Nombre: Jorge Arévalo

Docente: Ing. Diego Quisi

Materia: Simulación

Covid-19 infección en Ecuador. Modelos matemáticos y predicciones

Una comparación de modelos, lineal, polilnomico,logísticos y exponenciales aplicados a la infección por el virus Covid-19

Se realiza un análisis matemático simple del crecimiento de la infección en Python y dos modelos para comprender mejor la evolución de la infección.

Se crea modelos de series temporales del número total de personas infectadas hasta la fecha (es decir, las personas realmente infectadas más las personas que han sido infectadas). Estos modelos tienen parámetros , que se estimarán por ajuste de curva.

In [30]:

```
# Importar las librerias para el analasis
import pandas as pd
import numpy as np
from datetime import datetime,timedelta
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from scipy.optimize import curve_fit
from scipy.optimize import fsolve
from sklearn import linear_model
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

```

In [31]:

```
# Actualizar los datos (URL)

url = 'http://cowid.netlify.com/data/full_data.csv'

df = pd.read_csv(url)
df
```

Out[31]:

	date	location	new_cases	new_deaths	total_cases	total_deaths
0	2020-02-25	Afghanistan	NaN	NaN	1	NaN
1	2020-02-26	Afghanistan	0.0	NaN	1	NaN
2	2020-02-27	Afghanistan	0.0	NaN	1	NaN
3	2020-02-28	Afghanistan	0.0	NaN	1	NaN
4	2020-02-29	Afghanistan	0.0	NaN	1	NaN
...	...	...	...	...	...	...
2862	2020-03-13	World	7488.0	338.0	132758	4956.0
2863	2020-03-14	World	9761.0	433.0	142534	5392.0
2864	2020-03-15	World	10967.0	343.0	153517	5735.0
2865	2020-03-16	World	13971.0	855.0	167506	6606.0
2866	2020-03-17	World	11594.0	819.0	179112	7426.0

2867 rows × 6 columns

Imprimos los resultados y agregamos el numero del dia

In [32]:

```
df = df[df['location'].isin(['Ecuador'])] #Filtro la Informacion solo para Ecuador
df = df.loc[:,['date','total_cases']] #Selecciono las columnas de analasis
# Expresar las fechas en numero de dias desde el 01 Enero
FMT = '%Y-%m-%d'
date = df['date']
df['date'] = date.map(lambda x : (datetime.strptime(x, FMT) - datetime.strptime("2020-0

df
```

Out[32]:

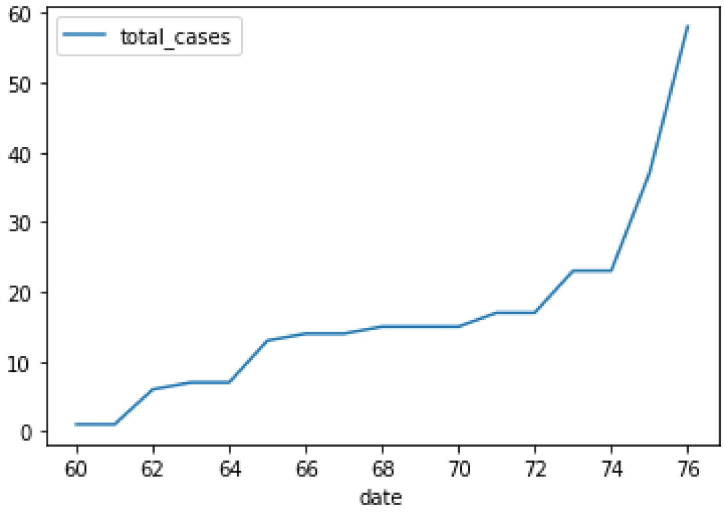
	date	total_cases
681	60	1
682	61	1
683	62	6
684	63	7
685	64	7
686	65	13
687	66	14
688	67	14
689	68	15
690	69	15
691	70	15
692	71	17
693	72	17
694	73	23
695	74	23
696	75	37
697	76	58

In [33]:

```
1 df.plot(x ='date', y='total_cases')
```

Out[33]:

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x235b680d9c8>
```



Ahora podemos analizar los cuatro modelos que tomaré en el examen, que son la función lineal, polinomica,logística y la función exponencial . Cada modelo tiene tres parámetros , que se estimarán mediante un cálculo de ajuste de curva en los datos históricos.

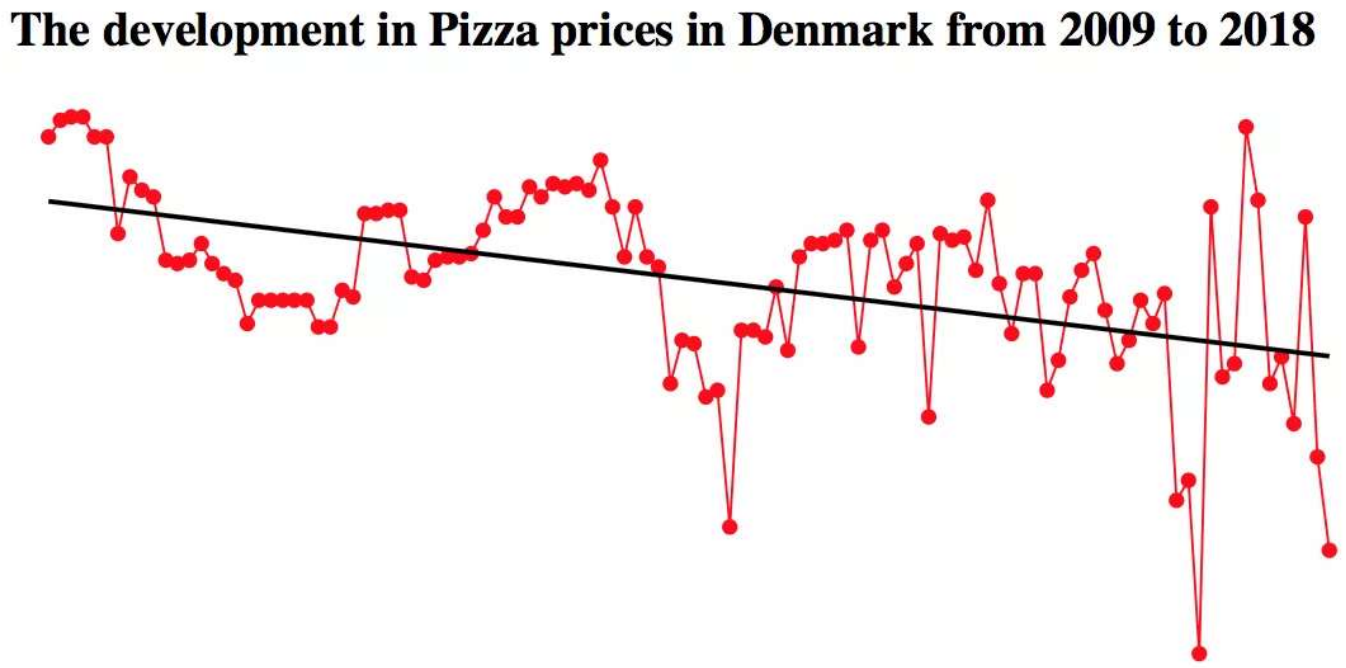
EL modelo lineal

La regresión lineal es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se utiliza en Machine Learning y en estadística. En su versión más sencilla, lo que haremos es «dibujar una recta» que nos indicará la tendencia de un conjunto de datos continuos.

Recordemos rápidamente la fórmula de la recta:

Y = mX + b

Donde Y es el resultado, X es la variable, m la pendiente (o coeficiente) de la recta y b la constante o también conocida como el «punto de corte con el eje Y» en la gráfica (cuando X=0) Ejemplo



Recordemos que los algoritmos de Machine Learning Supervisados, aprenden por sí mismos y -en este caso- a obtener automáticamente esa «recta» que buscamos con la tendencia de predicción. Para hacerlo se mide el error con respecto a los puntos de entrada y el valor «Y» de salida real.

In [34]:

```
x = list(df.iloc [:, 0]) # Fecha
y = list(df.iloc [:, 1]) # Numero de casos
# Creamos el objeto de Regresión Lineal
regr = linear_model.LinearRegression()

# Entrenamos nuestro modelo
regr.fit(np.array(x).reshape(-1, 1) ,y)

# Veamos los coeficienetes obtenidos, En nuestro caso, serán la Tangente
print('Coefficients: \n', regr.coef_)
# Este es el valor donde corta el eje Y (en X=0)
print('Independent term: \n', regr.intercept_)
# Error Cuadrado Medio
```

