



# Protegiendo el oro con tu corazón


# Caterina Fuster Barceló


Ingeniería Telemática por la UIB


Máster en **Ciberseguridad** por la UC3M

Estudiante de doctorado en Ciencia y  
Tecnología Informática en la UC3M



 @cfusterbarcelo

 cfusterbarcelo.github.io

 @c4tchen



Aceptabilidad



Alto porcentaje  
de acierto



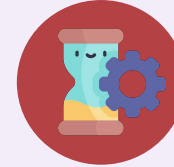
Inclusividad



Privacidad



Eficiencia



Reproducibilidad



Soporte de  
sensores low-cost



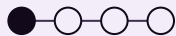
Protección ante  
la coacción



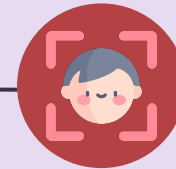
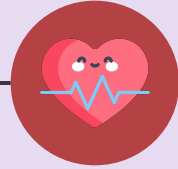
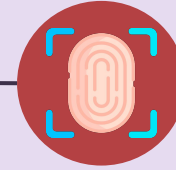
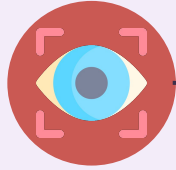
# Requisitos

# 1. Biometría

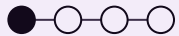
Inclusividad y aceptabilidad



## Técnicas de Identificación Biométrica



INVASIVAS



NO INVASIVAS

# Identificación con Electrocardiogramas

El electrocardiograma es una prueba que registra la **actividad eléctrica** del corazón que se produce en cada **latido** cardiaco



# Ventajas de un ECG



No invasivo



Vivacidad



Inclusividad



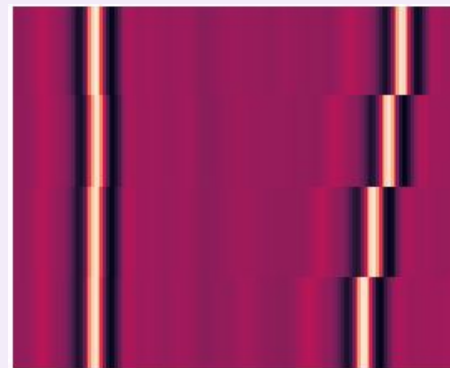
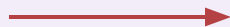
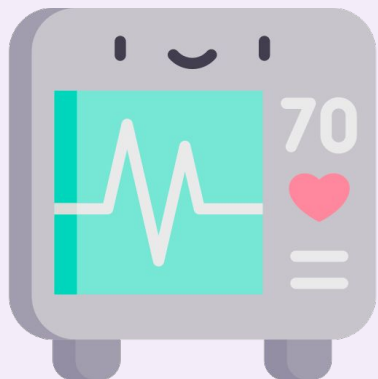
Diagnóstico



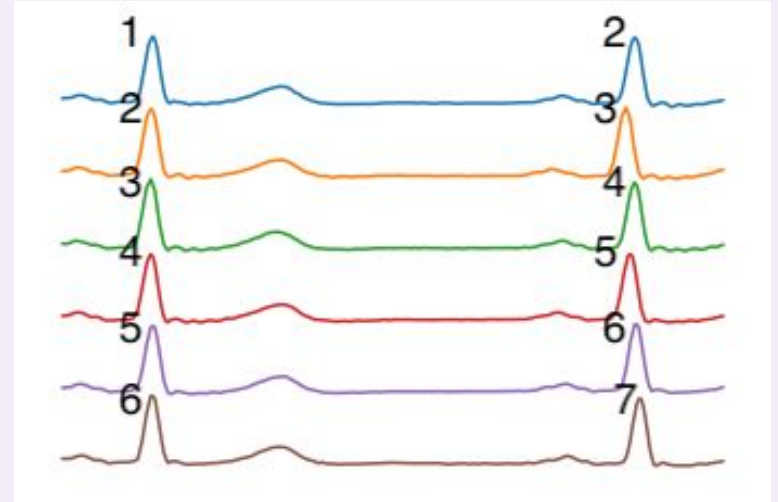
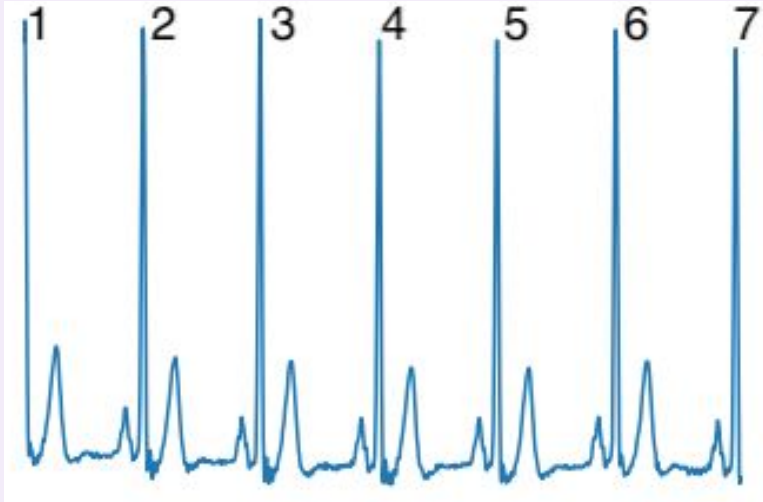
# 2. Nuestra Propuesta

