionadas al ingreso.

La principal correlación positiva es “años_escolaridad” con ingreso familiar per cápita (“ing_per_cap_familiar”), lo cual hace sentido teórico.

Ahora, utilizando el método para solo graficar en base a un threshold vemos que los años de escolaridad alcanzados por los entrevistados tienen algo relación (66 %) con la variable “ingresos_totales”



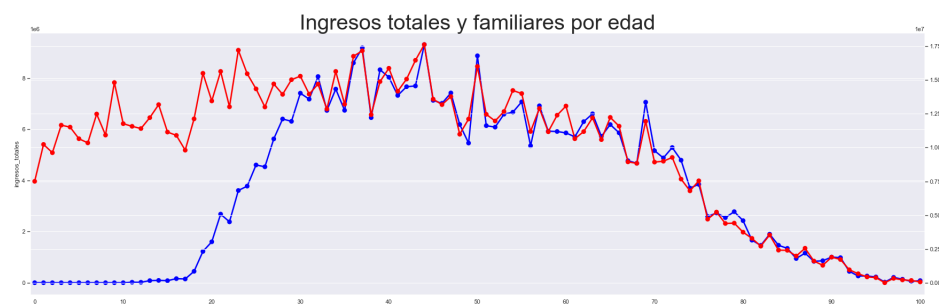
Por último corremos una tabla de correlación y filtramos las de valores más altos

	Variable_1	Variable_2	corr_value
2	ingreso_total_lab	ingresos_totales	0.80
6	ingresos_familiares	ing_per_cap_familiar	0.76
4	ingresos_totales	ing_per_cap_familiar	0.62
5	ingresos_totales	años_escolaridad	0.60
1	edad	ingreso_total_no_lab	0.57
7	años_escolaridad	Target	0.57
3	ingreso_total_lab	años_escolaridad	0.54

Conclusiones:

- Como es esperable, hay alta correlación entre las variables relacionadas al ingreso.
- A su vez, encontramos una alta correlación (66 %) entre los ingresos y los años de escolaridad.
- También observamos una relación positiva entre la edad y los ingresos totales.

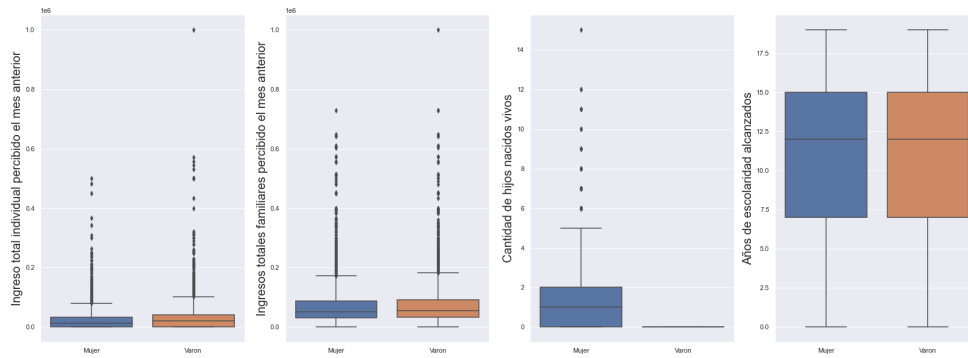
3.2.1. Comparación entre variables numéricas



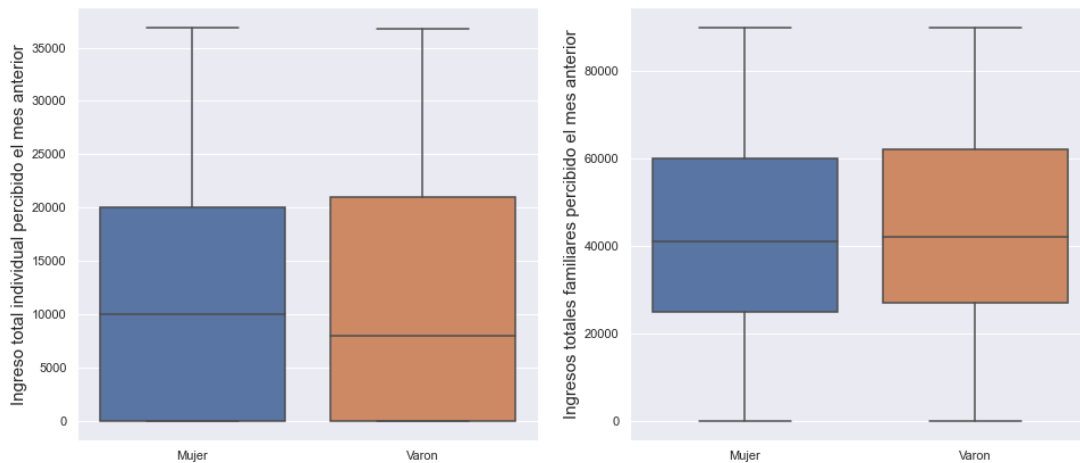
Se puede ver que desde los 30 años en adelante el ingreso total de la persona se corresponde con el ingreso familiar. Por ende suele haber un único ingreso fuerte por grupo familiar.

3.2.2. Comparación de variables categóricas con numéricas

Adicionalmente, vamos a comparar algunas variables con nuestro target, comenzando con los ingresos totales.

