

Trabajo Reglas Asociación

Juan José Sierra González

27 de enero de 2019

En este trabajo final sobre **reglas de asociación** se ha seleccionado un dataset sobre el que trabajar obteniendo reglas que resulten de interés y que aporten información a los datos que ya se poseen. A continuación se estudiarán los itemsets frecuentes, maximales y cerrados, se obtendrán las reglas correspondientes al mínimo soporte establecido, y en general se hará uso de las técnicas aprendidas durante el curso para así alcanzar el objetivo de la práctica.

Lectura de los datos

El dataset que se ha escogido para desarrollar este trabajo ha sido *Contraceptive Method Choice* (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Contraceptive+Method+Choice>), obtenido del repositorio de datasets de la Universidad de California-Irvine. Este conjunto de datos determina el método anticonceptivo elegido por una pareja de la Indonesia de 1987, que puede ser ninguno, a corto plazo o a largo plazo. Las mujeres que forman parte de este conjunto son mujeres casadas que no estaban embarazadas o no lo sabían en el momento de la recopilación de los datos, según la información del propio dataset.

Para dar un nombre adecuado a cada variable se va a utilizar la información extraída del archivo `cmc.names`. De esta forma también se le dará una nomenclatura adecuada a los valores que puede tomar cada una de las características, convirtiéndolas en un factor cuando sea necesario. Se tienen en cuenta datos sobre cada uno de los integrantes de la pareja y sobre la familia en general.

Estas son las variables que contiene este dataset:

- **Wife's age** → La edad de la mujer. Se divide en los siguientes rangos: muy joven (16-21), joven (22-29), mediana edad (30-39) y adulta (40+).
- **Wife's education** → La formación académica de la mujer. Se divide en 4 rangos: baja, media-baja, media-alta y alta.
- **Husband's education** → La formación académica del hombre. Se divide en 4 rangos: baja, media-baja, media-alta y alta.
- **Children** → La cantidad de hijos que ha tenido la pareja. Se divide en estos grupos: 0, 1-2, 3-4, 5-8 y 9+.
- **Wife's religion** → La mujer es de religión musulmana o no.
- **Wife working** → La mujer se encuentra trabajando o no.
- **Husband's occupation** → Cualificación del trabajo del hombre. Cabe destacar que para esta variable **no se especifica** en la información del dataset el significado de los distintos valores. En base a los primeros resultados que se pueden visualizar acerca del dataset (a continuación) se ha optado por interpretar los valores de 1 a 4 como 1 el más cualificado y 4 el menos.
- **Standard-of-living** → Nivel de vida de la familia. Dividido en bajo, medio-bajo, medio-alto y alto.
- **Media exposure** → Exposición a los medios (tienen buena cobertura mediática o no).
- **Contraceptive method** → Método anticonceptivo utilizado. Dividido en los siguientes grupos: no utilizan, utilizan métodos a corto plazo y utilizan métodos a largo plazo.

Se puede echar un vistazo a los valores más comunes del dataset utilizando la función `summary`.

```
summary(Contraceptive)
```

```
##      Wife's age  Wife's education Husband's education Children
## Very young:112  Low      :152      Low      : 44      0 : 97
## Young      :494  Mid-low :334      Mid-low :178      1-2:552
## Mid-age    :527  Mid-high:410      Mid-high:352      3-4:456
## Adult      :340  High     :577      High     :899      5-8:276
##                                           9+ : 92
## Wife's religion Wife working Husband's occupation Standard-of-living
## Non-Islam: 220  Yes: 369      High     :436      Low      :129
## Islam      :1253 No :1104      Mid-high:425      Mid-low :229
##                                           Mid-low :585      Mid-high:431
##                                           Low      : 27      High      :684
##
## Media exposure Contraceptive method
## Good      :1364  No-use     :629
## Not good: 109  Long-term :333
##                      Short-term:511
##
##
```

En el resumen obtenido se observan los valores más frecuentes para cada variable. En general se puede observar que se trata de una población mayoritariamente musulmana donde hay bastante propensión a tener hijos. El resto de detalles del dataset se analizarán cuando se obtengan los itemsets frecuentes y las reglas.

