



Universidad  
Carlos III de Madrid

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

MÉTODOS BAYESIANOS, GRADO EN ESTADÍSTICA Y EMPRESA

## Análisis y clasificación de textos

*Fabio Scielzo Ortiz*

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Carga de los datos (Python)</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Descripción estadistica de los datos (Python)</b>	<b>4</b>
3.1	Gráfico de barras de la variable respuesta ( <i>Fake</i> ) . . . . .	5
3.2	Número de palabras por noticia . . . . .	7
3.3	Numero medio de palabras por noticia en función de si son fake o no . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Preprocesado de texto</b>	<b>8</b>
4.1	Tokenizacion . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Descripción estadística de los datos tras la tokenización</b>	<b>14</b>
5.1	Numero de tokens del conjunto de noticias en funcion de si son fake o no . .	14
5.2	Numero de tokens <i>únicos</i> del conjunto de noticias en funcion de si son fake o no . . . . .	14
5.3	Numero de tokens en cada una de las noticias individualmente . . . . .	14
5.4	Número de veces que aparece cada token en el conjunto de las noticias en funcion de si es fake o no . . . . .	17
5.5	Ranking de tokens mas frecuentes en el conjunto de las noticias en funcion de si son fake y no fake . . . . .	19
5.5.1	Stop words . . . . .	20
5.6	Odds Ratio . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Term frequency – Inverse document frequency (Tf - Idf)</b>	<b>32</b>

# 1 Introducción

En este trabajo se va a realizar un análisis y clasificación de textos. Para ellos se utilizaran dos lenguajes de programación, **Python** y **R**. El trabajo puede dividirse en dos partes bien diferenciadas, una primera parte en la que se trabaja con **Python** y una segunda en la que se usa **R**.

En la primera parte, en la que trabajamos con **Python**, se llevará acabo una descripción y preprocesado del data-set con el que trabajaremos, posteriormente se lleva acabo un análisis de texto, y para finalizar se realizaran tareas de clasificación aplicando algoritmos de clasificación supervisada, especialmente el algoritmo de clasificación ingenua bayesiana.

En la parte en la que trabajamos con **R** se seguirán los pasos del ejemplo ilustrado en clase.

## 2 Carga de los datos (**Python**)

El data-set con el que vamos a trabajar contiene como observaciones noticias, y como variables la fecha, el título y el texto de la noticia, y si es una noticia falsa (fake new) o es verdadera (no fake new). La variable respuesta será **Fake** . Las variables predictoras que se usaran en el apartado de aplicación de algoritmos de clasificación no aparecen en el data-set original, pero serán creadas usando la información de la variable **texto**

Importamos la libreria **pandas**, que es la libreria de **Python** mas usada para la manipulación y manejo de datos en formato de tabla, es decir, data-frames.

```
import pandas as pd
```

Ahora importamos los datos, que originalmente estan distribuidos en dos data-sets, uno que contiene las fake news (**df\_Fake**) y otro que contiene las no fake news (**df\_True**):

```
df_Fake = pd.read_csv('Fake.csv')
df_True = pd.read_csv('True.csv')
```

Creamos una variable que indicará en nuestro data-set final si la noticia es fake o no fake:

```
df_Fake['Fake'] = 1
df_True['Fake'] = 0
```

Si para una noticia la nueva variable creada **Fake** toma el valor 1 , indica que es fake new, y si toma el 0 indica que no es fake new.

Ahora concatenamos (por filas) los dos data-sets anteriores, para generar el data-set con el que trabajaremos:

```
Fake_News_Data = pd.concat([df_Fake, df_True])
```

Seleccionamos las columnas (variables) de nuestro interés:

```
Fake_News_Data = Fake_News_Data.loc[:, ['Fake', 'title', 'text', 'date']]
```

Añadimos un índice al data-set:

```
Fake_News_Data.index = range(0 , len(Fake_News_Data))
```

Ahora vamos a ver de qué tipo son nuestras variables en Python :

```
Fake_News_Data.dtypes
```

```
Fake      int64
title    object
text     object
date     object
dtype: object
```

El tipo `object` es propio de variables no cuantitativos, como categoricas o texto, y el tipo `int64` es propio de variables enteras.

En este caso dejaremos los types como están, salvo el de la variable `Fake` que es categorica y por tanto es más adecuado que su type sea `object`

```
Fake_News_Data['Fake'] = Fake_News_Data['Fake'].astype('object')
```

Calculamos el numero de valores faltantes (NA) en cada una de las variables:

```
Fake_News_Data.isnull().sum()
```

```
Fake      0
title    0
text     0
date     0
```

### 3 Descripción estadistica de los datos (Python)

Hacemos una breve descripción estadistica de las variables del data-set:

```
Fake_News_Data.describe(include='all')
```

	Fake	title
count	44898	44898
unique	2	38729
top	1	Factbox: Trump fills top jobs for his administ...
freq	23481	14

	date	text
count	44898	44898
unique	2397	38646
top	December 20, 2017	(no se muestra por tamaño excesivo)
freq	182	627

Esta tabla nos da alguna informacion relevante, como que en el data-set hay mas fake news que no fake news. Concretamente hay 44898 noticias, de las cuales 23481 son fakes y  $44898 - 23481 = 21417$  son no fakes.

Vamos ahora a realizar un análisis descriptivo del data-set algo más profundo.

### 3.1 Gráfico de barras de la variable respuesta (Fake)

Importamos algunas librerías necesarias para realizar este análisis en Python

Concretamente la librería `numpy` da soporte para crear vectores y matrices grandes multi-dimensionales, junto con una gran colección de funciones matemáticas de alto nivel para operar con ellas. En general es una de las librerías de Python más empleadas junto con `pandas`

Tambien importamos las librerías `seaborn` y `matplotlib` que son muy empleadas para visualización de datos (creación de gráficos).

```
import numpy as np

import seaborn as sns
import matplotlib as mpl
import matplotlib.pyplot as plt

sns.set(rc={'figure.figsize':(8,8)})
```

Vamos a calcular un gráfico de barras para la variable `Fake`:

```
prop_Fake_yes = len( Fake_News_Data.loc[ Fake_News_Data['Fake'] == 1 , : ] )
↪ / len(Fake_News_Data)

prop_Fake_no = len( Fake_News_Data.loc[ Fake_News_Data['Fake'] == 0 , : ] )
↪ / len(Fake_News_Data)

Fake_News_Data['proportion_Fakes'] = 0

for i in range(0, len(Fake_News_Data)):

    if Fake_News_Data['Fake'][i] == 1 :

        Fake_News_Data['proportion_Fakes'][i] = prop_Fake_yes

    else :

        Fake_News_Data['proportion_Fakes'][i] = prop_Fake_no

import matplotlib.pyplot as plt

fig, ax = plt.subplots()

p = sns.barplot(x='Fake', y='proportion_Fakes', data=Fake_News_Data,
↪ palette="Spectral")
```

```

p.set_yticks( np.arange(0, 0.85, 0.1) )
p.set_xticklabels(['No', 'Yes'])
p.axes.set(xlabel='Fakes', ylabel='proportion')

fig.savefig('p.png', format='png', dpi=1200)