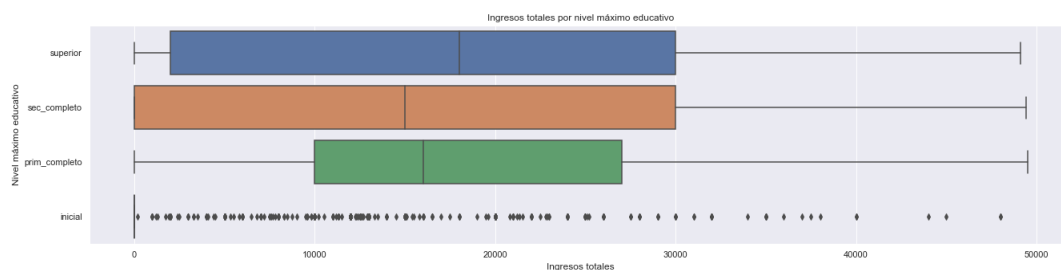


Probemos quitando outliers, a excepción de la cantidad de hijos nacidos vivos (puesto que no arrojará ningún dato nuevo) y de años de escolaridad (que no tiene outliers)

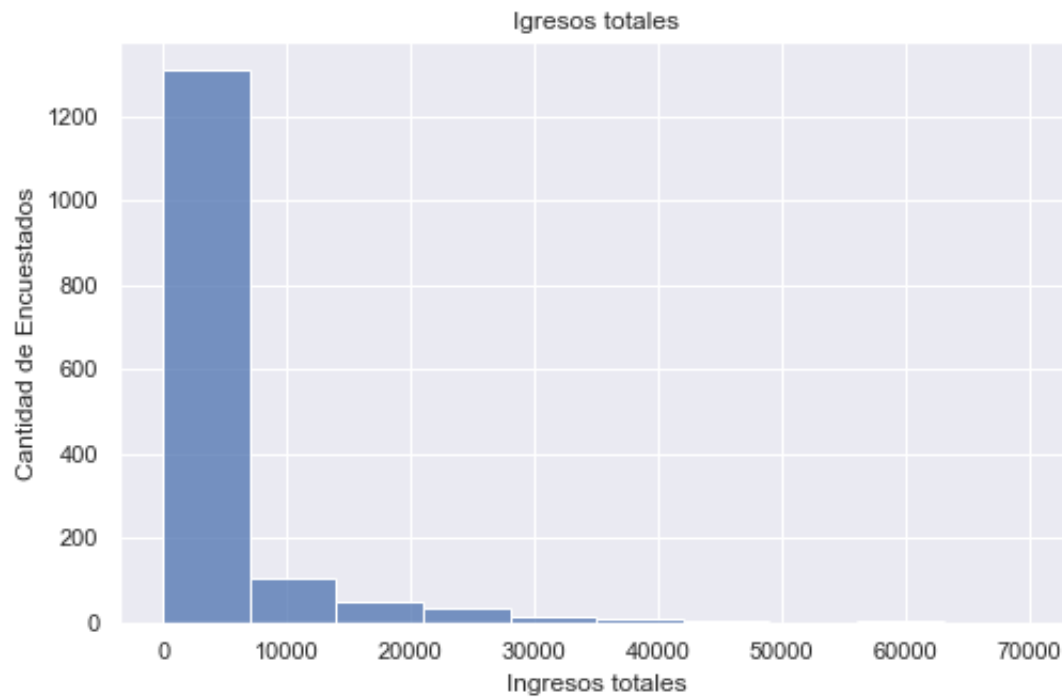


Por parte de las variables de ingreso, no parece haber nada disruptivo. La distribución por ingreso y años de escolaridad pareciera ocurrir pero no en un orden lineal.

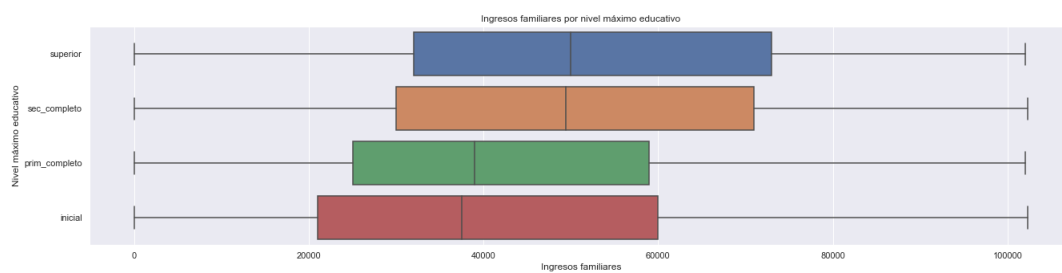
Llama la atención la variable "sexo": por algún motivo, todos los encuestados hombres figuran sin hijos nacidos vivos. Alternativamente, se podría investigar la metodología de la encuesta para ver si hay alguna respuesta. Adicionalmente, los hombres parecieran tener ingresos totales y familiares mayores que las mujeres, pero no pareciera que haya distribuciones desiguales en los años de escolaridad.



Parece que para el nivel inicial la remoción de outliers en otra categoría sigue siendo insuficiente para mostrar la distribución real de la variable. Echemos un vistazo a los valores de esta categoría.