Ahora los datos son más legibles e interpretables, y se puede proceder a realizar un análisis más profundo y comenzar extrayendo itemsets frecuentes.

Transacciones e itemsets de interés

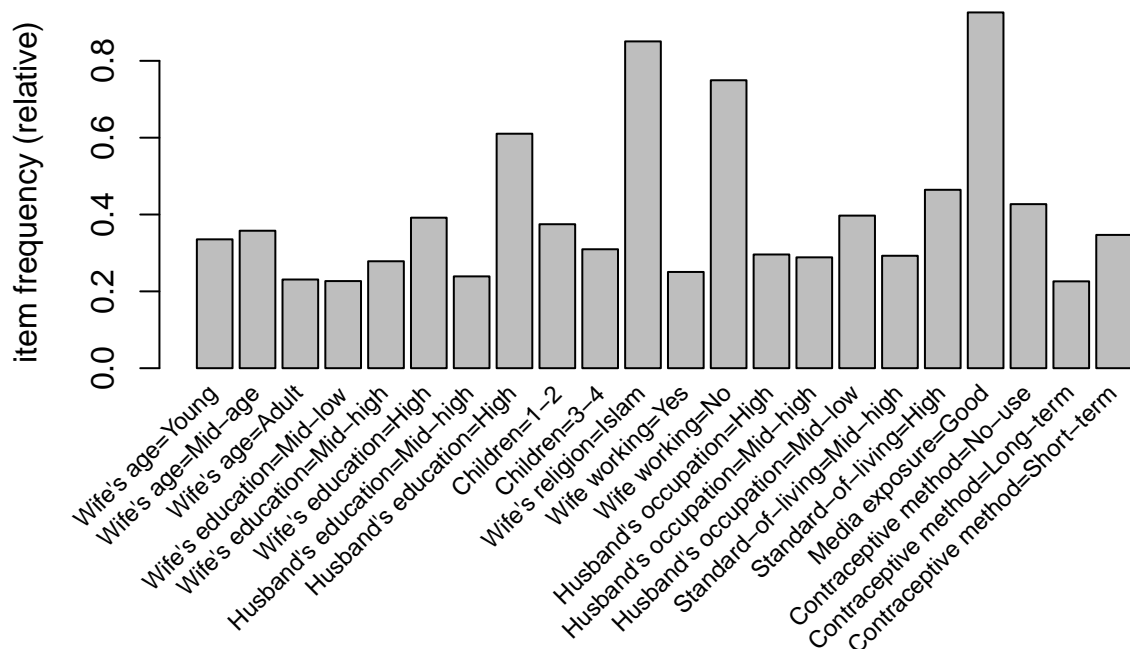
En primer lugar se van a crear las transacciones para la base de datos ya modificada. Para ello se utiliza la función `as`, indicando `"transactions"` como parámetro a convertir.

Lo primero que se observa con el resumen de las transacciones es una lista de los itemsets más frecuentes. En este caso lo que más predomina sobre todo es una buena exposición a los medios, es decir, casi ninguna familia vive alejada de la actualidad y es conocedora de lo que ocurre a su alrededor y en otras partes del mundo. Como se comentaba antes, la mayor parte de las mujeres encuestadas es de religión musulmana y no trabajan, seguramente porque se trate de un núcleo de población conservadora que relega a las mujeres al trabajo de casa.

Aparte, los hombres son los que tienen una formación académica alta, dado que se trata de una sociedad que ofrece mayores oportunidades a los hombres que a las mujeres. El siguiente itemset más frecuente es un nivel de vida alto, que ya afecta a menos del 50% de la población, pero aunque no supone una mayoría abismal sí que se puede afirmar que en este núcleo poblacional se perpetúan las tradiciones de la religión musulmana y hay pocas familias con dificultades económicas.

