

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA



Laboratorio 1

Integrantes: Nicole Reyes
Diego Águila
Curso: Análisis de Datos
Profesor: Max Chacón
Ayudante: Francisco Muñoz

24 de Abril de 2019

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	1
2. Descripción del Problema	2
2.1. Descripción de la base de datos	3
2.2. Descripción de las clases y variables	3
3. Análisis Estadístico e Inferencial	6
4. Conclusiones	17
Bibliografía	19

1. Introducción

Durante la obtención, estudio y posterior análisis de un conjunto de datos, si los encargados no poseen el conocimiento suficiente sobre el área investigada, existe una alta probabilidad de que queden estancados durante el desarrollo de la investigación o aún peor, que cometan errores y obtengan conclusiones erróneas por la falta de entendimiento respecto a la naturaleza de los datos y el cómo se comportan en el medio bajo el cual se realiza el estudio. Es por esto que se vuelve fundamental que los investigadores sean expertos en el área de investigación, o tengan contacto directo con uno que pueda ayudarlos a clarificar situaciones atípicas que sean incapaces de comprender.

Bajo la premisa anterior nace este primer laboratorio, el cual consiste en estudiar un base de datos provista (En este caso la base de datos corresponde a "Allhypo") con el cual adquirir conocimiento sobre el área de análisis, sumado al significado de cada una de las variables descritas en el conjunto de datos. Además, es necesario aplicar técnicas previamente vistas de estadística descriptiva e inferencial sobre ellos para extraer comportamientos no visibles a simple vista y profundizar en el entendimiento de éstos.

A lo largo de este documento se describe el problema y la naturaleza de los datos, luego se presenta el análisis estadístico e inferencial respecto a estos para finalmente obtener conclusiones respecto a la base de datos y el desarrollo de esta experiencia de laboratorio.

1.1. Objetivos

1. Adquirir conocimiento de variables de las base de datos a través de artículos relacionados que pueden encontrarse en la página de ésta.
2. Utilizar conocimientos de cursos anteriores relacionados con la estadística descriptiva e inferencial para extraer información acerca de los datos.
3. Identificar y entender qué representan los valores presentes en cada una de las variables de la base de datos.
4. Obtener conocimiento general sobre la base de datos que permite agilizar el trabajo en las experiencias posteriores relacionados al tema que abarca la base de datos.

2. Descripción del Problema

La tiroides es una glándula ubicada en el cuello, está encargada de algunas actividades como regular el metabolismo, la temperatura corporal, el consumo de energía, entre otras. Ésta segrega dos hormonas: la tiroxina y la triyodotironina, un exceso de estas hormonas provoca hipertiroidismo, mientras que la falta de ellas provoca hipotiroidismo. El hipotiroidismo es causado por:

- Envejecimiento.
- Fármacos.
- Deficiencia o exceso de yodo.
- Tiroidectomía.
- Entre otros.

La falta de hormonas tiroideas tiene consecuencias tales como:

- Pérdida de cabello.
- Trastornos menstruales.
- Temperatura corporal y frecuencia de pulso subnormal.
- Aumento de peso.
- Uñas frágiles.
- Piel seca.

Hay distintos tipos de hipotiroidismo: el primario, secundario y terciario. El hipotiroidismo primario ocurre cuando la tiroides es estimulada correctamente, sin embargo, es incapaz de producir la cantidad necesaria de hormonas tiroideas para el cuerpo. lo cual implica que la tiroides es la fuente del problema. El hipotiroidismo secundario ocurre cuando la glándula pituitaria no está estimulando correctamente a la tiroides para la producción de

las hormonas. El hipotiroidismo terciario ocurre cuando hay una inadecuada liberación de la hormona TSH del hipotálamo cerebral.

Obtener datos de pacientes que sufren de hipotiroidismo permite realizar múltiples análisis los cuales pueden conducir a descubrimientos importantes que permitan, por ejemplo, establecer medidas preventivas, hallar medidas que normalicen la producción de las hormonas, o medidas que suministren la hormona faltante mediante medicamentos, establecer patrones de comportamiento, etc.

2.1. Descripción de la base de datos

”Allhypo” corresponde a una base de datos de tipo clasificación, cuyos valores han sido obtenidos de Garvan Institute en Sidney, Australia, por Ross Quinlan, ingeniero informático e investigador pionero en la minería de datos, cuenta con 29 variables que toman valores Booleanos o valores decimales, conformando un total de 2800 conjuntos de datos.

2.2. Descripción de las clases y variables

- **Age:** Variable numérica, representa la edad del paciente.
- **Sex:** Variable dicotómica (F o M). Representa el género del paciente.
- **On thyroxine:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente está con terapia de reemplazo de tiroxina.
- **Query on thyroxine:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente ha tenido consulta médica por tiroxina.
- **Sick:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente presenta alguna otra enfermedad.
- **Pregnant:** Variable dicotómica (t o f). Indica si la paciente está embarazada (en caso de mujeres).
- **Thyroid surgery:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente ha tenido una cirugía a la tiroides.