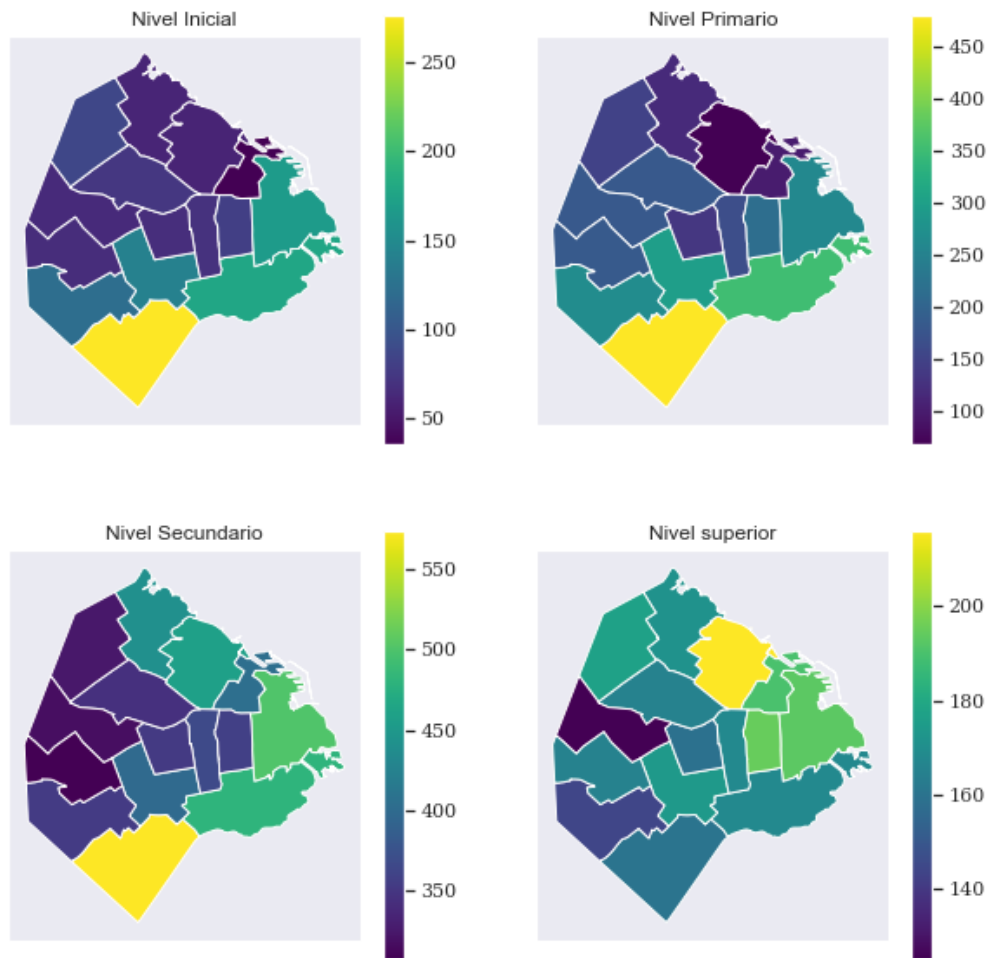


Lógicamente, la enorme mayoría de los ingresos tienen el valor inicial de 0, puesto que incluye a personas que en ese momento estaban cursando su educación inicial, por lo que tenían entre 2 y 6 años.

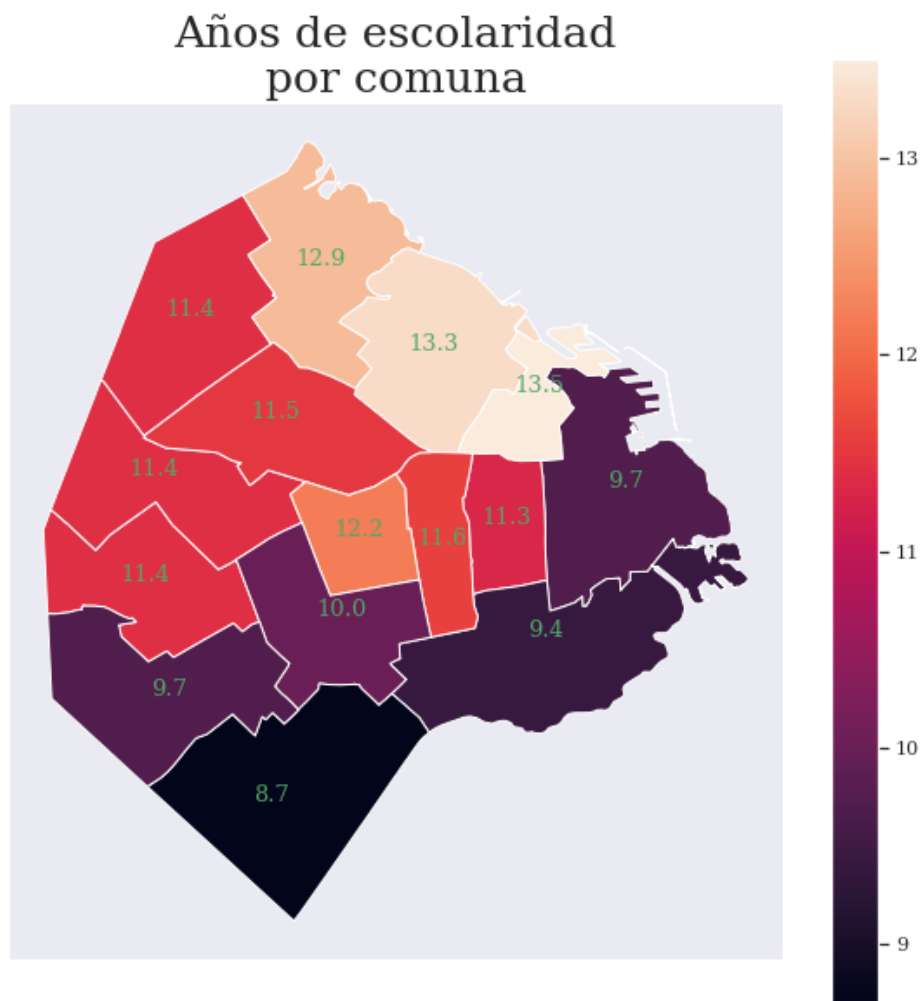


En definitiva, se observa un corrimiento de los valores centrales (dentro de la caja) hacia la izquierda a medida que aumenta el nivel educativo.

