



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

VISIÓN ARTIFICIAL

2024 – 1S

https://drive.google.com/drive/folders/1q3O-swigCxaKn30FTEjjc7VPjWkk0eKO?usp=drive_link

JOHN W. BRANCH

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión

Director del Grupo de I+D en Inteligencia Artificial – GIDIA

jwbranch@unal.edu.co

Oficina: Bloque M8A- 307

SANTIAGO SALAZAR

Monitor

sasalazarr@unal.edu.co

PRESENTACIÓN DEL CURSO

OBJETIVOS DEL CURSO

- 🎯 El **Objetivo General** de este curso es proporcionar al estudiante los fundamentos de la visión artificial y sus aplicaciones de tal manera que pueda diseñar y desarrollar **soluciones a problemas de la vida** real con base en la información de imágenes.
- 🎯 Los **Objetivos Específicos** son:
 - 🌀 Describir las etapas de un sistema de visión artificial
 - 🌀 Estudiar las técnicas fundamentales de las diferentes etapas de un sistema de visión artificial
 - 🌀 Aplicar los conceptos, técnicas y tecnologías, desarrolladas en el curso a un caso de uso en un dominio de aplicación específico.

METODOLOGÍA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Hibrida: Sesiones Presenciales y Remotas

CONTENIDO DEL CURSO

Adquisición de Imágenes.

1. Imagen digital. 2. Características de una imagen digital. 3. Repositorios de datos.

Procesamiento de Imágenes.

1. Operadores en el dominio espacial. 2. Operadores en el dominio de la frecuencia.

Segmentación de Imágenes.

1. Segmentación usando umbralización. 2. Segmentación basada en detección de bordes. 3. Segmentación basada en regiones.

Transformaciones Morfológicas.

1. Operaciones morfológicas. 2. Morfología en imágenes en niveles de gris.

Extracción y Selección de Características.

1. Introducción. 2. Extracción de características. 3. Selección de características.

Reconocimiento de Patrones.

1. Introducción. 2. Clasificación supervisada. 3. Clasificación no supervisada. 4. Evaluación de desempeño.

EVALUACIÓN



Curso de Coursera: Procesamiento Digital de Imágenes

Universidad Católica de Chile

<https://www.coursera.org/programs/coursera-para-la-universidad-nacional-de-colombia-ji3sj/learn/procesamiento-de-imagenes>

Fecha límite del certificado: 1 de abril de 2024

Cuatro (4) Evaluaciones Parciales .

Marzo 4, Abril 1, Abril 29, Mayo 27.

20%

80% (cada una del 20%)

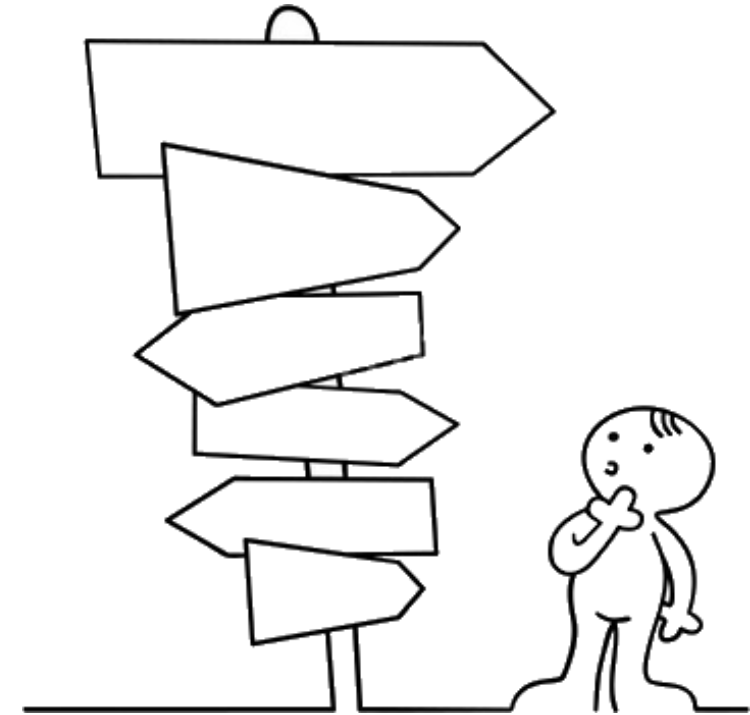
CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CRITERIO	VALOR
Descripción del dataset: Detalla el origen de los datos, describe su contexto, su composición, cantidad, distribución, limitantes.	10%
Metodología: Describe los métodos usados, argumentan la selección de los mismos. La estructura del código fuente es coherente con los métodos, hay orden lógico y comentarios que permiten tener una idea clara de la función de los bloques de código.	35%
Presentación de resultados y uso de métricas: Hay un cuadro comparativo de las diferentes métricas empleadas, en los métodos elegidos. Hay un orden lógico en la presentación de las métricas, y se explican sus resultados, se eligieron métricas coherentes con los métodos empleados, hay gráficos explicativos de las métricas.	20%
Análisis y conclusiones: Hay una explicación del proceso llevado a cabo, se analizan los resultados obtenidos en las métricas y el porqué de sus diferencias, se concluye de manera clara, cuales son las mejoras posibles y los inconvenientes presentados durante el proceso.	35%

EN LA CLASE DE HOY ...

Introducción

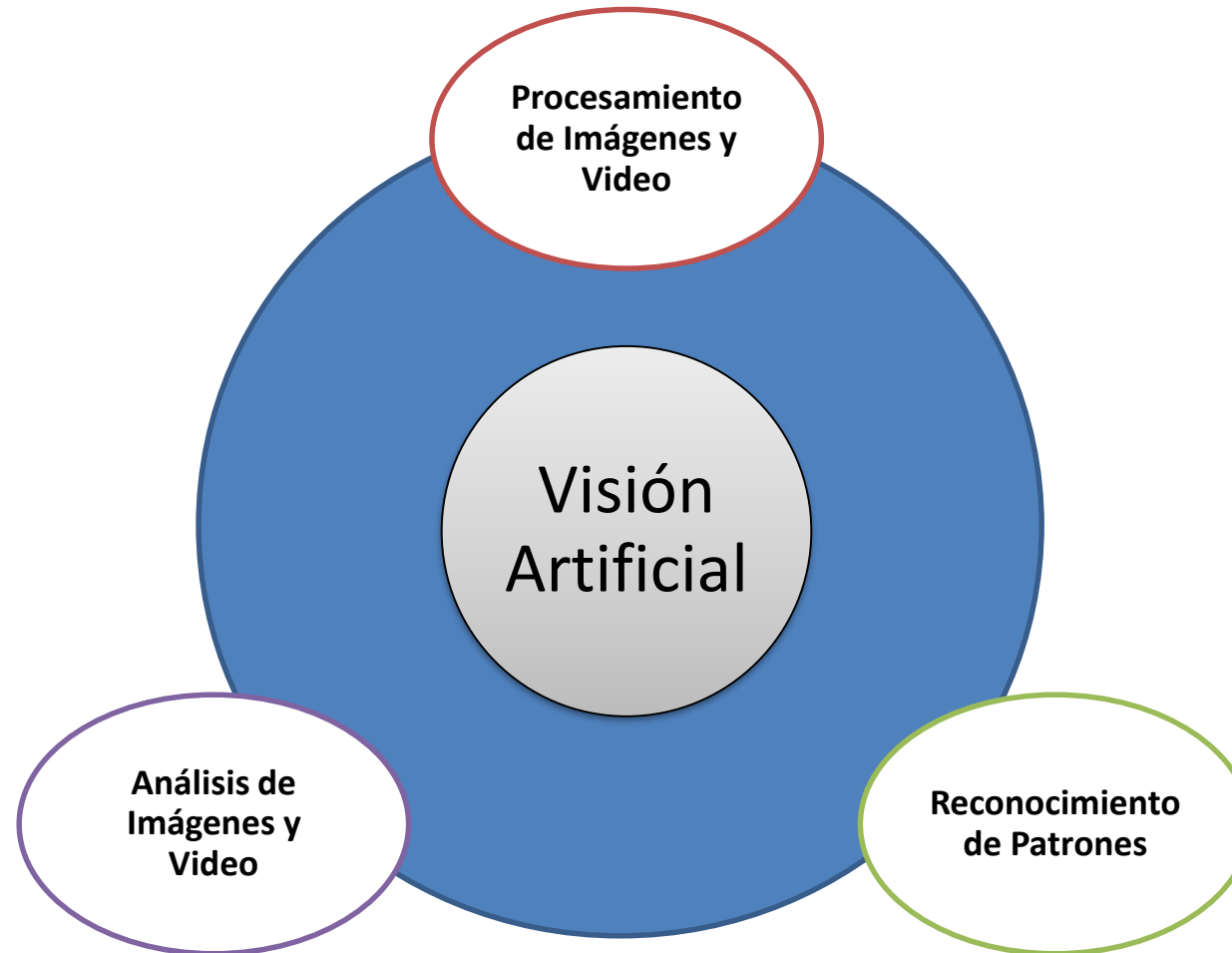
1. Qué es la Visión Artificial.
2. Etapas de un Sistema de Visión Artificial.
3. Adquisición de Imágenes.
4. Repositorios – Datasets.





¿QUÉ ES LA VISIÓN ARTIFICIAL?

¿QUÉ ES LA VISIÓN ARTIFICIAL?



¿QUÉ ES LA VISIÓN ARTIFICIAL?

🏆 VISIÓN ARTIFICIAL:

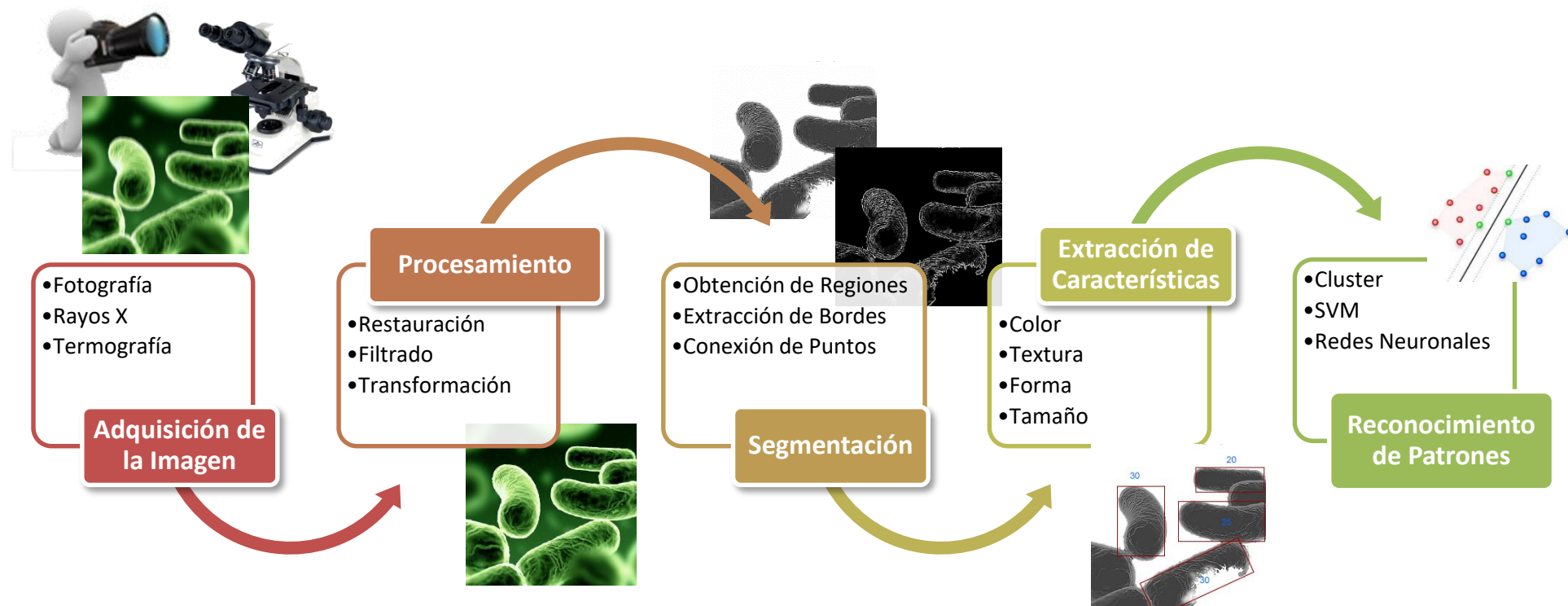
Un paradigma útil sin embargo es considerar tres tipos de procesamientos computacionales a través de este continuo: bajo-nivel, nivel-medio y alto-nivel.





ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

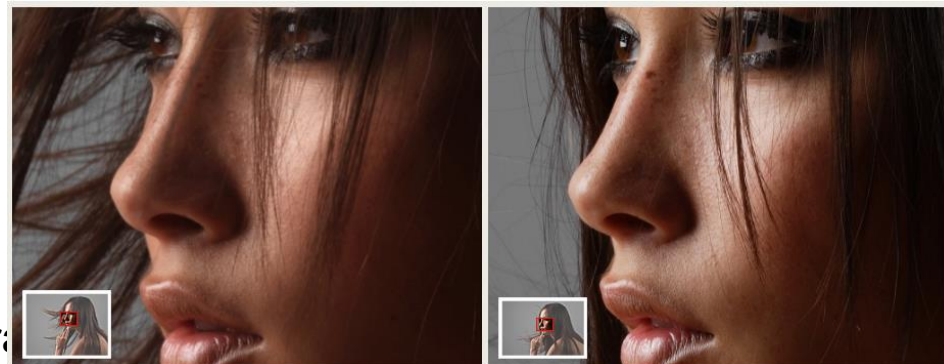


ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- La **Adquisición de Imágenes** es la etapa donde usando algún tipo de sensor formamos una imagen (2D o 3D) que representa al mundo real.

