

Objetivos

- Formar **ingenieros** con conocimientos de:
 - biología celular, bioquímica, genética, fisiología, fisiopatología etc
- Formar profesionales con conocimientos no solo **tecnológicos** sino **científicos y sanitarios** capaces de: **desarrollar e implantar** soluciones de basadas en las **ingenierías informática y electromecánica** en las distintas etapas de la **práctica clínica y la investigación médica**.

Objetivos

Los titulados de este grado serán capaces de:

- Planificar, diseñar e implantar nuevos proyectos o servicios destinados tanto al **diagnóstico** y **tratamiento** de pacientes como a su **monitorización** para la prevención de enfermedades.
- Llevar a cabo trabajos de **investigación en tecnología sanitaria** y de asesoría en el mantenimiento y la mejora continua de sistemas de información, plataformas y equipos ya implantados y en explotación.

Revolucionando la salud

Ingeniería de la Salud

En los próximos años la salud será más:

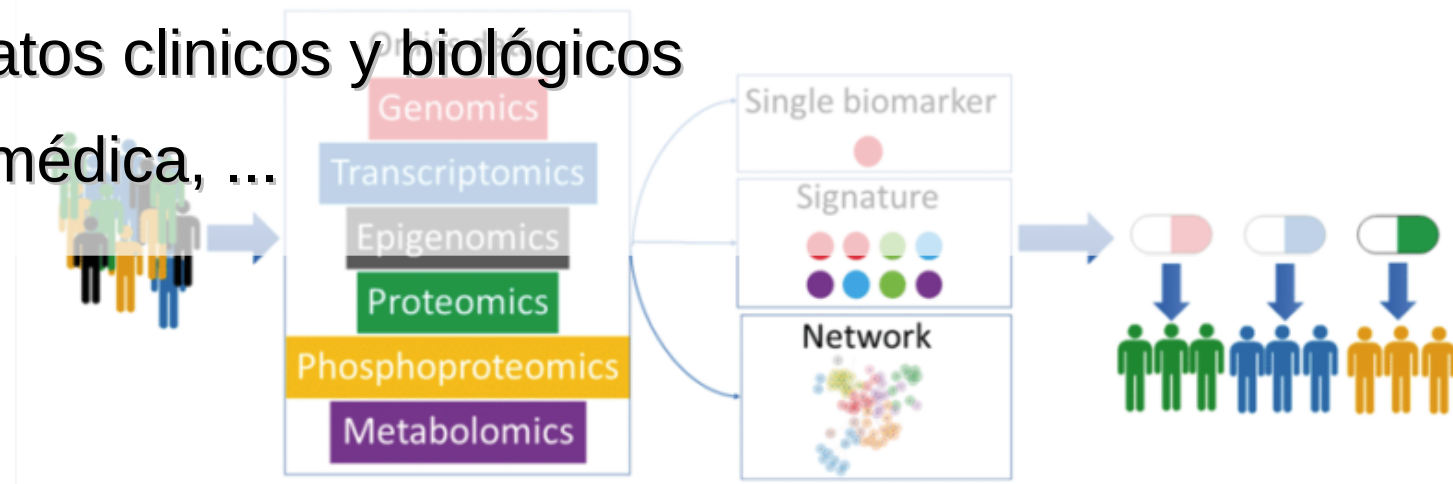
- Más personalizada**
 - Con diagnósticos y tratamientos personalizados a partir de todo tipo de datos genéticos, moleculares, tisulares etc
- Más accesible**
 - Usando telemedicina, instrumental, dispositivos, equipos y robots para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Más preventiva**
 - Para actuar antes de la aparición de la enfermedad en lugar de cuando la enfermedad ya tiene consecuencias sobre el paciente.

Medicina de precisión

Más personalizada

¿Qué hará un ingeniero de la Salud?

- Crear sistemas para analizar la información genética, molecular, tisular de los pacientes y acceder a bases de datos biológicas.
- Diseñar sistemas inteligentes de apoyo al diagnóstico.
- Algunas asignaturas
 - Sistemas inteligentes aplicados a la salud.
 - Bioinformática
 - Minería de datos clínicos y biológicos
 - Big Data Biomédica, ...

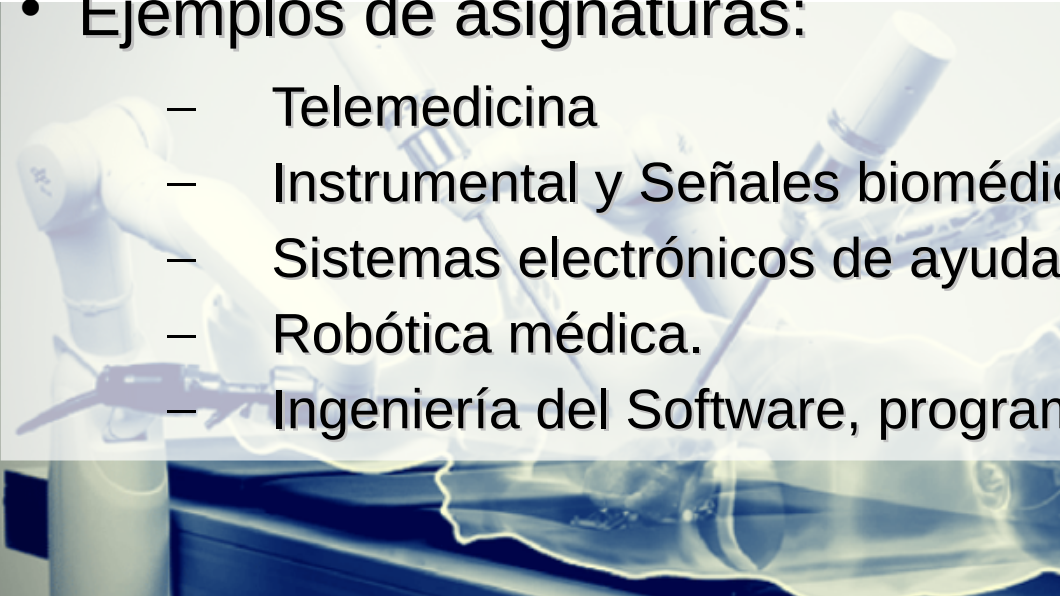


Producto sanitario

Más
accesible

¿Qué hará un ingeniero de la Salud?