```
Coefficients:
 [2.31617647]
Independent term:
 -140.85294117647058
```

De la ecuación de la recta y = mX + b nuestra pendiente «m» es el coeficiente y el término independiente «b»

In [35]:

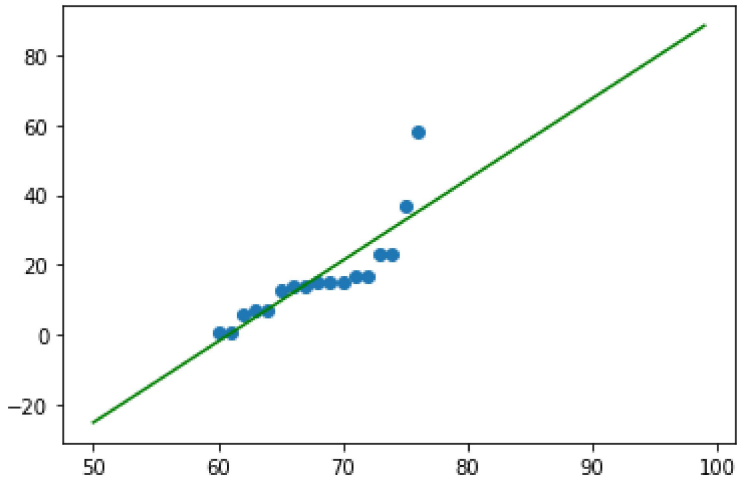
```
#Vamos a comprobar:
# Quiero predecir cuántos "Casos" voy a obtener por en el dia 100,
# según nuestro modelo, hacemos:
y_prediccion = regr.predict([[100]])
print(int(y_prediccion))
```

```
90
```

In [36]:

```
#Graficar
plt.scatter(x, y)
x_real = np.array(range(50, 100))
print(x_real)
plt.plot(x_real, regr.predict(x_real.reshape(-1, 1)), color='green')
plt.show()

```

```
[50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73
 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97
 98 99]
```



El modelo logistico

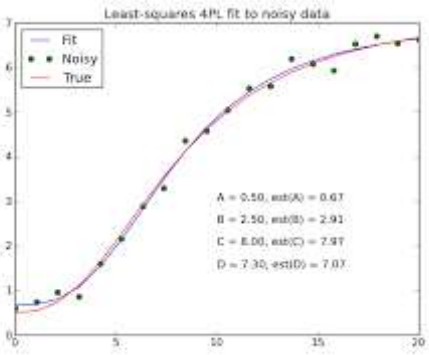
El modelo logístico se ha utilizado ampliamente para describir el crecimiento de una población. Una infección puede describirse como el crecimiento de la población de un agente patógeno, por lo que un modelo logístico parece razonable . La expresión más genérica de una función logística es:

$$f(x, a, b, c) = \frac{c}{1 + e^{-(x-b)/a}}$$

En esta fórmula, tenemos la variable x que es el tiempo y tres parámetros: a, b, c .

- a se refiere a la velocidad de infección
- b es el día en que ocurrieron las infecciones máximas
- c es el número total de personas infectadas registradas al final de la infección

A continuacion se puede apreciar un ejemplo de regresion logistica



Definamos la función en Python y realicemos elprocedimiento de ajuste de curva utilizado para el crecimiento logístico.

In [37]:

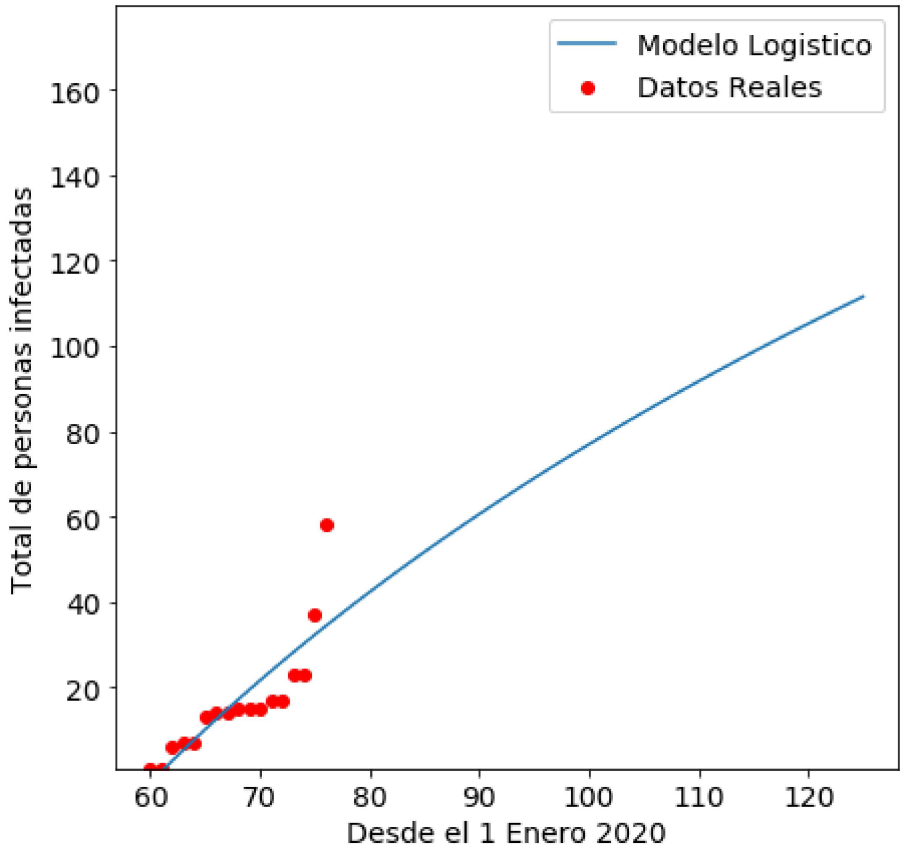
```
def modelo_logistico(x,a,b):
    return a+b*np.log(x)

exp_fit = curve_fit(modelo_logistico,x,y) #Extraemos los valores de los paramatros
print(exp_fit)

```

```
(array([-637.69367899,  155.1710206 ]), array([[11872.54041468, -2814.638650
54],
       [-2814.63865054,   667.4662425 ]]))
```

Graficas

In [38]:

```
pred_x = list(range(min(x),max(x)+50)) # Predecir 50 dias mas
plt.rcParams['figure.figsize'] = [7, 7]
plt.rc('font', size=14)
# Real data
plt.scatter(x,y,label="Datos Reales",color="red")
# Predicted exponential curve
plt.plot(pred_x, [modelo_logistico(i,exp_fit[0][0],exp_fit[0][1]) for i in pred_x], lab
plt.legend()
plt.xlabel("Desde el 1 Enero 2020")
plt.ylabel("Total de personas infectadas")
plt.ylim((min(y)*0.9,max(y)*3.1)) # Definir los limites de Y
plt.show()
```



Modelo exponencial

Mientras que el modelo logístico describe un crecimiento de infección que se detendrá en el futuro, el modelo exponencial describe un crecimiento de infección imparable . Por ejemplo, si un paciente infecta a 2 pacientes por día, después de 1 día tendremos 2 infecciones, 4 después de 2 días, 8 después de 3 y así sucesivamente.

$$f(x,a,b,c) = a \cdot e^{b(x-c)}$$

A continuacion se tiene un ejemplo de regresion exponencial

In [39]:

```
1 # Implementar
```

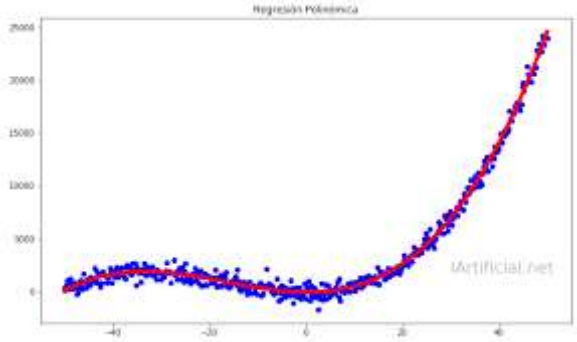
Modelo polinomial

Predicción de una variable de respuesta cuantitativa a partir de una variable predictora cuantitativa, donde la relación se modela como una función polinomial de orden n (esto significa que pueden tener de diferentes exponenciales o grados y se debe ir probando)

Se puede tener una ecuacion con diferentes grados

y = a0 + a1x + a2x^2 + a3x^3 + … + anx^n + ε

Ejemplo de una regresion polinomica de grado 4.

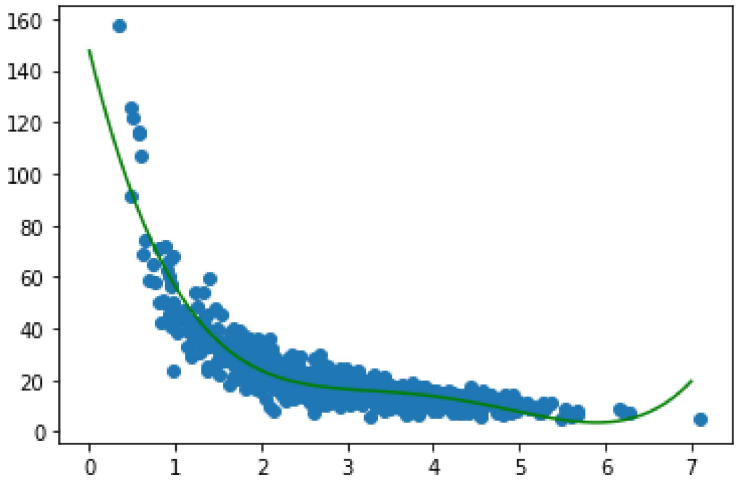


---------- Regresión Polinomial ----------

In [40]:

```
%matplotlib inline
from pylab import *
import numpy as np
import pandas as pd
import sympy as sp
np.random.seed(2)
itemPrices = np.random.normal(3.0, 1.0, 1000)
purchaseAmount = np.random.normal(50.0, 10.0, 1000) / itemPrices
x = np.array(itemPrices)
y = np.array(purchaseAmount)
p4 = np.poly1d(np.polyfit(x, y, 4))
print("Resultado")
print(p4)
import matplotlib.pyplot as plt
xp = np.linspace(0, 7, 100)
plt.scatter(x, y)
plt.plot(xp, p4(xp), c='g')
plt.show()
```

```
Resultado
        4         3         2
0.5401 x - 8.856 x + 52.25 x - 135.3 x + 147.6
```



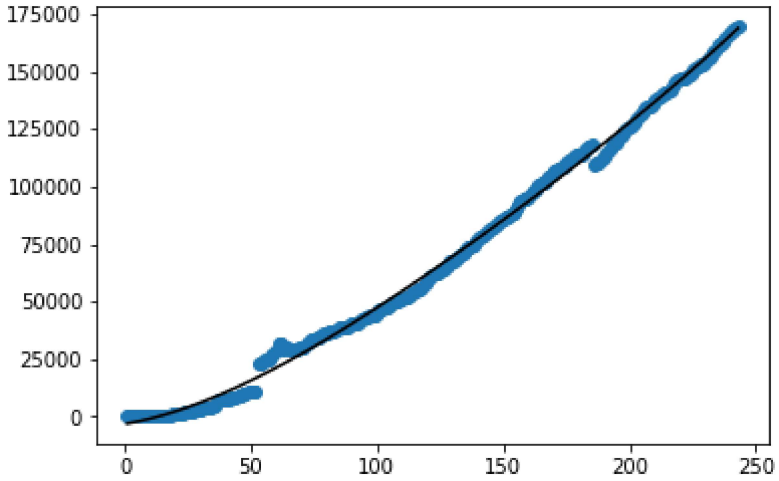
Numero de Casos

Usamos el dataset del COVID-19

In [41]:

```
df = pd.read_csv('Covid-19.csv').fillna(0)
ndf= df.loc[(df['location'] == 'Ecuador') & (df['total_cases'] != 0)]
ndf1=ndf[['date','total_cases','total_deaths']]
x=np.arange(1,len(ndf1)+1,1, dtype='float')
y=np.array(ndf1.values[:,1], dtype='float')
z=np.array(ndf1.values[:,2],dtype='float')
fun1 = np.poly1d(np.polyfit(x, y, 4))
print(fun1)
plt.scatter(x, y)
plt.plot(x, fun1(x), c='black')
plt.show()
```

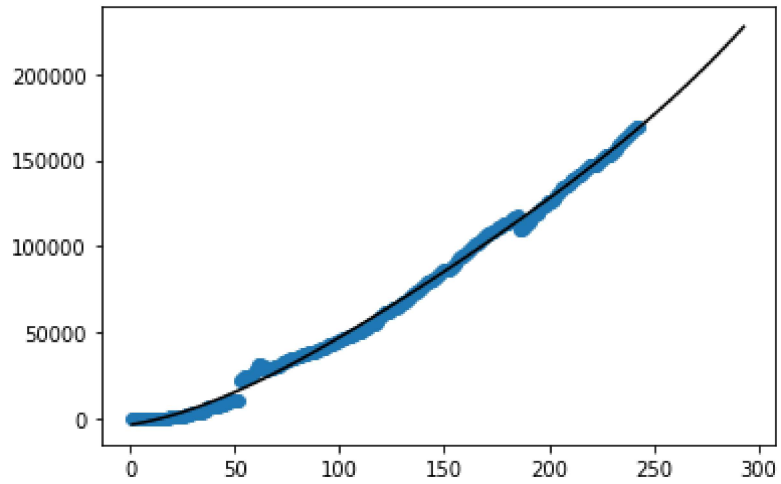
```
           4           3         2
2.792e-05 x - 0.01695 x + 4.623 x + 185.4 x - 3227
```



In [42]:

```
fun1 = np.poly1d(np.polyfit(x, y, 4))
print(fun1)
plt.scatter(x, y)
x1=np.arange(1,len(ndf1)+51,1, dtype='float')
plt.plot(x1, fun1(x1), c='black')
plt.show()
```

```
           4           3         2
2.792e-05 x - 0.01695 x + 4.623 x + 185.4 x - 3227
```

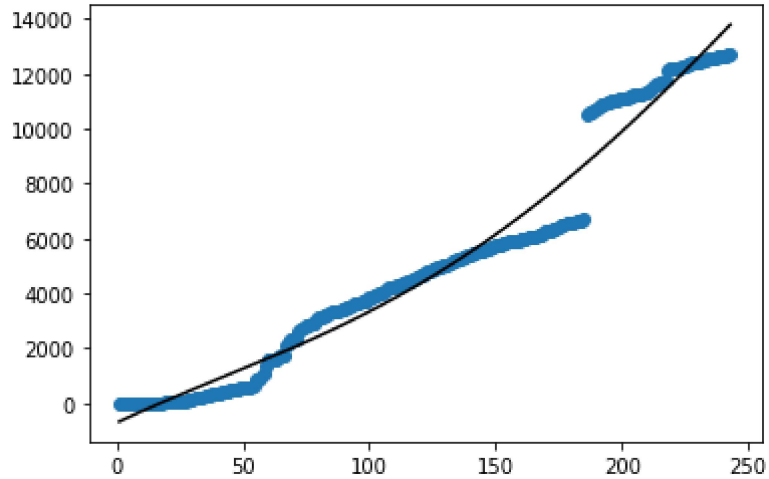


Numero de Muertes

In [43]:

```
fun1 = np.poly1d(np.polyfit(x, y1, 4))
print(fun1)
plt.scatter(x, z)
plt.plot(x, fun1(x), c='black')
plt.show()
```

```
           4           3          2
-2.45e-06 x + 0.001535 x - 0.1634 x + 43.97 x - 716.3
```



Analisis

Con el análisis de los datos pudimos observar la cantidad de casos nuevos y el total de muertes provocados por el virus en el Ecuador, se ve como esta en la actualidad el país con los contagios del COVID-19.

Conclusiones

- Se implemento la regresión lineal para los casos nuevos y total de muertes por el contagio del COVID-19 la cual se predice los casos nuevos y el total de muertos dentro de un tiempo.
- Para hacer la regresión lineal se descargo un dataset de los datos del COVID-19 donde mediante el filtrado recuperamos solo los datos del Ecuador.

Criterio personal (politico, economico y social de la situacion)

Político

Se debe tener presente las medidas de prevención contra el virus ya que así podremos evitar que se aumente los contagios en el país.

Económico

Este virus ha afectado a varias empresas ya que por evitar el contagio deben cerrarse la cual, tambien en algunas empresas despedían a empleados por lo que estaba en stop el negocio y no generaban ingresos. El país presente grandes desequilibrios en dinero ya que por las restricciones se tiene una diferente manera de trabajar

Social

Mediante este análisis podemos ver en qué estado se encuentra el país por lo que debemos seguir con las medidas de prevención contra el COVID-19 para así evitar contagios ya que en las gráficas se puede observar altos índices de casos nuevos y de numerosas muertes en el Ecuador.

Referencias

- https://www.researchgate.net/publication/340092755_Infeccion_del_Covid-19_en_Colombia_Una_comparacion_de_modelos_logisticos_y_exponenciales_aplicados_a_la_infeccion_pc (https://www.researchgate.net/publication/340092755_Infeccion_del_Covid-19_en_Colombia_Una_comparacion_de_modelos_logisticos_y_exponenciales_aplicados_a_la_infeccion_pc
- https://www.aprendemachinelearning.com/regresion-lineal-en-espanol-con-python/ (https://www.aprendemachinelearning.com/regresion-lineal-en-espanol-con-python/)