- Sensores para Luz reflejada (Imágenes Fotográficas):

- ✓ CCD (Cámaras digitales de fotos y vídeo)
- ✓ CMOS (Vídeo vigilancia, webcams)



- Sensores de Calor:

- ✓ Radiación Infrarroja (Termografía)



ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

Sensores de Radiación:

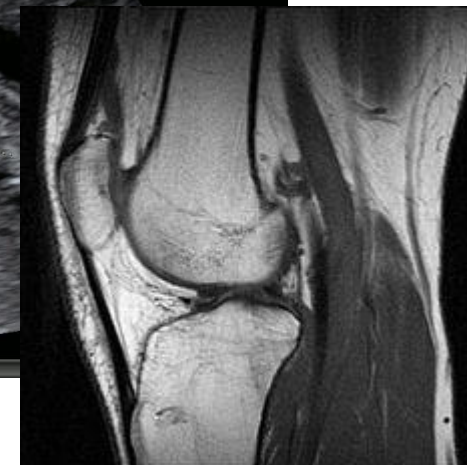
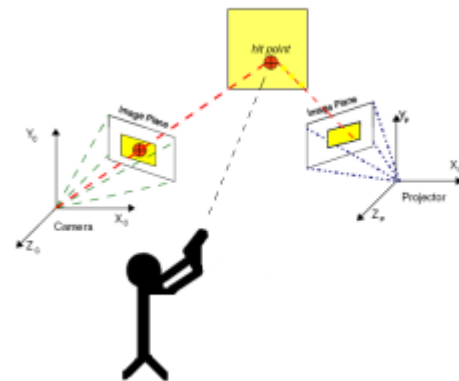
- ✓ Rayos-X
- ✓ Tomografía Axial Computarizada

Sensores Acústicos:

- ✓ Ultrasonido
- ✓ Resonancia Magnética (campos magnéticos)

Sensores de Distancia:

- ✓ Imágenes de rar



ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- El **Preprocesamiento** busca mejorar la calidad de una imagen para usarse en etapas posteriores:



Imagen Original



Eliminar Ruido

ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- El **Preprocesamiento** busca mejorar la calidad de una imagen para usarse en etapas posteriores:



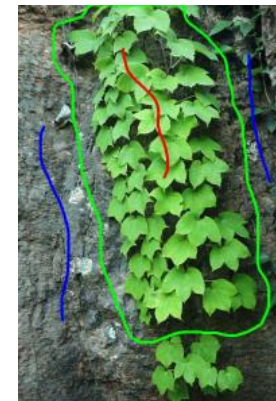
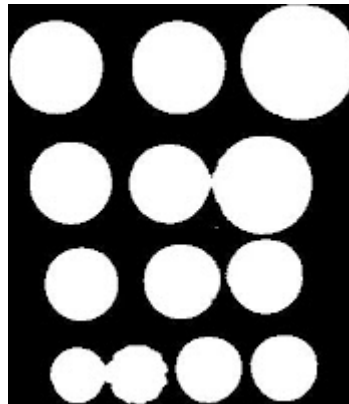
Mejorar del contraste



Perfilar la Imagen

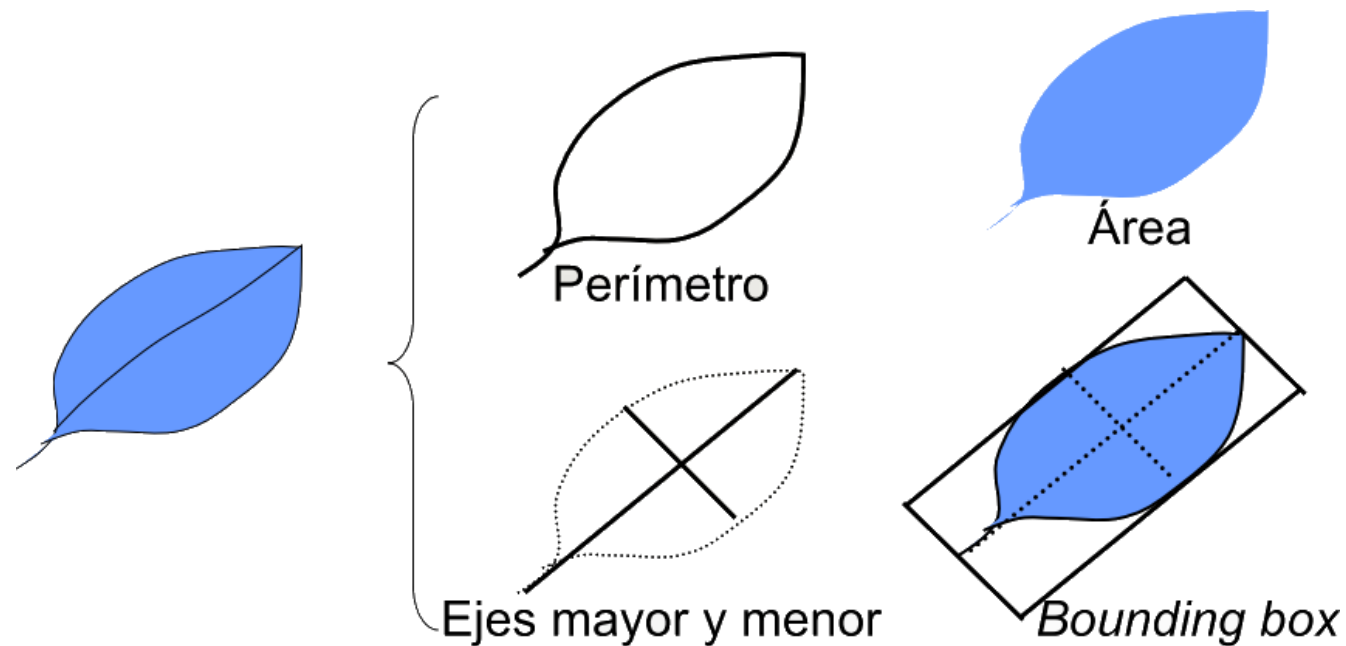
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- En la **Segmentación** se divide la imagen en regiones homogéneas que se corresponden con los objetos contenidos en ella:



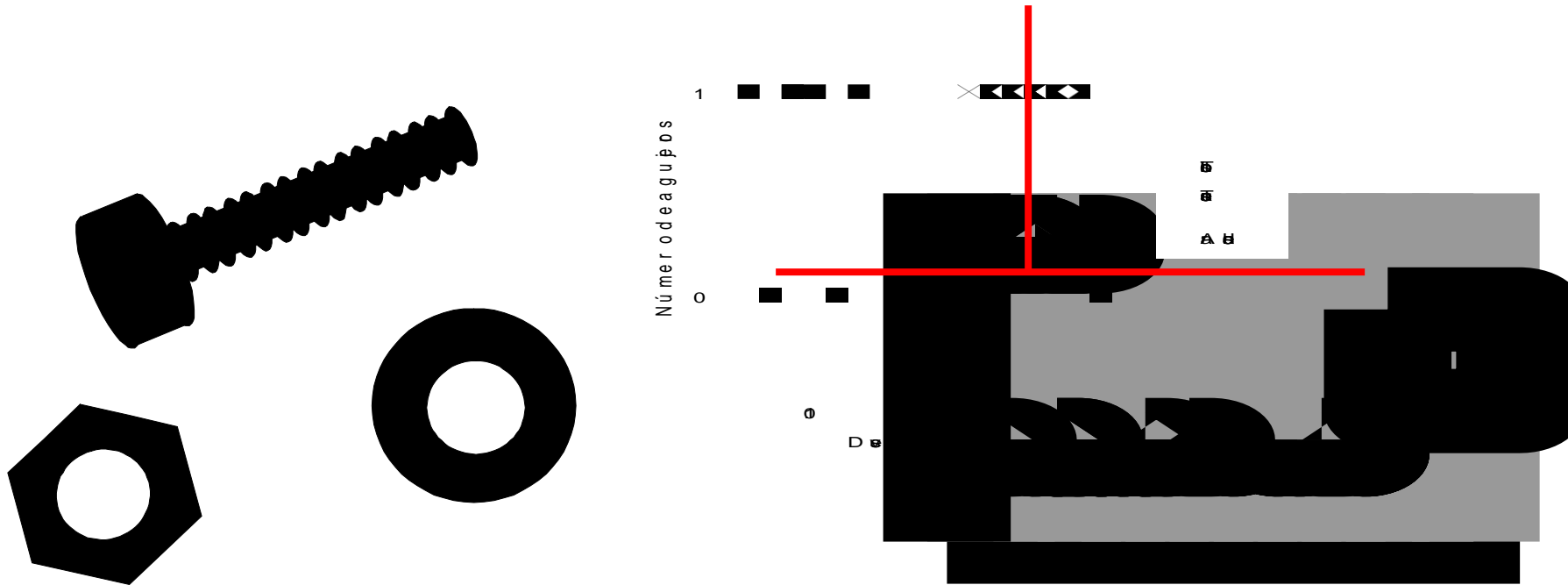
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- En la **Extracción de Características** se obtienen medidas de características de los objetos segmentados, por ejemplo, características de color, de textura y/o de forma (área, perímetro, número de agujeros, ...)



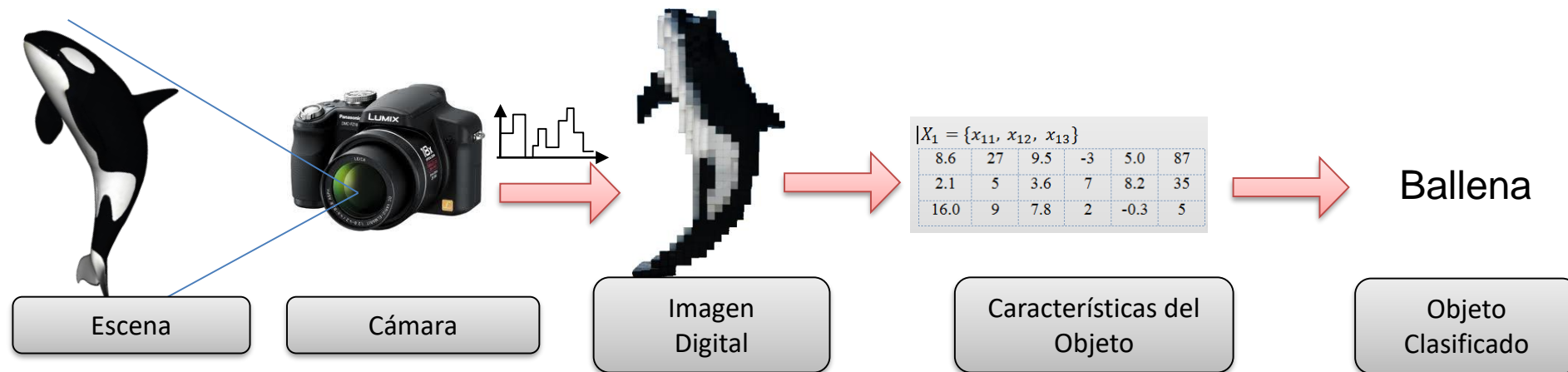
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

- El **Reconocimiento de Patrones** Consiste en clasificar los objetos en la imagen a partir de las características extraídas.

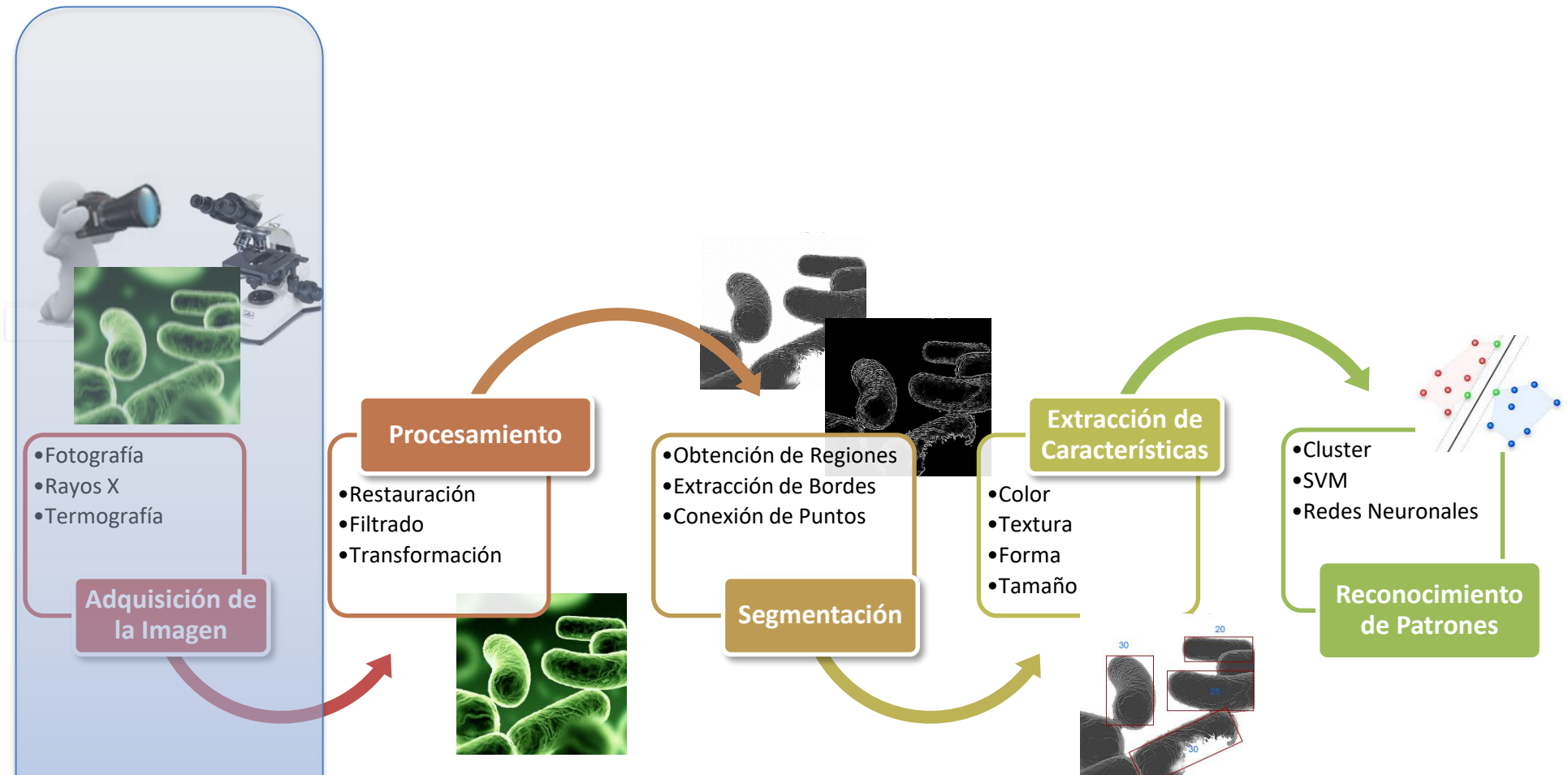


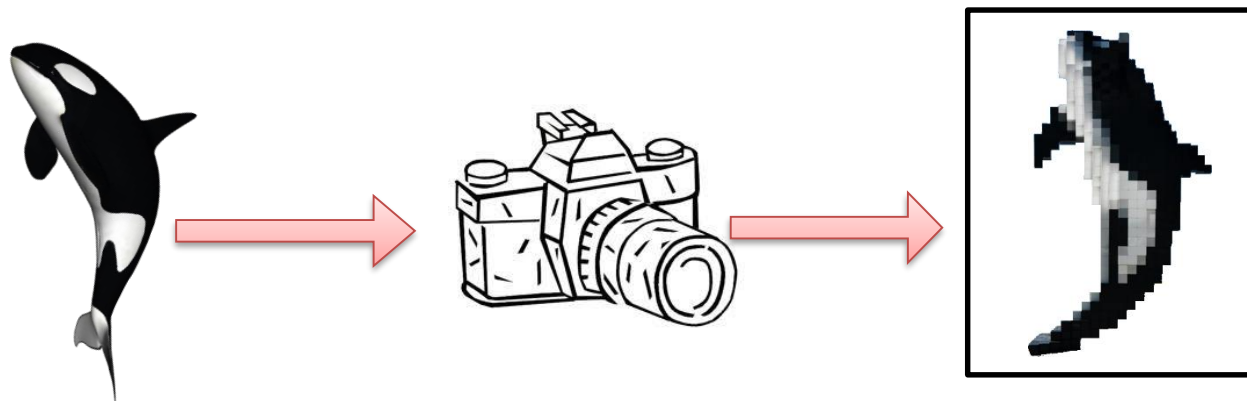
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