```

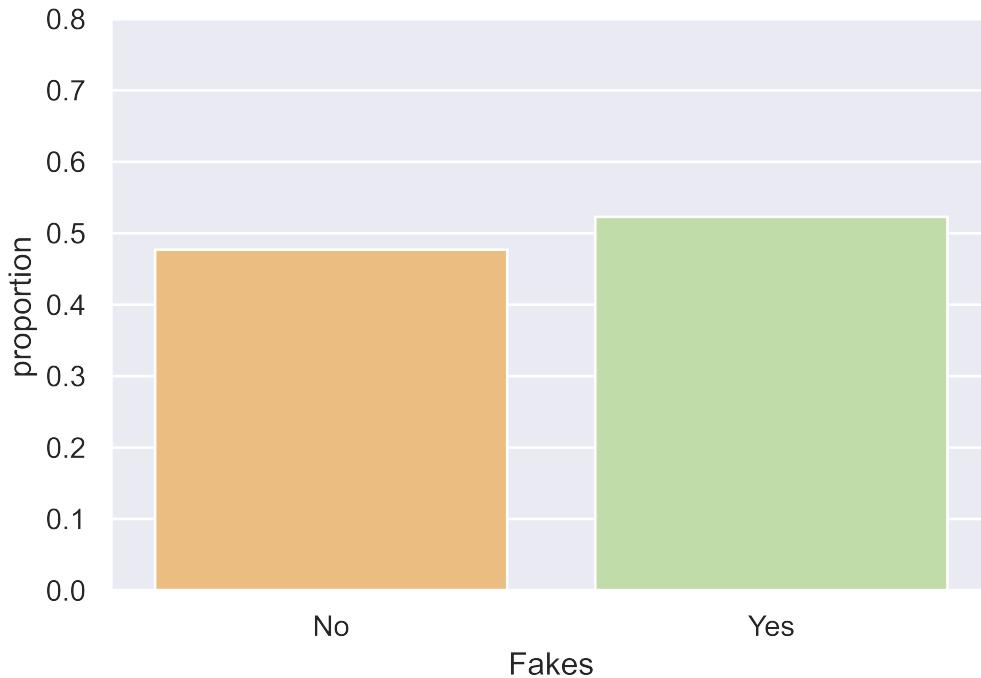


Figure 1: Gráfico de barras de la variable `Fake`

Las proporciones exactas de fake y no fake news son:

```
[prop_Fake_no , prop_Fake_yes]
```

```
[0.47701456635039424, 0.5229854336496058]
```

El número exacto de fake y no fake news es:

```
[prop_Fake_no*len(Fake_News_Data) , prop_Fake_yes*len(Fake_News_Data)]
```

```
[21417.0, 23481.0]
```

Eliminamos la columna `proportion_Fakes` del data-set, que ha sido creada solamente de manera auxiliar para poder generar el gráfico de barras anterior:

```

Fake_News_Data = Fake_News_Data.loc[ : , Fake_News_Data.columns !=
→ 'proportion_Fakes']

```

### 3.2 Número de palabras por noticia

Una forma de calcular en Python el número de palabras de cada noticia es la siguiente:

```
Fake_News_Data['word_count'] =  
    → Fake_News_Data['text'].str.split().str.len()
```

Vamos a ver el data-set con la nueva columna `word_count` que contiene el nº de palabras por noticia

```
Fake_News_Data
```

```
Fake      title  
  
0        1  Donald Trump Sends Out Embarrassing New Year'...  
1        1  Drunk Bragging Trump Staffer Started Russian ...  
2        1  Sheriff David Clarke Becomes An Internet Joke...  
3        1  Trump Is So Obsessed He Even Has Obama's Name...  
4        1  Pope Francis Just Called Out Donald Trump Dur...  
  
...      ...      ...  
  
44893     0  'Fully committed' NATO backs new U.S. approach...  
44894     0  LexisNexis withdrew two products from Chinese ...  
44895     0  Minsk cultural hub becomes haven from authorities  
44896     0  Vatican upbeat on possibility of Pope Francis ...  
44897     0  Indonesia to buy $1.14 billion worth of Russia...  
  
  
text                      date  
  
0  Donald Trump just couldn't wish all Americans ...  December 31, 2017  
1  House Intelligence Committee Chairman Devin Nu...  December 31, 2017  
2  On Friday, it was revealed that former Milwauk...  December 30, 2017  
3  On Christmas day, Donald Trump announced that ...  December 29, 2017  
4  Pope Francis used his annual Christmas Day mes...  December 25, 2017  
  
...      ...      ...  
  
44893  BRUSSELS (Reuters) - NATO allies on Tuesday we...  August 22, 2017  
44894  LONDON (Reuters) - LexisNexis, a provider of l...  August 22, 2017  
44895  MINSK (Reuters) - In the shadow of disused Sov...  August 22, 2017  
44896  MOSCOW (Reuters) - Vatican Secretary of State ...  August 22, 2017  
44897  JAKARTA (Reuters) - Indonesia will buy 11 Sukh...  August 22, 2017  
  
  
word_count  
  
0        495  
1        305  
2        580
```

3	444
4	420
...	...
44893	466
44894	125
44895	320
44896	205
44897	210

### 3.3 Numero medio de palabras por noticia en función de si son fake o no

Calculamos ahora la media de palabras de las fakes news y de la sno fake news. Es decir, el nº medio de palabras en el conjuntos de las noticias fake, y por otro lado en el conjunto de las no fake:

```
Fake_News_Data.groupby('Fake')[ 'word_count' ].mean()
```

Fake	Mean word_count
0	385.640099
1	423.197905

## 4 Preprocesado de texto

En este apartado se van a hacer una serie de operaciones orientadas al preprocesado de texto, para poder posteriormente realizar análisis más profundos, y para poder implementar algoritmos de clasificación sobre texto.

Este tipo de preprocesado es básico y fundamental en áreas de la ciencia de datos que trabajan con texto, como son la minería de texto (text mining), el procesamiento del lenguaje natural (PLN) y la recuperación de información (information retrieval).

Una de las operaciones centrales del preproceso de textos es la **tokenización**.

### 4.1 Tokenización

Existen algunas librerías de Python que tienen funciones para realizar operaciones de tokenización, como por ejemplo las librerías `sklearn`, `nltk` o `spaCy`

En este caso no usaremos ninguna función de alguna de esas librerías, sino que crearemos nuestra propia función para realizar la tokenización.

Esta función está totalmente inspirada en la función creada por el científico de datos Joaquín Amat Rodrigo, el cual es el creador del excelente blog sobre ciencia de datos [Cienciadedatos.net](#). En este blog Joaquin tiene un artículo sobre análisis de texto en Python en el cual se encuentra la función que ahora vamos a presentar. Además muchas otras partes de este trabajo están basadas en dicho artículo, es por ello que se hace una especial mención tanto aquí como en el apartado de bibliografía.

La función `limpiar_tokenizar` toma como input texto y devuelve como output un vector de tokens asociado a ese texto, es decir, un vector con las cadenas caracteres del texto, pero no con cualquier tipo, sino que la función no considera signos de puntuación , palabras que empiezan por “http”, números, espacios en blancos múltiples, tokens con longitud menor que 2.

Un token aqui es considerado como una cadena de caracteres, es decir, una concatenacion de símbolos (sin considerar el espacio en blanco como un símbolo).

Veamos un ejemplo de lo que consideramos tokens:

Dado el siguiente texto:

” Esto es 1 ejemplo de l'limpieza de6 TEXTO <https://t.co/rnHPgyhx4Z> @cienciadedatos #textmining ”

Los tokens (en sentido estricto, no en el sentido restrictivo que considera la función `limpiar_tokenizar`) asociados a dicho texto son:

[ Esto , es , 1 , ejemplo , de , l'limpieza , de6 , TEXTO , <https://t.co/rnHPgyhx4Z> , @cienciadedatos , #textmining ]

```
def limpiar_tokenizar(texto):  
  
    import re  
  
    '''  
        Esta función limpia y tokeniza el texto en palabras individuales.  
        El orden en el que se va limpiando el texto no es arbitrario.  
        El listado de signos de puntuación se ha obtenido de:  
        → print(string.punctuation)  
        y re.escape(string.punctuation)  
    '''  
  
    # Se convierte todo el texto a minúsculas:  
  
    nuevo_texto = texto.lower()  
  
    # Eliminacion de paginas web (palabras que empiezan por "http"):  
  
    ## Las cadenas de caracteres que sean enlaces a webs no serán  
    → consideradas como tokens  
  
    nuevo_texto = re.sub('http\S+', ' ', nuevo_texto)  
  
    # Eliminacion de signos de puntuación:  
  
    ## Si una cadena de caractrer contiene un signo de puntuacion estos  
    → serán eliminados y sustituidos por un espacio en blanco. Si por  
    → ejemplo tenemos las cadenas '@FabioScielzo' y 'Fabio@Scielzo' ,  
    ## la funcion las transforma en 'FabioScielzo' en el primer caso y  
    → en el par de cadenas 'Fabio' , 'Scielzo' en el segundo. Y si  
    → tenemos  
    ## una cadena de signos d puntuacion como '@#!' la elimina  
    → directamente.
```



```

nuevo_texto = [token for token in nuevo_texto if len(token) >= 2]

return(nuevo_texto)