Protección de datos



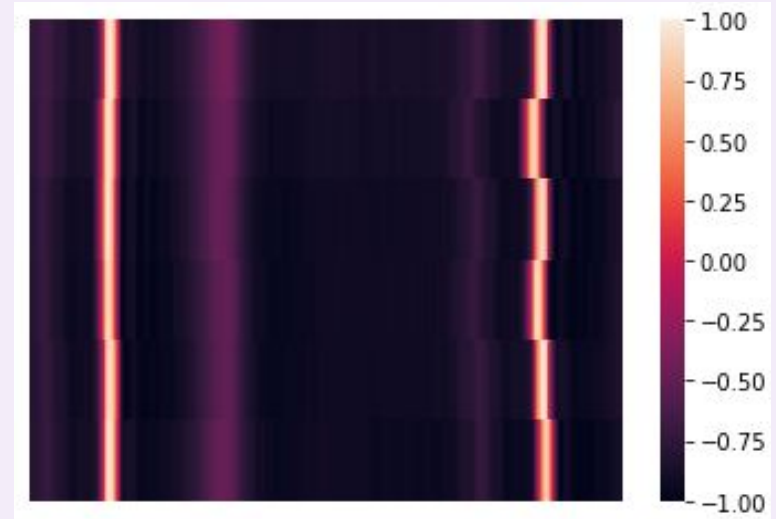
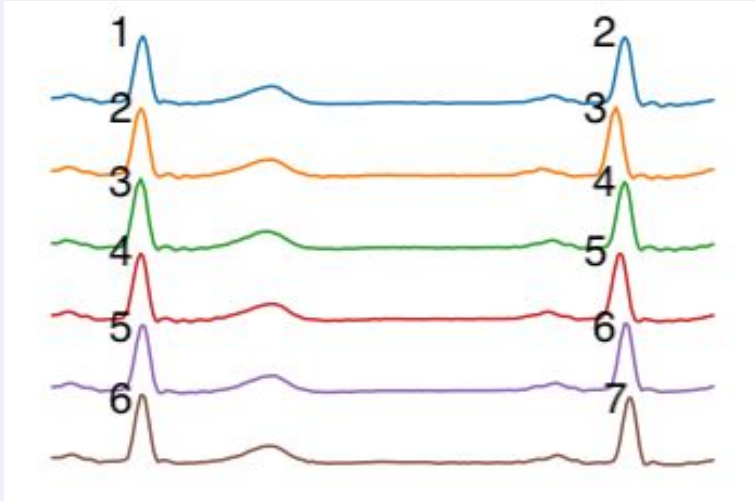


# 1. Construimos la matriz



```
init_seg = int(0.2 * mean_distance)
fin_seg = int(1.3 * mean_distance)
wind_s = r_peaks[init_window]
wind_e = r_peaks[init_window + peaks_window] + 10
for peak in r_peaks[init_window:init_window + peaks_window]:
    segment = filtered_ecg[peak - init_seg:peak + fin_seg]
    all_segments.append(segment[:,np.newaxis])
ecm = np.concatenate(all_segments, 1)
```

## 2. Convertimos la matriz en un mapa de calor



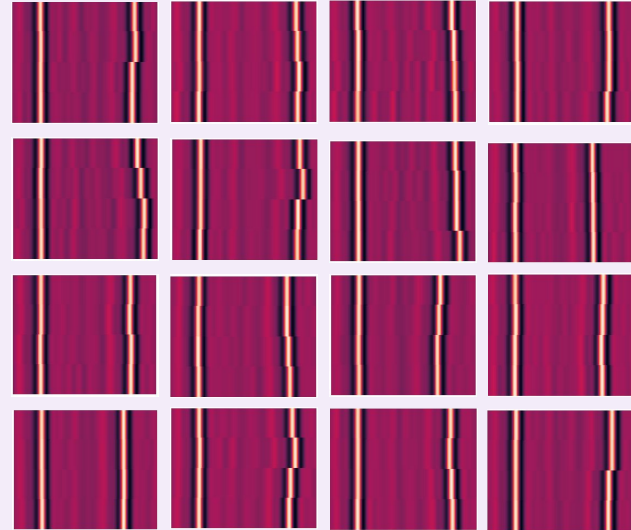
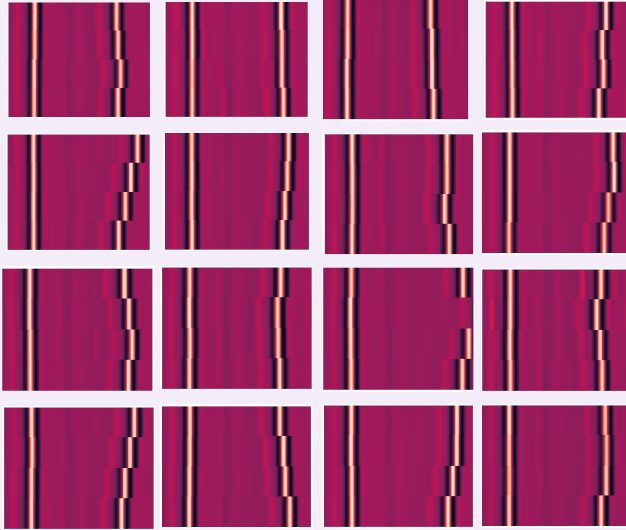
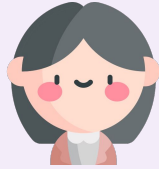
```
ecm = electrocardiomatrix(distance, r_peaks, norm_ecg, init_window,  
    peaks_window)
```

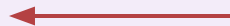
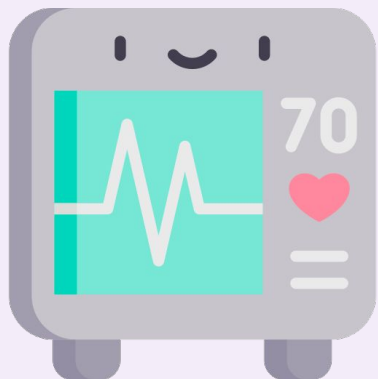
```
plt.figure()
```

```
sns.heatmap(ecm, xticklabels=False, yticklabels=False)
```

```
plt.close()
```

### 3. Repetimos para cada usuario y base de datos







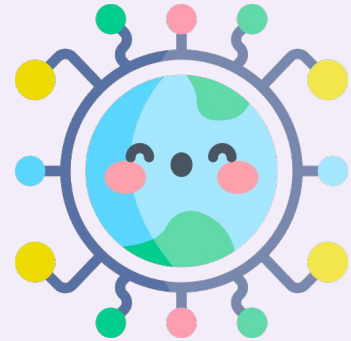
# 3. CNN

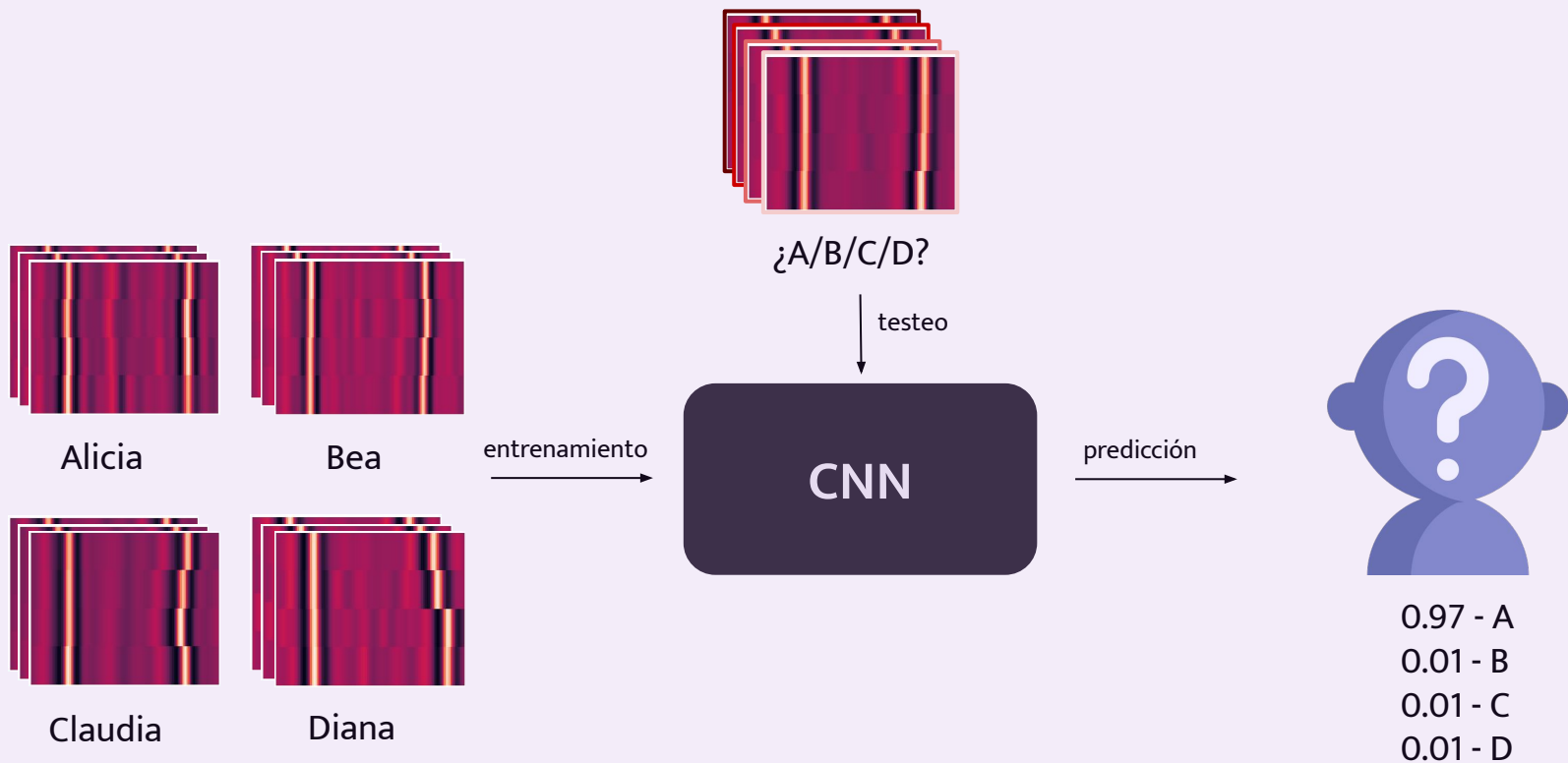
Eficiencia



# Inteligencia Artificial

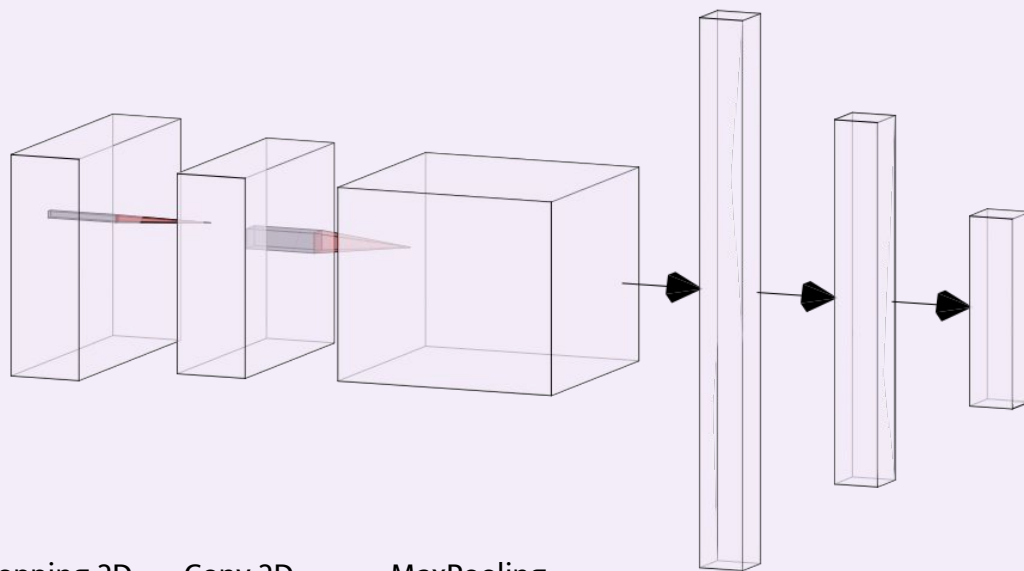
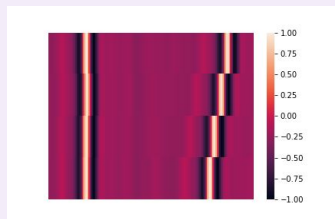
La inteligencia artificial se refiere a la habilidad de la máquina a **aprender**, adaptarse y solucionar problemas complejos **automáticamente** que benefician a la sociedad





```
model = tf.keras.Sequential()
model.add(tf.keras.layers.Cropping2D(cropping=((4, 4), (7, 14)),
    input_shape=input_shape))
# LAYER ONE
model.add(tf.keras.layers.Conv2D(32, kernel_size=(3, 3), activation='relu'))
model.add(tf.keras.layers.MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
model.add(tf.keras.layers.Dropout(0.7))
# LAYER TWO
model.add(tf.keras.layers.Flatten())
model.add(tf.keras.layers.Dense(256, activation='relu'))
model.add(tf.keras.layers.Dense(num_classes, activation='softmax'))
# PARAMETERS
model.compile(loss=tf.keras.losses.categorical_crossentropy,
    optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(),
    metrics=['accuracy'])
```