A continuación se muestra un gráfico con los itemsets frecuentes (por encima de un 20% de soporte).

```
itemFrequencyPlot(ContraceptiveT, support = 0.2, cex.names = 0.75)
```



De este gráfico se pueden confirmar algunas de las teorías anteriores. Una de ellas es que el nivel de vida de la población es en general alto; el rango “alto” y el “medio-alto” se reparten aproximadamente un 80% de las familias de las mujeres encuestadas.

Otra podría ser que los hombres acceden a una mejor educación que las mujeres, o al menos de forma más habitual; se puede observar que el 80% de los hombres han recibido una nivel de educación alto o medio-alto mientras que en las mujeres apenas llega al 70%. Dado que el nivel de formación es en general bastante alto tanto para hombres como para mujeres se puede asegurar que la encuesta se ha realizado en una zona de buenas condiciones económicas, lo que también es respaldado por el alto nivel de vida que aparece en el gráfico.

Además existen pocas mujeres muy jóvenes en la encuesta (la mayoría se encuentra entre los 30 y los 40) lo que también explica que haya mayor nivel de vida de forma general en la población, ya que influye favorablemente al nivel de vida que una pareja tenga edad de trabajar y haya adquirido experiencia como para recibir un buen salario.

Por último, cabe destacar el curioso caso de “Husband’s occupation” ya que, como se indicó anteriormente, su significado no viene especificado en la descripción del dataset. Si se asume que sigue la nomenclatura que se ha decidido para este estudio ocurre que la mayoría de hombres de la población tienen un trabajo muy cualificado. Esto entra dentro de lo esperado considerando el alto nivel de vida que se ha observado que tiene la población.

Pero, ¿y si el significado semántico de la variable fuese justo el contrario y hubiese muchísimos hombres con trabajos poco cualificados? Existirían dos explicaciones para este hecho: la primera es que se tratase de familias adineradas poseedoras de tierras en las que el hombre ejerce un trabajo poco cualificado pero a su vez muy lucrativo. Indonesia es una tierra donde abundan los recursos naturales, y trabajar estos recursos podría permitir que estas familias gozasen de un alto nivel de vida. La segunda es que en la Indonesia de 1987 se concibiese de forma diferente a lo que se piensa hoy en día el concepto de “alto nivel de vida” y “alto nivel de

estudios”, y realmente no fuera tan extraño encontrarse el caso de una persona con una buena formación académica ejerciendo un puesto de trabajo poco cualificado.

Asumiendo que el caso que se ha decidido en el apartado del análisis del dataset es el correcto, se va a seguir optando por la solución que parece la más coherente.

Reglas con Apriori

Ahora que el dataset y sus itemsets frecuentes han sido analizados y se tiene una visión general de la población bastante cercada, se puede utilizar el **algoritmo Apriori** para empezar a extraer reglas de asociación que aporten nueva información hasta ahora desconocida. Se van a generar reglas con los parámetros mínimos de soporte y confianza a 0.05 y 0.8 respectivamente. Sin embargo, las más significativas serán las que tengan al menos un 10% de soporte. Se generan el resto por si son necesarias en el futuro.

De estas reglas obtenidas, tiene sentido mirar aquellas que no tienen un soporte especialmente alto ni se cumplen siempre (una confianza de 1 no es interesante porque es casi seguro que esté reflejando información obvia y lógica).

```
reglas = apriori(ContraceptiveT, parameter = list(support = 0.05,
                                                    confidence = 0.8, minlen = 2))

## Apriori
##
## Parameter specification:
## confidence minval smax arem aval originalSupport maxtime support minlen
##           0.8   0.1   1 none FALSE                TRUE     5   0.05     2
## maxlen target  ext
##      10  rules FALSE
##
## Algorithmic control:
## filter tree heap memopt load sort verbose
##    0.1 TRUE TRUE  FALSE TRUE    2    TRUE
##
## Absolute minimum support count: 73
##
## set item appearances ...[0 item(s)] done [0.00s].
## set transactions ...[34 item(s), 1473 transaction(s)] done [0.00s].
## sorting and recoding items ... [32 item(s)] done [0.00s].
## creating transaction tree ... done [0.00s].
## checking subsets of size 1 2 3 4 5 6 7 done [0.00s].
## writing ... [2413 rule(s)] done [0.00s].
## creating S4 object ... done [0.00s].

mejoresReglas = subset(reglas,
                        subset = support > 0.1 & support < 0.4 & confidence < 1 & lift > 1)

# Eliminar reglas redundantes
esSubconjunto = is.subset(mejoresReglas, mejoresReglas)
esSubconjunto[lower.tri(esSubconjunto, diag = TRUE)] = FALSE
redundantes = colSums(esSubconjunto, na.rm=TRUE) >= 1
subsetMejoresReglas = mejoresReglas[!redundantes]
```