🏆 EL RESULTADO: UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL

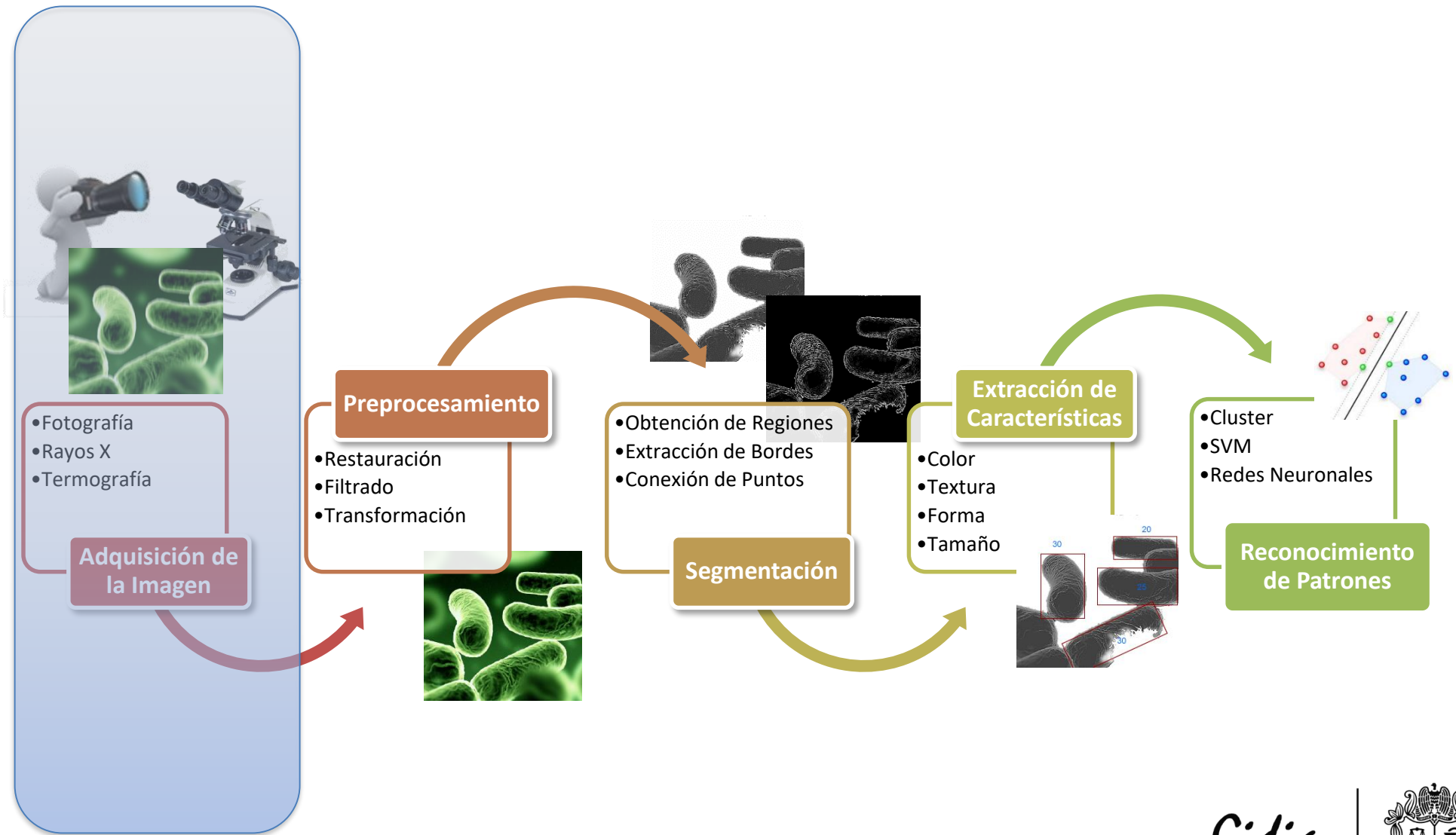




LA IMAGEN DIGITAL

131	30	138	225	47	240	214	8	23	18	212	208	37	94	219	22
255	199	26	80	32	30	217	48	9	182	227	119	119	150	153	36
235	87	190	91	227	188	173	227	43	35	182	103	198	57	183	249
58	24	134	93	114	50	38	178	163	127	211	176	39	12	88	191
23	10	140	196	193	223	29	240	25	53	234	232	125	88	70	141
54	7	126	101	194	118	64	108	155	58	53	170	173	72	219	234
224	89	234	149	185	106	252	0	222	118	41	70	193	25	10	86
6	89	54	236	46	55	207	162	198	76	71	18	41	96	136	13
20	131	173	254	166	198	148	44	80	56	126	63	118	52	216	81
143	171	194	205	197	132	125	208	127	29	179	232	109	210	50	10
86	49	90	220	162	41	28	153	96	240	191	186	179	38	57	51
138	90	179	39	42	34	100	246	215	134	39	40	253	167	201	93
116	250	142	106	139	5	222	39	200	150	110	60	125	118	201	18
182	144	96	42	152	216	166	248	176	243	224	76	242	52	224	58
244	117	62	183	80	34	117	125	81	203	77	224	201	167	30	141
142	148	161	241	131	159	188	232	73	134	199	45	109	74	27	250
66	158	244	9	253	149	152	64	108	57	61	192	22	111	73	10
206	19	90	68	185	138	228	107	143	114	10	31	8	238	68	47
29	43	186	2	214	174	33	253	183	181	202	139	173	102	5	72
170	1	170	64	110	247	244	118	163	203	137	2	63	208	64	131
98	34	92	145	14	122	35	111	85	255	55	43	99	198	143	254
226	88	133	62	140	212	235	45	238	83	100	32	46	63	104	151
219	46	170	76	58	213	126	66	61	154	96	122	29	9	205	164
71	106	191	194	78	147	224	190	179	39	103	61	238	108	95	148
98	145	27	125	53	38	189	224	23	239	68	145	245	249	160	161
25	200	201	88	21	160	159	237	82	183	14	236	68	153	250	140
126	182	37	225	118	180	195	118	143	123	189	247	116	181	24	50
167	194	188	101	96	194	143	140	103	2	204	87	88	207	11	36
205	127	184	108	241	66	10	174	128	13	5	185	66	248	147	36
163	37	97	52	70	222	30	14	79	75	81	193	148	106	144	68
152	105	101	196	131	234	195	178	178	131	62	215	195	225	188	137
23	168	58	41	199	146	159	124	59	238	206	142	189	204	142	68
18	888	185	168	168	58	118	188	78	111	78	185	6	167	158	18

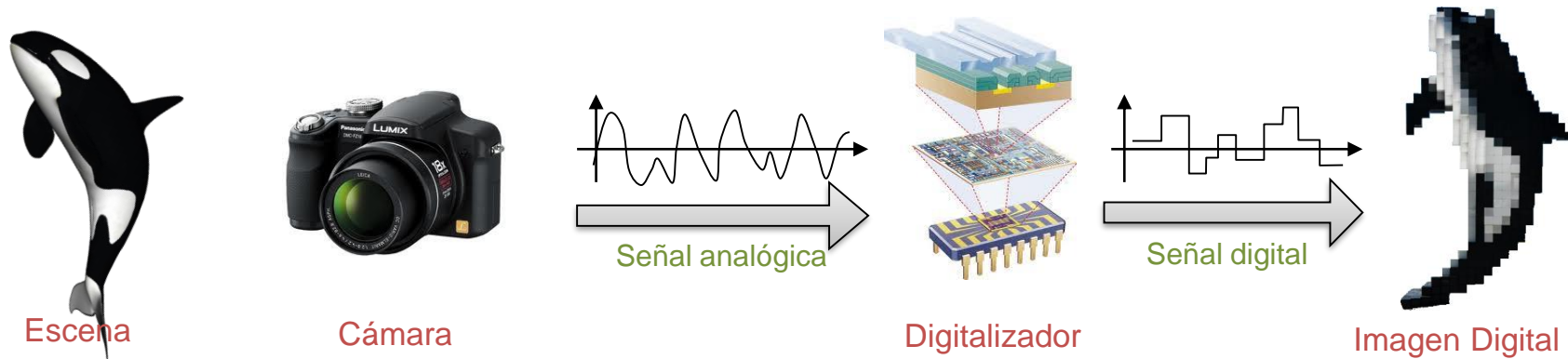
ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



Formación y Adquisición de Imágenes

🦋 SENSORES Y DISPOSITIVOS DE CAPTURA

- 🌀 En la adquisición de imágenes se requiere de un sensor y digitalizador.
- 🌀 El **Sensor** es un dispositivo sensible a la energía radiada del objeto cuya imagen deseamos obtener
- 🌀 El **Digitalizador** es un dispositivo que convierte la salida del sensor a una forma digital

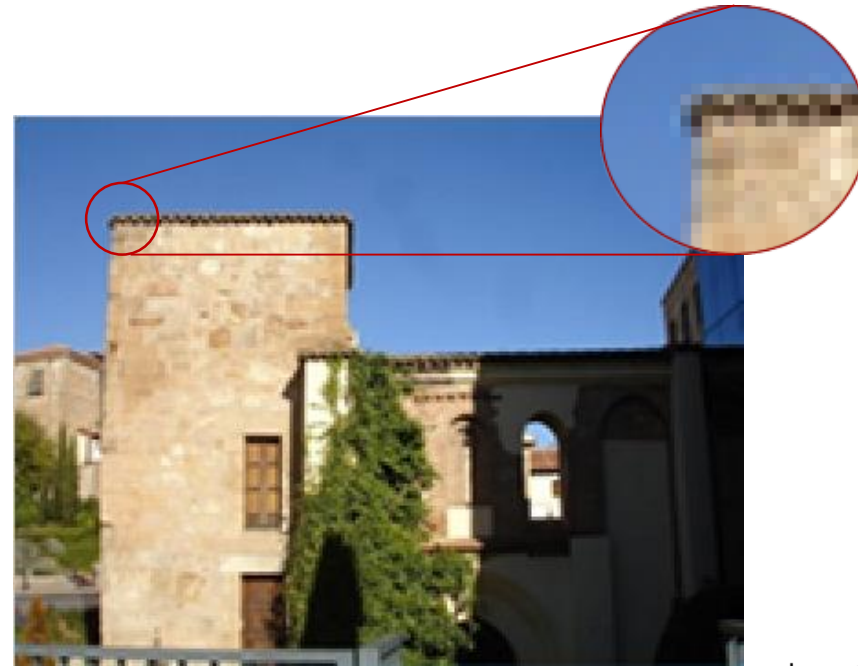
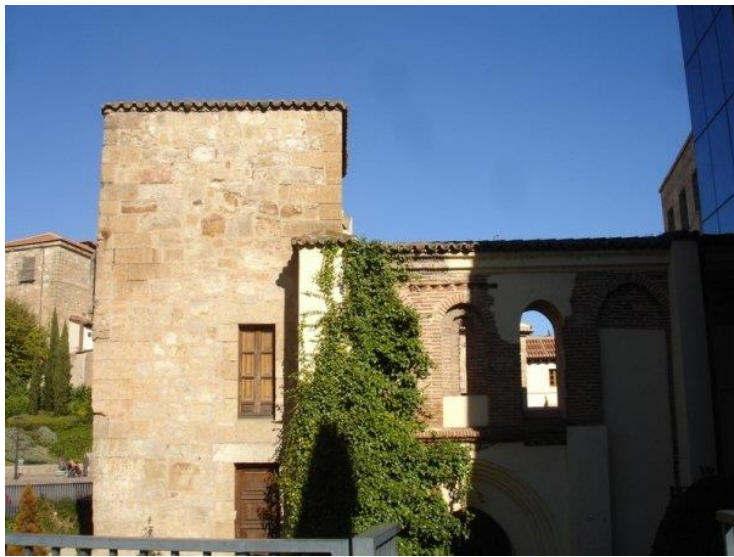


En una cámara digital el sensor produce una señal eléctrica proporcional a la intensidad de luz y el digitalizador convierte esta salida a formato digital

Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

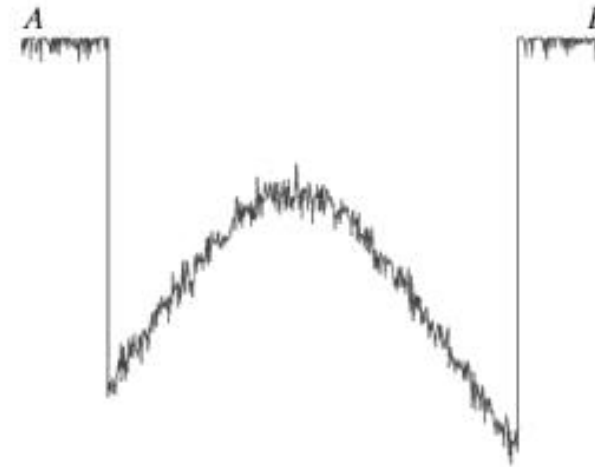
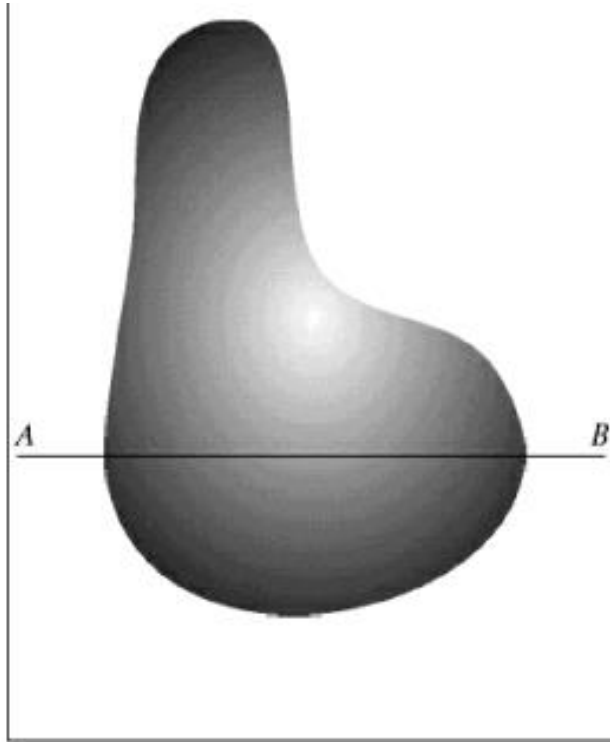
- La transformación de una **imagen analógica** a una imagen digital, que es discreta, se llama **digitalización** y es el primer paso en cualquier aplicación de procesamiento de imágenes digitales ...



Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

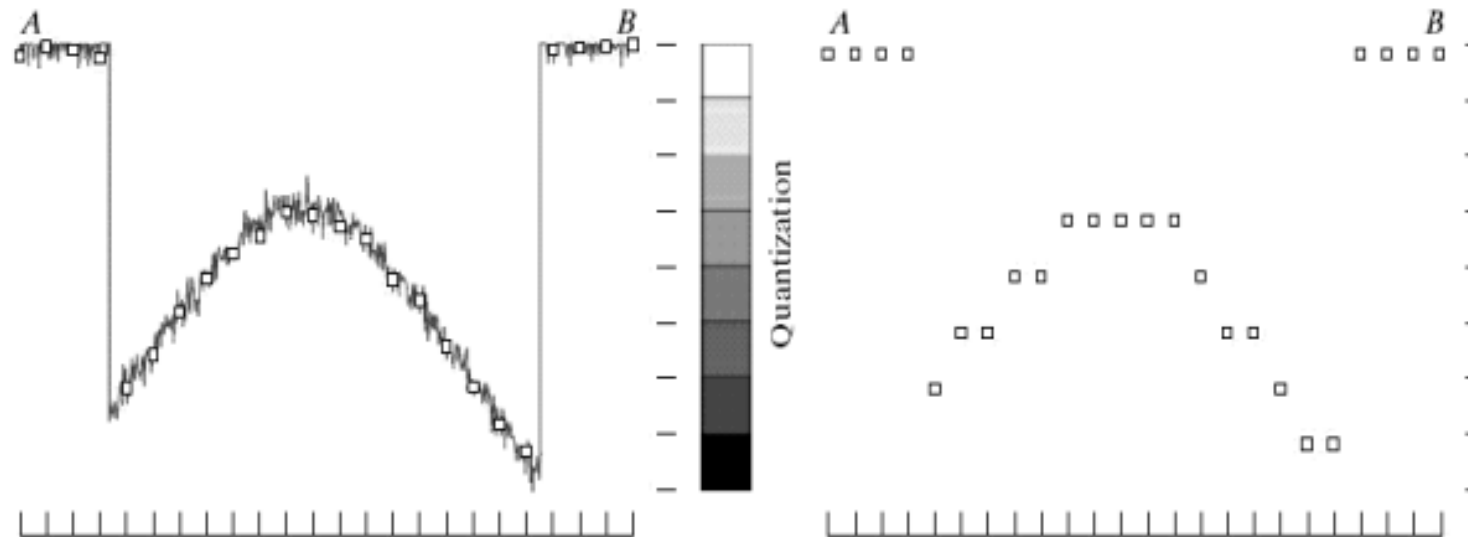
- La **digitalización** se realiza a través de un **muestreo** de las señales analógicas



Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- La digitalización se realiza a través de un muestreo de las señales analógica



Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- 🎯 La **cuantificación** asigna valores representativos a cada muestra de la señal:

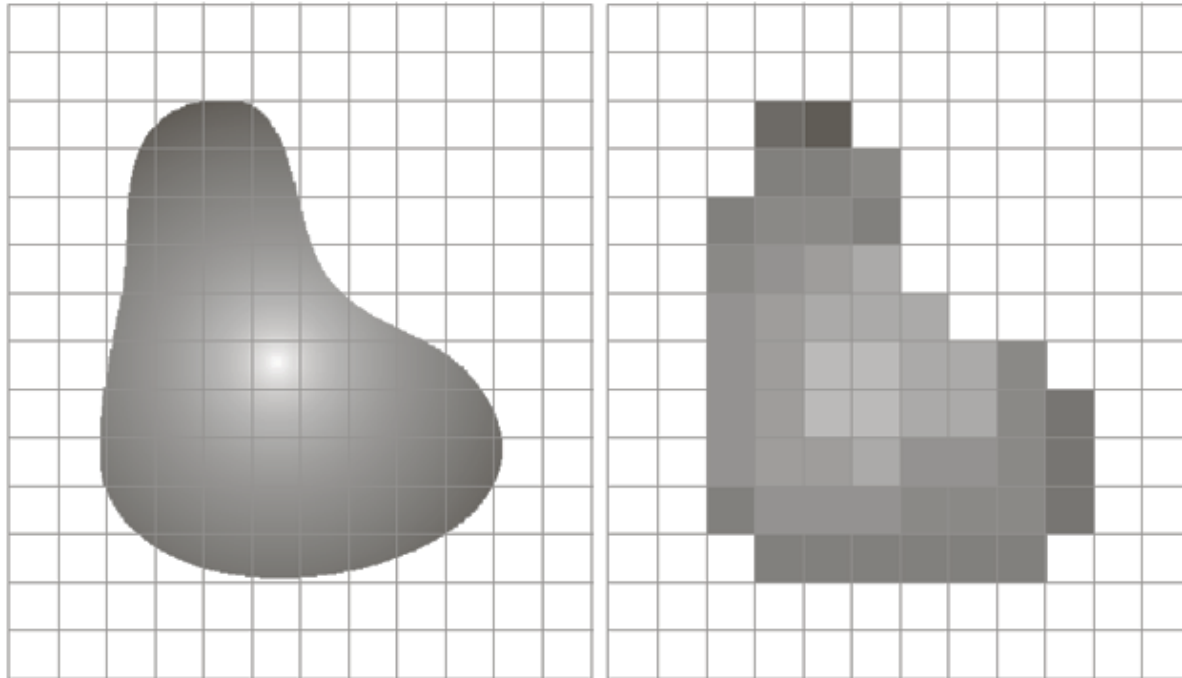


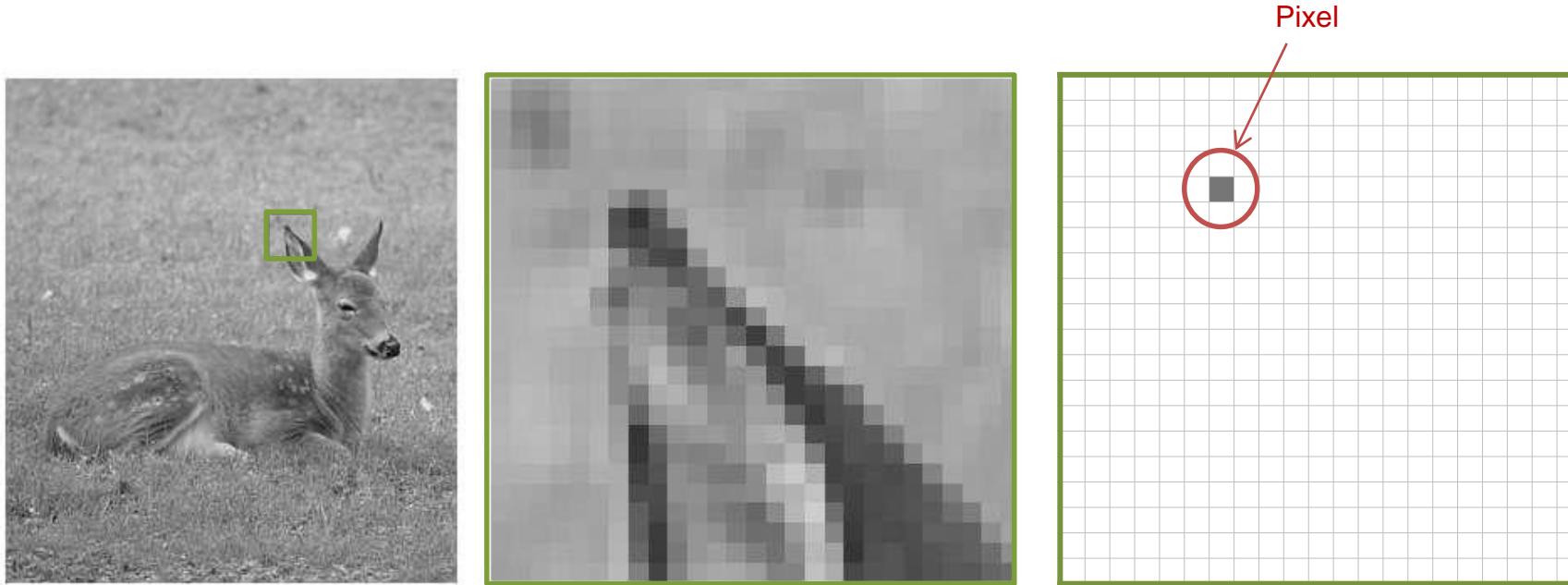
Imagen continua proyectada sobre un arreglo de sensores (muestreo)

Resultado obtenido al muestrear y cuantizar la imagen.

Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

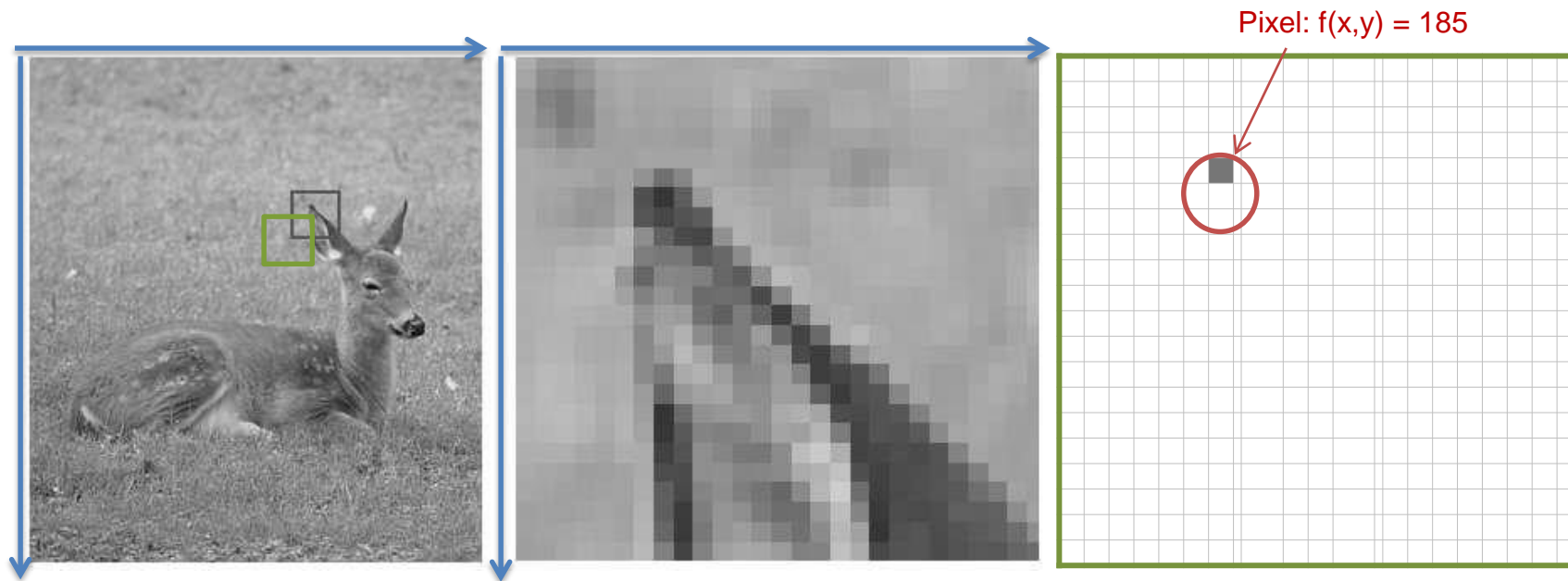
- La **Representación de una Imagen Digital** se hace a través de una matriz de valores que almacenan los valores de intensidad de luz en cada punto de la misma



Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- De manera más formal, una imagen es **una función bidimensional** de la intensidad de la luz $f(x,y)$, donde un punto de la función representa la intensidad de luz equivalente en la escena

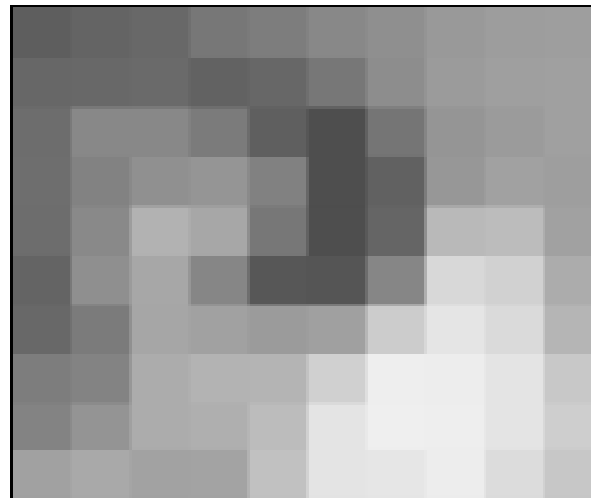
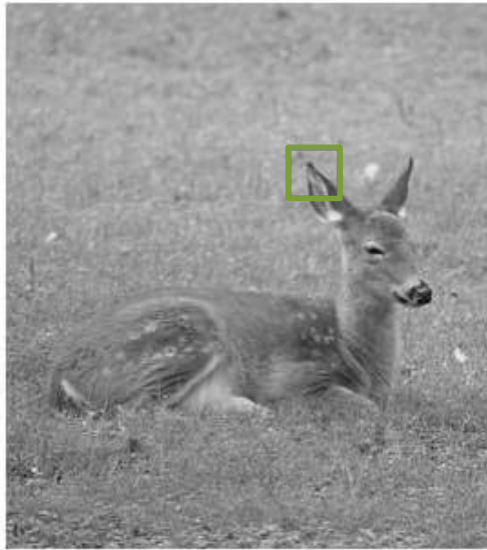


- Los **valores** de la función $f(x,y)$ representan niveles de gris, opacidad, transparencia, distancia o densidad de órganos, calor, etc ...

Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

- De manera más formal, una imagen es una función bidimensional de la intensidad de la luz $f(x,y)$, donde un punto de la función representa la intensidad de luz equivalente en la escena



Pixeles

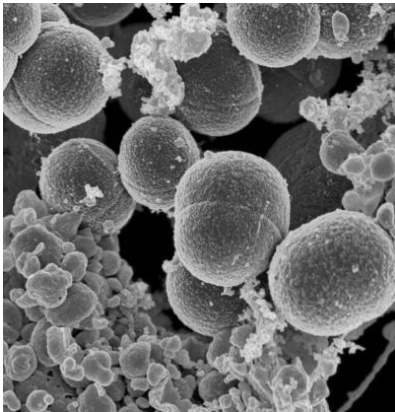
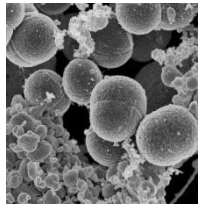
94	100	104	119	125	136	143	153	157	158
103	104	106	98	103	119	141	155	159	160
109	136	136	123	95	78	117	149	155	160
110	130	144	149	129	78	97	151	161	158
109	137	178	167	119	78	101	185	188	161
100	143	167	134	87	85	134	216	209	172
104	123	166	161	155	160	205	229	218	181
125	131	172	179	180	208	238	237	228	200
131	148	172	175	188	228	239	238	228	206
161	169	162	163	193	228	230	237	220	199

La función $f(x,y)$ correspondiente
(matriz)

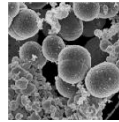
Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

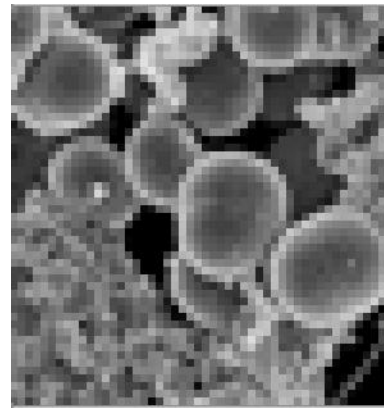
- En el **Muestreo** se determina la **Resolución Espacial**, la cual está relacionada con el número de píxeles usados para representar la imagen. Entre más píxeles, mejor resolución espacial tendrá la imagen.



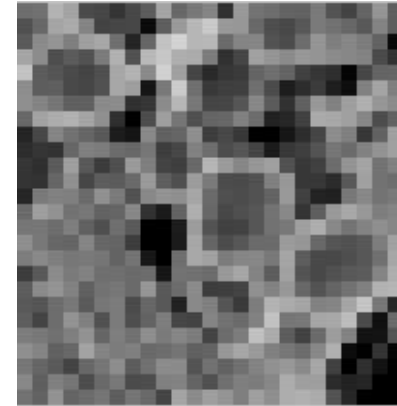
200x208 px



100x104 px



50x52 px

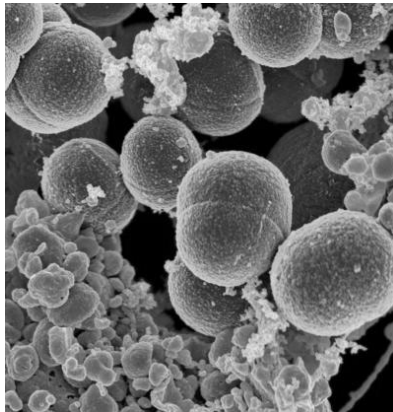


25x26 px

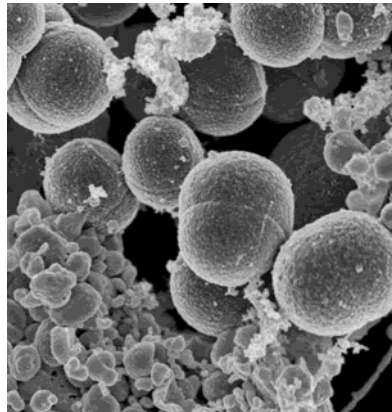
Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

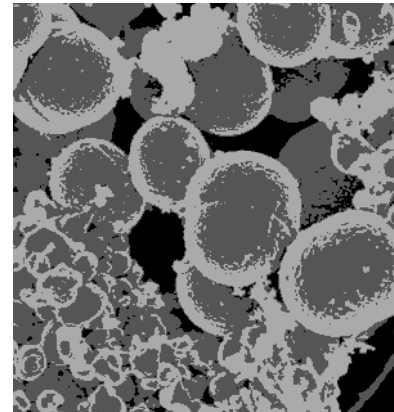
- La **Cuantización** determina la **Resolución en Amplitud** de la imagen, la cual está relacionada con el número de bits con que se usan para almacenar el valor de cada píxel, es decir, en la cuantificación se determina el número de niveles de gris usados para la representación de la imagen



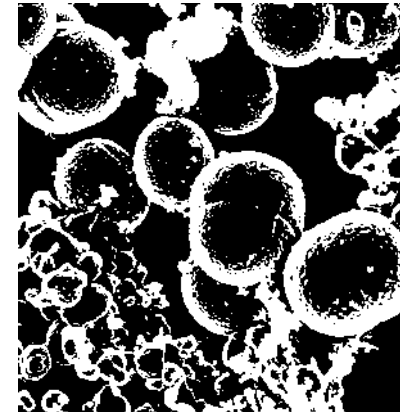
6 bits (64 niveles)



4 bits (32 niveles)



2 bits (4 niveles)



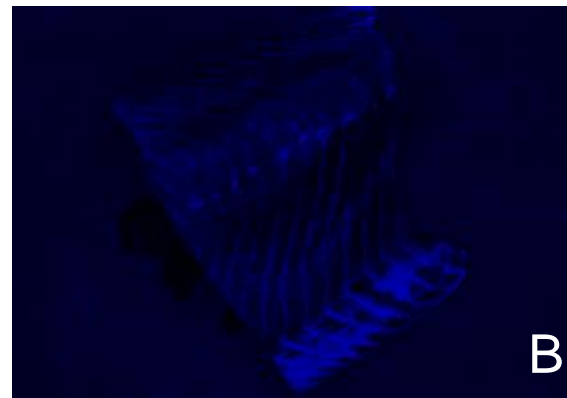
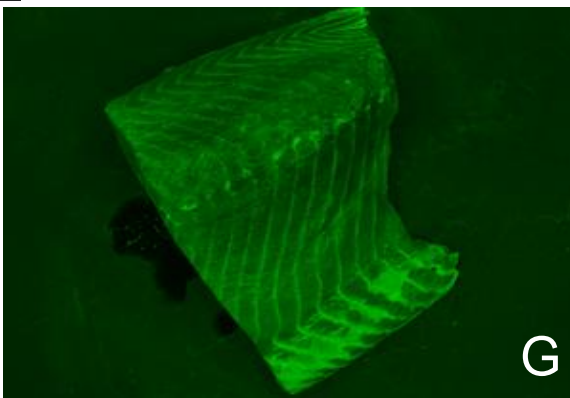
1 bit (2 niveles)

Formación y Adquisición de Imágenes

🦄 LA IMAGEN DIGITAL



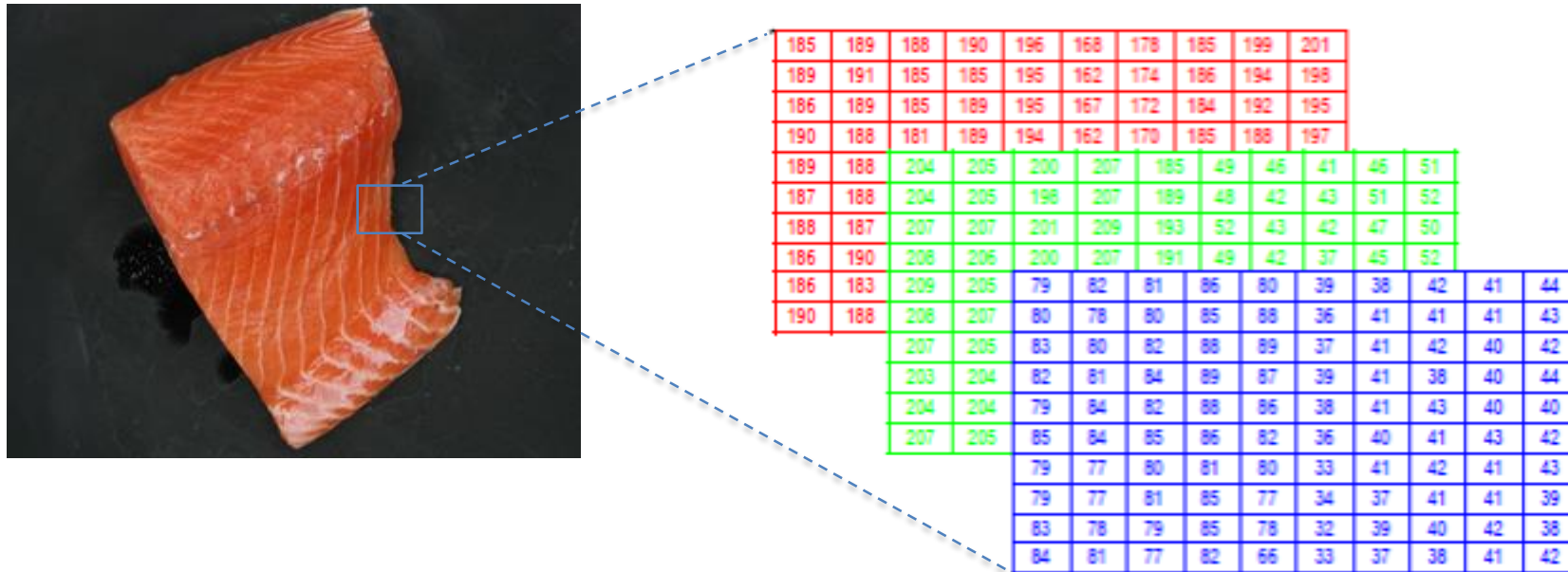
Las imágenes a color se representan usando tres canales: uno para el rojo, uno para el verde y otro para el azul (Canal RGB)



Formación y Adquisición de Imágenes

🚀 LA IMAGEN DIGITAL

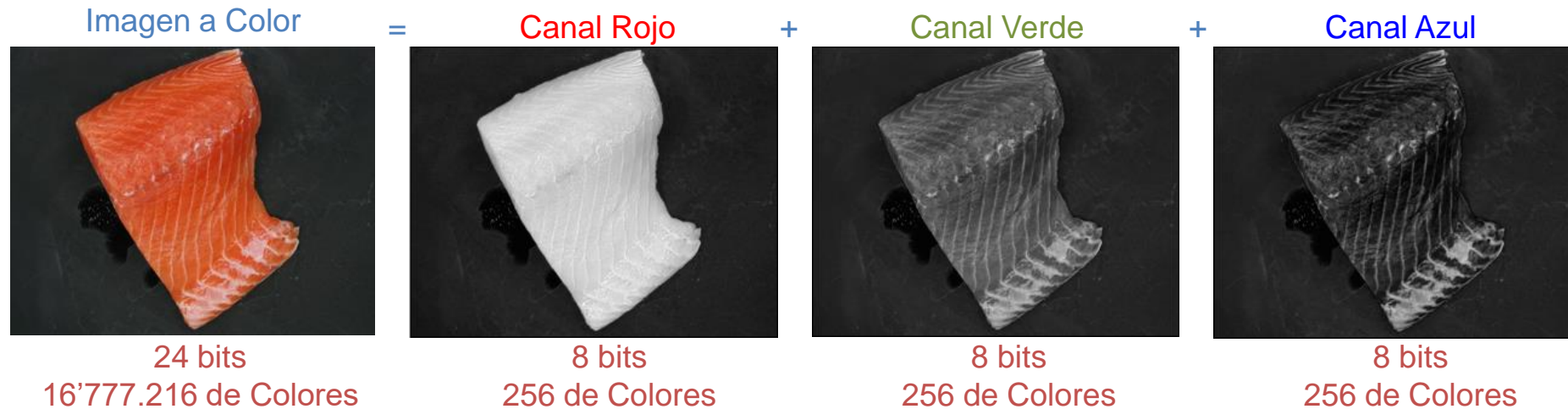
- Las imágenes a color se representan usando tres canales: uno para el rojo, uno para el verde y otro para el azul (Canal RGB)



Formación y Adquisición de Imágenes

🦋 LA IMAGEN DIGITAL

- En las **imágenes a color**, la resolución espacial y en amplitud está determinada por la información de cada canal



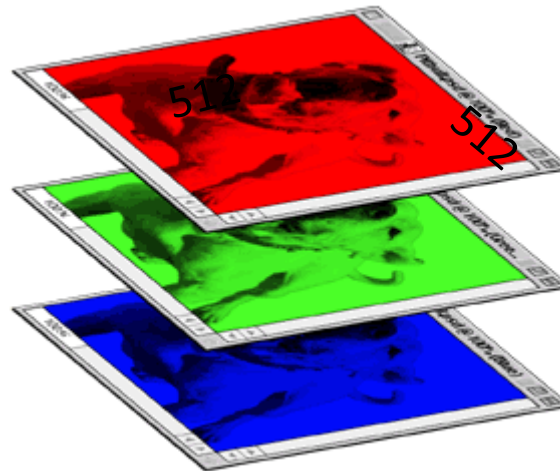
Formación y Adquisición de Imágenes

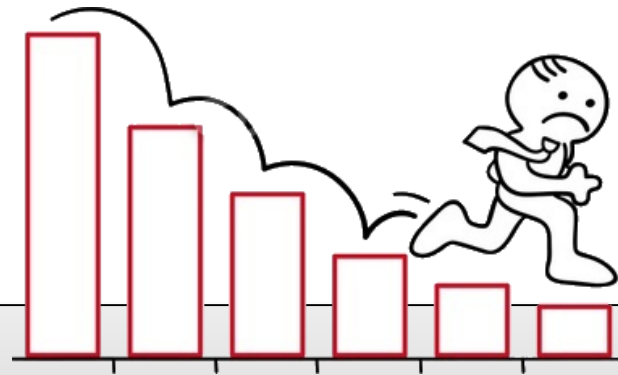
🦋 CONSIDERACIONES SOBRE EL ESPACIO QUE OCUPA UNA IMAGEN DIGITAL

- El número de bits b que ocupa una imagen está dado por cuatro factores: la altura N , la anchura M , el número de niveles de gris 2^m y la cantidad de canales de color C :

$$b = N \times M \times m \times C$$

- En el caso de una imagen RGB de 512x512 píxeles, con 256 niveles de gris ($m = 8$) serían necesarios 6.291.456 bits sin compresión, equivalentes a 0.786432 Megabytes.