- La sociedad será más envejecida y diversa. Se necesitarán tecnologías para hacer la sanidad accesible a todo el mundo: telemedicina, asistentes virtuales móviles, nuevos sensores o biomateriales etc
- Un Ingeniero de la salud será capaz de asesorar, implantar, mantener y mejorar sistemas donde intervengan productos sanitarios.
- Ejemplos de asignaturas:
 - Telemedicina
 - Instrumental y Señales biomédicas
 - Sistemas electrónicos de ayuda a la discapacidad
 - Robótica médica.
 - Ingeniería del Software, programación

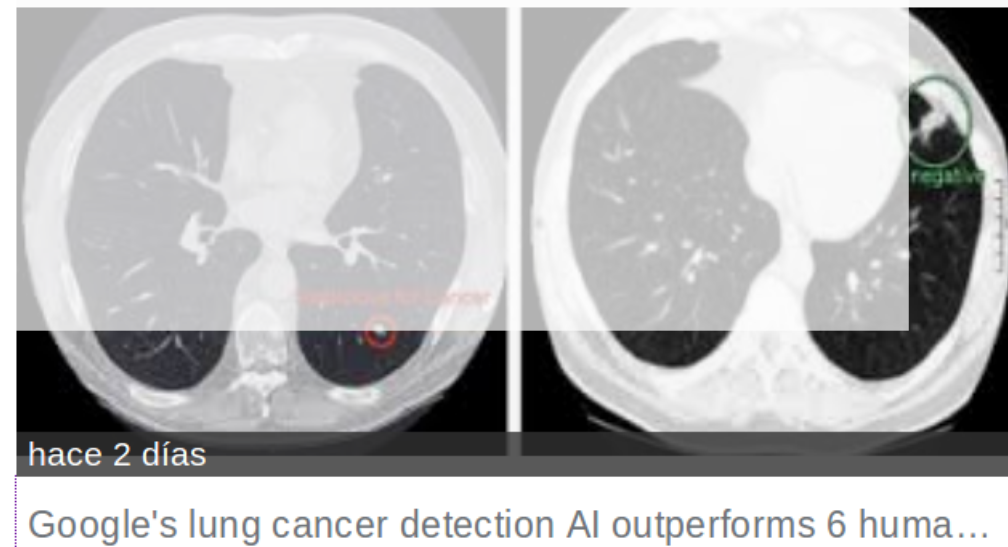
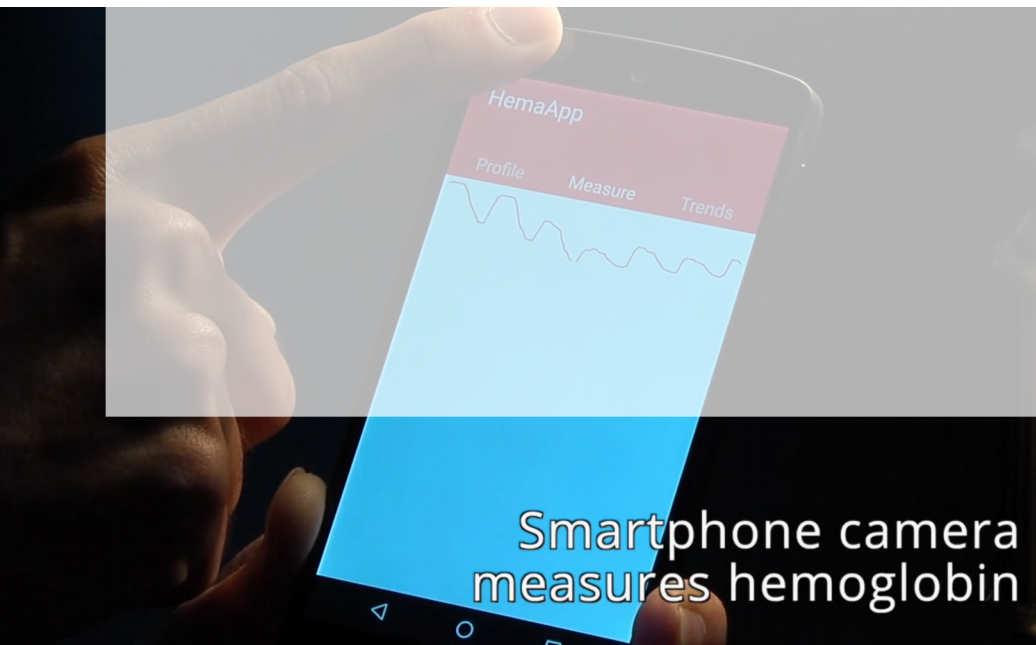


Medicina preventiva

Más
preventiva

¿Qué hará un ingeniero de la Salud?