- **I131 treatment:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente esta bajo tratamiento I1R1 (yodo radiactivo).
- **Query hypothyroid:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente ha tenido consulta médica por hipotiroidismo.
- **Query hyperthyroid:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente ha tenido consulta médica por hipertiroidismo.
- **Lithium:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente esta bajo el tratamiento de Litio.
- **Goitre:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente sufre inflamación en la glándula tiroides (bocio).
- **Tumor:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente padece de algún tumor
- **Hypopituitary:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente padece de Hipopituitarismo.
- **Psych:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el paciente presenta alguna enfermedad psiquiátrica.
- **TSH measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el nivel de la hormona TSH ha sido medida en el paciente.
- **TSH:** Variable continua. Indica el nivel de la hormona TSH (Tirotropina) en el paciente.
- **T3 measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si la Triyodotironina ha sido medida en el paciente.
- **T3:** Variable continua. Indica el nivel de la hormona T3 (Troyodotironina) en el paciente.
- **TT4 measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si la Tiroxina total ha sido medida en el paciente.

- **TT4:** Variable continua. Indica el nivel total de la hormona T4 que se encuentra en la sangre, es decir, la que se encuentra ligada a proteínas y la que está libre.
- **T4U measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si se realizó la medida T4U en el paciente.
- **T4U:** Variable dicotómica (t o f). Indica la capacidad total de unión de la hormona Tiroxina
- **FTI measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el FTI fue medido en el paciente.
- **FTI:** Variable continua. Indica el Índice de tiroxina libre
- **TBG measured:** Variable dicotómica (t o f). Indica si el nivel de Globulina fijadora de tiroxina ha sido medido en el paciente.
- **TBG:** Variable continua. Indica el nivel de la TBG (Globulina fijadora de tiroxina) en la sangre del paciente.
- **Referral source:** Indica la fuente de la que proviene el dato

3. Análisis Estadístico e Inferencial

Para comenzar a analizar los valores contenidos en la base de datos "Allhypó", en primer lugar, debido a la alta cantidad de datos faltantes en algunas filas, se comienza por descartar éstas para poder trabajar solo con aquellas que están completas, también cabe destacar que la variable numérica *TBG* se descarta porque según la variable *TBG Measured* para todos los sujetos estudiados es falsa (f en la base de datos), entonces de esta manera no es tiene problemas con valores que no tienen importancia. De este modo, se puede trabajar con la base de datos limpia para poder realizar el análisis correspondiente.

Con los valores numéricos de la base de datos correspondientes a las variables *age*, *TSH*, *T3*, *TT4*, *TU4*, *FTI* se procede a realizar un estudio de sus medidas de centralización a modo de tener una noción mas clara de si las variables tienden a ser más prominentes a ciertos valores numéricos, Así lo muestra a continuación la Figura 1.

	mean_values	median_values	mode_values	var_values
Age	53.2162301	55.00	59.00	4.360688e+02
TSH	4.3760966	1.30	0.20	3.395810e+02
T3	2.0148947	2.00	2.00	6.801763e-01
TT4	108.7604520	104.00	101.00	1.256501e+03
T4U	0.9986923	0.98	0.99	3.961054e-02
FTI	110.0016949	107.00	96.00	1.048896e+03

Figura 1: Resumen de las valores de tendencia central para cada variable numérica.

De la Figura 1 se pueden ver medidas como la media, la mediana y la moda para las variables que son numéricas. Cabe destacar que no se realiza este procedimiento para las variables que son dicotómicas *f o t* en donde mas adelante se procede a realizar un análisis mediante a gráficos para poder entender de mejor manera los resultados que provee esta base de datos con respecto a estas variables.

Con los valores que se obtuvo de las medidas de centralización relacionadas a la información de la base de datos, el análisis más conveniente que se puede realizar es el de mirar los valores de las medias, que es lo que uno en un primer principio interpreta:

- Con respecto a la edad de los pacientes la media es de 53 años, por lo tanto en este estudio se priorizó a personas adultas en vez de niños o adolescentes.

- La media de la TSH (tirotropina o hormona estimulante de la tiroides) es de 4.37, en donde aunque los niveles normales de la TSH va entre 0.4 y 4 mU/L (miliunidades por litro), si es mayor a 2 mU/L (con valores normales de T4) esto indica que el paciente podría a futuro padecer de Hipotiroidismo, aunque hay que tener en consideración que los niveles de TSH aumentan con la edad, entonces es necesario individualizar a cada paciente con respecto a sus síntomas.
- Con respecto a la T3 (triyodotironina), la media esta en 2, en donde los niveles normales de esta hormona fluctúan entre 1,2 y 2,7 nmol/L (nanomolar por litro); si lo niveles de T3 están bajo podría indicar Hipotiroidismo si en conjunto los niveles de la TSH están elevados.
- La media de TT4 (tiroxina total) es de 108.76, y el rango normal está aproximadamente entre 59.2112 y 144.1664 nmol/L (nanomolar por litro), en donde los bajos niveles de TT4 puede conducir a Hipotiroidismo.
- La media de la FTI es 110, y los rangos normales aproximadamente están entre 77.232 y 141.592 nmol/L, bajo niveles de FTI puede conllevar a Hipotiroidismo.

Para estos mismos datos numéricos se realiza un test de normalidad denominado "test de Shapiro-Wilk" para verificar si estos datos provenientes del estudio siguen o no una distribución normal para luego verificar si es correcto decir que las medias son representativas dentro de la base de datos para cada una de las variables en cuestión.

	p_values	normality.p_values
age	1.144415e-39	No Normal
TSH	3.503376e-68	No Normal
T3	8.591968e-34	No Normal
TT4	4.949843e-30	No Normal
T4U	5.093438e-31	No Normal
FTI	6.568446e-33	No Normal

Figura 2: Resumen de los valores de normalidad para cada variable numérica.

Como se observa en la Figura 2, el estadístico p obtenido del test de Shapiro-Wilk es exponencialmente inferior al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) usado para el análisis de

cada variable, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula que indica que los datos presentan una distribución normal.

Como los datos no provienen de una distribución normal, se puede decir entonces que las medias de estas variables numéricas que tienen que ver con la edad y los índices de las hormonas no son representativas para el estudio, por lo tanto la medida que se decide dejar como representativa entonces es la mediana.

Los valores de la mediana no difieren tanto con los valores de la media si se analiza la Figura 1, el valor que difiere un poco es la variable *TSH* que tiene el valor de 1.3 mU/L interpretándola como un valor bajo aunque este dentro del rango normal de la TSH teniendo en cuenta que un valor superior a 2 podría conllevar a padecer de Hipotiroidismo.

Ahora pasando a las variables que son dicotómicas, el análisis que se realiza es mediante gráficos en donde se tiene la clasificación a través de clases, las cuales son: *Compensated Hypothyroid*, *Primary Hypothyroid*.

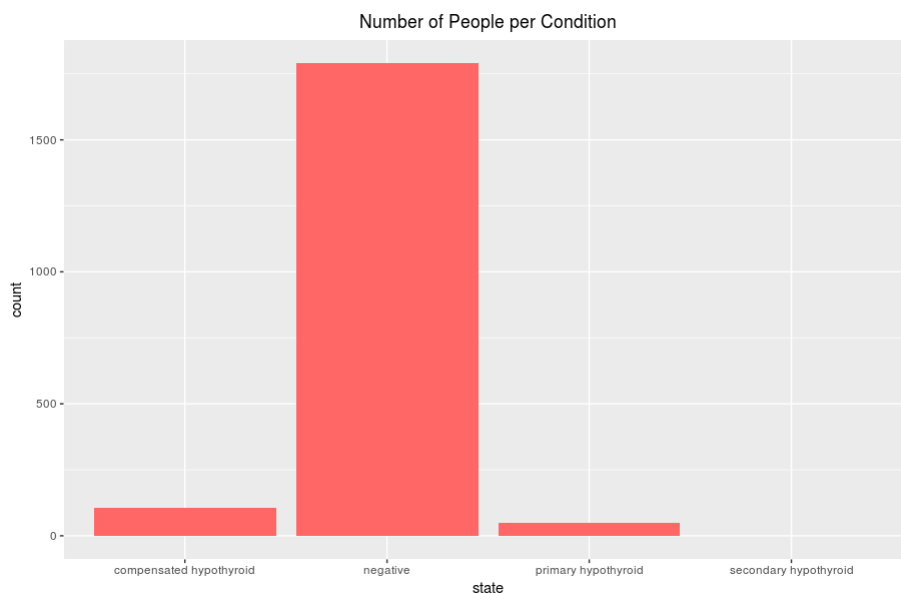


Figura 3: Gráfico de la cantidad de pacientes en general que tienen diferentes tipos de Hipotiroidismo.

De la Figura 3 se observa que en su mayoría, los pacientes observados no presentan Hipotiroidismo, existiendo pocos casos en los cuales se ven afectados por hipotiroidismo compensado, hipotiroidismo primario e hipotiroidismo secundario. Siendo igual concordante

con los resultados de la base de datos con relación a los valores de la mediana o la moda mostrados en la Figura 1 debido a que la tendencia de los valores están dentro de los rangos normales y solo hay una tendencia mínima que están dentro de las clases Compensated Hypothyroid y Primary Hypothyroid.

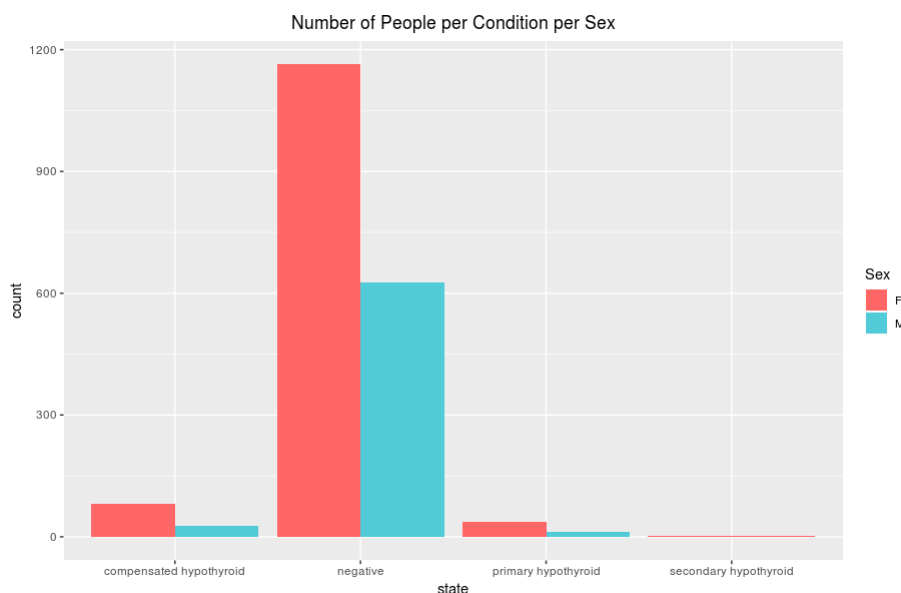


Figura 4: Gráfico de la cantidad de pacientes de acuerdo al tipo de Hipotiroidismo clasificados por sexo.

De la Figura 4 se observa que el hipotiroidismo está presente en más pacientes del género femenino que del masculino, en cualquiera de los tipos de Hipotiroidismo (correspondiente a las clases).

Aunque según los resultados la tendencia dice que hay mas pacientes que no presentan Hipotiroidismo, si se ve según las clases que hay, las mujeres están más propensas a sufrir Compensated Hypothyroid en mayor grado y Primary Hypothyroid en menor grado, esto se puede deber a que las mujeres están propensas a cambios hormonales y eso puede desencadenar problemas a la tiroides.

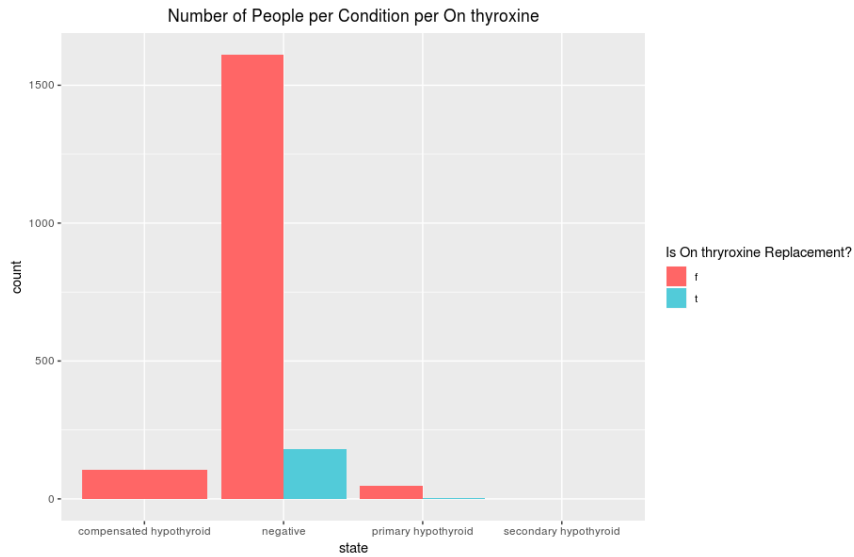


Figura 5: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si reciben terapia de Tiroxina.

De la Figura 5 se observa que del total de pacientes, alrededor de 200 de ellos, los cuales no presentan Hipotiroidismo reciben terapia de reemplazo de Tiroxina, en donde este tratamiento se puede dar por otros motivos como por la extirpación de la tiroides o para reducir los niveles de TSH. Con respecto a los pacientes que sufren Compensated Hypothyroid no necesitan esta terapia debido a que los niveles de Tiroxina (T4) son normales y solo presentan niveles de TSH elevados, eso explica el resultado del gráfico.

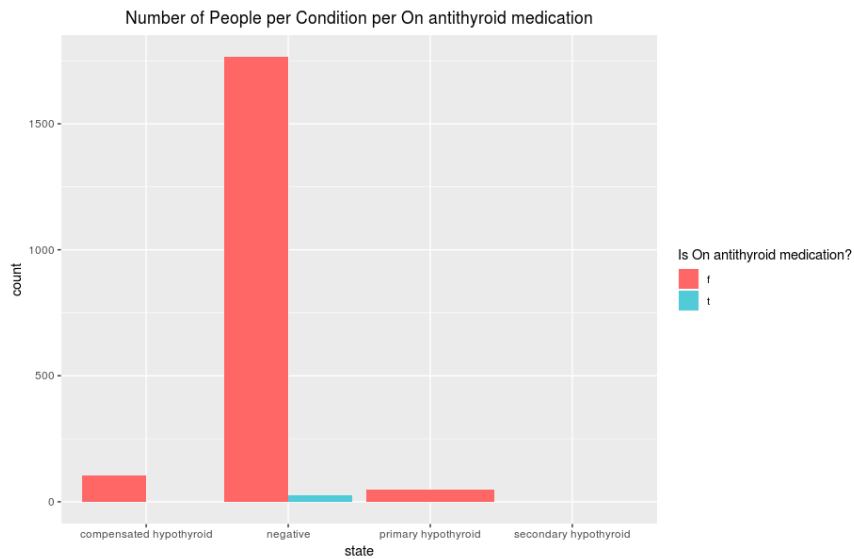


Figura 6: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si reciben medicación antitiroidea.

Del gráfico correspondiente a la Figura 6 se observa que muy pocos de los pacientes observados reciben medicación antitiroidea. Esto puede deberse a que esta medicación se utiliza para tratar a pacientes con Hipertiroidismo, lo que explicaría que ningún paciente con algún tipo de Hipotiroidismo tomaría esta medicación.

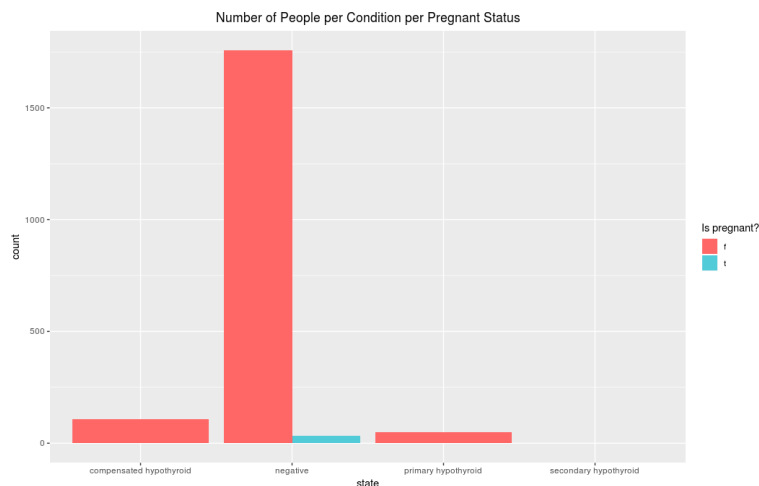


Figura 7: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si se encuentran embarazadas (pacientes mujeres)

Del mismo modo, de la Figura 7 se observa que una mínima parte de las pacientes observados correspondientes a mujeres se encuentran embarazadas.

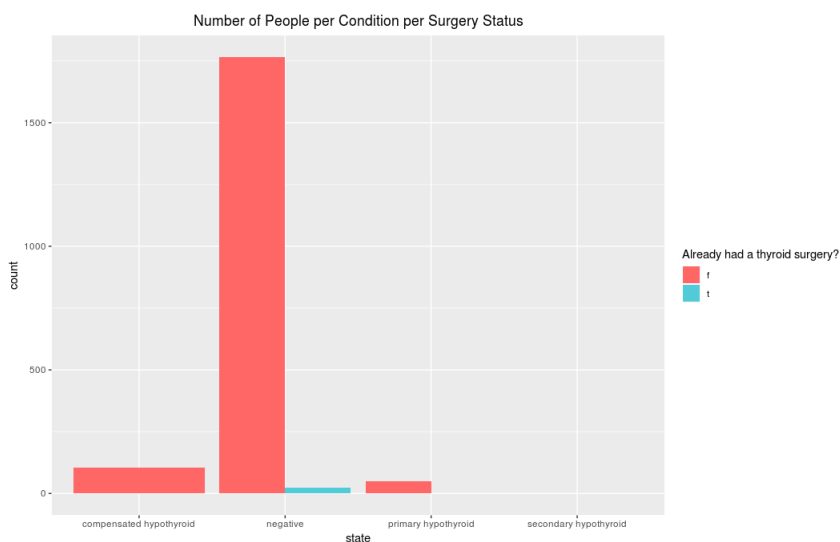


Figura 8: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si han tenido cirugía a la toroides.

De la Figura 8 se observa que del total de pacientes la mayoría no ha tenido alguna cirugía a la tiroides solo una minoría que no padece de Hipotiroidismo ha tenido alguna cirugía a la tiroides.

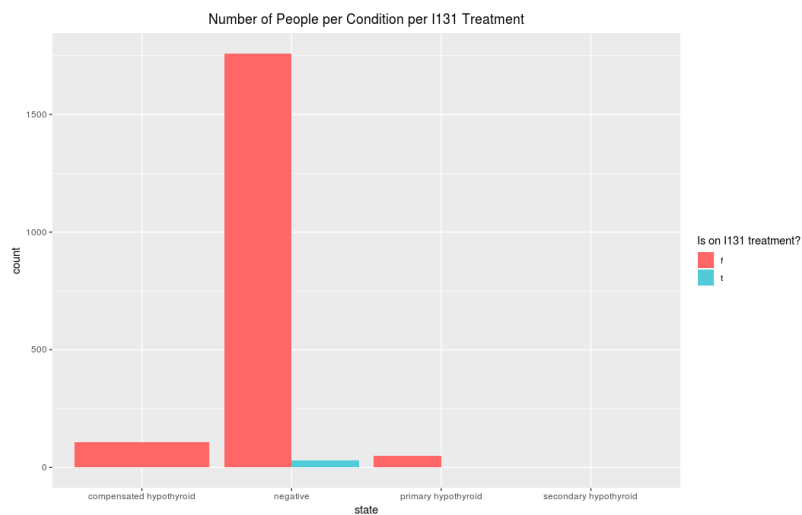


Figura 9: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si recibe tratamiento I131.

De la Figura 9 se puede ver que una mayoría no recibe tratamiento I131 (Yodo radiactivo) debido a que este tratamiento se utiliza cuando el pacientes padece de Hipertiroidismo, es decir, cuando la tiroides esta hiperactiva. Así que esa minoría que esta bajo ese tratamiento puede ser debido a lo planteado anteriormente.

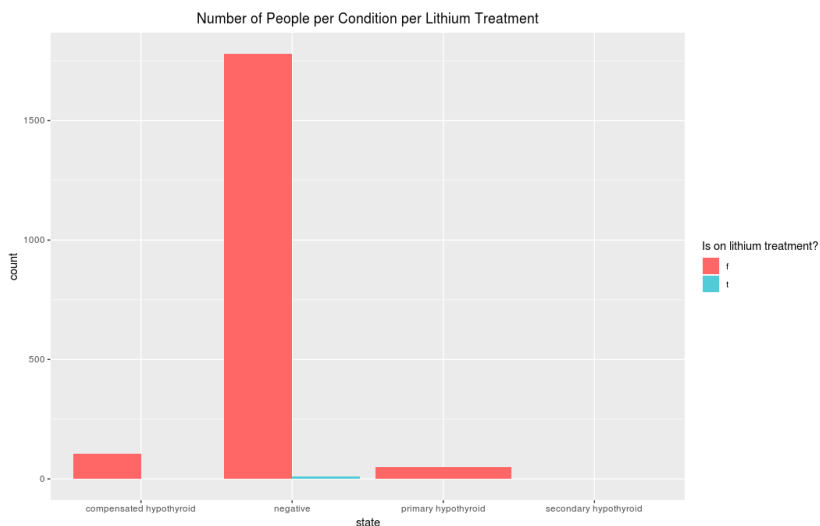


Figura 10: Gráfico de cantidad de pacientes por condición de si recibe tratamiento de litio.

De la Figura 10 se obtiene que solo unos pocos reciben tratamiento de litio y son pacientes que no padecen de Hipotiroidismo. Esto se debe a que el tratamiento de litio generalmente se utiliza para tratar trastornos de ánimo, alterando considerablemente tiroides, por lo tanto no es recomendable que pacientes con Hipotiroidismo estén bajo este tratamiento.

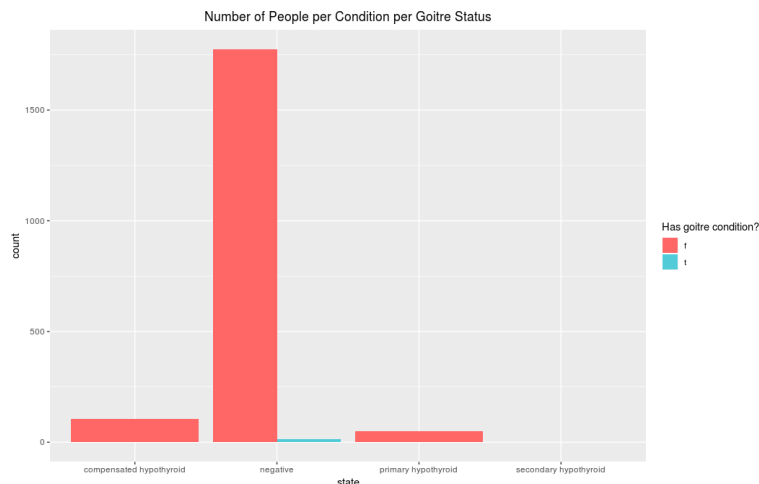


Figura 11: Gráfico de cantidad de pacientes por condición de si presentan Bocio.

De la Figura 11 se observa un número muy alto de pacientes no se ve afectado por un aumento del volumen de la tiroides (Bocio) y un número muy bajo si. Por lo tanto se puede decir que personas con algún tipo de Hipotiroidismo no son causadas por Bocio.

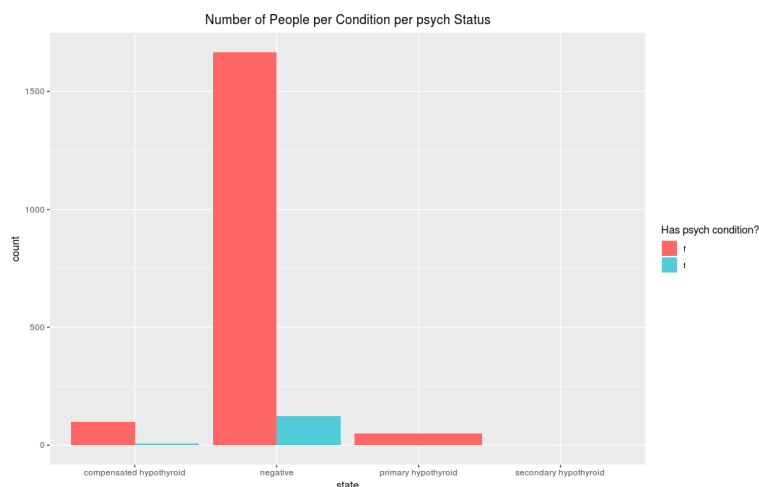


Figura 12: Gráfico de cantidad de pacientes por condición si tienen una enfermedad psiquiátrica.