**LAYER ONE**

Cropping 2D

Conv 2D

MaxPooling

**LAYER TWO**

Flatten

Dense

Softmax



# TRAINING

```
train_history = model.fit(  
    x= train_dataset,  
    batch_size= batchsize,  
    epochs=num_epochs,  
    steps_per_epoch=len(train_dataset)//steps_epoch,  
    verbose=1,  
    validation_data=validation_dataset)
```



# 4. Experimentación y Resultados

Reproducibilidad, alto porcentaje de acierto, soporte de sensores low-cost y protección ante la coacción



# Bases de Datos



**Normal Sinus Rhythm Database**  
(NSRDB)



**MIT-BIH Arrhythmia Database**  
(MIT-BIHDB)



**Physikalisch-Technische  
Bundesanstalt Database**  
(PTBDB)



**Glasgow University Database**  
(GUDB)



# NSRDB



3bpf

**99.69%**



5bpf

**99.82%**

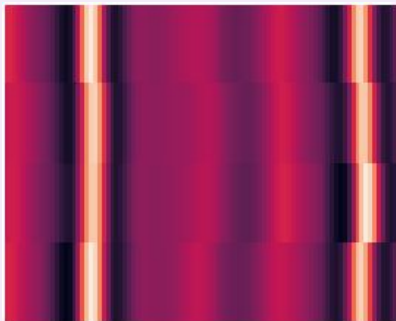


7bpf

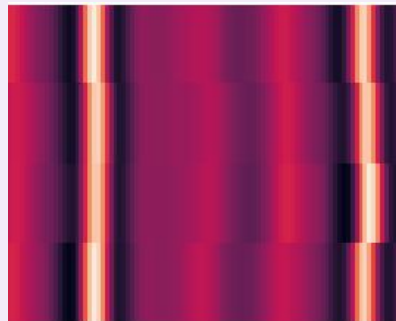
**99.84%**

# NSRDB

¿Cómo afecta el ruido a nuestra señal?



Clean



Noisy

# MIT-BIHDB y PTBDB

¿Cómo afectan las cardiopatías a la identificación de usuarios?



**97.89%**

Usuarios sanos y con cardiopatías

**97.09%**

Usuarios con cardiopatías

# GUDB

¿Cómo afectan las actividades cardiovasculares a la identificación de usuarios?



**99.19%**

Sentado o sentada

**98.59%**

Andando en cinta

**95.51%**

Usando una bicicleta estática

**94.00%**

Haciendo un examen de matemáticas

**82.63%**

Corriendo en cinta



# GUDB

¿Cómo afectan las actividades cardiovasculares a la identificación de usuarios?



97.74%

Poca actividad cardiovascular  
Sentada y andando (*resting*)

85.71%

Actividades cardiovasculares  
En bicicleta y corriendo (*cardio*)

# GUDB

¿Cómo afectan las actividades cardiovasculares a la identificación de usuarios?



37.24%

Entrenando con *resting* y prediciendo  
con *cardio*

**Aceptabilidad**



**Alto porcentaje  
de acierto**



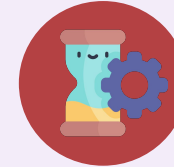
**Inclusividad**



**Privacidad**



**Eficiencia**

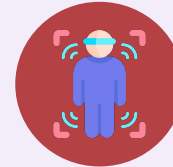


# **Requisitos**

**Reproducibilidad**



**Soporte de  
sensores low-cost**



**Protección ante  
la coacción**










# fin

Muchas gracias por vuestra atención!

 @cfusterbarcelo

 cfusterbarcelo.github.io

 @c4tchen