Lo que más llama la atención de las reglas generadas (eliminando aquellas redundantes o que son subconjuntos de otras reglas) es que en casi todos los consecuentes aparecen las variables “Media Exposure” y “Wife’s religion”, con los respectivos valores “Good” e “Islam”, ya que son los predominantes para estos atributos. Como se pudo observar en el resumen del dataset que se mostró anteriormente, estas variables son binarias y

la inmensa mayoría de la población sigue una de las dos alternativas; en este caso se trata de un núcleo con buen acceso a la cobertura mediática y con una población musulmana dominante. La presencia de estas dos características provoca que casi cualquier regla tenga una de ellas en el consecuente, relegando muchas de esas reglas a simples vueltas de tuerca al anterior gráfico mostrado volviendo a aportar la misma información.

No obstante, si uno se limita a comprobar aquellas reglas simples (sólo una condición en el antecedente) que no están afectadas por estas variables puede encontrar algunos detalles interesantes:

- Las mujeres que **no son musulmanas** están casadas con hombres con una **alta formación académica**.
- Los hombres que tienen un trabajo **altamente cualificado** tienen una **alta formación académica**.
- Las mujeres con una **alta formación académica** están casadas con hombres de igual formación.

En base a estas reglas se podría plantear alguna hipótesis, como que las personas tienden a casarse con aquellas con quienes comparten un nivel de formación similar. Antes de seguir formulando hipótesis quedan por revisar las reglas anteriores que tienen más de un ítem en el antecedente. De dichas reglas extraemos el siguiente conocimiento:

- Si su marido tiene un **trabajo altamente cualificado** y su **estándar de vida es alto**, la mujer tiene una **formación académica alta**.
- Las mujeres **jóvenes** con un marido con un **trabajo poco cualificado** usan métodos anticonceptivos a **corto plazo** y **no trabajan**.
- Las mujeres **musulmanas** con **3-4 hijos** y cuyo marido tiene un **buen trabajo** **no trabajan**.
- Las mujeres con un **nivel de vida elevado** y que usan métodos anticonceptivos a **largo plazo** están casadas con un hombre con una **alta formación**.

Analizando todas las reglas que se han obtenido y plasmado en este estudio se puede afirmar que existe un gran núcleo de población que muestra la imagen de una familia musulmana tradicional. Para empezar hay una gran cantidad de mujeres que tienen 5 o más hijos, lo que encaja con la definición de familia tradicional. Además, muchas de estas mujeres no trabajan, en especial si su marido tiene un buen trabajo. En este caso, se puede decir que el marido es el único sustento económico de la familia, de nuevo asociado al modelo de familia que ha existido desde hace siglos.

Otro prototipo de familia que se deduce de estas reglas es aquella menos tradicional en la que tanto la mujer como el hombre ocupan un buen puesto de trabajo. En este dataset no se incluye exactamente la cualificación del trabajo de la mujer pero basándose en la alta formación académica que poseen no es de extrañar que sea un trabajo altamente cualificado. Esto también lo refuerza el hecho de que su nivel de vida sea alto, promovido por el hecho de que en este caso no sea el hombre el único que aporta dinero a la familia. Este grupo de mujeres además está formado en su mayoría por no musulmanas, que quizá es la cultura que a día de hoy más limita a las mujeres, siempre desde el punto de vista de sus familias tradicionales y del peso que tienen estas familias en la sociedad.