De la Figura 12 se observa que un pequeño porcentaje de los pacientes padecen alguna enfermedad psiquiátrica, de los cuales la mayoría no son pacientes que padecen de Hipotiroidismo. Aunque aún así hay un grado muy mínimo correspondiente a la clase Compensated Hypothyroid que si se ven afectados por alguna enfermedad mental lo que no es raro porque algunos efectos secundarios del Hipotiroidismo pueden llevar a este tipo de enfermedades.

Finalmente, en su mayoría, los resultados de los gráficos analizan factores externos a la glándula tiroidea, tales como, si se realizan algún tratamiento médico, si consumen algún medicamento, respecto a su salud mental, etc., en donde mas bien se podrían tratar como posibles causas del Hipotiroidismo, pero como se visualizó algunos de estos factores tienen que ver mas con el Hipertiroidismo. Dado que en su mayoría los pacientes no las presentan, se puede decir que la sintomatología de ellos es relativamente normal con excepción de algunos casos que conllevan a Compensated Hypothyroid (Hipotiroidismo subclínico) y en un grado menor a Primary Hypothyroid (Hipotiroidismo primario)

Si se analiza la Figura 3 en donde se clasifican a los pacientes según la clase de Hipotiroidismo con los valores de las medianas mostradas en la Figura 1 se que tiene que hay un grado de concordancia con respecto a los pacientes que están dentro de la clase *Negative* debido al índice de TSH principalmente, en donde al ser relativamente baja, esto no provocaría una disminución en la hormona T4 principalmente, lo que conlleva a no padecer de Hipotiroidismo, viéndose así la tendencia de pacientes a pertenecer a esa clase.

Luego se calcula el coeficiente de *Correlación de Pearson* entre las variables numéricas que tiene que ver con la edad y los distintos índices de las hormonas mas importantes que tienen que ver con el Hipotiroidismo con el objetivo de analizar si existe algún tipo de relación lineal entre estos. Se obtiene la matriz correspondiente a la Figura 13.

	age	TSH	T3	TT4	T4U	FTI
age	1.00000000	-0.03017407	-0.2557207	-0.07453786	-0.16972406	0.03036753
TSH	-0.03017407	1.00000000	-0.1804254	-0.28827280	0.05591222	-0.33106265
T3	-0.25572075	-0.18042539	1.00000000	0.58182979	0.46567342	0.34687334
TT4	-0.07453786	-0.28827280	0.5818298	1.00000000	0.45052750	0.78632633
T4U	-0.16972406	0.05591222	0.4656734	0.45052750	1.00000000	-0.17080489
FTI	0.03036753	-0.33106265	0.3468733	0.78632633	-0.17080489	1.00000000

Figura 13: Matriz de correlación entre variables.

Cabe destacar que el coeficiente de Correlación de Pearson obtiene valores en un intervalo $[-1,1]$, donde 1 indica que existe una relación lineal positiva, 0 indica que no existe correlación y -1 indica una correlación lineal negativa.

De la matriz correspondiente a la Figura 13 la diagonal es 1 debido a que se establece la correlación entre una variable con ella misma, lo cual no es relevante dado que no entrega información. Por otra parte, en su mayoría se presentan datos entre $[-0.5,0.5]$, los que indican que existe correlación leve entre las variables.

Sin embargo, los datos de mayor interés son aquellos que se encuentran entre los intervalos $[-1,-0.5]$ y $[0.5,1]$, tales como:

- TT4 con T3, que poseen un coeficiente de correlación de 0.582. Esto quiere decir que si correlación es positiva, si los índices de TT4 aumentan o disminuyen, la hormona T3 también aumentará o disminuirá respectivamente.
- TT4 con FTI, con un coeficiente de correlación del 0.786. En este caso la correlación es mucho mas fuerte que el ítem anterior ya que el valor es mas cercano a 1. Si los índices de TT4 aumentan, los índices de FTI también lo hará, lo mismo ocurre si disminuye una, disminuirá la otra.
- TT4 con TSH, con un coeficiente de correlación del -0.288. Lo que significa una correlación negativa, en donde si los índices de la TT4 aumentan, los índices de la TSH disminuyen, lo que tiene mucho sentido con el Hipotiroidismo, en donde los índices de TT4 (T4 total) son bajos debido a que la TSH son altos, ya que al tener alto la TSH quiere decir que no hay suficiente T4 en la sangre lo que provoca que la tiroides trabaje mas de lo usual.

- FTI con TSH, con un coeficiente de correlación del -0.331. Lo que igual al ítem anterior significa correlación negativa, ocurriendo lo mismo, ya que la FTI esta relacionada con la T4, solo que esta mide la T4 libre con respecto a la T4 ligada, entonces claramente si el índice de FTI es baja es debido a que la TSH es alta debido a lo que se dijo en el ítem anterior.
- T3 con TT4, FTI y T4U, hay coeficiente de correlación aproximadamente del 0.58, 0.346 y 0.465 respectivamente queriendo decir que si los índices de T3 disminuye es debido a los índices de TT4, FTI T4U disminuyeron o también, lo mismo ocurre si aumenta la T3. Esto ocurre debido a que la tiroides lo que produce es la T4 y esta hormona se transforma en T3 para que actúe a nivel de órganos, entonces si se no se fabrica suficiente T4, llegará baja fracción de T3 a los órganos.

4. Conclusiones

De acuerdo a las necesidades de los expertos, este tipo de base de datos pueden ser muy útiles debido a que representan situaciones reales en donde son claramente complejos y es importante llevar el análisis a un punto mucho mas alto para que se pueda llegar a un nivel de conclusión de tal manera que con una solución se resuelva un problema. El análisis en particular de esta base de datos "Allhypo", principalmente se utiliza para la generación de árboles de decisiones el cual sus reglas se pueden considerar dentro de los métodos inductivos para tratar de solucionar el problema de cuello de botella en la construcción de Sistemas basados en conocimiento. Esto es unas de las aplicaciones principales de este tipo de base de datos en donde lo que se trata de realizar un diagnostico de Hipotiroidismo y que clase de Hipotiroidismo es.

Como también un aspecto importante es el desafío que tienen los expertos para abordar problemas como estos que contribuyen a las aplicaciones de minería de datos de gran escala en donde se utilizan bases de datos con gran cantidad de información el cual se debe hacer un uso efectivo de los recursos que brinda el sistema. Por lo tanto para el descubrimiento de conocimientos en las bases de datos el aprendizaje automático constituye un papel muy importante en el proceso para poder extraer conocimientos útiles de bases de datos grandes.

Si se da el enfoque ahora a la primera experiencia, como de los datos numéricos se obtiene que ninguno posee una distribución normal, para futuros análisis de hipótesis en base a estos, ahora sabemos que debemos realizar test no paramétricos como el de Wilcoxon, para el caso de una sola muestra, o el de Mann-Whitney para el caso de dos muestras o si es necesario realizar un análisis de la varianza el test no paramétrico correspondiente pudiendo ser el de Kruskal-Wallis, el de Friedman, entre otros.

A pesar de lo intuitiva que es la información presentada en los gráficos, es fundamental que durante un análisis más profundo de la base de datos no se subestime lo que se observa, ya que por principio de parsimonia, la trivialidad de la información obtenida de ellos podría explicar algún resultado atípico o inesperado que se obtenga más adelante.

Quedan a lo largo del semestre 5 entregas de laboratorio programables en el len-

guaje estadístico R y de análisis en los que trabajaremos esta base de datos por lo que esta primera entrega es una parte importante del trabajo de laboratorio ya que nos permite profundizar el entendimiento respecto a lo que es el Hipotiroidismo, sus causas, y sintomatología, así como también, el comportamiento de los datos de estudio. Lo que se espera a futuro es que con lo que se aprenda a medida que pasa el curso, se pueda hacer un análisis mucho mas profundo y/o específico sobre el tema en cuestión.

Bibliografía

Brunner and Suddarth (2018). *Enfermería medicoquirúrgica 12va edición*.

Holm, G. (2016). Primary hypothyroidism. [Online] <https://www.healthline.com/health/hypothyroidism-primary>.

J. Norman MD, FACS, F. (2018). Thyroid gland function tests. [Online] <https://www.endocrineweb.com/conditions/thyroid/thyroid-gland-function>.

K. M. Pantalone, B. Hatipoglu, M. K. G. L. K. A. H. H. (2015). Measurement of serum free thyroxine index may provide additional case detection compared to free thyroxine in the diagnosis of central hypothyroidism. [Online] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4686635/>.

P. Kontkanen, J. Lahtinen, P. M. H. T. (2000). Unsupervised bayesian visualization of high-dimensional data. [Online] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.38.4466&rep=rep1&type=pdf>.

Partridge, D. (1986). *Artificial Intelligence and Software Engineering*.

Quinlan, J. R. (1986). Simplifying decision trees. [Online] <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/6453/AIM-930.pdf?sequence=2>.

Reference, W. M. (2019). What is a tsh test? [Online] <https://www.webmd.com/women/what-is-tsh-test#1>.

Wisse, B. (2018). Hipotiroidismo. [Online] <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/hypothyroidism/symptoms-causes/syc-20350284>.

Zheng, Z. (2006). A benchmark for classifier learning. [Online] <https://pdfs.semanticscholar.org/df28/3534664b4fba732db2970b5600bba33f6e6d.pdf>.