3.2.3. Variable numéricas con comuna



Se observa que en el sur de la ciudad hay mayor cantidad de encuestados con niveles de inicial, primario y secundario completo, mientras que el norte (particularmente el barrio de Palermo) tiene mayor cantidad de personas con estudios superiores. En menor medida también las comunas del este (comúnmente llamado el "centro" de la ciudad) destacan por la cantidad de encuestados con nivel superior.

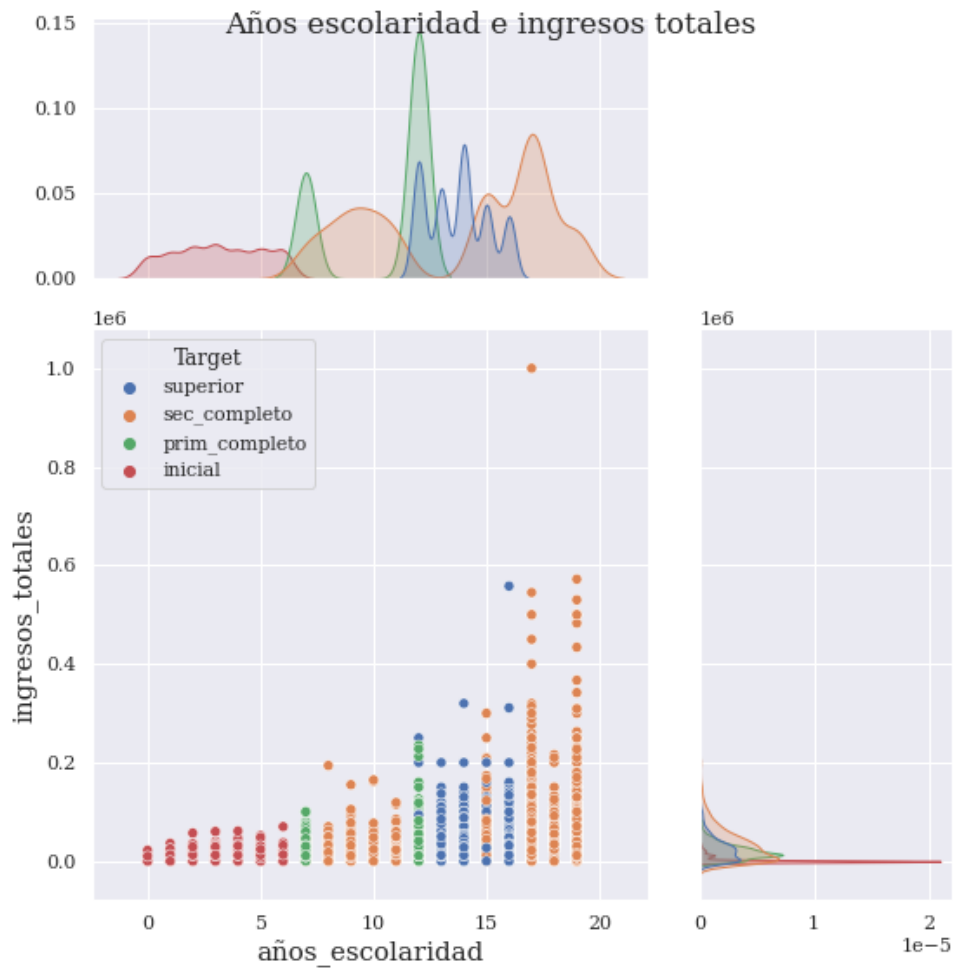


Lo que podemos observar en los últimos dos gráficos es una clara división geográfica del nivel educativo:

- Las comunas del norte son las que tienen mayor nivel educativo.
- Las comunas del centro tienen niveles medios.
- Las comunas del sur (con la comuna 6 en el centro de la ciudad como outlier) y la comuna 1 en el este son las que tienen niveles más bajos.