Se da el caso también de que existe una gran cantidad de mujeres jóvenes que encajan en el perfil que se consideraría común en la actualidad. Se trata de mujeres que no tienen trabajo, y cuyo marido trabaja en un oficio poco cualificado. Es claramente un perfil de pareja joven que apenas acaba de comenzar en el mundo laboral, si bien aún no se puede asegurar si la familia es tradicional o no; en una familia tradicional la mujer seguirá sin trabajar y el marido proliferará hasta conseguir un puesto más cualificado (el caso anterior). En el caso de que se trate de una familia no tradicional, la situación por la que están pasando puede deberse simplemente al duro inicio en el mercado laboral en una sociedad donde hay una alta formación educativa, es decir, mucha gente (sobre todo gente adulta) estará capacitada para ejercer las profesiones más cualificadas. En un futuro esta

Además, en las reglas ha resaltado la presencia de un gran porcentaje de la población (tanto mujeres como hombres) que tienen un nivel de formación alta. Esto se había notado anteriormente, comprobando que había un mayor porcentaje de hombres que de mujeres que conseguían este alto nivel educativo. Sin embargo, en base al resto de información que se va conociendo del dataset se puede responsabilizar de este hecho a

la globalización que está sufriendo el mundo. Los datos son relativamente recientes (hace 30 años) y las poblaciones de prácticamente todo el mundo están accediendo a una cantidad de información y recursos los cuales hace un siglo ni siquiera podían plantearse. Aun así se sigue notando el sesgo del género y las mujeres tienen un peor acceso a la educación que los hombres, que muchas veces por motivos familiares (dentro de familias más tradicionales, como parecen ser las que hay en este dataset) fuerzan al hombre a continuar sus estudios y a la mujer a que cuide de los hijos y se encargue del hogar.

Análisis con ítems negados

Para el análisis con ítems negados se va a sustituir la variable “Wife’s age” por las variables “Wife very young”, “Wife young”, “Wife middle-aged” y “Wife adult” que simbolicen de forma booleana si se da o no se da cada uno de los casos para cada mujer del conjunto de datos. Se va a utilizar esta variable debido a que la hipótesis realizada en el apartado anterior ha demostrado que puede ser interesante ver cómo se comportan las mujeres en función de su rango de edad, ya que se han distinguido algunos grupos que varían sustancialmente entre ellos.

Realizando el análisis de reglas negadas se pueden encontrar detalles interesantes que antes no aparecían. Por ejemplo, una de las primeras reglas generadas indica que si la educación de la mujer es baja, **no es muy joven**. Esto potencia la hipótesis de la globalización, que ayuda a que las nuevas generaciones del momento accediesen a muchísima más información y pudieran formarse desde muy jóvenes. En esta población las mujeres que han quedado analfabetas o con una educación pobre son de una edad más avanzada y en casi ningún caso pertenecientes a la juventud.

Otra regla curiosa es que las mujeres que tienen 1 ó 2 hijos generalmente **no son adultas** (no tienen 40 años o más). Es decir, en la población tratada en este estudio hay mucha tendencia a tener hijos. Se veía en un solo vistazo a los datos la propensión a la maternidad entre las mujeres de la población, pero esta regla ayuda a confirmarlo. La nueva información que aporta es que generalmente las mujeres con pocos hijos **siguen siendo jóvenes o de mediana edad**, es decir, **es muy probable que continúen teniendo descendencia**. No hay muchas mujeres que tengan una descendencia tan corta y no tengan la posibilidad de ampliarla entre las mujeres de la población. Toda esta hipótesis queda reforzada por reglas que afirman que las mujeres con 5-8 hijos no son jóvenes ni muy jóvenes, ya que la descendencia aumenta lógicamente con la propia edad de la mujer.

