```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import torch
import glob
import os

from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error, r2_score, accuracy_score, confusion_matrix, ConfusionMatrixDisplay
```

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

```
Mounted at /content/drive
```

```
files_joined = os.path.join('/content/drive/MyDrive/Inteligencia Artificial/Segundo Parcial/Proyecto', "Indicadores*csv")
list_files = glob.glob(files_joined)
df = pd.concat(map(pd.read_csv, list_files), ignore_index=True)
df.sample(n=5)
```

	AÑO	EXPEDIENTE	NOMBRE	RAMA	DESCRIP(F
54388	2018	60169	AVICOLA Y COMERCIALIZADORA ZARACAY AVI & COMZA...	A	AGRICULTU GANADERÃ SILVICULTUF PES
161002	2020	138119	EXPORTJAIME S.A.	G	COMERCI(POR MAYOR ' POR MEI REPARAC
5974	2017	42464	INMOBILIARIA AMUS SA	L	ACTIVIDA INMOBILIAR
30056	2017	163026	ESTUDIO SPINGARN & MARKS S.A.	M	ACTIVIDA PROFESIONA CIENTÃ FIC TÃ%

```
df = df[(df['ROE']>-1) & (df['ROE']<1) &(df['ROA']>-1) & (df['ROA']<1) & (df['ENDEUDAMIENTO DEL ACTIVO']<6) & (df['RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']>-50) &
        (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ']>-5) & (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ']<5) & (df['RENTABLIDAD FINANCIERA']<500)]
df['ROA_DIS'] = pd.qcut(df['ROA'], 3, labels=False)
```

```
# Crear los arreglos con los inputs escogidos y el target del ROA
inputs_rlg = df[['RENTABILIDAD NETA DEL ACTIVO',  'UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ', 'RENTABLIDAD FINANCIERA', 'RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']].values
targets_rlg = df['ROA_DIS'].values
print('Input #1: ', inputs_rlg[1], ' - Tamaño: ', inputs_rlg.shape,
      '\nTarget #1: ', targets_rlg[1], ' - Tamaño: ', targets_rlg.shape)
```

```
Input #1:  [0.02223394 0.21433391 0.05166009 0.03359371]  - Tamaño:  (188887, 4)
Target #1:  1  - Tamaño:  (188887,)
```

```
# Normalizar los inputs
bs=32
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from torch.utils.data import TensorDataset, DataLoader
scaler = StandardScaler()
x_train = scaler.fit_transform(inputs_rlg)
```

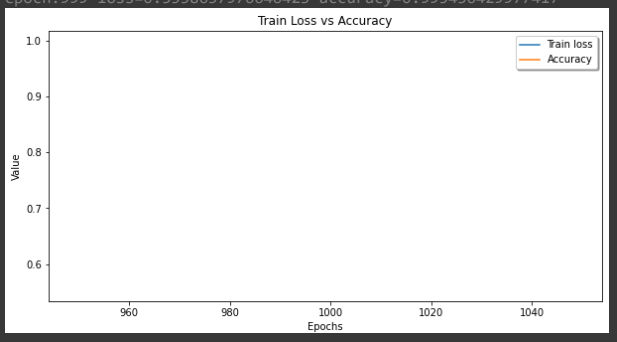
```
x_train = torch.from_numpy(x_train.astype(np.float32))
y_train = torch.from_numpy(targets_rlg.astype(np.int64))
```

```
class MultilayerPerceptron(torch.nn.Module):
  def __init__(self, n_features, n_classes):
    super(MultilayerPerceptron, self).__init__()
    self.hidden_layer_1 = torch.nn.Linear(n_features, 64) # Primera capa oculta con 32 neuronas
    self.hidden_layer_2 = torch.nn.Linear(64, 32) # Segunda capa oculta con 16 neuronas
    self.hidden_layer_3 = torch.nn.Linear(32, 16) # Segunda capa oculta con 16 neuronas
    self.output_layer = torch.nn.Linear(16, n_classes) # Capa de salida con 3 neuronas
    self.relu = torch.nn.ReLU()
    self.softmax = torch.nn.Softmax(dim=1)

  def forward(self, x):
    hidden_1 = self.relu(self.hidden_layer_1(x))
    hidden_2 = self.relu(self.hidden_layer_2(hidden_1))
    hidden_3 = self.relu(self.hidden_layer_3(hidden_2))
    y_hat = self.softmax(self.output_layer(hidden_3))
    return y_hat

"""class MultilayerPerceptron(torch.nn.Module):
  def __init__(self, n_features, n_classes):
    super(MultilayerPerceptron, self).__init__()
    self.hidden_layer = torch.nn.Linear(n_features, 10) # Capa oculta con 10 neuronas
    self.output_layer = torch.nn.Linear(10, n_classes) # Capa de salida con 3 neuronas
```

```
    self.relu = torch.nn.ReLU()
    self.softmax = torch.nn.Softmax(dim=1)

  def forward(self, x):
    hidden = self.relu(self.hidden_layer(x))
    y_hat = self.softmax(self.output_layer(hidden))
    return y_hat"""

#función que visualiza la evolución de la perdida y la precisión en cada epoch
def plot_loss(epochs, loss, acc):
  plt.figure(figsize=(10, 5))
  xlim = len(loss)
  plt.plot(epochs,loss)
  plt.plot(epochs,acc)
  plt.xlabel('Epochs')
  plt.ylabel('Value')
  plt.legend(('Train loss','Accuracy'),loc='upper right',shadow=True)
  plt.title('Train Loss vs Accuracy')

#función que realiza el entrenamiento
def train(num_epochs, optimizer, cost, model):
  #listas usadas para guardar los valores de pérdida, precisión, para cada epoch
  #esta información sirve para graficar el proceso de entrenamiento
  loss_vals = []
  acc_vals = []
  epoch_vals = []

  #entrenamiento
  for epoch in range(num_epochs):
    y_hat = model(x_train)
    loss = cost(y_hat,y_train)
    loss.backward()
    optimizer.step()
    optimizer.zero_grad()

    #se evalua cada 5 epochs
    if (epoch+1)%999 == 0:
      with torch.no_grad():
        loss_vals.append(loss.item())
        y_hat_class = y_hat.argmax(dim=1)
        accuracy = (y_hat_class.eq(y_train).sum())/float(y_hat.shape[0])
        acc_vals.append(accuracy.item())
        epoch_vals.append(epoch+1)
      print(f'epoch:{epoch+1} loss={loss.item()} accuracy={accuracy.item()}')

  #se grafica el proceso de entrenamiento
  plot_loss(epoch_vals, loss_vals, acc_vals)
```

```
model_rlg = MultilayerPerceptron(inputs_rlg.shape[1], len(np.unique(targets_rlg)))
optimizer = torch.optim.Adam(model_rlg.parameters(), lr=0.09)
cost = torch.nn.CrossEntropyLoss()
# se entrena el modelo
train(num_epochs=1000, optimizer=optimizer, cost=cost, model=model_rlg)
```

```
epoch:999 loss=0.5558637976646423 accuracy=0.995436429977417
```




```
desc = ['COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR REPARACIÃ“N DE VEHÃ CULOS AUTOMOTORES Y MOTOCICLETAS.', 'INDUSTRIAS MANUFACTURERAS.', 'AGRICULTURA, GANADERÃ A,  SILVICULTURA Y P
       'ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÃ FICAS Y TÃ‰CNICAS.', 'ACTIVIDADES DE ALOJAMIENTO Y DE SERVICIO DE COMIDAS.','INFORMACIÃ“N Y COMUNICACIÃ“N.','ACTIVIDADES DE SERVICIOS
       'ACTIVIDADES DE ATENCIÃ“N DE LA SALUD HUMANA Y DE ASISTENCIA SOCIAL.','TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.', 'ACTIVIDADES INMOBILIARIAS.', 'EXPLOTACIÃ“N DE MINAS Y CANTERAS.',
       'DISTRIBUCIÃ“N DE AGUA ALCANTARILLADO, GESTIÃ“N DE DESECHOS Y ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO.','SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS, VAPOR Y AIRE ACONDICIONADO.',
       'ARTES, ENTRETENIMIENTO Y RECREACIÃ“N.', 'ENSEÃ‘ANZA.', 'ACTIVIDADES FINANCIERAS Y DE SEGUROS.','ACTIVIDADES DE ORGANIZACIONES Y Ã“RGANOS EXTRATERRITORIALES.']
```

```
desc_good = ["COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES Y MOTOCICLETAS.", "INDUSTRIAS MANUFACTURERAS.","AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y P
 "ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS.","ACTIVIDADES DE ALOJAMIENTO Y DE SERVICIO DE COMIDAS.", "INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.", "ACTIVIDADES DE SERVICIOS ADMINIST
"ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DE LA SALUD HUMANA Y DE ASISTENCIA SOCIAL.", "TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.", "ACTIVIDADES INMOBILIARIAS.", "EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS.",
"OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS.", "DISTRIBUCIÓN DE AGUA ALCANTARILLADO, GESTIÓN DE DESECHOS Y ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO.","SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS, VAPOR Y AIRE ACON
 "ARTES, ENTRETENIMIENTO Y RECREACIÓN.", "ENSEÑANZA.", "ACTIVIDADES FINANCIERAS Y DE SEGUROS.","ACTIVIDADES DE ORGANIZACIONES Y ÓRGANOS EXTRATERRITORIALES."]
```

```
print(model_rlg)
```

```
MultilayerPerceptron(
  (hidden_layer_1): Linear(in_features=4, out_features=64, bias=True)
  (hidden_layer_2): Linear(in_features=64, out_features=32, bias=True)
  (hidden_layer_3): Linear(in_features=32, out_features=16, bias=True)
  (output_layer): Linear(in_features=16, out_features=3, bias=True)
  (relu): ReLU()
  (softmax): Softmax(dim=1)
)
```

```
def categoria_rlg():
  # Remover Outliers
  dfp = df[(df['ROE']>-1) & (df['ROE']<1) &(df['ROA']>-1) & (df['ROA']<1) & (df['ENDEUDAMIENTO DEL ACTIVO']<6) & (df['RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']>-50) &
        (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ']>-5) & (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ']<5) & (df['RENTABLIDAD FINANCIERA']<500)]

  dfp['ROA_DIS'] = pd.qcut(dfp['ROA'], 3, labels=False)
  #dfp["DESCRIPCIÓN RAMA"] = dfp[["DESCRIPCIÓN RAMA"]].values
  metrics = {"Categoria": [], "MAE": [], "MSE": [], "RMSE": [], "ACC": []}
  dfp['DESCRIPCIÓN RAMA'].replace(desc, desc_good, inplace=True)
  grouped = dfp.groupby("DESCRIPCIÓN RAMA")
  for name, group in grouped:
      inputs_rlg = group[['RENTABILIDAD NETA DEL ACTIVO',  'UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ', 'RENTABLIDAD FINANCIERA', 'RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']].values
      targets_rlg = group[['ROA_DIS']].values
      # Escalando los datos
      scaler = StandardScaler()
      inputs = scaler.fit_transform(inputs_rlg)
      # Transformando los datos a tensores
      inputs_rlg = torch.from_numpy(inputs.astype(np.float32))
      targets_rlg = torch.from_numpy(targets_rlg.astype(np.int64))
      # Creando el conjunto de datos de test
      dataset_test = TensorDataset(inputs_rlg, targets_rlg)
      test_loader = DataLoader(dataset_test, batch_size=bs, shuffle=True)
      # Evaluando el modelo
      y_pred = []
      y_true = []
      model_rlg.train(False)
      for inputs, targets in test_loader:
        y_hat_test = model_rlg(inputs).data.numpy()
        y_hat_class = np.argmax(y_hat_test, axis=1)
        y_pred.extend(y_hat_class)
        y_true.extend(targets.numpy())
      # Calculando metricas
      mae = mean_absolute_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred)
      mse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=True)
      rmse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=False)
      acc = accuracy_score(y_true, y_pred)
      # Imprimiendo los resultados
      metrics["Categoria"].append(name)
      metrics["MAE"].append(mae)
      metrics["MSE"].append(mse)
      metrics["RMSE"].append(rmse)
      metrics["ACC"].append(acc)

  metrics_df_ = pd.DataFrame(metrics)
  return metrics_df_
```

```
metrics_rlg = categoria_rlg()
```

```
metrics_rlg.sort_values("ACC", ascending=False)
```

	Categoria	MAE	MSE	RMSE	ACC
16	OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS.	0.072267	0.072267	0.268826	0.927733
12	ENSEÑANZA.	0.103690	0.104428	0.323153	0.896679
10	CONSTRUCCIÓN.	0.125271	0.125271	0.353937	0.874729
15	INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.	0.142343	0.144329	0.379906	0.858650
7	AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y PESCA.	0.145672	0.146477	0.382723	0.854730
11	DISTRIBUCIÓN DE AGUA ALCANTARILLADO, GESTIÓN D...	0.161883	0.168772	0.410818	0.841561
9	COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR REPARACIÓ...	0.158655	0.158784	0.398477	0.841409
1	ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DE LA SALUD HUMANA Y D...	0.161006	0.164528	0.405621	0.840755
18	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.	0.193956	0.194190	0.440670	0.806161

```
def procesar_rlg(año):
    # Remover Outliers
    df1 = df[(df['ROE'] > -1) & (df['ROE'] < 1) & (df['ROA'] > -1) & (df['ROA'] < 1) & (df['ENDEUDAMIENTO DEL ACTIVO'] < 6) & (df['RENTABILIDAD NETA DE VENTAS'] > -50) &
          (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS '] > -5) & (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS '] < 5) & (df['RENTABLIDAD FINANCIERA'] < 500)]
    df1['ROA_DIS'] = pd.qcut(df1['ROA'], 3, labels=False)
    df1 = df1[df1['AÑO'] == año]
    # Input y Targets
    inputs_rlg = df1[['RENTABILIDAD NETA DEL ACTIVO',  'UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ', 'RENTABLIDAD FINANCIERA', 'RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']].values
    targets_rlg = df1[['ROA_DIS']].values
    # Escalando los datos
    scaler = StandardScaler()
```

```
    inputs = scaler.fit_transform(inputs_rlg)
    # Transformando los datos a tensores
    inputs_rlg = torch.from_numpy(inputs.astype(np.float32))
    targets_rlg = torch.from_numpy(targets_rlg.astype(np.int64))
    # Creando el conjunto de datos de test
    dataset_test = TensorDataset(inputs_rlg, targets_rlg)
    test_loader = DataLoader(dataset_test, batch_size=bs, shuffle=True)
    # Evaluando el modelo
    y_pred = []
    y_true = []
    model_rlg.train(False)
    for inputs, targets in test_loader:
        y_hat_test = model_rlg(inputs).data.numpy()
        y_hat_class = np.argmax(y_hat_test, axis=1)
        y_pred.extend(y_hat_class)
        y_true.extend(targets.numpy())
    # Calculando metricas
    mae = mean_absolute_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred)
    mse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=True)
    rmse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=False)
    acc = accuracy_score(y_true, y_pred)

    # Imprimiendo los resultados