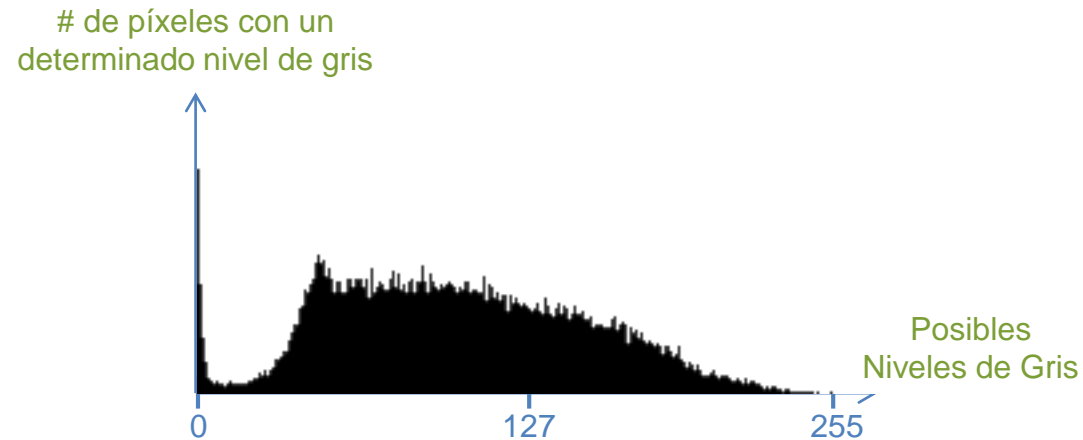
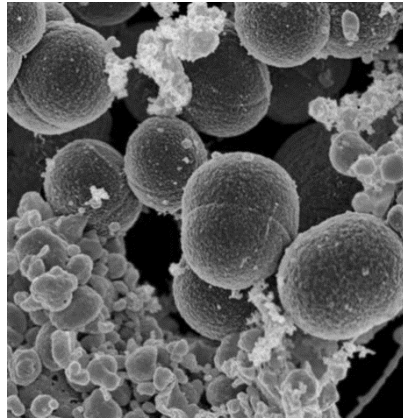




EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

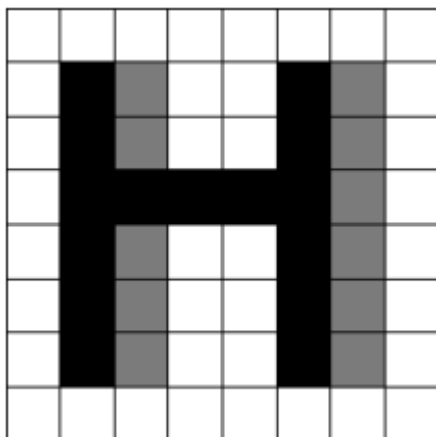
- El **histograma** de una imagen presenta **la frecuencia de ocurrencia** de los niveles de gris en la imagen, es decir, determina la distribución de frecuencias de los niveles de gris en la imagen.



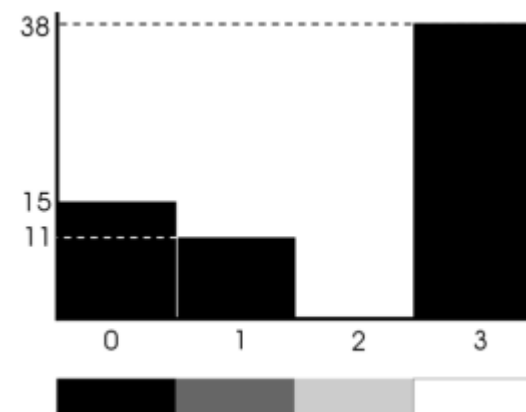
- Son un elemento importante en la etapa de **Pre-procesamiento** pues este nos ayuda a comprender y a determinar qué **transformaciones** usar para mejorar la calidad de una imagen.

EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

- Un Ejemplo Simple Se trata de una imagen en niveles de gris muy simple, de 8x8 píxeles de tamaño. Sólo son posibles 4 niveles de gris, porque se van a usar 2 bits para codificar el nivel de intensidad de cada píxel.

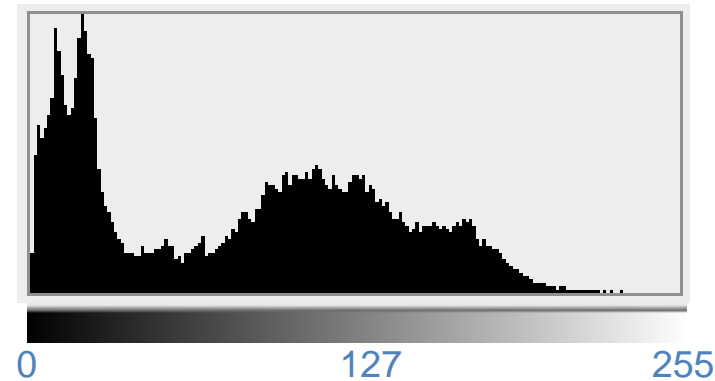


Nivel de gris	Brillo
0	Negro
1	Gris oscuro
2	Gris claro
3	Blanco

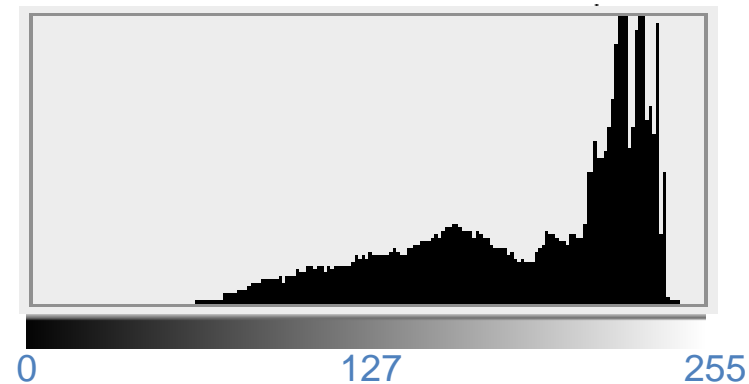


EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

Una imagen **oscura** con falta de luz:



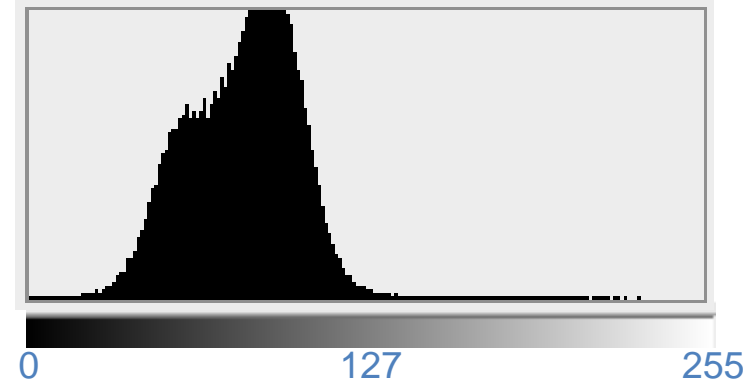
Una imagen **muy clara** con exceso de brillo:



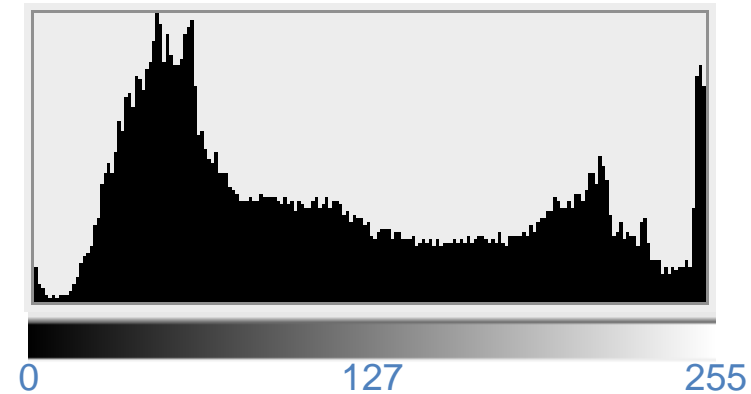
En la parte izquierda se acumulan los tonos de baja intensidad (claros).

EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

Una imagen con poco contraste:

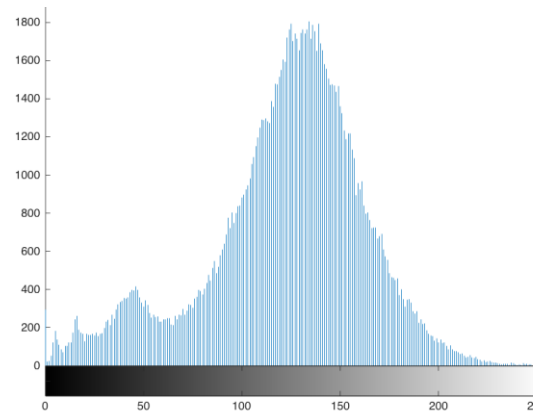
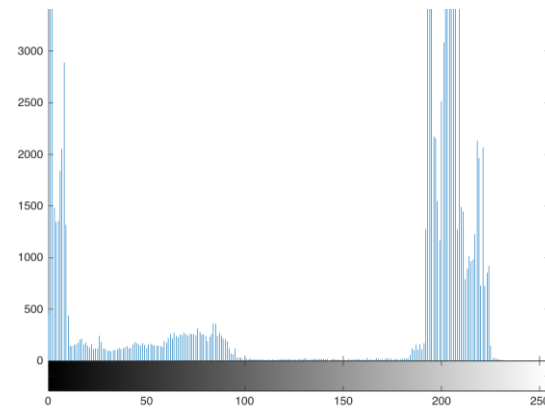
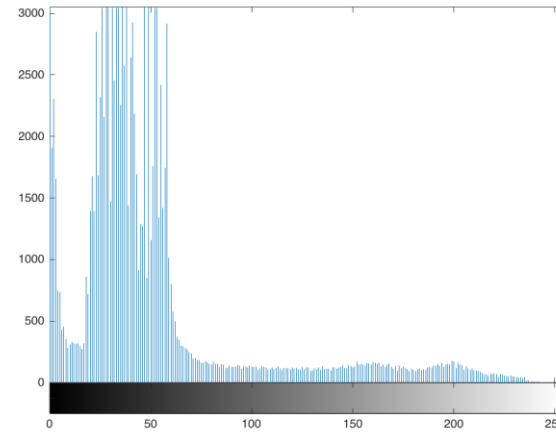
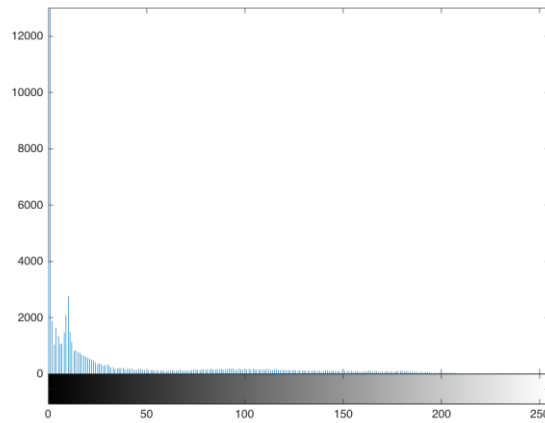


Una imagen con mucho contraste y pocos medios tonos:



EL HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

¿Qué se puede deducir de éstos histogramas presentados?