```

Probamos el funcionamiento de la función `limpiar_tokenizar` con el mismo texto que fue usado antes como ejemplo ilustrativo.

```

test = "Esto es 1 ejemplo de l'limpieza de6 TEXTO https://t.co/rnHPgyhx4Z
↪ @cienciadedatos #textmining"

print(limpiar_tokenizar(texto=test))

```

```
['esto', 'es', 'ejemplo', 'de', 'limpieza', 'de', 'texto', 'cienciadedatos', 'textmining']
```

Ahora probamos la función `limpiar_tokenizar` con la primera noticia del data-set `Fake_News_Data`:

```
Fake_News_Data['text'][0]
```

```
'Donald Trump just couldn t wish all Americans a Happy New Year and leave it at that. Ins...
```

```
print(limpiar_tokenizar(texto=Fake_News_Data['text'][0]))
```

```
['donald', 'trump', 'just', 'couldn', 'wish', 'all', 'americans', 'happy', 'new', 'year', ...]
```

Ahora aplicamos la función `limpiar_tokenizar` a cada una de las noticias del data-set `Fake_News_Data`

```

Fake_News_Data['text_tokenizado'] = Fake_News_Data['text'].apply(
↪ limpiar_tokenizar )

```

Creamos una columna que identifique las noticias:

```
Fake_News_Data['id_text'] = range(0, len(Fake_News_Data))
```

Vemos como queda tras estos cambios el data-set `Fake_News_Data`:

```
Fake_News_Data
```

	Fake	title
0	1	Donald Trump Sends Out Embarrassing New Year'...
1	1	Drunk Bragging Trump Staffer Started Russian ...
2	1	Sheriff David Clarke Becomes An Internet Joke...
3	1	Trump Is So Obsessed He Even Has Obama's Name...
4	1	Pope Francis Just Called Out Donald Trump Dur...

```

...
...
...
44893 0 'Fully committed' NATO backs new U.S. approach...
44894 0 LexisNexis withdrew two products from Chinese ...
44895 0 Minsk cultural hub becomes haven from authorities
44896 0 Vatican upbeat on possibility of Pope Francis ...
44897 0 Indonesia to buy $1.14 billion worth of Russia...

```

	text	date
0	Donald Trump just couldn't wish all Americans ...	December 31, 2017
1	House Intelligence Committee Chairman Devin Nu...	December 31, 2017
2	On Friday, it was revealed that former Milwauk...	December 30, 2017
3	On Christmas day, Donald Trump announced that ...	December 29, 2017
4	Pope Francis used his annual Christmas Day mes...	December 25, 2017

```

...
...
44893 BRUSSELS (Reuters) - NATO allies on Tuesday we... August 22, 2017
44894 LONDON (Reuters) - LexisNexis, a provider of l... August 22, 2017
44895 MINSK (Reuters) - In the shadow of disused Sov... August 22, 2017
44896 MOSCOW (Reuters) - Vatican Secretary of State ... August 22, 2017
44897 JAKARTA (Reuters) - Indonesia will buy 11 Sukho... August 22, 2017

```

	word_count	text_tokenizado	id_text
0	495	[donald, trump, just, couldn, wish, all, ameri...	0
1	305	[house, intelligence, committee, chairman, dev...	1
2	580	[on, friday, it, was, revealed, that, former, ...	2
3	444	[on, christmas, day, donald, trump, announced,...	3
4	420	[pope, francis, used, his, annual, christmas, ...	4

	...	...	...
44893	466	[brussels, reuters, nato, allies, on, tuesday,...	44893
44894	125	[london, reuters, lexisnexis, provider, of, le...	44894
44895	320	[minsk, reuters, in, the, shadow, of, disused,...	44895
44896	205	[moscow, reuters, vatican, secretary, of, stat...	44896
44897	210	[jakarta, reuters, indonesia, will, buy, sukho...	44897

Creamos un nuevo data-frame solo con las columnas (variables) `id_text`, `text_tokenizado` y `Fake`, en el que la columna `text_tokenizado` esta expandida, es decir, al ser una columna cuyos elementos son vectores, lo que se hace con la operacion `explode` es expandir cada uno de esos vectores en un nuevo data-frame, es decir, para cada uno de esos vectores se crean tantas filas en el nuevo data-frame como elementos hay en el vector, y en cada una de esas filas la columna `text_tokenizado` contendra un elemento del vector expandido. Visualmente es mas facil de entenderlo como se verá a continuación:

```

Fake_News_Tokens = Fake_News_Data.loc[:, ['id_text', 'text_tokenizado',
                                         'Fake']].explode(column='text_tokenizado')

```

```
# Renombramos la columna `text_tokenizado` como `token` :  
  
Fake_News_Tokens =  
    ↳ Fake_News_Tokens.rename(columns={'text_tokenizado':'token'})
```

Imprimimos el nuevo data-frame creado `Fake_News_Tokens` al expandir la columna `text_tokenizado` del data-frame `Fake_News_Data`

```
Fake_News_Tokens
```

	<code>id_text</code>	<code>token</code>	<code>Fake</code>
0	0	donald	1
0	0	trump	1
0	0	just	1
0	0	couldn	1
0	0	wish	1
...	...	...	...
44897	44897	technology	0
44897	44897	and	0
44897	44897	aviation	0
44897	44897	among	0
44897	44897	others	0

## 5 Descripción estadística de los datos tras la tokenización

### 5.1 Numero de tokens del conjunto de noticias en función de si son fake o no

```
# nº de palabras (tokens) en el conjunto de textos clasificados como fake
→ y en los no fake
```

```
Fake_News_Tokens.groupby(by='Fake')['token'].count()
```

```
Fake
0    7891501
1    9611544
Name: token, dtype: int64
```

### 5.2 Numero de tokens únicos del conjunto de noticias en función de si son fake o no

```
# nº de palabras (tokens) *unicos* en el conjunto de textos clasificados
→ como fake y en los no fake
```

```
Fake_News_Tokens.groupby(by='Fake')['token'].nunique()
```

```
Fake
0    78020
1    85642
Name: token, dtype: int64
```

### 5.3 Numero de tokens en cada una de las noticias individualmente

```
# nº de palabras (tokens) en cada texto individual clasificados como fake
→ y en los no fake
```

```
df1 = pd.DataFrame( Fake_News_Tokens.groupby(by = ["id_text" , "Fake"])
→ )["token"].count().rename('nº_tokens' ) )
```

```
df1
```

id_text	Fake	nº_tokens
0	1	447
1	1	294
2	1	563
3	1	426
4	1	415

```

...
...
...
44893      0      433
44894      0      120
44895      0      307
44896      0      196
44897      0      197

```

Hay noticias que no tienen tokens :

```
df1.loc[df1['nº_tokens'] == 0, :]
```

		nº_tokens
id_text	Fake	
9358	1	0
10923	1	0
11041	1	0
11190	1	0
11225	1	0
...	...	...
21857	1	0
21869	1	0
21870	1	0
21873	1	0
32451	0	0

Algunos ejemplos de estas noticias son los siguientes:

```
Fake_News_Data.loc[Fake_News_Data.id_text == 9358]
```

	Fake	title
9358	1	<a href="https://100percentfedup.com/served-roy-moore-v...">https://100percentfedup.com/served-roy-moore-v...</a>
		text
9358		<a href="https://100percentfedup.com/served-roy-moore-v...">https://100percentfedup.com/served-roy-moore-v...</a>
		date word_count
9358		1
		text_tokenizado id_text
9358		[] 9358

```
Fake_News_Data.loc[Fake_News_Data.id_text == 10923]
```

```

      Fake      title
10923    1    TAKE OUR POLL: Who Do You Think President Trum...
                text      date      word_count   text_tokenizado   id_text
10923        May 10, 2017          0            []           10923

```

Nos quedamos por tanto solo con las noticias que tienen algun token :

```
df2 = df1.loc[df1['nº_tokens'] != 0, :]
```

```
df2
```

		nº_tokens
id_text	Fake	
0	1	447
1	1	294
2	1	563
3	1	426
4	1	415
...	...	...
44893	0	433
44894	0	120
44895	0	307
44896	0	196
44897	0	197

Calculamos el numero medio de tokens para las noticias que tienen uno o mas tokens en funcion se si son fake o no:

```
df2.groupby("Fake")["nº_tokens"].agg(['mean'])
```

	mean
Fake	
0	368.486225
1	422.169983

Se puede interpretar como la longitud media de las noticias fake y de las no fake

Hay diferencias entre lo obtenido mediante esta operación y lo obtenido al usar el siguiente código, que fue visto anteriormente:

```

Fake_News_Data['word_count'] =
↪ Fake_News_Data['text'].str.split().str.len()

Fake_News_Data.groupby('Fake')['word_count'].mean()

```

```
Fake    Mean word_count
```

0	385.640099
1	423.197905

Y esto es debido a que el código `Fake_News_Data['text'].str.split()` hace una operación similar a la realizada por nuestra función `limpiar_tokenizar` pero **no exactamente igual**, y esto lleva a que con la primera opción se obtiene un conjunto de tokens diferente al obtenido con la función `limpiar_tokenizar`, en los distintos documentos, y esto lleva a que la longitud de los documentos sea diferente si se consideran los tokens obtenidos con `Fake_News_Data['text'].str.split()` a si se usan los obtenidos con `limpiar_tokenizar`, lo que lleva a diferencias en las longitudes medias obtenidas.

```
Fake_News_Data['text'].str.split()
```

```
0      [Donald, Trump, just, couldn, t, wish, all, Am...
1      [House, Intelligence, Committee, Chairman, Dev...
2      [On, Friday,, it, was, revealed, that, former, ...
3      [On, Christmas, day,, Donald, Trump, announced...
4      [Pope, Francis, used, his, annual, Christmas, ...
        ...
44893   [BRUSSELS, (Reuters), -, NATO, allies, on, Tue...
44894   [LONDON, (Reuters), -, LexisNexis,, a, provide...
44895   [MINSK, (Reuters), -, In, the, shadow, of, dis...
44896   [MOSCOW, (Reuters), -, Vatican, Secretary, of, ...
44897   [JAKARTA, (Reuters), -, Indonesia, will, buy, ...
```

Como se pueden ver con el código anterior se obtiene por ejemplo que ‘-’ y ‘, Donald’ son tokens , cuando con la función `limpiar_tokenizar` no serían considerados un tokens.

Otra forma de calcular lo anterior:

```
m0 = (
    →  Fake_News_Tokens.loc[Fake_News_Tokens['Fake'] == 0].groupby('id_text')['token'].count()
    → ).mean()

m1 = (
    →  Fake_News_Tokens.loc[Fake_News_Tokens['Fake'] == 1].groupby('id_text')['token'].count()
    → ).mean()

pd.DataFrame({'fake_new': [0, 1], 'tokens_mean': [m0, m1]})
```

	fake_new	tokens_mean
0	0	368.469020
1	1	409.332822

## 5.4 Número de veces que aparece cada token en el conjunto de las noticias en función de si es fake o no

```

df = pd.DataFrame( (Fake_News_Tokens.groupby(by = ["Fake", "token"])
                     .count().unstack(fill_value=0).stack().reset_index(name='frecuencia_token'))

# .unstack(fill_value=0).stack() para que tambien aparezcan los tokens con
# count = 0 , si no solo aparecerian los que tienen count > 0.

df

```

	Fake	token	frecuencia_token
0	0	aa	22
1	0	aaa	7
2	0	aaaaaaaaand	0
3	0	aaaaackkk	0
4	0	aaaaapkfhk	0
...	...	...	...
251605	1	""it	0
251606	1	""when	0
251607	1	•if	0
251608	1	\$emoji1\$	0
251609	1	\$emoji2\$	0

La salida anterior nos da para cada token el numero de veces que aparece en el conjunto de las fake news por un lado ( $\text{Fake} = 1$ ), y por otro lado en el conjunto de las no fake ( $\text{Fake}=0$ )

Veamos algunos ejemplos para tokens concretos:

En la siguiente salida vemos el n° de veces que aparece el token ‘yes’ en el conjunto de las fake news (1775), asi como en el conjunto de las no fake news (336).

```

df.loc[df['token']=='yes' , ] # El token 'yes' aparece 1775 veces en el
                             # conjunto de las fake news y 336 en el de las no fake news

```

	Fake	token	frecuencia_token
116577	0	yes	336
242382	1	yes	1775

En la siguiente salida vemos el n° de veces que aparece el token ‘true’ en el conjunto de las fake news (2595), asi como en el conjunto de las no fake news (412).

```

df.loc[df['token']=='true' , ] # El token 'true' aparece 2595 veces en el
                             # conjunto de las fake news y 412 en el de las no fake news

```

	Fake	token	frecuencia_token
106608	0	true	412
232413	1	true	2595

En la siguiente salida podemos ver el n° de veces que aparece cada token en el conjunto de las no fake news.

```
df.loc[df['Fake']==0 , ]
```

	Fake	token	frecuencia_token
0	0	aa	22
1	0	aaa	7
2	0	aaaaaaaaand	0
3	0	aaaaackkk	0
4	0	aaaaapkfhk	0
...	...	...	...
125800	0	""it	1
125801	0	""when	1
125802	0	•if	3
125803	0	\$emoji1\$	3
125804	0	\$emoji2\$	1

Y en la siguiente salida podemos ver el nº de veces que aparece cada token en el conjunto de las fake news.

```
df.loc[df['Fake']==1 , ]
```

	Fake	token	frecuencia_token
125805	1	aa	24
125806	1	aaa	9
125807	1	aaaaaaaaand	1
125808	1	aaaaackkk	1
125809	1	aaaaapkfhk	1
...	...	...	...
251605	1	""it	0
251606	1	""when	0
251607	1	•if	0
251608	1	\$emoji1\$	0
251609	1	\$emoji2\$	0

## 5.5 Ranking de tokens mas frecuentes en el conjunto de las noticias en función de si son fake y no fake

Ahora vamos a ordenar los dos data-frames anteriores en función de la columna `frecuencia_token`, de mayor a menor, para así poder ver cuales son los tokens con mayor frecuencia tanto en el conjunto de las fake news, como en el de las no fake news.

```
df_fake_sort = df.loc[df['Fake']==1 ,  
↪ ].sort_values(by=["frecuencia_token"],  
↪ ascending=False).reset_index(drop=False)
```

```
df_no_fake_sort = df.loc[df['Fake']==0 ,  
↪ ].sort_values(by=["frecuencia_token"],  
↪ ascending=False).reset_index(drop=False)
```

Imprimimos las primeras 15 filas de cada uno de los nuevos data-frames ordenados:

```
df_fake_sort.head(15)
```

	index	Fake	token	frecuencia_token
0	229301	1	the	544521
1	230713	1	to	290882
2	199217	1	of	236735
3	129697	1	and	227349
4	174372	1	in	171433
5	229261	1	that	151789
6	176603	1	is	111278
7	162672	1	for	93538
8	176868	1	it	83693
9	199777	1	on	83661
10	232444	1	trump	79922
11	169936	1	he	79124
12	238650	1	was	67865
13	240547	1	with	63441
14	229776	1	this	58581

```
df_no_fake_sort.head(15)
```

	index	Fake	token	frecuencia_token
0	103496	0	the	478548
1	104908	0	to	245378
2	73412	0	of	205193
3	3892	0	and	181715
4	48567	0	in	181082
5	73972	0	on	108459
6	90350	0	said	99054
7	103456	0	that	86723
8	36867	0	for	79705
9	50798	0	is	55298
10	114742	0	with	54327
11	44131	0	he	52605
12	112845	0	was	47892
13	14219	0	by	47871
14	5659	0	as	46935

Se puede observar que en ambas tablas la mayoría de los 15 tokens mas frecuentes se corresponden con artículos, preposiciones, pronombres, etc. En general, palabras que no aportan información relevante sobre el texto. A estas palabras se les conoce como **stopwords**. Para cada idioma existen distintos listados de stopwords, además, dependiendo del contexto, puede ser necesario adaptar el listado. Con frecuencia, a medida que se realiza un análisis se encuentran palabras que deben incluirse en el listado de stopwords.