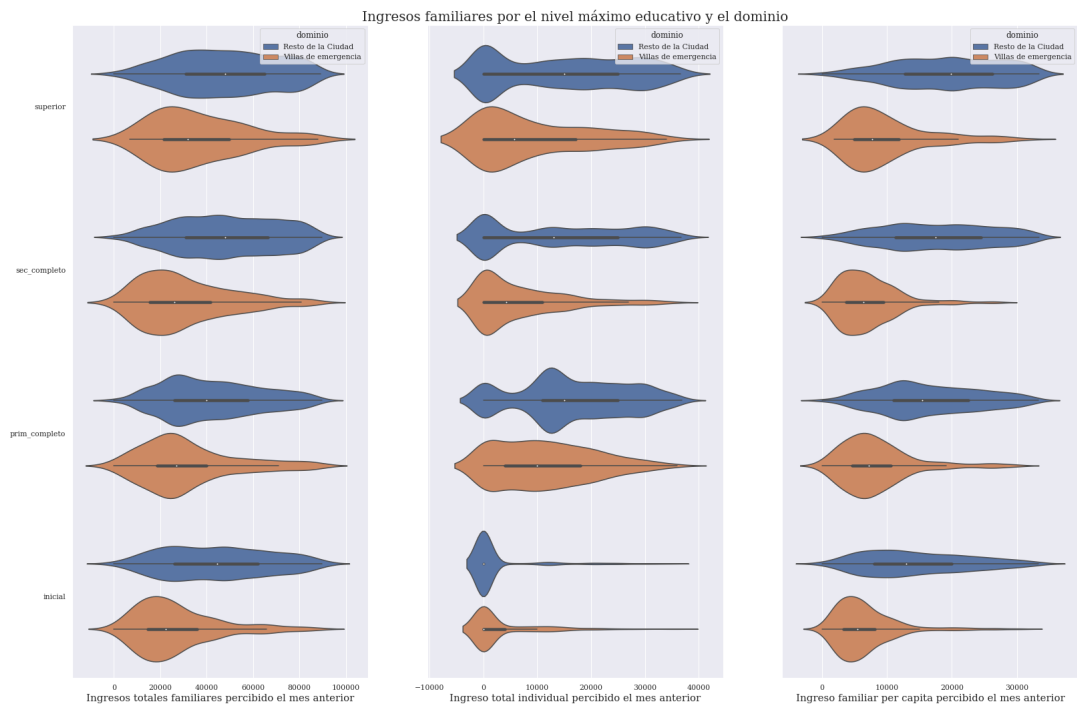
3.3. Análisis multivariado

Probamos de cruzar años de escolaridad, nivel máximo educativo y los ingresos totales.

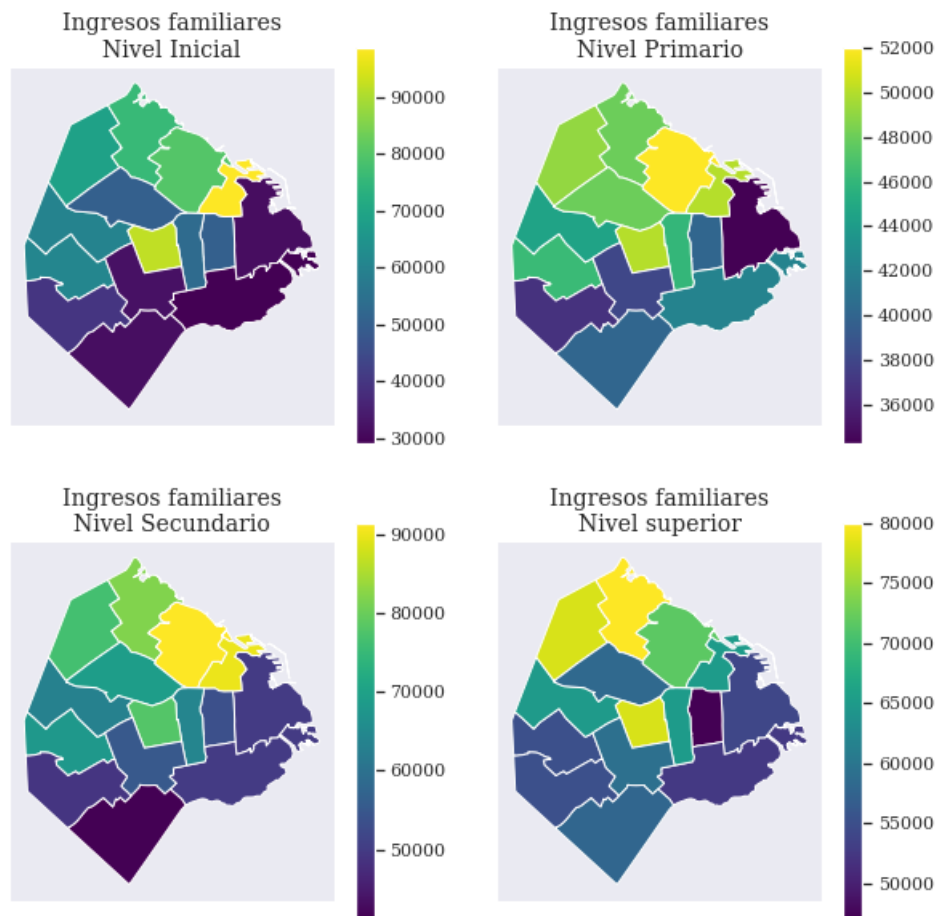


Conclusiones de la visualización:

- Hasta los 6 años, como era esperable, todos los casos llegan al nivel inicial.
- Vemos dos años en que aparece el primario completo: 7 y 12 años. Estimamos que se debe a la división entre los que comenzaron su educación en la primaria y los que comenzaron en el nivel inicial.
- A partir de los 12 años vemos un aumento consistente de los ingresos totales.



Aquí obtuvimos un descubrimiento interesante: no importa el nivel máximo educativo, los casos que no provienen de villas de emergencia (dominio=“villas_de_emergencia”) obtienen en promedio ingresos más altos en todos los niveles educativos. El alcanzar estudios superiores no parece homogeneizar ambos conjuntos. Esto se puede observar en el segundo gráfico, ya que el violín naranja acumula mayor cantidad de casos hacia la derecha, en comparación con los violines azules que tienen una mayor distribución.



Aquí podemos observar que a medida que avanza el nivel educativo máximo se atenúan levemente las diferencias de ingresos familiares entre comunas. Queda pendiente cruzar estos datos con la edad, para saber si el hecho de incluir a menores de edad está sesgando los valores para nivel inicial, primario y secundario.

4. Modelos analíticos

Comenzamos transformando algunas variables para poder trabajar con los algoritmos:

- recategorizando la variables "Target" en variables numéricas,
- reagrupamos la variable "comuna" por regiones para reducir la dimensionalidad,
- y por último renombramos algunas variables para que sean más cortas.