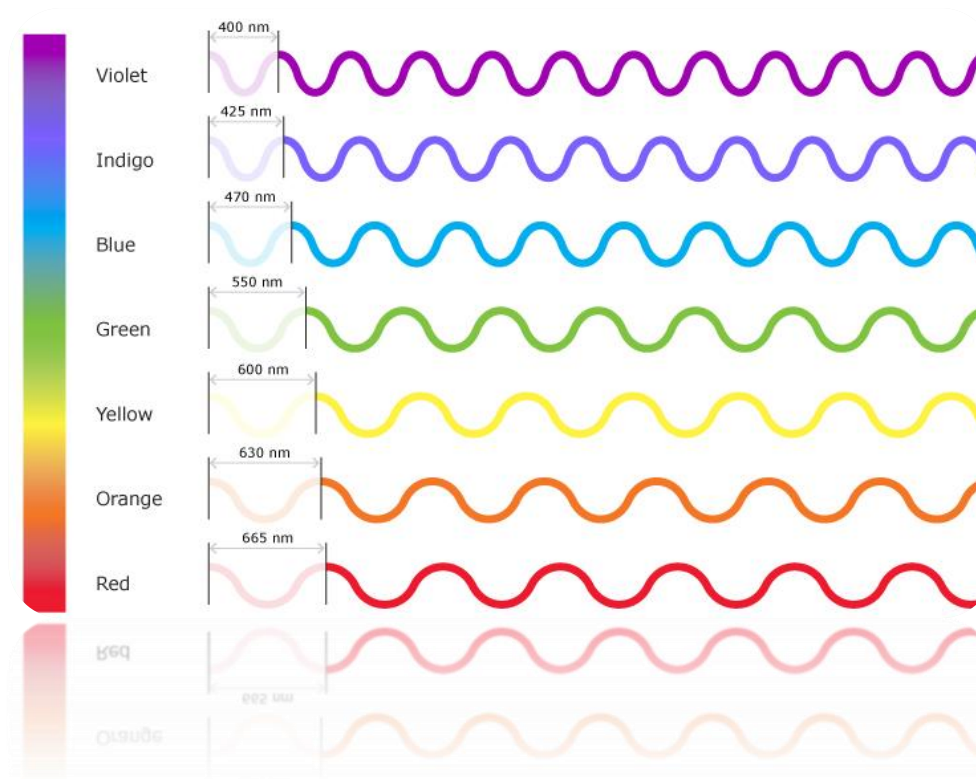


EL COLOR



EL COLOR

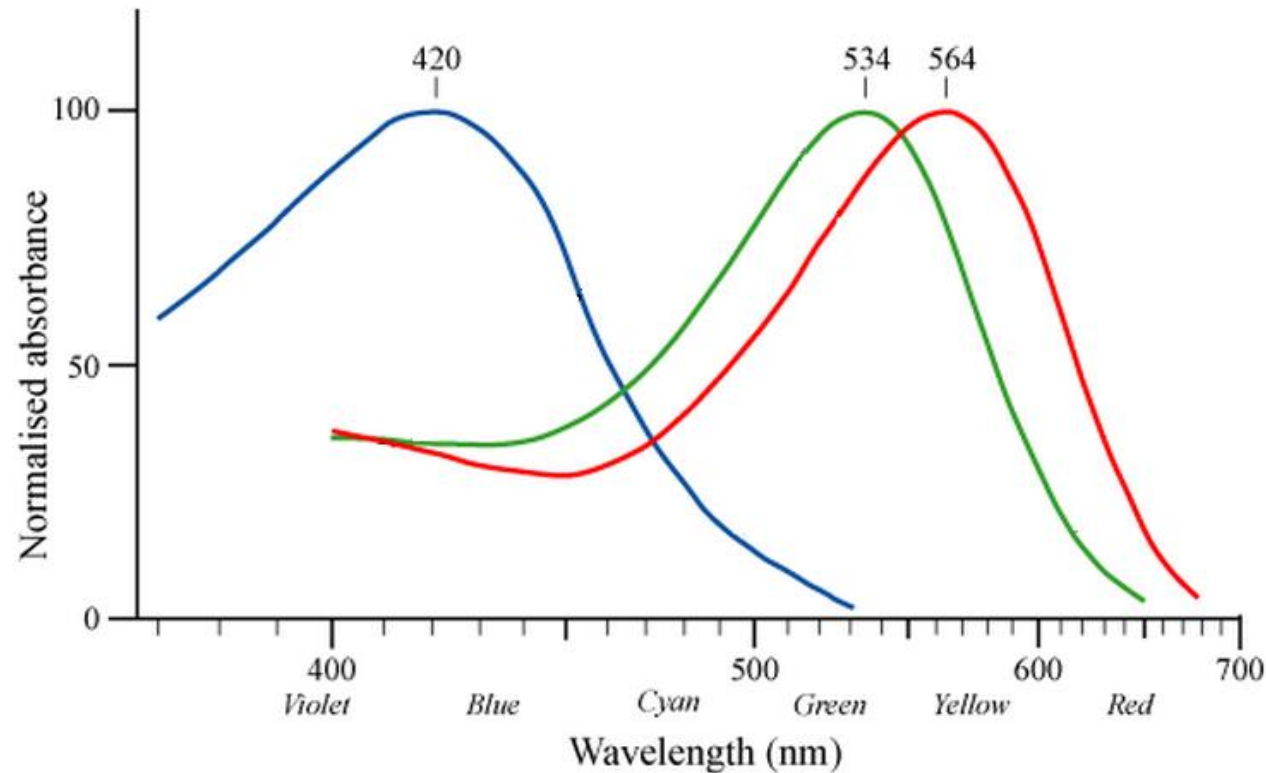
- El **color** es una **sensación**, derivada de la capacidad del ojo de captar la longitud de onda en 3 frecuencias diferentes del espectro electromagnético visible.



EL COLOR

🦋 EL COLOR: EL TRIESTIMULO DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

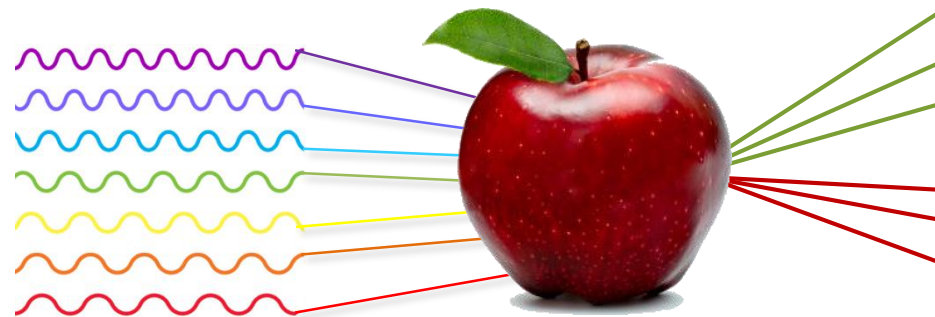
- 🕒 La retina humana tiene 3 tipos de conos y cada tipo de cono tiene una respuesta diferente en función de la longitud de onda de la luz.



EL COLOR

🌟 EL COLOR DE LOS OBJETOS

- 🌀 Los objetos se ven en diferentes colores porque ellos absorben una parte de las ondas electromagnéticas y reflejan las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como colores según las longitudes de ondas correspondientes.



Luz Blanca

La manzana, bajo una luz “blanca”, refleja las ondas de electromagnéticas cercanas al verde y al rojo pero absorbe las demás.

El ojo humano sólo percibe el color cuando la iluminación es abundante. Con poca luz vemos en escala de grises.

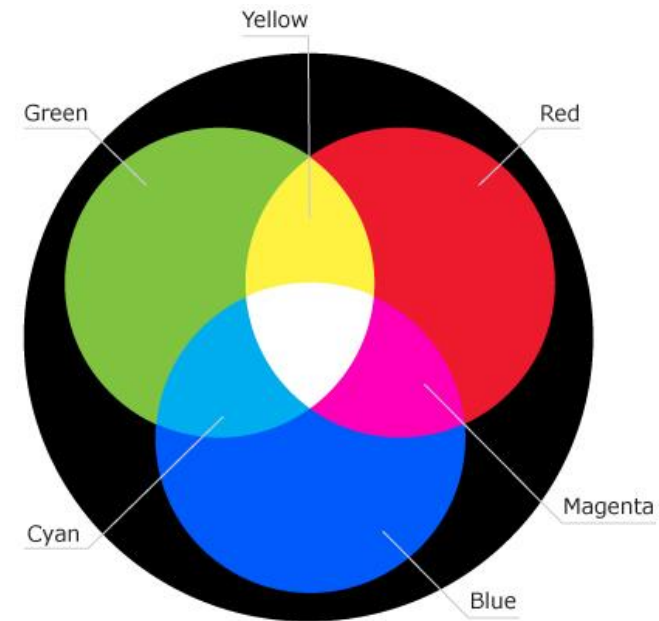
EL COLOR

🌈 MEZCLA DE COLORES

- 🕒 El significado diferente del color en la luz (espectro emitido) y en los objetos (espectro reflejado) da lugar a dos modos de ver el proceso de mezcla de colores: modelo aditivo y substractivo.

🌐 **Modelo Aditivo Mezcla:** Los colores se obtiene sumando los espectros de luz. En este modelo los colores primarios suelen ser **rojo**, **verde** y **azul**. La mezcla de estos puede generar cualquier color perceptible por el ojo humano.

Dispositivos como las pantallas y televisores usan mezclas aditivas para generar el color.



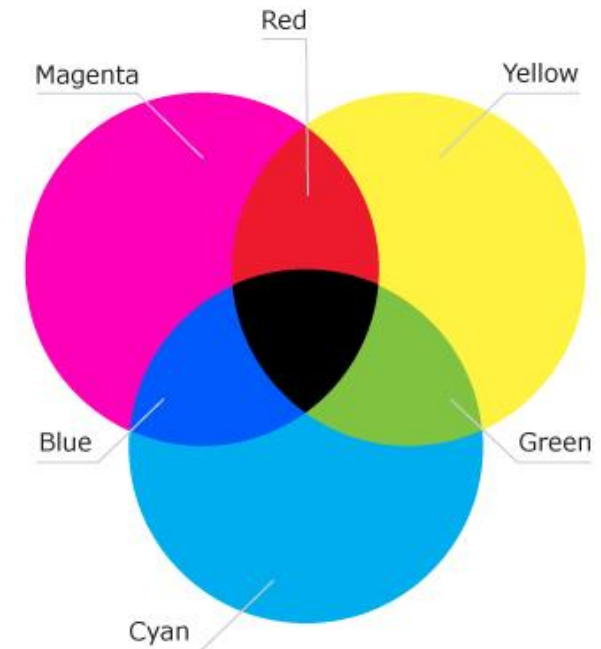
EL COLOR

🎨 MEZCLA DE COLORES

- 🎯 **Modelo Sustractivo:** En la síntesis sustractiva el color de partida siempre suele ser el color acromático blanco. En este modelo los colores actúan como filtros. P.E. el amarillo refleja el verde y el rojo, pero bloquea el azul.

- 🌐 Este modelo es por ejemplo, el usado para mezclar pinturas. Cada color de pintura absorbe ciertos colores y refleja otros. Cada vez que se agrega un color pintura a una mezcla, hay más colores absorbidos y menos reflejados.

Una base de colores primarios para este modelo son el **Cyan**, **Magenta** y **Amarillo**





CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL COLOR

EL COLOR

🦋 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

- 🎯 **Matiz (HUE) o Cromaticidad:** es el atributo por la que el color de un objeto se clasifica como rojo, azul, verde o amarillo de acuerdo a la longitud de onda predominante con referencia al espectro visible.

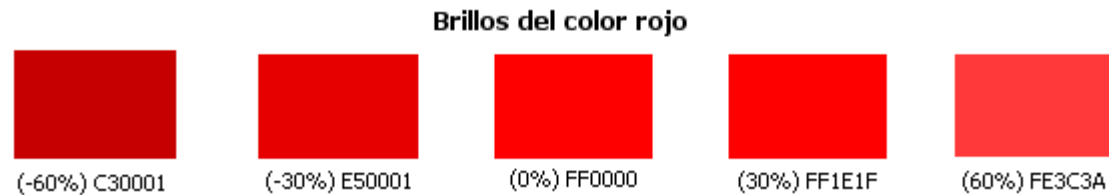


- 🎯 Cuando uno dice “este objeto es rojo” se está especificando su matiz, pues probablemente el objeto no sea un rojo puro, pero sí predominan las longitudes de onda cercanas al rojo.

EL COLOR

🎨 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

🌀 **Brillo o Luminosidad:** se refiere a la intensidad del color y se usa para determinar que tan claro u oscuro es un color. Por ejemplo el color Blanco es un color brillante, mientras que el gris es un blanco menos brillante.



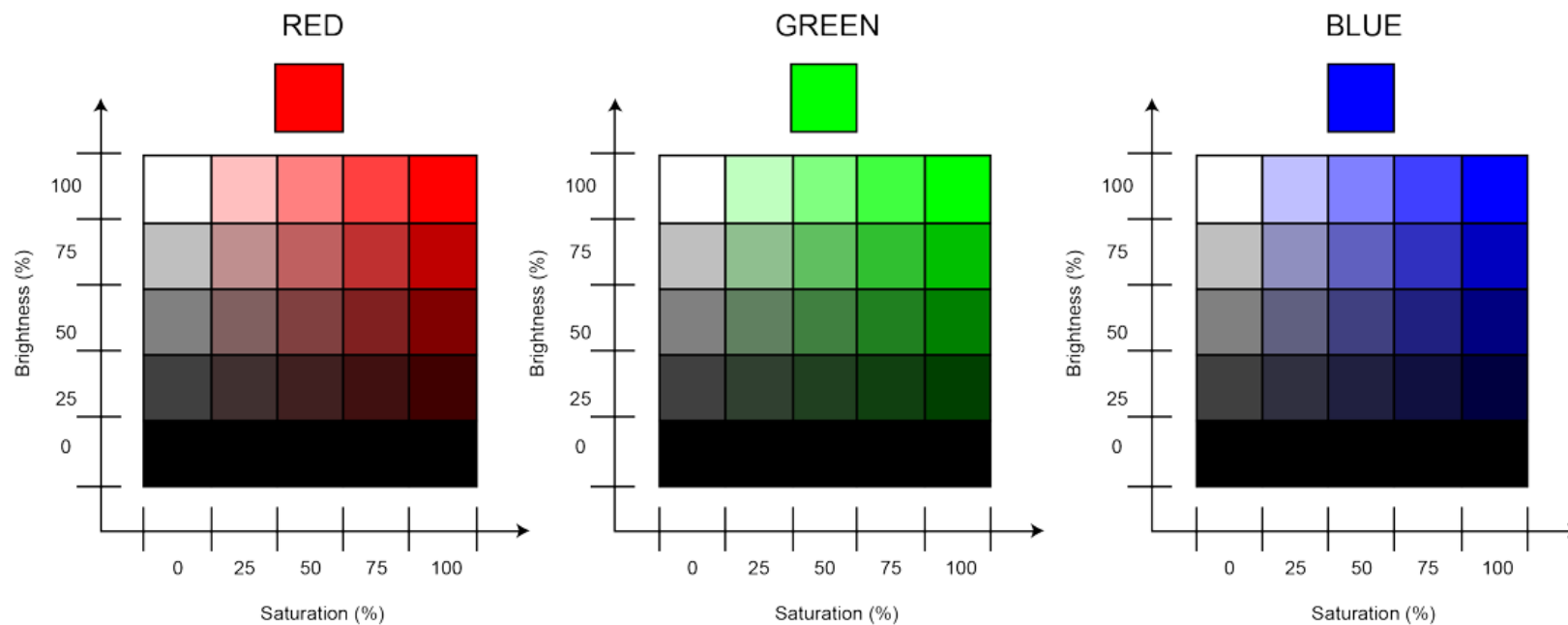
🌀 **Saturación o Intensidad:** se refiere a la pureza relativa o cantidad de luz blanca mezclada con un matiz. La saturación es el “grado de color” que lo diferencia de un gris con el mismo brillo.