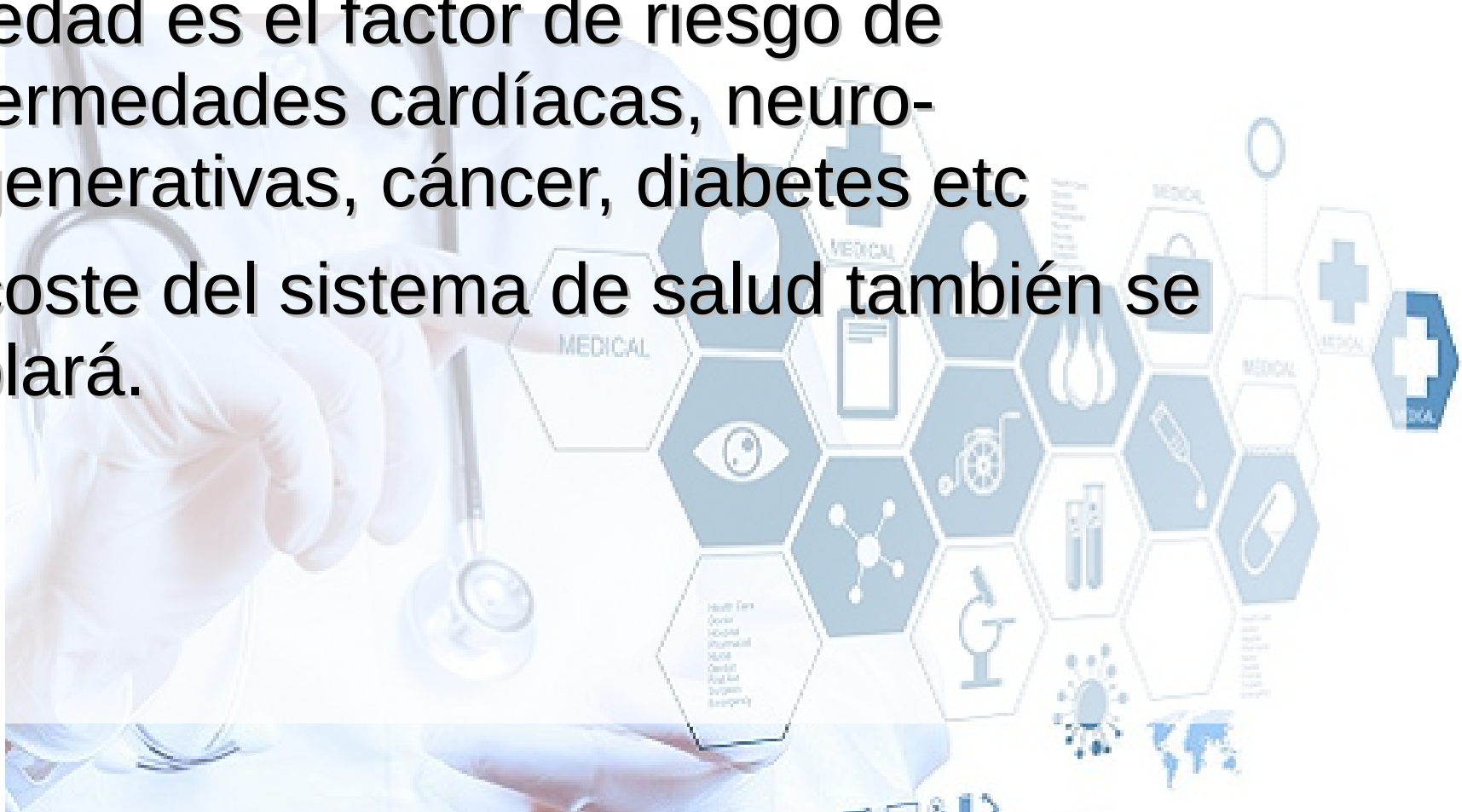
- Crear sistemas para la recogida de datos utilizando sensores, wearables y aplicaciones móviles etc
- Crear sistemas para analizar estos datos usando técnicas de minería de datos e inteligencia artificial.



¿Qué puede hacer
un ingeniero de la
Salud?