Como resultado nos quedan las siguientes variables:

RangeIndex: 14319 entries, 0 to 14318

Data columns (total 33 columns):

#	features	types	non_null_counts
0	id	object	14319
1	nhogar	object	14319
2	miembro	object	14319
3	comuna	object	14319
4	dominio	object	14319
5	edad	int64	14319
6	sexo	object	14319
7	parentesco_jefe	object	14319
8	situacion_conyugal	object	14318
9	num_miembro_padre	object	14319
10	num_miembro_madre	object	14319
11	estado_ocupacional	object	14319
12	cat_ocupacional	object	14319
13	calidad_ingresos_lab	object	14319
14	ingreso_total_lab	int64	14319
15	calidad_ingresos_no_lab	object	14319
16	ingreso_total_no_lab	int64	14319
17	calidad_ingresos_totales	object	14319
18	ingresos_totales	int64	14319
19	calidad_ingresos_familiares	object	14319
20	ingresos_familiares	int64	14319
21	ing_per_cap_familiar	int64	14319
22	estado_educativo	object	14319
23	sector_educativo	object	14316
24	nivel_actual	object	14319
25	nivel_max_educativo	object	13265
26	años_escolaridad	float64	14257
27	lugar_nacimiento	object	14318
28	afiliacion_salud	object	14315
29	hijos_nacidos_vivos	object	6535
30	cant_hijos_nac_vivos	int64	14319
31	Target	Int64	13223
32	region	object	14319

dtypes: Int64(1), float64(1), int64(7), object(24)

memory usage: 3.6+ MB

4.1. Tratados de nulos

En primer lugar, armamos una función para tener una lista limpia de variables con nulos, que nos da como resultado:

situacion_conyugal	1
lugar_nacimiento	1
sector_educativo	3
afiliacion_salud	4
años_escolaridad	62
nivel_max_educativo	1054
Target	1096
hijos_nacidos_vivos	7784

Entonces, para eliminar los valores nulos de la variable “años_escolaridad” reemplazamos los nulos con la mediana por comuna y sexo.

Por otro lado, a los nulos las variables:

- “lugar_nacimiento”,
- “situacion_conyugal”,
- “afiliacion_salud”,
- “sector_educativo”

- “hijos_nacidos_vivos”

los reemplazamos con la moda.

Luego, eliminamos la variable “nivel_max_educativo” ya que no la vamos a utilizar y por último eliminamos los nulos de nuestro target y pasamos el tipo de dato de la misma a entero.

4.2. Target

4.2.1. Borrado de variables

Hay muchas variables que consideramos que no es necesario sumarlas al algoritmo de clasificación dado que brindan información repetida o que no suma para la clasificación. A continuación se comparten las categorías que se descartarán para correr el algoritmo:

- **id:** no suma información para la clasificación,
- **nhogar:** no suma información para la clasificación,
- **parentesco_jefe:** no suma información para la clasificación,
- **miembro:** no suma información para la clasificación,
- **num_miembro_padre:** no suma información para la clasificación,
- **num_miembro_madre:** no suma información para la clasificación,
- **cat_ocupacional:** brinda la misma información que estado_ocupacional,
- **calidad_ingresos_lab:** brinda la misma información que ingreso_total_lab,
- **calidad_ingresos_no_lab:** brinda la misma información que ingreso_total_no_lab,
- **calidad_ingresos_totales:** brinda la misma información que ingresos_totales,
- **calidad_ingresos_familiares:** brinda la misma información que ingreso_familiares,
- **estado_educativo:** no aporta información para la clasificación,
- **nivel_actual:** no aporta información para la clasificación,
- **hijos_nacidos_vivos:** brinda la misma información que cant_hijos_nac_vivos,
- **comuna:** variable ya abordada en la variable ‘región’.

Y como resultado, tenemos nuestro dataset listo para el procesamiento:

```

RangeIndex: 14319 entries, 0 to 14318
Data columns (total 18 columns):
#   features                types    non_null_counts
0   dominio                 object   14319
1   edad                    int64    14319
2   sexo                    object   14319
3   situacion_conyugal      object   14318
4   estado_ocupacional      object   14319
5   ingreso_total_lab       int64    14319
6   ingreso_total_no_lab    int64    14319
7   ingresos_totales        int64    14319
8   ingresos_familiares     int64    14319
9   ing_per_cap_familiar    int64    14319
10  sector_educativo        object   14316
11  nivel_max_educativo     object   13265
12  años_escolaridad        float64  14257
13  lugar_nacimiento        object   14318
14  afiliacion_salud        object   14315
15  cant_hijos_nac_vivos    int64    14319
16  Target                  Int64    13223
17  region                  object   14319
dtypes: Int64(1), float64(1), int64(7), object(9)
memory usage: 2.0+ MB

```

4.3. Procesamiento

Para preparar los datos para el modelado generamos una función que:

- Divide el dataframe en X_train, y_train, X_test e y_test, haciendo la división entre test y el train en un 30 % y un 70 % respectivamente, con una semilla específica.
- Procesa el X_train y el X_test con un pipeline generado previamente, el cual convierte las variables numéricas con el minmaxscaler y las categóricas con one hot encoding.

Una vez aplicada dicha función a nuestro dataframe, tenemos ya lista la partición (con la misma cantidad de columnas) del mismo en X_train, y_train, X_test e y_test.

4.4. Árbol de decisión

4.4.1. Primer modelo

Como primera aproximación, vamos a usar un árbol de clasificación usando con parámetros:

- random_state = 50,
- max_depth=8,

para saber como performa y mejorarlo a partir de ahí.

Donde el Accuracy score para el test es de: 0.940 y la matriz de confusión da:

	Predicc. Inicial	Predicc. Primario	Predicc. Secundario	Predicc. Superior
Inicial	445	0	1	0
Primario	0	961	8	9
Secundario	0	19	1693	59
Superior	1	57	84	630

	precision	recall	f1-score	support
1	0.9977578475336323	0.9977578475336323	0.9977578475336323	446
2	0.926711668273867	0.9826175869120655	0.9538461538461539	978
3	0.9479283314669653	0.955957086391869	0.9519257801518133	1771
4	0.9025787965616046	0.8160621761658031	0.8571428571428572	772
accuracy			0.9400050415931435	3967
macro avg	0.9437441609590171	0.9380986742508424	0.9401681596686141	3967
weighted avg	0.939474645209326	0.9400050415931435	0.9391067256931398	3967

A simple vista, parece que el modelo performa muy bien, dado su accuracy. Veamos más en detalle:

Pero antes, calculemos su sesgo y su varianza:

El promedio de score en el train es 0.96889

El score minimo es 0.930

El maximo score es 0.989

Cross validation score es 0.96337 ± 0.02

El test score es 0.94001

La varianza tiene un valor de 0.0289

El sesgo tiene un valor de 0.9689

Conclusiones:

- **Bias o sesgo:** 96.89 % que nos indica que tengo poco error. \Rightarrow low bias,
- **Variance=Test_Score - Bias=** 2.89 % \Rightarrow low variance.

El modelo tiene una buena relación de sesgo y varianza.

De aquí, vemos necesario ver cuáles son las variables más importantes para el armado del modelo. Esto nos permitirá volver el modelo más robusto, al quitar las mismas.

Y como resultado, tenemos que la variable “años_escolaridad” tiene una importancia del 84 %, por mucho superior al resto de variables.

Por lo tanto, vamos a tener que desarrollar un nuevo modelo sin esta variable. El principal motivo es que los años de escolaridad es un dato que puede contastarse de forma conjunta con el nivel máximo educativo, por lo que tiene sentido que si no tenés la variable target, tampoco tengas la variable de los años de escolaridad.

Así, creamos un dataset nuevo (llamado “df2”) sin la variable “años_escolaridad”, para volver a aplicar la función “procesador” para dividir nuevamente el mismo y generar nuevos modelos.

4.4.2. Segundo modelo

Esta vez al correr el modelo, utilizaremos el “DecisionTreeClassifier” solo con el parametro random_state = 50. Que nos da como resultado:

	precision	recall	f1-score	suppo
1	0.822429906542056	0.7892376681614349	0.8054919908466819	446
2	0.46496815286624205	0.22392638036809817	0.30227743271221535	978
3	0.5658379373848987	0.6939582156973462	0.6233832107532337	1771
4	0.38504464285714285	0.44689119170984454	0.4136690647482014	772
accuracy			0.5407108646332242	3967
macro avg	0.559570159912585	0.5385033639841809	0.5362054247650831	3967
weighted avg	0.5346347474704592	0.5407108646332242	0.5238822640130464	3967

El promedio de score en el train es 1.00000

El score minimo es 0.497

El maximo score es 0.638

Cross validation score es 0.56310 ± 0.03

El test score es 0.54147

La varianza tiene un valor de 0.4585

El sesgo tiene un valor de 1.0

Conclusiones:

- **Bias o sesgo:** 100 % que nos indica que tengo poco error. \Rightarrow low bias,
- **Variance=Test_Score - Bias=** 44.97 % \Rightarrow high variance,

OVERFITTING

Por lo que se observa, el árbol performa bastante peor sin esta variable, aumentando especialmente la varianza. Por lo tanto optamos probar mejorar nuestro modelo con un grid search.

4.4.3. Gridsearch con CV

En la grilla de parametros para el Gridsearch elegimos los siguientes:

- 'max_depth': range(5,11),
- 'max_features': range(1,14);

como estimador el “DecisionTreeClassifier” con el random_state=50, con el cross-validation =10, usando todos los precesadores.

Y nos da como resultado, que el mejor arbol de decisión posible obtiene 0.642. Y para eso el arbol debe tener una profundidad de 6 y utilizar 10 variables.

Entonces, entrenamos el modelo bajo estos mismos parametros y obtenemos el siguiente reporte de clasificación:

	precision	recall	f1-score	support
1	0.993993993993994	0.742152466367713	0.8498074454428755	446
2	0.4940898345153664	0.21370143149284254	0.2983583154889365	978
3	0.5450017787264319	0.8650479954827781	0.6687036228721082	1771
4	0.7825	0.405440414507772	0.5341296928327646	772
accuracy			0.601209982354424	39
macro avg	0.703896401808948	0.5565855769627764	0.5877497691591711	3967
weighted avg	0.6291478017650266	0.601209982354424	0.5715731767555079	3967

El promedio de score en el train es 0.65266
 El score minimo es 0.508
 El maximo score es 0.724
 Cross validation score es 0.63742 ± 0.04
 El test score es 0.60121

La varianza tiene un valor de 0.0514
 El sesgo tiene un valor de 0.6527

- **Bias o sesgo:** 61.8 % que nos indica que tengo bastantes errores \Rightarrow high bias,
- **Variance=Test_Score - Bias==** 3.67 % \Rightarrow low variance.

UNDERFITTING

Conclusiones

Utilizar el grid search nos permitió mejorar bastante el modelo que había perdido bastante accuracy al retirar los años de escolaridad. La métrica que más pudimos mejorar con este método fue la varianza, que pasó de 45 % a 5 %.

4.5. Random Forest Classifier

Ahora vamos a trabajar con random forest, para saber si este algoritmo nos arroja mejores resultados. Y teniendo en cuenta todo el dataset incluido la variable con los años de escolaridad.

4.5.1. Primer modelo

Como primer modelo con el Random Forest Classifier, elegimos los siguientes parametros:

- n_estimators=200,
- max_depth=15,
- random_state=50.

Que nos da los siguientes resultados:

	precision	recall	f1-score	support
1	1.0	0.9596412556053812	0.9794050343249427	446
2	0.8585951940850277	0.9498977505112475	0.9019417475728155	978
3	0.9055982436882547	0.9316770186335404	0.9184525466184248	1771
4	0.9244094488188976	0.7603626943005182	0.8343994314143568	772
accuracy			0.9059742878749685	3967
macro avg	0.9221507216480451	0.9003946797626718	0.9085496899826351	3967
weighted avg	0.9082845182443269	0.9059742878749685	0.904877614204248	3967

El random forest performa bastante bien, de todas maneras buscamos cuales son las variables más importantes, y encontramos que los años de escolaridad redujo la enorme importancia (a un 41 %) que tenía en el random tree. Sin embargo, sigue correspondiendo quitarla del modelo.

4.5.2. Segundo modelo

En este caso elegimos los siguientes parametros:

- n_estimators=200,
- max_depth=10,
- random_state=50.

Dondonos por resultado los siguientes medidas de desempeño:

	precision	recall	f1-score	support
1	0.9486486486486486	0.7869955156950673	0.8602941176470589	446
2	0.570694087403599	0.22699386503067484	0.3247988295537673	978
3	0.5623014472290858	0.8994918125352908	0.6920069504778453	1771
4	0.832	0.40414507772020725	0.5440278988666085	772
accuracy	0.624653390471389			3967
macro avg	0.7284110458203333	0.5794065677453101	0.60528194913632	3967
weighted avg	0.6602913984927472	0.624653390471389	0.5916002719928053	3967

El promedio de score en el train es 0.73552

El score minimo es 0.535

El maximo score es 0.724

Cross validation score es 0.66065 ± 0.04

El test score es 0.62465

La varianza tiene un valor de 0.1109

El sesgo tiene un valor de 0.7355

El modelo empeora su accuracy pero está muy cercano al mejor modelo de Random Tree. Probemos mejorándolo con grid search.

4.5.3. Gridsearch con CV

En la grilla de parametros para el Gridsearch elegimos los siguientes parametros:

- 'max_depth': [5,7,10,15,None],
- 'max_features': [5,8,10,30,41],
- 'n_estimators': [200,300,500].

como estimador el "RandomTreeClassifier" que utilizamos en el último modelo, con el cross-validation =10 y usando todos los precesadores.

Y nos da como resultado, que el mejor random forest posible obtiene 0.668.

Y para eso el arbol debe tener una profundidad de 15 , utilizar 10 variables y tener 300 estimadores

Entonces, entrenamos el modelo bajo estos mismos parametros y obtenemos el siguiente reporte de clasificación:

	precision	recall	f1-score	support
1	0.9486486486486486	0.7869955156950673	0.8602941176470589	446
2	0.5612745098039216	0.23415132924335377	0.3304473304473304	978
3	0.5618298784846318	0.8876341050254094	0.6881155613919895	1771
4	0.7979539641943734	0.40414507772020725	0.5365434221840069	772
accuracy			3967	
macro avg	0.7174267502828938	0.5782315069210094	0.6038501079175964	3967
weighted avg	0.6511330837004972	0.6211242752709857	0.5897990538944653	3967

El promedio de score en el train es 0.90655

El score minimo es 0.630

El maximo score es 0.706

Cross validation score es 0.66454 ± 0.02

El test score es 0.62112

La varianza tiene un valor de 0.2854

El sesgo tiene un valor de 0.9065

Conclusiones:

- **Bias o sesgo:** 90.65 % que nos indica que tengo bastantes errores \Rightarrow low bias
- **Variance=Test_Score - Bias== 28 % \Rightarrow high variance**

5. Conclusiones

Finalmente, nos queda elegir el mejor modelo para realizar nuestras predicciones. Para eso vamos a tomar las métricas de cada uno de ellos y hacer un cuadro comparativo:

modelo	accuracy	sesgo	varianza
arbol_default	0.5407108646332242	0.9978392394122731	0.4571
arbol_mejorado	0.601209982354424	0.6526577355229041	0.0514
bosque_default	0.624653390471389	0.7355229040622299	0.1109
bosque_mejorado	0.6211242752709857	0.9065471045808124	0.2854

Con esta información podemos decidir qué modelo nos conviene usar:

- El arbol default tiene el mejor resultado con respecto al sesgo, pero su varianza lo deja afuera de la competencia.
- Por el contrario, el arbol mejorado tiene una varianza insuperable de 3%, aunque con el menor puntaje con respecto al sesgo.
- El bosque default tiene resultados mixtos en ambas categorías.
- El bosque mejorado destaca por bajo sesgo pero su varianza es la segunda peor.

Como era de esperarse, los finalistas son el arbol y el bosque mejorado. Sorprendentemente, ambos performan muy bien pero en métricas diferentes. A su vez, el accuracy de ambos difiere en apenas un 4

En nuestra opinión, es el arbol mejorado el ganador, ya que tiene la robustez suficiente para poder generalizar en caso de agregar nuevos datos al modelo.