### 5.5.1 Stop words

Vamos a obtener un listado de **stopwords** en inglés, ya que nuestros textos (noticias) están en inglés. Si estuvieran en varios idiomas habrá que formar un listado de stopwords

para todos esos idiomas.

Para obtener el listado de stopwords usaremos la librería `nltk` (Natural Language Toolkit), una de las librerías más importantes en Python en el área de procesamiento de lenguaje natural.

```
# pip install nltk
```

```
import nltk
nltk.download('stopwords')
from nltk.corpus import stopwords
```

Obtenemos el listado de stopwords que provee `nltk` para el idioma inglés, y además le añadimos una lista extra de palabras que también vamos a considerar stopwords:

```
# Obtencion de listado de stopwords del ingles

stop_words = stopwords.words('english') + ["pic", "getty", "quot", "acr",
→ "filessupport", "flickr", "fjs", "js", "somodevilla", "var",
→ "henningsen",
"ck", "cdata", "subscribing", "mcnamee", "amp", "wfb", "screenshot",
→ "hesher", "nyp", "cking", "helton", "raedle", "donnell",
"getelementbyid", "src", "behar", "createelement", "getelementsbytagname",
→ "parentnode", "wnd", "insertbefore",
"jssdk", "nowicki", "xfbml", "camerota", "sdk", "'i", "'the", "'we",
→ "it's", "don't", "'this", "'it", "'a",
"'if", "'it's", "we're", "that's", "'he", "'there", "i'm", "he's",
→ "'we're", "doesn't", "can't", "i'm", "in",
"suu", "'they", "you're", "'but", "didn't", "'you", "they're", "'no",
→ "'as", "'very", "'there's", "'what", "'and", "won't",
"'to", "'that", "'one", "we've", "'when", "'our", "'not", "'"
→ , "'that's", "'these", "'there's", "'he's", "we'll", 'one',
'would', 'like', 'us', 'even', 'could', 'two', 'many', 'angerer',
→ 'reilly']
```

Imprimimos la lista de stopwords que se van a considerar en este trabajo:

```
print(stop_words)
```

```
['i', 'me', 'my', 'myself', 'we', 'our', 'ours', 'ourselves', 'you', "you're", "you'v
```

De los data-frames `df_fake_sort` y `df_no_fake_sort` eliminamos aquellos tokens que están en la lista de stopwords:

```
df_fake_not_StopWords = df_fake_sort[ ~
→ df_fake_sort['token'].isin(stop_words) ] # ranking de tokens para las
→ fake news sin stop words
```

```

df_no_fake_sort_not_StopWords = df_no_fake_sort[ ~
    ~ df_no_fake_sort['token'].isin(stop_words) ] # ranking de tokens para
    ~ las no fake news sin stop words

```

Imprimimos las primeras 15 filas de los nuevos data-frames creados:

```
df_fake_sort_not_StopWords.head(15)
```

	index	Fake	token	frecuencia_token
10	232444	1	trump	79922
31	216155	1	said	33763
34	206880	1	president	27801
35	203392	1	people	26591
56	144568	1	clinton	19209
59	198761	1	obama	18833
62	154174	1	donald	17789
67	128977	1	also	15420
69	196554	1	news	14688
73	196507	1	new	14414
75	171064	1	hillary	14184
77	230293	1	time	13854
79	224427	1	state	13471
82	239806	1	white	13194
84	237031	1	via	12830

```
df_no_fake_sort_not_StopWords.head(15)
```

	index	Fake	token	frecuencia_token
6	90350	0	said	99054
17	106639	0	trump	42755
26	87534	0	reuters	28880
28	81075	0	president	27128
36	98622	0	state	19912
41	41076	0	government	18484
44	70702	0	new	16849
47	46493	0	house	16480
48	98655	0	states	16380
49	86922	0	republican	16175
50	3172	0	also	15948
51	109089	0	united	15584
53	77587	0	people	14945
54	116463	0	year	14276
55	105051	0	told	14245

Ahora vamos a crear unos graficos de barras para representar el ranking de los 15 tokens mas frecuentes en el conjunto de las fake news por un lado, y por otro las no fake news:

```

fig, ax = plt.subplots()

sns.barplot(data=df_fake_sort_not_StopWords.head(15),
             x='frecuencia_token', y='token', color='tomato').set(title='Ranking 15 Tokens in Fake News')

fig.savefig('p1.png', format='png', dpi=1200)

```

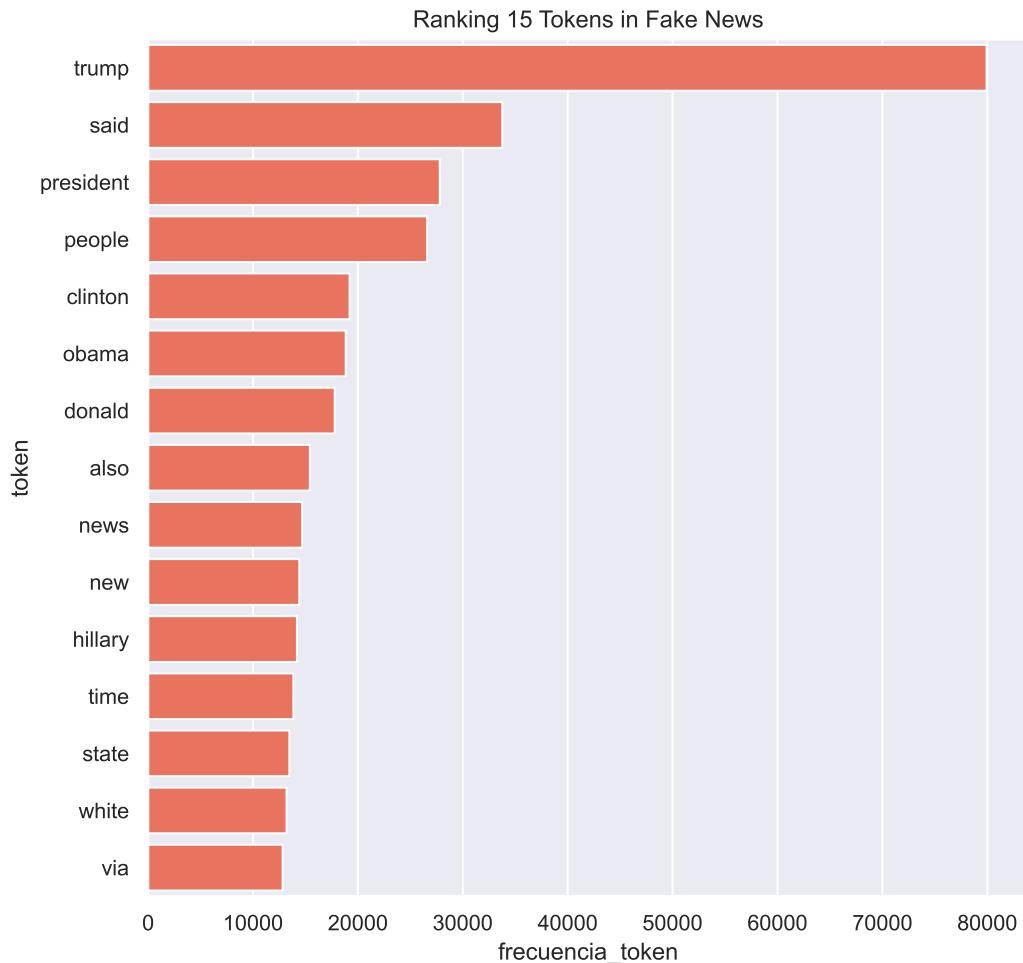


Figure 2: Ranking 15 Tokens in Fake News

```

fig, ax = plt.subplots()

sns.barplot(data=df_no_fake_sort_not_StopWords.head(15),
             x='frecuencia_token', y='token', color='cyan').set(title='Ranking 15 Tokens in Not Fake News')

fig.savefig('p2.png', format='png', dpi=1200)

```

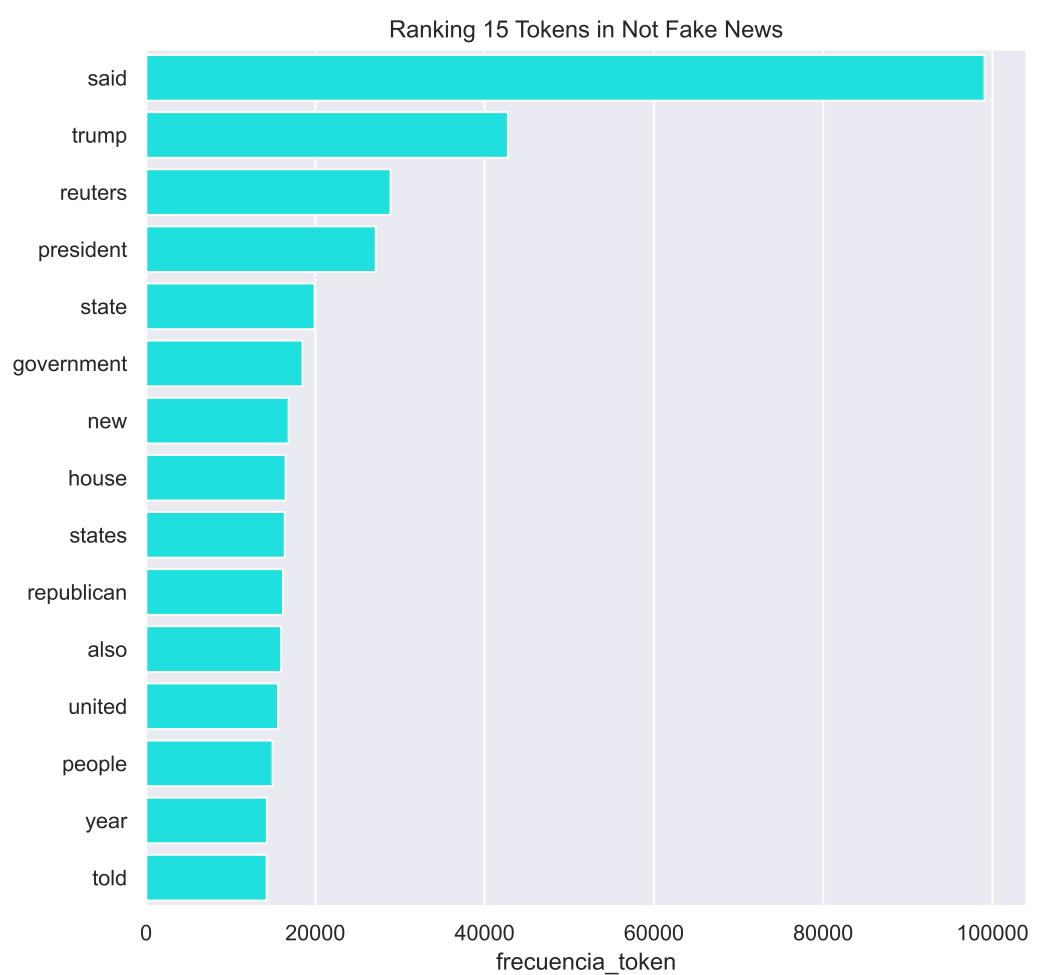


Figure 3: Ranking 15 Tokens in Not Fake News

## 5.6 Odds Ratio

A continuación, se estudia qué palabras se utilizan de forma más diferenciada en cada tipo de noticia (fake / no fake), es decir, palabras que utiliza mucho en las fake news y que no se utilizan tanto en las no fakes, y viceversa.

Una forma de hacer este análisis es mediante el odds ratio de las frecuencias.

$$\text{Sea } p_{k1} = \frac{n_{k1} + 1}{N_1 + 1} \text{ y } p_{k0} = \frac{n_{k0} + 1}{N_0 + 1}$$

$$OR(Fake|NoFake, k) = \frac{p_{k1}}{p_{k0}}$$

Donde:

$n_{k1}$  el número de veces que aparece el token  $k$  en las **fake news**.

$n_{k0}$  el numero de veces que aparece el termino  $k$  en las **no fake news**.

$N_1$  es el número de tokens, contando repeticiones, que aparecen en las **fake news**.

$N_0$  es el número de tokens, contando repeticiones, que aparecen en las **no fake news**

Por tanto:

$p_{k1} \approx$  proporcion de apariciones del token  $k$  en las **fake news**

$p_{k0} \approx$  proporcion de apariciones del token  $k$  en las **no fake news**

Si  $OddsRatio(k) = \frac{p_{k1}}{p_{k0}} = h$ , entonces:

Si  $h > 1 \Rightarrow$  el token  $k$  es  $h$  veces mas frecuente en las **fake news** que en las **no fake news**, ya que  $p_{k1} = h \cdot p_{k0}$

Si  $h \in (0, 1) \Rightarrow$  el token  $k$  es  $1/h$  veces mas frecuente en las **no fake news** que en las **fake news**, ya que  $p_{k0} = (1/h) \cdot p_{k1}$ , donde  $(1/h) > 1$

Si  $h = 1 \Rightarrow$  el token  $k$  es igual de frecuente en las **fake news** que en las **no fake news**, ya que  $p_{k1} = p_{k0}$

A continuacion definimos funciones para calcular  $n_{k1}$  y  $n_{k0}$  en Python

```
def n_k1(token) :
    n_k1 = df_fake_sort_not_StopWords.loc[
        df_fake_sort_not_StopWords['token'] == token, 'frecuencia_token']
    return(n_k1)

def n_k0(token) :
    n_k0 = df_no_fake_sort_not_StopWords.loc[
        df_no_fake_sort_not_StopWords['token'] == token, 'frecuencia_token']
    return(n_k0)
```

Probamos las funciones para algunos tokens concretos:

```
n_k0('trump')
```

```
17    42755  
Name: frecuencia_token
```

```
n_k1('trump')
```

```
10    79922  
Name: frecuencia_token
```

Estas salidas nos indican que el nº de veces que aparece el token ‘trump’ en el conjunto de las fake news es 79922 , mientras que en el conjunto de las no fake news es 42755.

$N_0$  y  $N_1$  coinciden con el nº de tokens, contando repeticiones y sin considerar las stopwords, que aparecen en las no fake y fake news, respectivamente:

```
Fake_News_Tokens_not_StopWords = Fake_News_Tokens[ ~  
    ~ Fake_News_Tokens['token'].isin(stop_words) ]
```

```
Fake_News_Tokens_not_StopWords
```

	id_text	token	Fake
0	0	donald	1
0	0	trump	1
0	0	wish	1
0	0	americans	1
0	0	happy	1
...	...	...	...
44897	44897	energy	0
44897	44897	technology	0
44897	44897	aviation	0
44897	44897	among	0
44897	44897	others	0

```
Fake_News_Tokens_not_StopWords.groupby(by='Fake')['token'].count()
```

```
Fake  
0    4782198  
1    5396339
```

```
Name: token
```

```
N0 = Fake_News_Tokens_not_StopWords.groupby(by='Fake')['token'].count()[0]
```

```
N1 = Fake_News_Tokens_not_StopWords.groupby(by='Fake')['token'].count()[1]
```

```
NO
```

```
4782198
```

```
N1
```

```
5396339
```

Como ejemplo vamos a calcular el Odds Ratio fake - no fake para el toke 'trump' :

```
n_k0('trump') / NO
```

```
17    0.00894
Name: frecuencia_token, dtype: float64
```

```
n_k1('trump') / N1
```

```
10    0.01481
Name: frecuencia_token, dtype: float64
```

```
# Odds Ratio fake - no fake para el token 'trump'
float( n_k0('trump') / NO ) / float( n_k1('trump') / N1 )
```

```
1.6565622548396417
```

Por tanto el token 'trump' es 1.66 veces mas frecuente en las fake news que en las no fake.

```
df1 =
  ↳ df_fake_sort_not_StopWords.sort_values(by=["token"]).reset_index(drop=True)
df1
```

	index	Fake	token	frecuencia_token
0	125805	1	aa	24
1	125806	1	aaa	9
2	125807	1	aaaaaaaaand	1
3	125808	1	aaaaackkk	1
4	125809	1	aaaaapkfhk	1
...	...	...	...	...
125561	251605	1	"it	0
125562	251606	1	"when	0
125563	251607	1	if	0
125564	251608	1	emoji1	0
125565	251609	1	emoji2	0

```

df0 =
    → df_no_fake_sort_not_StopWords.sort_values(by=["token"]).reset_index(drop=True)
df0

```

	index	Fake	token	frecuencia_token
0		0	aa	22
1		1	aaa	7
2		2	aaaaaaaaand	0
3		3	aaaaackkk	0
4		4	aaaaapkfhk	0
...	...	...	...	...
125561	125800	0	"it	1
125562	125801	0	"when	1
125563	125802	0	if	3
125564	125803	0	emoji1	3
125565	125804	0	emoji2	1

```

n_k0_vector = df0['frecuencia_token']

n_k1_vector = df1['frecuencia_token']

Odds_ratio = ( ( n_k1_vector + 1 ) / ( N1 + 1 ) ) / ( ( n_k0_vector + 1 ) /
→ ( N0 + 1 ) )

```

```

df0['Odds_ratio_Fake_NotFake'] = Odds_ratio
df1['Odds_ratio_Fake_NotFake'] = Odds_ratio

df0['Odds_ratio_NotFake_Fake'] = 1 / df0["Odds_ratio_Fake_NotFake"]
df1['Odds_ratio_NotFake_Fake'] = 1 / df1["Odds_ratio_Fake_NotFake"]

```

```
df0
```

	index	Fake	token	frecuencia_token	Odds_ratio_Fake_NotFake
0		0	aa	22	0.963253
1		1	aaa	7	1.107741
2		2	aaaaaaaaand	0	1.772386
3		3	aaaaackkk	0	1.772386
4		4	aaaaapkfhk	0	1.772386
...	...	...	...	...	...
125561	125800	0	"it	1	0.443097
125562	125801	0	"when	1	0.443097
125563	125802	0	if	3	0.221548
125564	125803	0	\$emoji1\$	3	0.221548
125565	125804	0	\$emoji2\$	1	0.443097

	Odds_ratio_NotFake_Fake
0	1.038149
1	0.902738

```

2           0.564211
3           0.564211
4           0.564211
...
125561      ...
125562      2.256845
125563      2.256845
125563      4.513689
125564      4.513689
125565      2.256845

```

df1

	index	Fake	token	frecuencia_token	Odds_ratio_Fake_NotFake	\
0	125805	1	aa	24	0.963253	
1	125806	1	aaa	9	1.107741	
2	125807	1	aaaaaaaaand	1	1.772386	
3	125808	1	aaaaackkk	1	1.772386	
4	125809	1	aaaaapkfhk	1	1.772386	
...	...	...	...	...	...	...
125561	251605	1	"it	0	0.443097	
125562	251606	1	"when	0	0.443097	
125563	251607	1	if	0	0.221548	
125564	251608	1	\$emoji1\$	0	0.221548	
125565	251609	1	\$emoji2\$	0	0.443097	
			Odds_ratio_NotFake_Fake			
0			1.038149			
1			0.902738			
2			0.564211			
3			0.564211			
4			0.564211			
...			...			
125561			2.256845			
125562			2.256845			
125563			4.513689			
125564			4.513689			
125565			2.256845			

```

df0.sort_values(by=["Odds_ratio_Fake_NotFake"],
                ascending=False).reset_index(drop=True).head(5)

```

	index	Fake	token	frecuencia_token	Odds_ratio_Fake_NotFake	\
0	35830	0	finicum	0	320.801884	
1	114264	0	wikimedia	0	200.279629	
2	109040	0	uninterruptible	0	189.645313	
3	78372	0	philosophers	0	186.100540	
4	60711	0	lovable	0	183.441961	
			Odds_ratio_NotFake_Fake			
0			0.003117			
1			0.004993			
2			0.005273			

```

3           0.005373
4           0.005451

df0.sort_values(by=["Odds_ratio_NotFake_Fake"],  

    ↪ ascending=False).reset_index(drop=True).head(5)

      index  Fake      token  frecuencia_token  Odds_ratio_Fake_NotFake \
0  106864     0  trump's          11629        0.000076
1   72989     0  obama's          2132        0.000415
2   18791     0  clinton's         1604        0.000552
3   76630     0  party's          1101        0.000804
4   98675     0  state's          1010        0.000877

      Odds_ratio_NotFake_Fake
0           13123.551362
1           2406.924768
2           1811.117793
3           1243.521376
4           1140.834946

df1.sort_values(by=["Odds_ratio_Fake_NotFake"],  

    ↪ ascending=False).reset_index(drop=True).head(5)

      index  Fake      token  frecuencia_token  Odds_ratio_Fake_NotFake \
0  161635     1  finicum          361        320.801884
1  240069     1  wikimedia         225        200.279629
2  234845     1  uninterruptible       213        189.645313
3  204177     1  philosophers        209        186.100540
4  186516     1  lovable            206        183.441961

      Odds_ratio_NotFake_Fake
0           0.003117
1           0.004993
2           0.005273
3           0.005373
4           0.005451

df1.sort_values(by=["Odds_ratio_NotFake_Fake"],  

    ↪ ascending=False).reset_index(drop=True).head(5)

      index  Fake      token  frecuencia_token  Odds_ratio_Fake_NotFake \
0  232669     1  trump's            0        0.000076
1  198794     1  obama's            0        0.000415
2  144596     1  clinton's           0        0.000552
3  202435     1  party's            0        0.000804
4  224480     1  state's            0        0.000877

      Odds_ratio_NotFake_Fake
0           13123.551362
1           2406.924768

```

```

2          1811.117793
3          1243.521376
4          1140.834946

```

Notese que en ambos data sets las columnas Odds\_ratio\_Fake\_NotFake y Odds\_ratio\_NotFake\_Fake son las mismas, por tanto podemos construir un nuevo data set solo con esas columnas y otra para los tokens, a partir de cualquiera de esos dos data-sets.

```

Odds_ratio_df = df1.loc[:, ['token', 'Odds_ratio_Fake_NotFake' ,
→ 'Odds_ratio_NotFake_Fake']]

```

```
Odds_ratio_df
```

	token	Odds_ratio_Fake_NotFake	Odds_ratio_NotFake_Fake
0	aa	0.963253	1.038149
1	aaa	1.107741	0.902738
2	aaaaaaaaand	1.772386	0.564211
3	aaaaackkk	1.772386	0.564211
4	aaaaapkfhk	1.772386	0.564211
...	...	...	...
125561	"it	0.443097	2.256845
125562	"when	0.443097	2.256845
125563	if	0.221548	4.513689
125564	\$emoji2\$	0.221548	4.513689
125565	\$emoji1\$	0.443097	2.256845

```

Odds_ratio_df.sort_values(by=["Odds_ratio_Fake_NotFake"] ,
→ ascending=False).head(15)

```

	token	Odds_ratio_Fake_NotFake	Odds_ratio_NotFake_Fake
35775	finicum	320.801884	0.003117
114071	wikimedia	200.279629	0.004993
108870	uninterruptible	189.645313	0.005273
78242	philosophers	186.100540	0.005373
60612	lovable	183.441961	0.005451
91113	savants	182.555768	0.005478
67583	moralists	182.555768	0.005478
97785	spore	182.555768	0.005478
84324	rascals	181.669575	0.005504
32976	evangelists	181.669575	0.005504
63302	masochists	181.669575	0.005504
11482	boiler	172.586096	0.005794
13727	bundy	170.813710	0.005854
92025	screengrab	167.490486	0.005970
113747	whined	166.604293	0.006002

```

Odds_ratio_df.sort_values(by=["Odds_ratio_NotFake_Fake"] ,
→ ascending=False).head(15)

```

	token	Odds_ratio_Fake_NotFake	Odds_ratio_NotFake_Fake
--	-------	-------------------------	-------------------------

106696	trump's	0.000076	13123.551362
72874	obama's	0.000415	2406.924768
18756	clinton's	0.000552	1811.117793
76500	party's	0.000804	1243.521376
98529	state's	0.000877	1140.834946
80975	president's	0.000979	1021.222183
83999	rakhine	0.000987	1013.323226
1242	administration's	0.001157	864.371483
88673	rohingya	0.001294	772.969276
117944	zuma	0.001298	770.712432
82344	puigdemont	0.001372	728.960807
17524	china's	0.001400	714.291317
89715	russia's	0.001439	695.108137
21888	country's	0.001541	648.842823
69047	myanmar	0.001579	633.496280

```

fig, ax = plt.subplots()

sns.barplot(data=Odds_ratio_df.sort_values(by=["Odds_ratio_Fake_NotFake"],
                                             ascending=False).head(15) ,
            x='Odds_ratio_Fake_NotFake', y='token',
            color='tomato').set(title='Ranking 15 most representative tokens in
Fake News')

fig.savefig('p3.png', format='png', dpi=1200)

```

```

fig, ax = plt.subplots()

sns.barplot(data=Odds_ratio_df.sort_values(by=["Odds_ratio_NotFake_Fake"],
                                             ascending=False).head(15) ,
            x='Odds_ratio_NotFake_Fake', y='token',
            color='cyan').set(title='Ranking 15 most representative tokens in Not
Fake News')

fig.savefig('p4.png', format='png', dpi=1200)

```

## 6 Term frequency – Inverse document frequency (Tf - Idf)

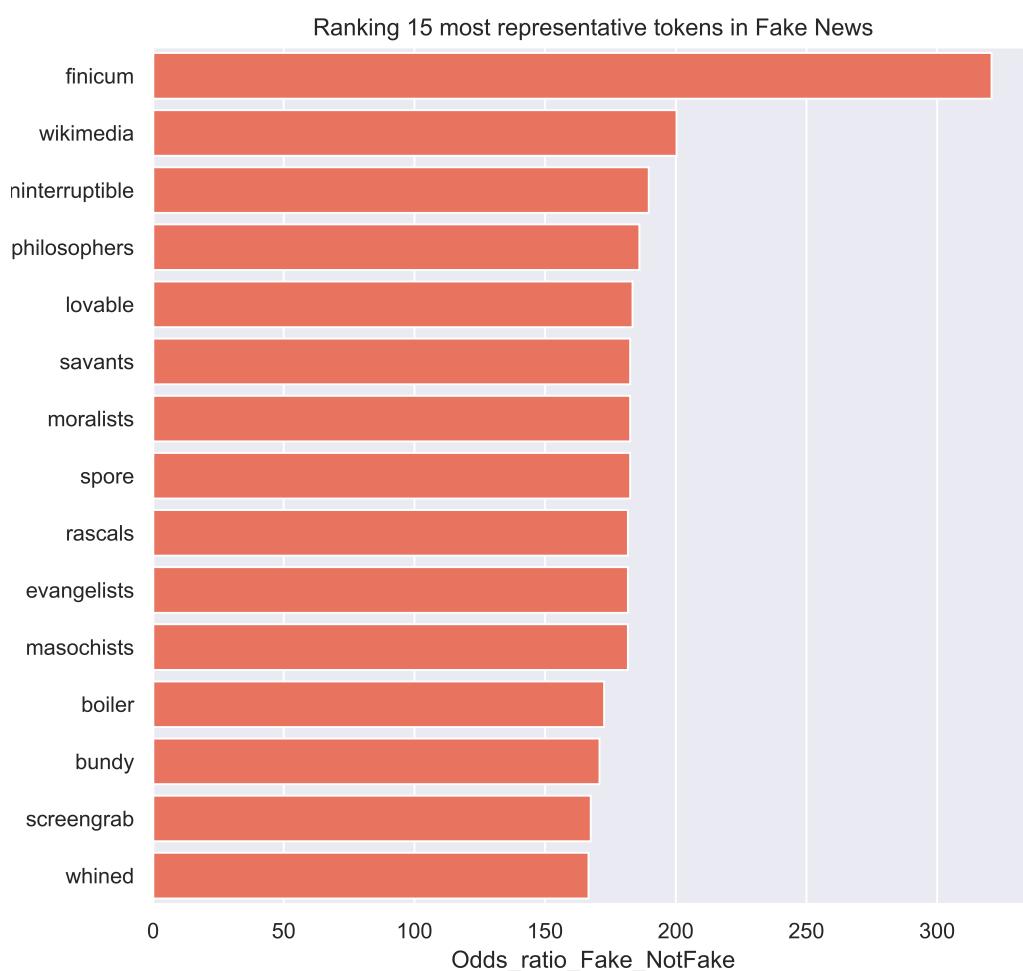


Figure 4: Ranking de los 15 tokens mas representativos de las Fake News

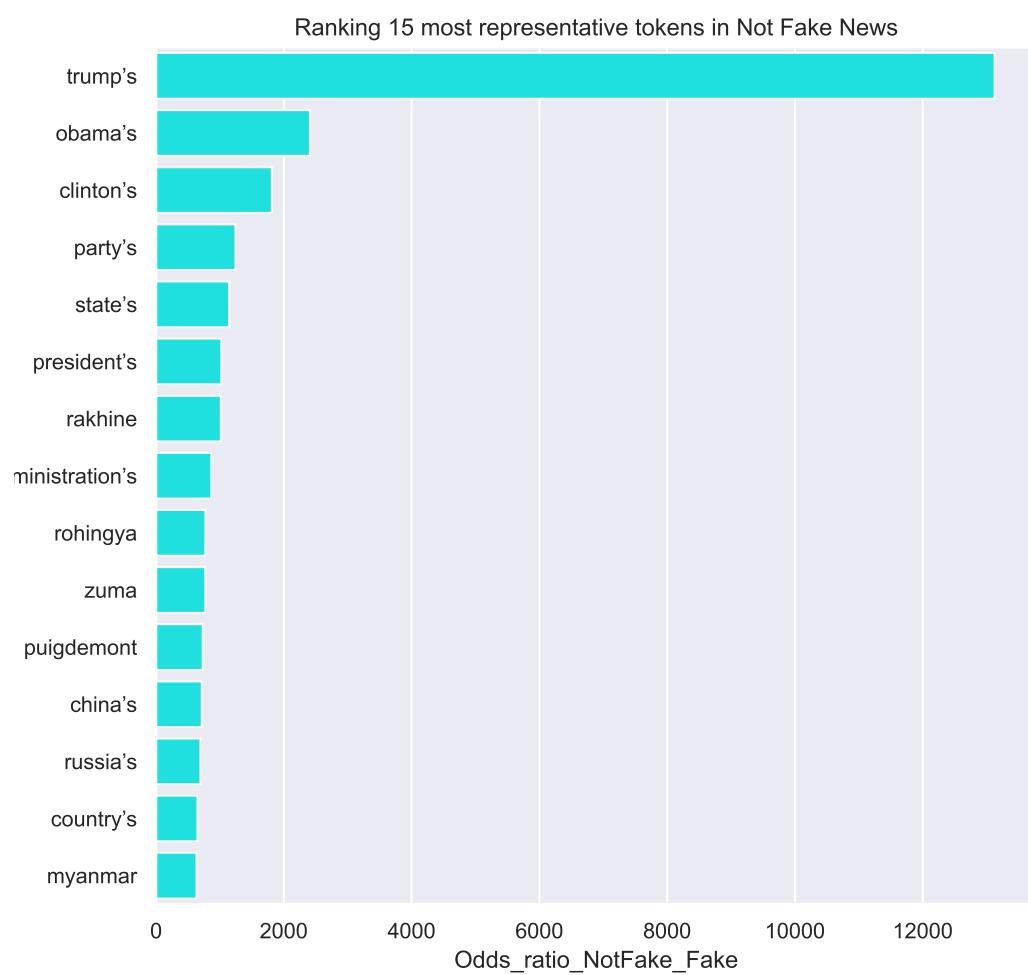


Figure 5: Ranking de los 15 tokens mas representativos de las No Fake News