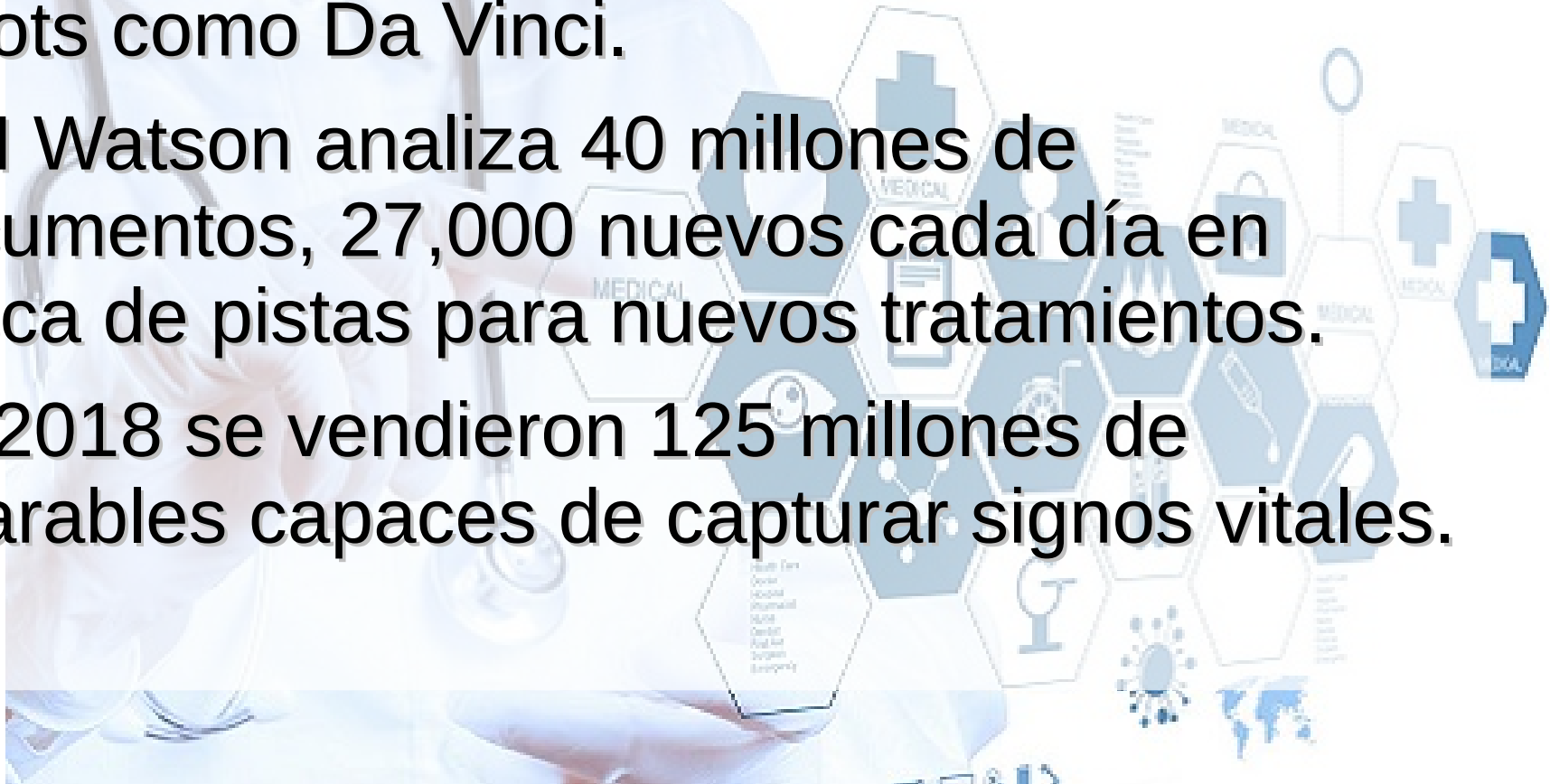
Las malas noticias

- Para el 2050 el número de personas mayores de 65 años se doblará.
- La edad es el factor de riesgo de enfermedades cardíacas, neurodegenerativas, cáncer, diabetes etc
- El coste del sistema de salud también se doblará.



Las buenas noticias

- El coste de secuenciamiento del genoma ha disminuido 100,000 veces desde 2001
- 3 millones de cirugías han sido realizadas con robots como Da Vinci.
- IBM Watson analiza 40 millones de documentos, 27,000 nuevos cada día en busca de pistas para nuevos tratamientos.
- En 2018 se vendieron 125 millones de wearables capaces de capturar signos vitales.



Estructura del título

¿Qué se estudia?

<i>Tipo de materia</i>	<i>Créditos ECTS</i>
Formación Básica	60
Obligatoria	150
Prácticas obligatorias en Hospital / Empresa	6
Optatividad / Ampliación de prácticas	9
Trabajo Fin de Grado	15
ECTS Totales	240

Estructura del título

¿Qué se
estudia?

<https://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-de-la-salud/informacion-basica/plan-de-estudios>

Ejemplos de proyectos realizados
en la UBU por alumnos.

Actividad

¿Puede un programa
diagnosticar como un
médico?

Actividad

- La Inteligencia artificial es la ciencia que desarrolla sistemas que tienen un comportamiento inteligente.
- La minería de datos estudia el desarrollo de sistemas que aprenden a partir de los datos.
- La idea no es sustituir a los médicos, sino ayudarles y suplir la falta de especialistas donde no los haya.

Actividad

- Vamos a crear un árbol de decisión a partir de unos datos.
 - Los datos serán reales, datos para determinar si un paciente tiene una enfermedad en el hígado o no.
- Un árbol de decisión es una forma muy sencilla de crear un mini sistema experto.

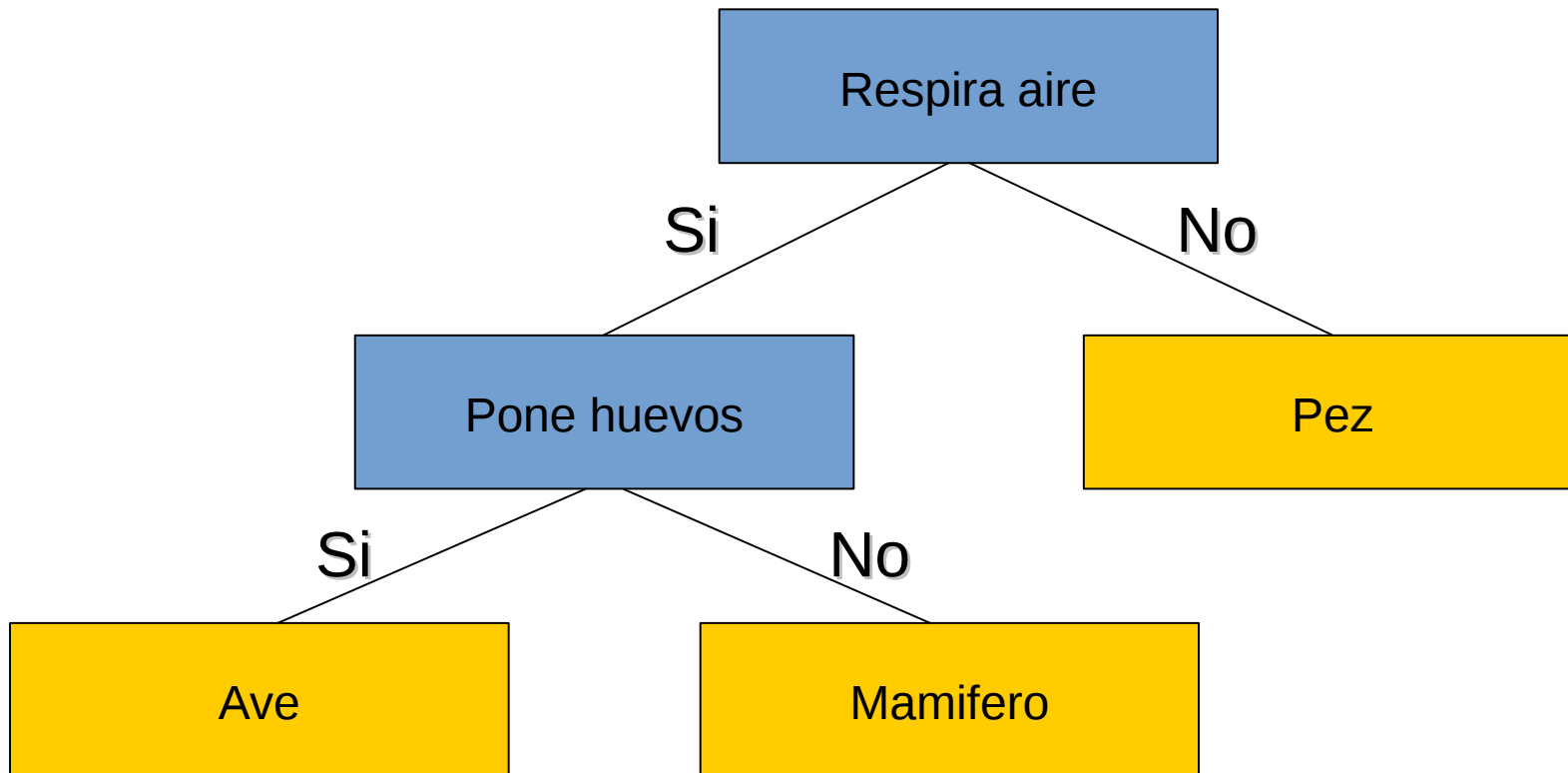
Actividad

- Hay algoritmos que crean árboles a partir de los datos

Respira aire	Pone huevos	Patas	Plumas	Pelo	Nombre	Tipo
Si	No	0	No	No	Delfín	Mamífero
Si	No	4	No	Si	Perro	Mamífero
Si	No	2	No	Si	Murcielago	Mamífero
Si	Si	2	Si	No	Avestruz	Ave
Si	Si	2	Si	No	Gallina	Ave
Si	Si	2	Si	No	Loro	Ave
No	Si	0	No	No	Atún	Pez
No	Si	0	No	No	Salmón	Pez
No	No	0	No	No	Tiburón	Pez

Actividad

- Hay algoritmos que crean árboles a partir de los datos



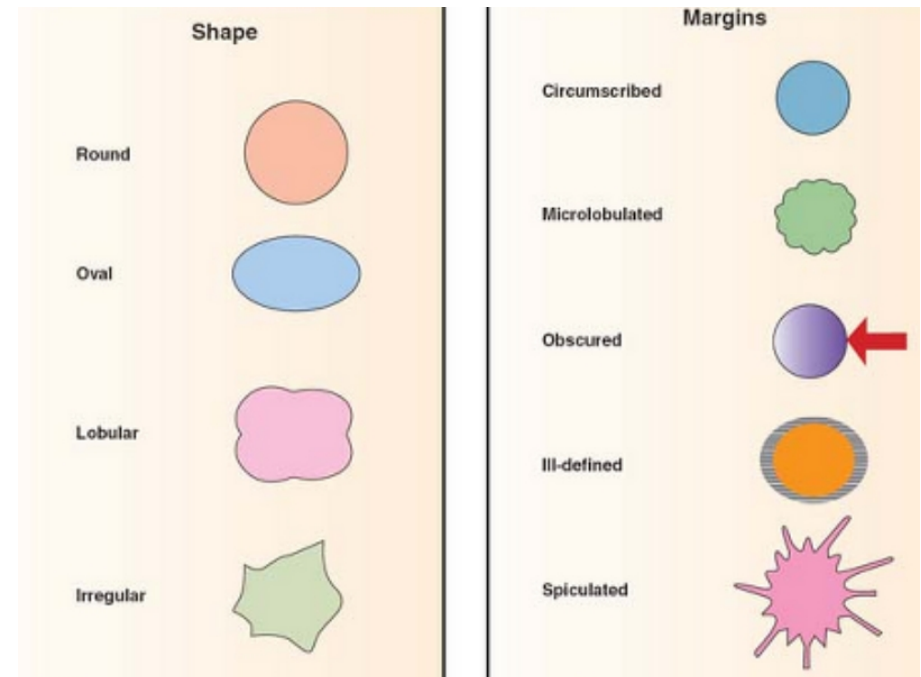
Actividad

- El conjunto de datos: Mamografía.
- La mamografía es el método más efectivo que tenemos hoy en día. Sin embargo:
 - Su interpretación lleva a muchas biopsias innecesarias.
 - No hay especialistas en todos los lugares o hay muy pocos.

No.	1: BI-RADS Numeric	2: Age Numeric	3: Shape Numeric	4: Margin Numeric	5: Density Numeric	6: Severity Nominal
1	5.0	67.0	3.0	5.0	3.0	maligno
2	5.0	58.0	4.0	5.0	3.0	maligno
3	4.0	28.0	1.0	1.0	3.0	benigno
4	5.0	57.0	1.0	5.0	3.0	maligno
5	5.0	76.0	1.0	4.0	3.0	maligno
6	3.0	42.0	2.0	1.0	3.0	maligno
7	4.0	36.0	3.0	1.0	2.0	benigno
8	4.0	60.0	2.0	1.0	2.0	benigno
9	4.0	54.0	1.0	1.0	3.0	benigno
10	3.0	52.0	3.0	4.0	3.0	benigno
11	4.0	59.0	2.0	1.0	3.0	maligno
12	4.0	54.0	1.0	1.0	3.0	maligno
13	5.0	56.0	4.0	3.0	1.0	maligno
14	5.0	42.0	4.0	4.0	3.0	maligno
15	4.0	59.0	2.0	4.0	3.0	maligno

Actividad

- El conjunto de datos: Mamografía.
- Atributos:
 - BI-RADS: Una interpretación subjetiva del especialista. Vale desde 0 (ni idea), 1 negativo, 2 benigno, 3 probablemente benigno, 4 sospechoso, 5 muy sospechoso, 6 maligno.
 - Edad.
 - Shape (forma)
 - Margin (Margen)
 - Densidad 1 (alta) – 4 (baja)
 - Severidad: Maligno o benigno.



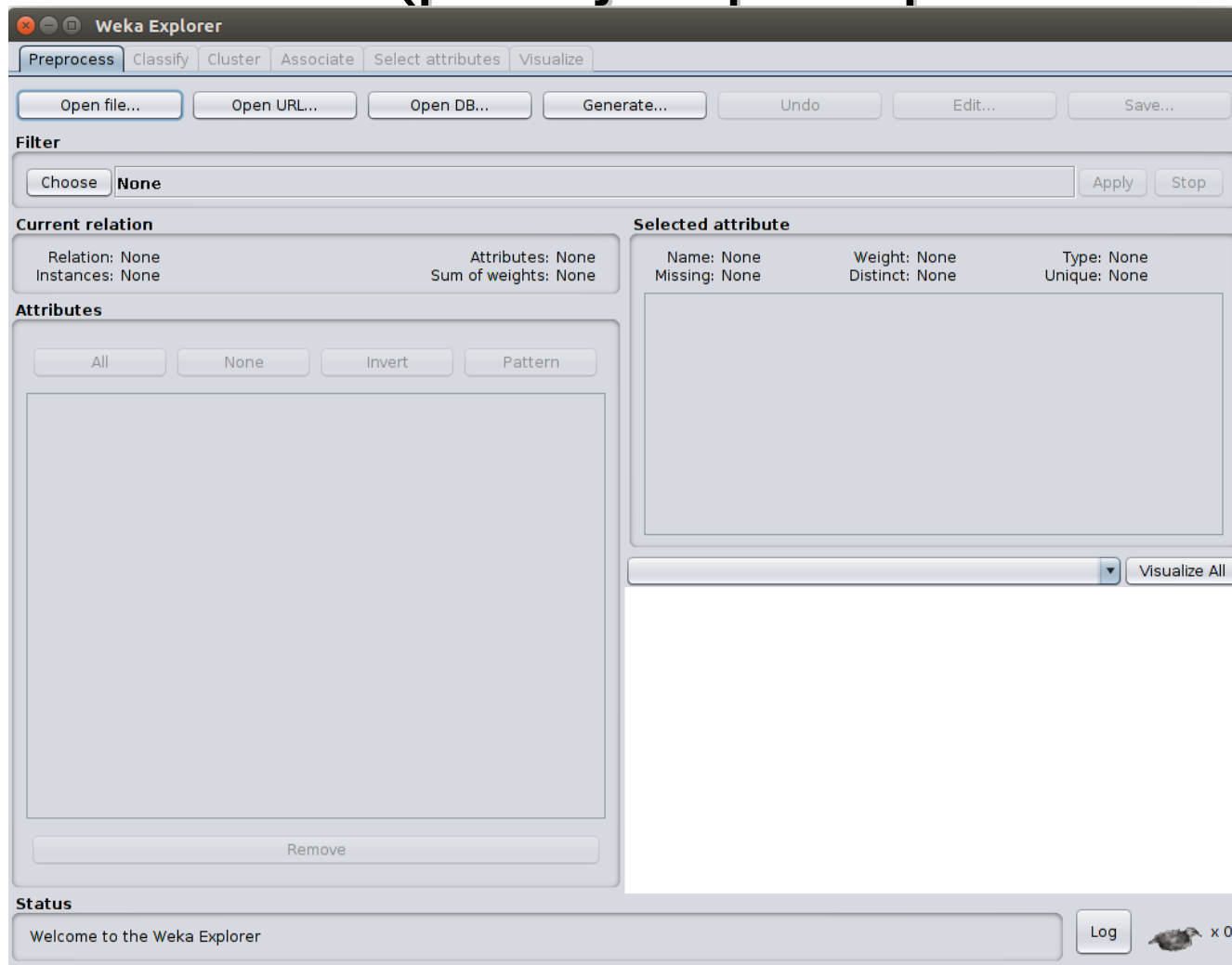
Actividad

- La herramienta:
 - Weka. Una herramienta de minería de datos que hace árboles de decisión (y otras muchas cosas).



Actividad

- Explorer.
 - Permite cargar conjuntos de datos y hacer cosas sencillas (por ejemplo: quitar atributos)



Actividad

- Damos a “Open file” y cargamos el fichero de las mamografías.

The screenshot shows the Weka Explorer application window. The 'Preprocess' tab is selected. The 'Open file...' button is highlighted. The 'Filter' section shows 'None' selected. The 'Current relation' section displays 'Relation: Cleaned_data-weka.filters.unsupervis...' and 'Instances: 830'. The 'Attributes' section lists six attributes: BI-RADS, Age, Shape, Margin, Density, and Severity. The 'Selected attribute' panel for BI-RADS shows statistics: Minimum (0), Maximum (55), Mean (4.394), and StdDev (1.888). The 'Class: Severity (Nom)' is selected, and a 'Visualize All' button is present. A small bar chart is visible at the bottom right, showing the distribution of BI-RADS values for the two classes of Severity.

Weka Explorer

Preprocess | Classify | Cluster | Associate | Select attributes | Visualize

Open file... | Open URL... | Open DB... | Generate... | Undo | Edit... | Save...

Filter

Choose **None** Apply Stop

Current relation

Relation: Cleaned_data-weka.filters.unsupervis... Attributes: 6
Instances: 830 Sum of weights: 830

Attributes

All | None | Invert | Pattern

No.	Name
1	<input checked="" type="checkbox"/> BI-RADS
2	<input type="checkbox"/> Age
3	<input type="checkbox"/> Shape
4	<input type="checkbox"/> Margin
5	<input type="checkbox"/> Density
6	<input type="checkbox"/> Severity

Remove

Selected attribute

Name: BI-RADS
Missing: 0 (0%)
Distinct: 7
Type: Numeric
Unique: 1 (0%)

Statistic	Value
Minimum	0
Maximum	55
Mean	4.394
StdDev	1.888

Class: Severity (Nom) Visualize All

Status

OK Log x 0

Actividad

- Eliminamos atributos: Dejamos solo la severidad y BI-RADS (la estimación del especialista).
 - Seleccionar atributos
 - Remove

The screenshot shows the Weka Explorer application window. The 'Preprocess' tab is selected. The 'Filter' section shows 'None' chosen. The 'Current relation' section displays 'Relation: Cleaned_data-weka.filters.unsupervis...' and 'Attributes: 6'. The 'Attributes' list shows 6 attributes: BI-RADS, Age, Shape, Margin, Density, and Severity. The 'Density' attribute is selected. The 'Selected attribute' section shows statistics for 'Density': Minimum 1, Maximum 4, Mean 2.916, and StdDev 0.351. The 'Class: Severity (Nom)' is selected. A bar chart at the bottom shows the distribution of the 'Severity' class, with a red bar for '755' and a blue bar for '56'. The 'Remove' button is visible at the bottom of the attributes list.

Weka Explorer

Preprocess | Classify | Cluster | Associate | Select attributes | Visualize

Open file... | Open URL... | Open DB... | Generate... | Undo | Edit... | Save...

Filter: Choose **None** Apply Stop

Current relation
Relation: Cleaned_data-weka.filters.unsupervis... Attributes: 6
Instances: 830 Sum of weights: 830

Attributes
All None Invert Pattern

No.	Name
1	<input type="checkbox"/> BI-RADS
2	<input checked="" type="checkbox"/> Age
3	<input checked="" type="checkbox"/> Shape
4	<input checked="" type="checkbox"/> Margin
5	<input checked="" type="checkbox"/> Density
6	<input type="checkbox"/> Severity

Remove

Selected attribute
Name: Density
Missing: 0 (0%) Distinct: 4 Type: Numeric
Unique: 0 (0%)

Statistic	Value
Minimum	1
Maximum	4
Mean	2.916
StdDev	0.351

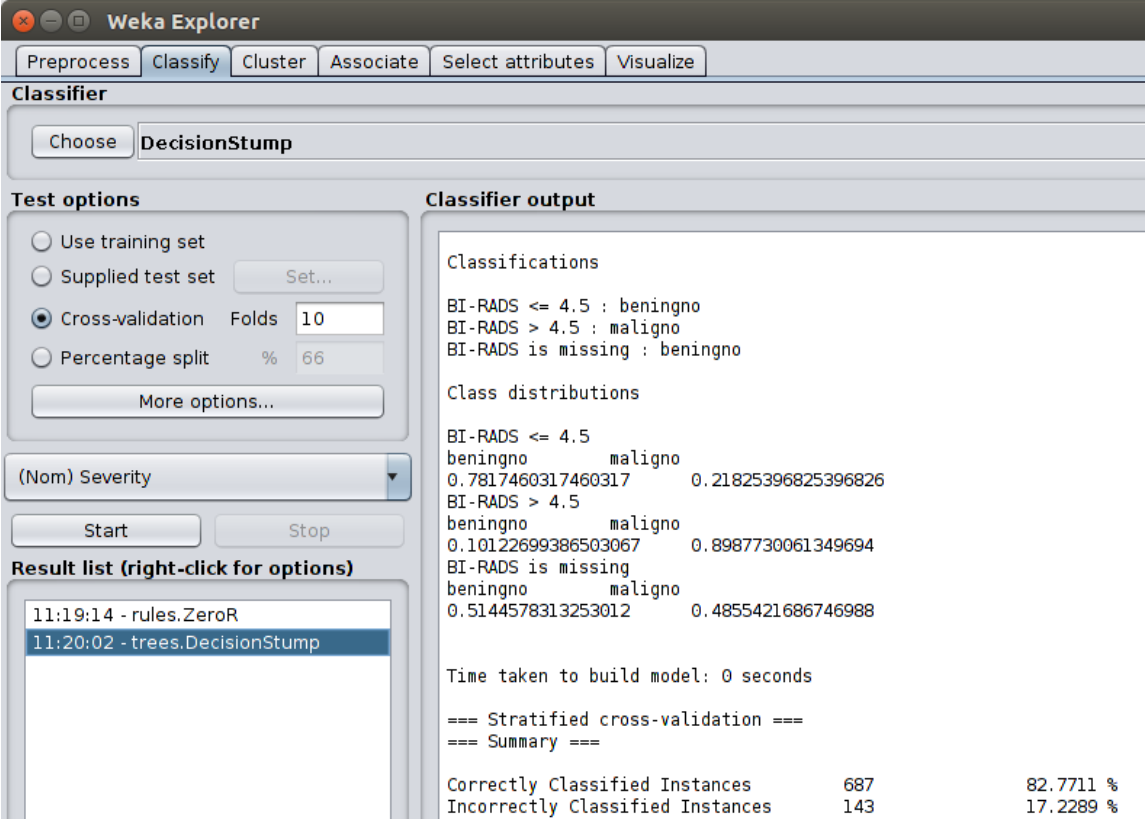
Class: Severity (Nom) Visualize All

Bar chart showing the distribution of the 'Severity' class. The x-axis represents the severity level (1 to 4), and the y-axis represents the count. The bar for severity 4 is red and has a value of 755. The bar for severity 1 is blue and has a value of 56. The other bars (2 and 3) are very small and have values of 11 and 8 respectively.

Status: OK Log x 0

Actividad

- Vamos a ver que acierto tienen los especialistas.
 - Classify
 - Choose → trees → DecisionStump
 - Tiene un 82%



The screenshot shows the Weka Explorer interface with the 'Classify' tab selected. The 'Classifier' dropdown is set to 'DecisionStump'. Under 'Test options', 'Cross-validation' is selected with 'Folds' set to 10. The 'Result list' on the left shows the current run: '11:20:02 - trees.DecisionStump'. The 'Classifier output' pane on the right displays the following information:

Classifications

```
BI-RADS <= 4.5 : benigno
BI-RADS > 4.5 : maligno
BI-RADS is missing : benigno
```