    print(f"\nResultados para el año {año} - con {len(targets_rlg)} datos:")
    print(f"MAE: {mae}")
    print(f"MSE: {mse}")
    print(f"RMSE: {rmse}")
    print('Accuracy: {:.2f}%'.format(acc*100))
```

```
#Arreglo años
years = [2017, 2018, 2019, 2020]

#Bucle para ejecutar proceso para cada año
for year in years:
    procesar_rlg(year)
```

```
Resultados para el año 2017 - con 46592 datos:
MAE: 0.10186298076923077
MSE: 0.10194883241758242
RMSE: 0.31929427244719316
Accuracy: 89.82%

Resultados para el año 2018 - con 48087 datos:
MAE: 0.08811113190675235
MSE: 0.08815272318921955
RMSE: 0.2969052427782634
Accuracy: 91.19%

Resultados para el año 2019 - con 48657 datos:
MAE: 0.04067246233840968
MSE: 0.041289023162134945
RMSE: 0.20319700579027966
Accuracy: 95.96%

Resultados para el año 2020 - con 45551 datos:
MAE: 0.22161972294790455
MSE: 0.22166362977761192
RMSE: 0.4708116712419223
Accuracy: 77.84%
```

```
def procesar_rlg_all():
    # Remover Outliers
    df1 = df[(df['ROE'] > -1) & (df['ROE'] < 1) & (df['ROA'] > -1) & (df['ROA'] < 1) & (df['ENDEUDAMIENTO DEL ACTIVO'] < 6) & (df['RENTABILIDAD NETA DE VENTAS'] > -50) &
             (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS '] > -5) & (df['UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS '] < 5) & (df['RENTABLIDAD FINANCIERA'] < 500)]
    df1['ROA_DIS'] = pd.qcut(df1['ROA'], 3, labels=False)
    # Input y Targets
    inputs_rlg = df1[['RENTABILIDAD NETA DEL ACTIVO',  'UTILIDAD OPERACIONAL/TOTAL DE ACTIVOS ', 'RENTABLIDAD FINANCIERA', 'RENTABILIDAD NETA DE VENTAS']].values
    targets_rlg = df1[['ROA_DIS']].values
    # Escalando los datos
    scaler = StandardScaler()
    inputs = scaler.fit_transform(inputs_rlg)
    # Transformando los datos a tensores
    inputs_rlg = torch.from_numpy(inputs.astype(np.float32))
    targets_rlg = torch.from_numpy(targets_rlg.astype(np.int64))
    # Creando el conjunto de datos de test
    dataset_test = TensorDataset(inputs_rlg, targets_rlg)
    test_loader = DataLoader(dataset_test, batch_size=bs, shuffle=True)
    # Evaluando el modelo
    y_pred = []
    y_true = []
    model_rlg.train(False)
    for inputs, targets in test_loader:
        y_hat_test = model_rlg(inputs).data.numpy()
        y_hat_class = np.argmax(y_hat_test, axis=1)
        y_pred.extend(y_hat_class)
        y_true.extend(targets.numpy())
    # Calculando metricas
    mae = mean_absolute_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred)
    mse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=True)
    rmse = mean_squared_error(y_true=y_true, y_pred=y_pred, squared=False)
    acc = accuracy_score(y_true, y_pred)
    cm = confusion_matrix(y_true, y_pred)


    # Imprimiendo los resultados
    print(f"\nResultados para el año - con {len(targets_rlg)} datos:")
    print(f"MAE: {mae}")
    print(f"MSE: {mse}")
    print(f"RMSE: {rmse}")
```

```
    print('Accuracy: {:.2f}%'.format(acc*100))
    print(f"Confusion Matrix: ")
    disp = ConfusionMatrixDisplay(confusion_matrix=cm, display_labels=['ROA Bueno','ROA Medio', 'ROA Malo'])
    disp.plot()
    plt.show()
```

```
procesar_rlg_all()
```

```
Resultados para el año - con 188887 datos:
MAE: 0.0027953220708677676
MSE: 0.002805910412045296 8
RMSE: 0.05297084492478194
Accuracy: 99.72%
Confusion Matrix:
```