Una última regla que también da una información interesante es que las mujeres que **trabajan** y que tienen un marido con un **alto nivel académico no son adultas**. Si analizamos el punto de vista de las mujeres no adultas que siguen este patrón es asumible que hayan dejado más bien atrás el modelo de familia tradicional y tanto ella como el marido trabajen para ayudar de forma equitativa a la economía familiar. Si por otro lado se analiza esta regla desde el punto de vista de las mujeres adultas que tienen un marido con una buena formación, en una población tan tradicional es habitual que no se dediquen a trabajar, más a una edad ya avanzada con una familia formada y que tiene buen sustento.

Análisis por grupos de reglas

El último apartado del estudio recae sobre los grupos de reglas. En este apartado se va a tratar de extraer información de reglas que contengan un grupo de ítems determinado, bien en el antecedente o bien en el consecuente, y se utilizará para obtener información más en profundidad de algún grupo particular de interés.

El primer grupo de interés que se va a estudiar en este trabajo van a ser las mujeres que tienen muchos hijos. En particular, aquellas que pertenecen al grupo de las que más hijos tienen, 9 o más.

Con relación a las reglas que se han obtenido se han obtenido para 9 o más hijos son muy significativas. Dichas reglas han sido las siguientes:

- Las mujeres que tienen **9 o más hijos no trabajan**.
- Las mujeres que tienen **9 o más hijos son musulmanas**.

Las dos reglas indican claramente que se trata de una mujer en el seno de una familia tradicional musulmana. En estas familias, de nuevo, las mujeres no trabajan más que en el hogar y se limitan a cuidar de los niños. Es interesante ver que la mayoría de las mujeres que tiene 9 o más hijos sigue este patrón, pero es casi más interesante ver que hay un 2% de las mujeres con tantos hijos que no son musulmanas. En una población con tan marcada población de esta religión puede resultar muy extraño encontrarse un caso de una mujer no musulmana que llegue a tener tantos hijos, aunque hay algunas agrupaciones dentro de otras religiones que también son propensas a ello. Con una alta probabilidad las personas que pertenecen a este particular grupo pertenecen a otra vertiente de pensamiento religioso, ya que es más habitual que las personas con tan larga descendencia lo hagan por creencias religiosas.

Otro grupo curioso puede ser el de las mujeres que usan métodos anticonceptivos a largo plazo. En esta sociedad tan marcada por la tradición musulmana (que no usa dichos métodos) es interesante averiguar cosas acerca de las mujeres que sí que los utilizan.

Las reglas de más interés obtenidas son las siguientes:

- Las mujeres que usan **métodos anticonceptivos a largo plazo** no suelen ser muy jóvenes.
- Las mujeres con **alta formación académica** y que usan **métodos anticonceptivos a largo plazo** están casadas con un hombre **con la misma formación**.
- Las mujeres con **alto nivel de vida** y que usan **métodos anticonceptivos a largo plazo** están casadas con hombres que tienen una **alta formación académica**.

En particular, lo primero que se obtiene es que no son muy jóvenes, lo cual es de esperar porque no tiene mucho sentido comenzar a tomar medidas tan a largo plazo sin tener una familia asentada ni con una buena estabilidad laboral.

Por supuesto, entre las reglas relacionadas con este particular valor del atributo “Contraceptive method” no existe ninguna que lo relacione con la mujer perteneciendo a la cultura musulmana. Si bien alguna pareja puede utilizarlos, desde luego no es lo habitual y se trataría ciertamente de una excepción.

Otros datos en los que profundizar que reflejan las reglas mostradas en el estudio es que tienden a partir de la base de que ambos miembros de la pareja, o al menos el hombre, tienen una alta formación académica. La razón de que se remarque la presencia del hombre recae lógicamente en que hay más hombres con dicha formación que mujeres, pero otra regla refuerza que si ambos tienen un alto nivel de educación este es el método que utilizan. Además, se suma la presencia de un alto nivel de vida. Dependiendo del país y de las condiciones sanitarias es posible que los métodos a largo plazo resulten ser más caros que a corto plazo, siendo más accesibles para familias ya establecidas y que gozan de un estándar de vida más elevado.