Class distributions

BI-RADS <= 4.5	benigno	maligno
0.7817460317460317	0.21825396825396826	

BI-RADS > 4.5	benigno	maligno
0.10122699386503067	0.8987730061349694	

BI-RADS is missing	benigno	maligno
0.5144578313253012	0.4855421686746988	

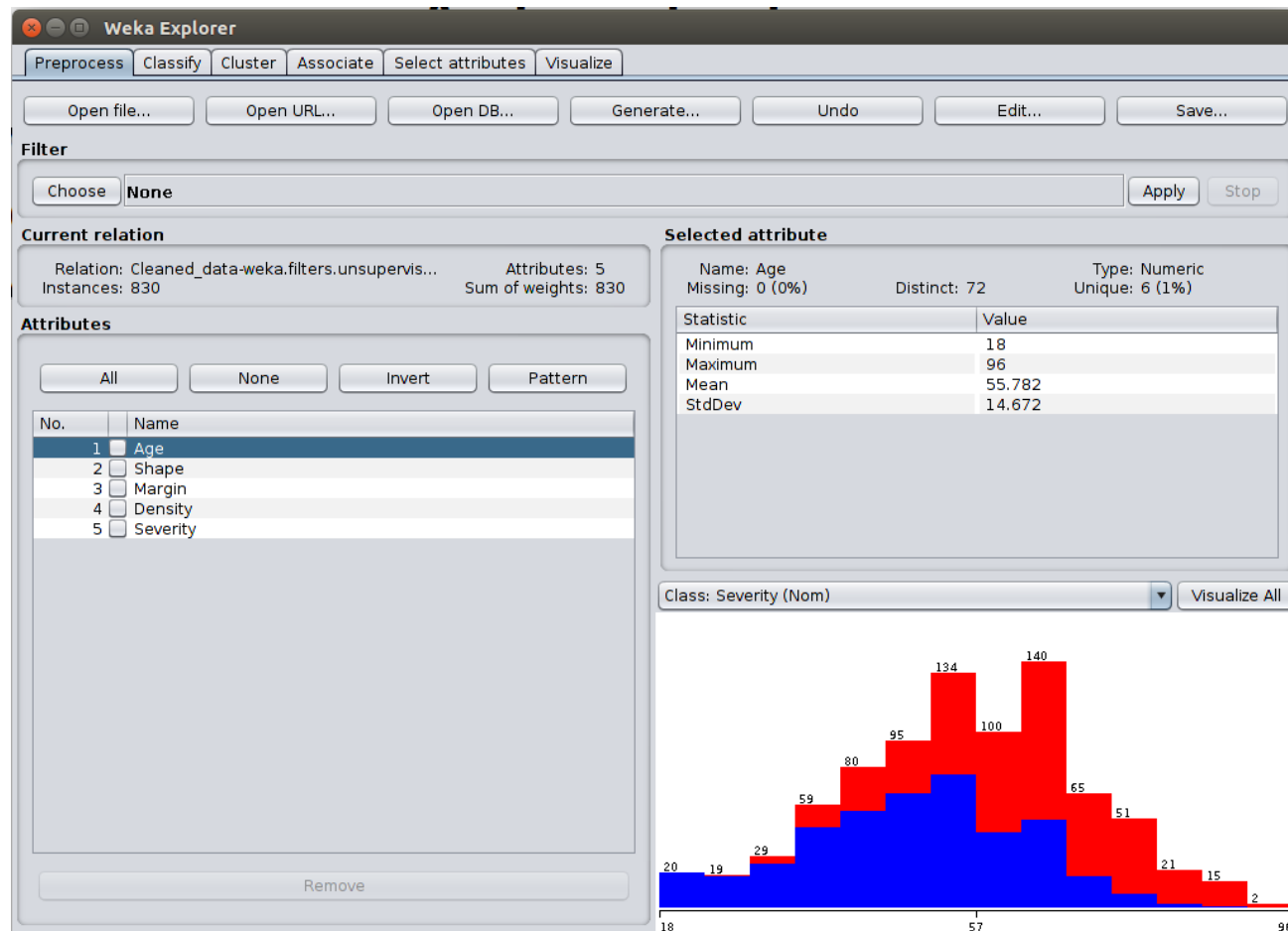
Time taken to build model: 0 seconds

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

	Count	Percentage
Correctly Classified Instances	687	82.7711 %
Incorrectly Classified Instances	143	17.2289 %

Actividad

- Volvemos a preprocess y cargamos los datos de nuevo, esta vez, quitamos BI-RADS (vamos a clasificar sin especialista).



Actividad

- Vamos a classify.
- Choose → trees → j48
- Start
- Nos sale 79%

The screenshot shows the Weka software interface. At the top, a 'Choose' button is next to the text 'j48 -C 0.25 -M 2'. Below this, the 'Test options' section has four radio buttons: 'Use training set', 'Supplied test set' (with a 'Set...' button), 'Cross-validation' (selected), and 'Percentage split' (with a '%' button and the value '66'). A 'More options...' button is below these. The 'Classifier output' section on the right displays a decision tree structure. The 'Result list (right-click for options)' section at the bottom left shows a list of recent actions, with '11:24:05 - trees.j48' selected. The 'Classifier output' section contains the following text:

```
-----  
Margin <= 1: benigno (320.0/38.0)  
Margin > 1  
| Shape <= 2  
| | Margin <= 3  
| | | Margin <= 2  
| | | | Age <= 52: benigno (5.0)  
| | | | Age > 52: maligno (2.0)  
| | | Margin > 2: benigno (17.0/1.0)  
| | | Margin > 3  
| | | | Density <= 2: benigno (4.0)  
| | | | Density > 2  
| | | | | Shape <= 1: maligno (16.0/3.0)  
| | | | | Shape > 1  
| | | | | | Age <= 60: benigno (18.0/4.0)  
| | | | | | Age > 60: maligno (15.0/4.0)  
| | Shape > 2  
| | | Shape <= 3  
| | | | Margin <= 4  
| | | | | Age <= 54  
| | | | | | Age <= 45: maligno (6.0/2.0)  
| | | | | | Age > 45: benigno (11.0/1.0)  
| | | | | | Age > 54: maligno (34.0/9.0)  
| | | | | Margin > 4: maligno (8.0)  
| | | Shape > 3: maligno (374.0/78.0)  
  
Number of Leaves : 13  
  
Size of the tree : 25  
  
Time taken to build model: 0.01 seconds  
  
=== Stratified cross-validation ===  
=== Summary ===  
  
Correctly Classified Instances 659 79.3976 %
```

Actividad

- Usa el árbol para diagnosticar a estos pacientes:

4,38,2,3,3,?

2,57,1,1,3,?

5,65,4,5,3,?

Actividad

- Usa el árbol para diagnosticar a estos pacientes:

4,38,2,3,3,benigno

2,57,1,1,3,benigno

5,65,4,5,3,maligno