EL COLOR

🎨 MODELOS DE COLOR - CONCEPTOS

🎨 *Matiz – Brillo – Saturación*





MODELOS DE COLOR

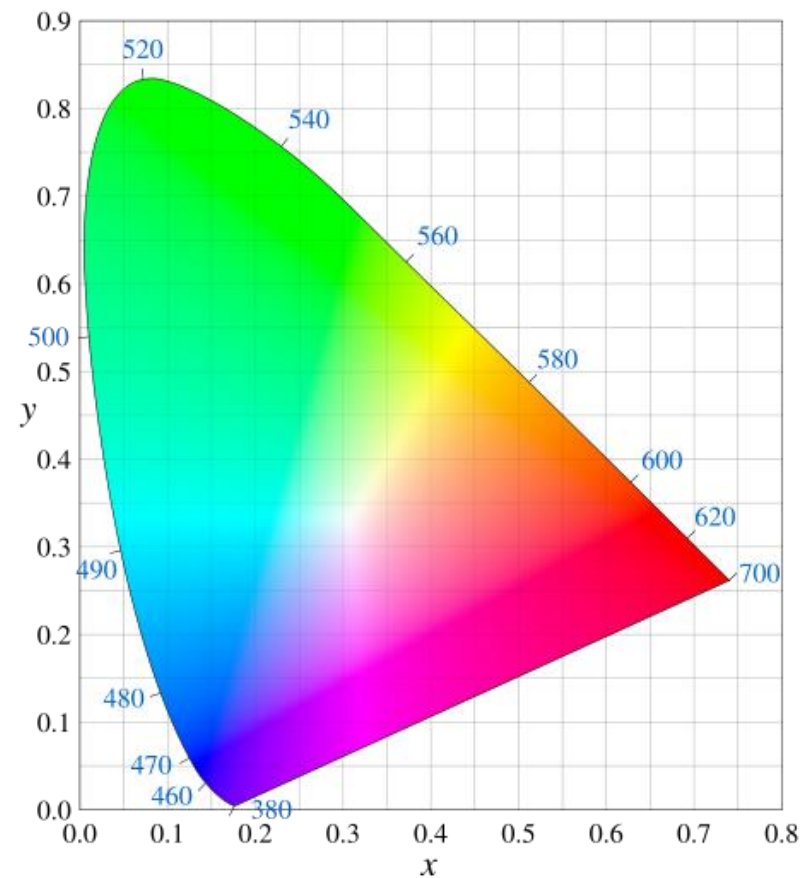
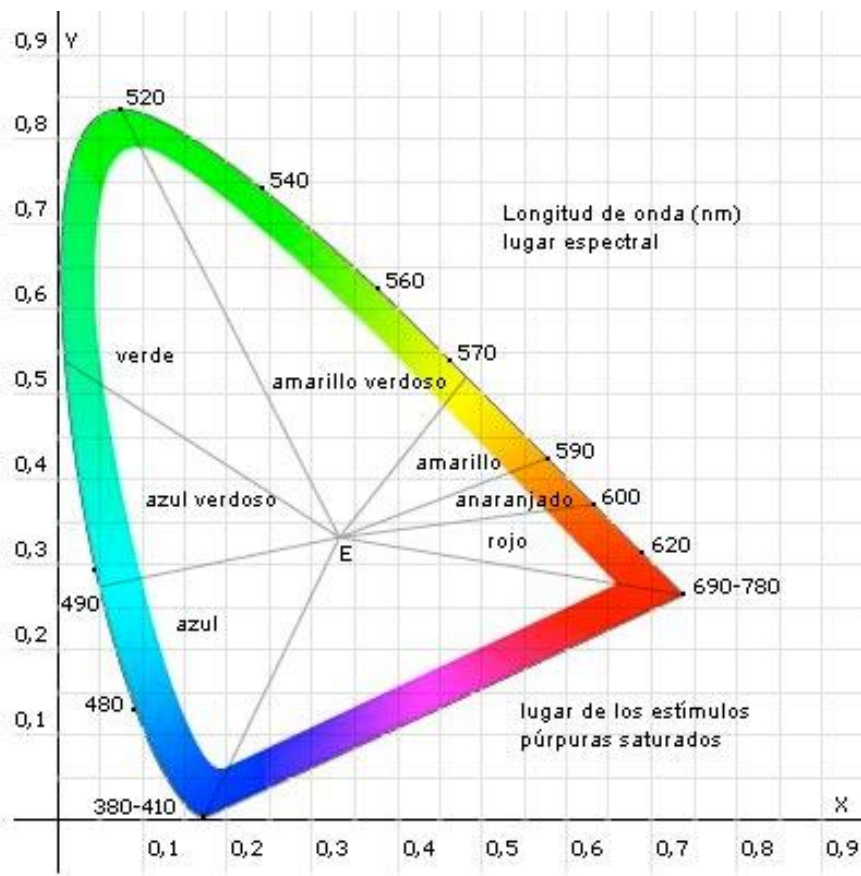
🚀 MODELOS DE COLOR – EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

- 🌀 Para normalizar la representación del color, la **Commission Internationale l'Éclairage** estudió la percepción del color en los humanos y desarrolló, en 1931, un modelo matemático llamado **CIE XYZ** aproximado por experimentación.
- 🌀 Basándose en que el ojo humano tiene tres tipos de sensores de color (**XYZ**), este modelo representa todos los colores visibles basándose en la: **cromaticidad** y el **brillo**.
- 🌀 Eliminado el brillo del espacio de color, la cromaticidad se puede definir con dos parámetros x e y:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

EL COLOR

🌈 EL COLOR – EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

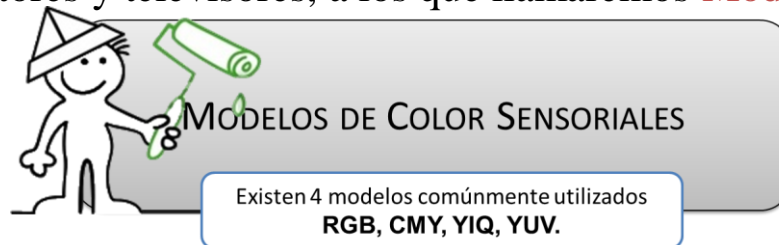


EL COLOR

MODELOS DE COLOR – TIPOS DE MODELOS

Un **Modelo de Color** es una especificación de un sistema de coordenadas en el que cada color está representado por un único punto. Existen varias representaciones o modelos de color. Estos modelos los podemos dividir en dos clases.:

Unos son los modelos que están más orientados a los equipos, por ejemplo las cámaras, monitores y televisores, a los que llamaremos **Modelos Sensoriales**.

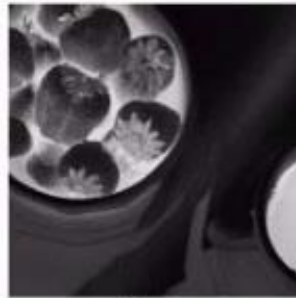


Otros son los modelos que se asemejan más a la percepción humana y que, en general, están orientados al procesamiento de imágenes y visión, éstos se denominan **Modelos Perceptuales**.

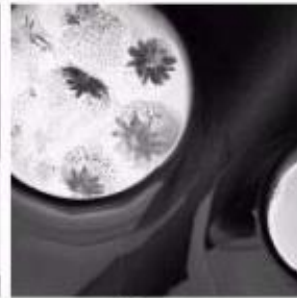


Fundamentos del Color

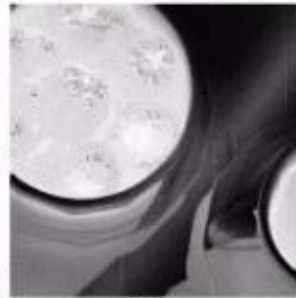
🌟 EL COLOR – MODELOS



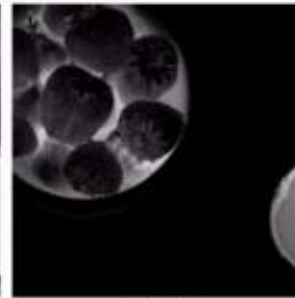
Cyan



Magenta



Yellow



Black



Full color



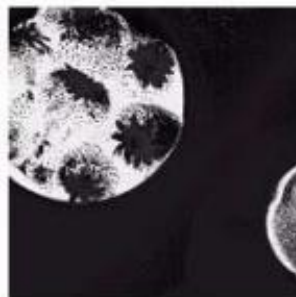
Red



Green



Blue



Hue



Saturation



Intensity

REPOSITORIOS - DATASETS

Cuando creamos algún tipo de inteligencia artificial, sea el que sea, **siempre vamos a necesitar una gran cantidad de datos** para entrenarlo y en muchas ocasiones esto puede llegar a ser un problema. Sin embargo, **gracias a la filosofía open source**, muchos de los recursos que podemos utilizar para IA son gratuitos y de muy buena calidad. Estos pueden ser librerías, frameworks o proyectos de miles de personas para que te ayuden a entender un tema.

[Kaggle](#)

[UCI Machine Learning Repository](#)

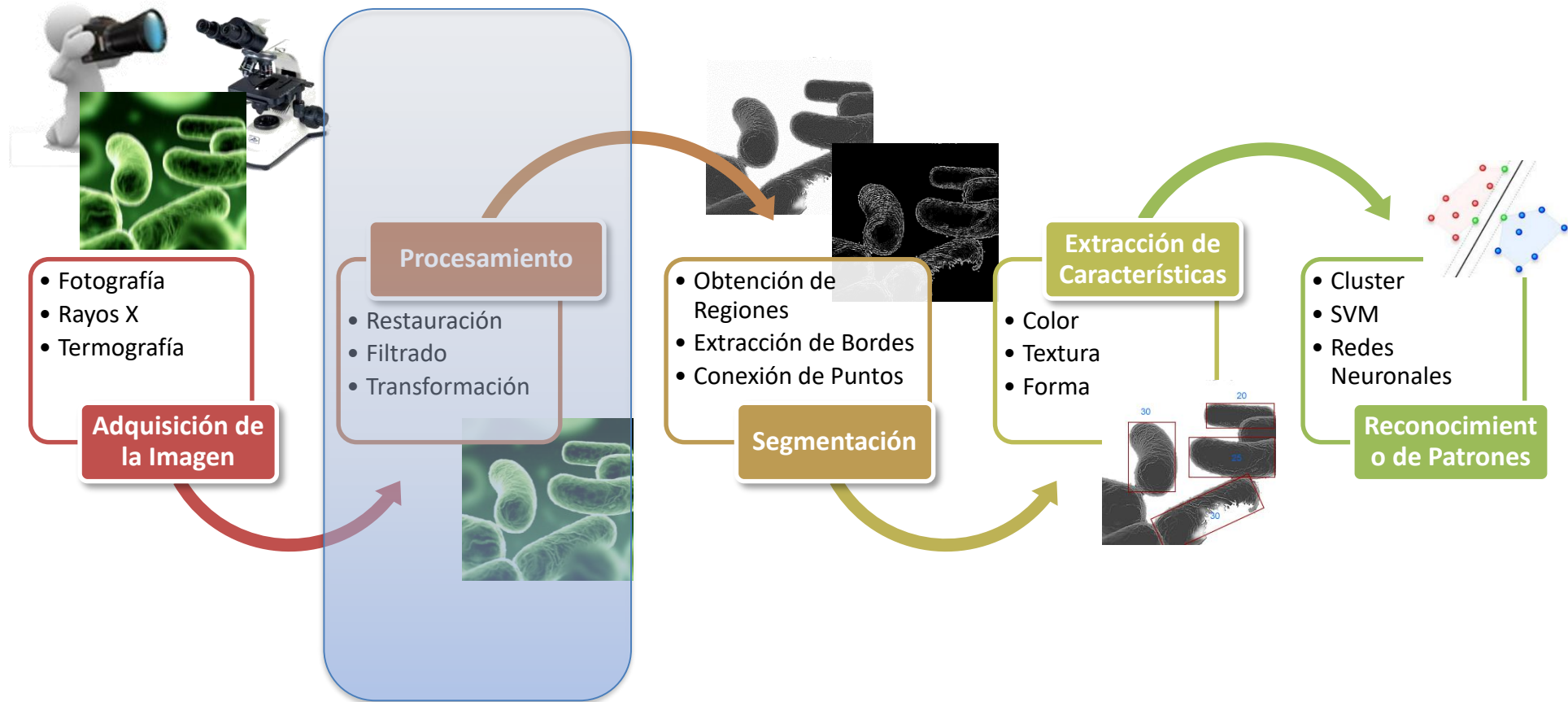
[Visual Data](#)

[Buscador de Google de Datasets](#)

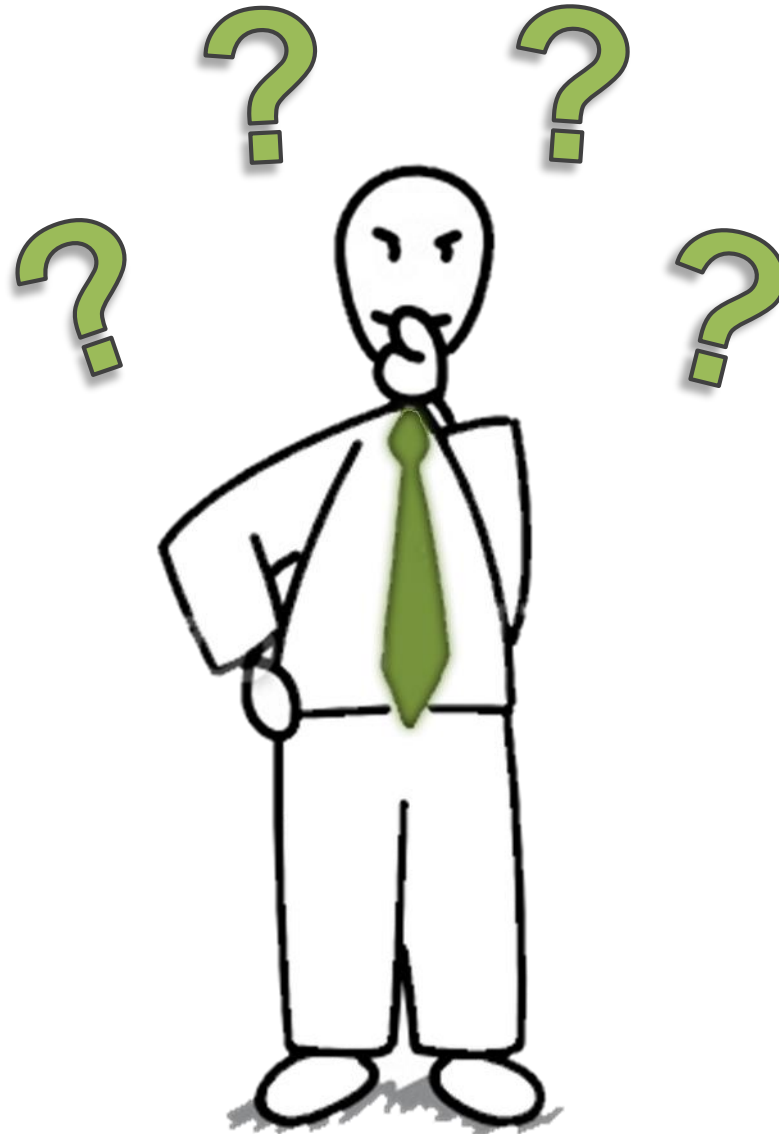
[Microsoft Datasets](#)

[Awesome Public Datasets, en GitHub](#)

ETAPAS DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL



PREGUNTAS





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA