



UASLP

Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

**Chan
Zuckerberg
Initiative** 

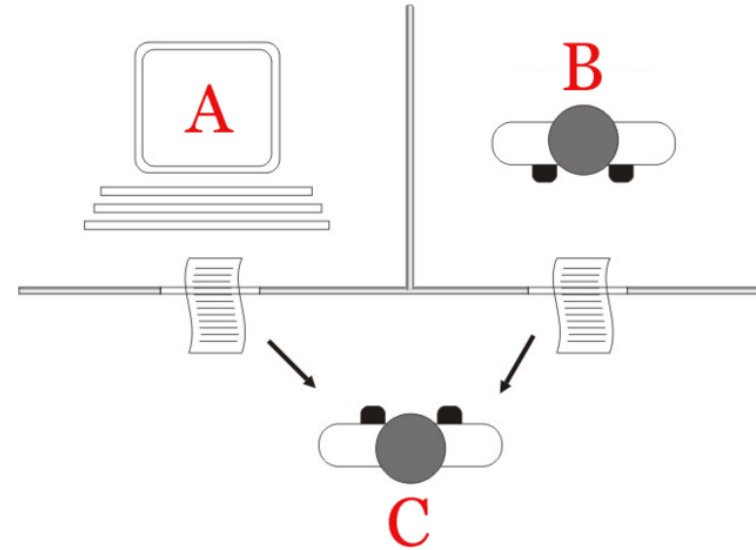
Introducción Cellpose para Segmentación de Nucleos

Paúl Hernandez Herrera

Profesor-Investigador
Facultad de Ciencias, UASLP
&
CZI Imaging Scientist

¿Qué es inteligencia artificial?

- Alan Turing: Una computadora puede ser llamada inteligente si logra engañar a una persona haciéndole creer que es humano

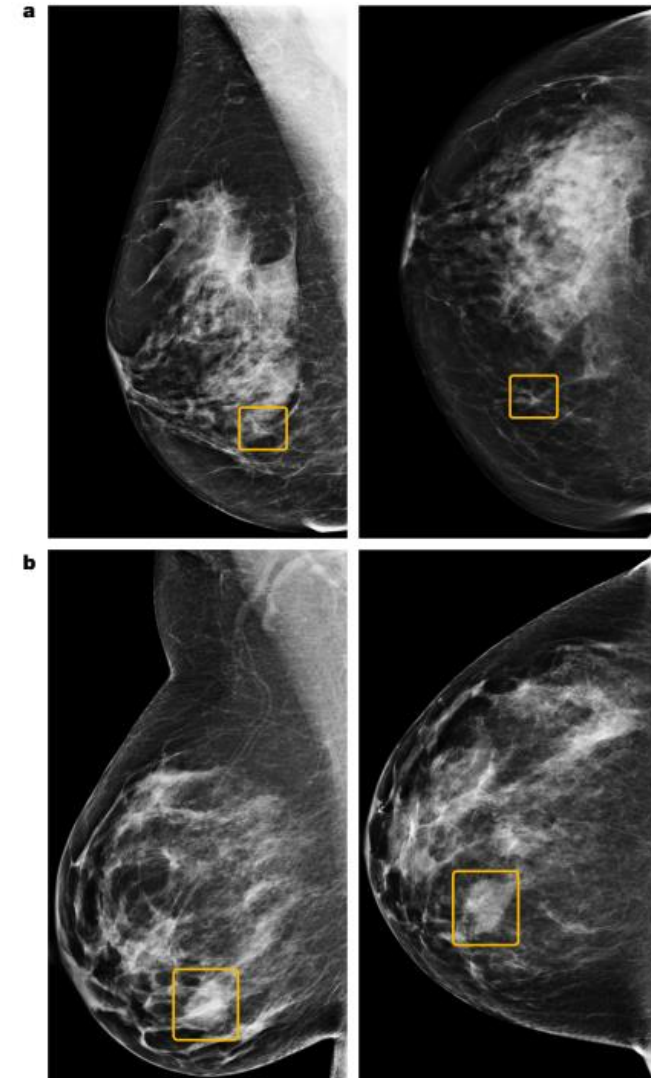
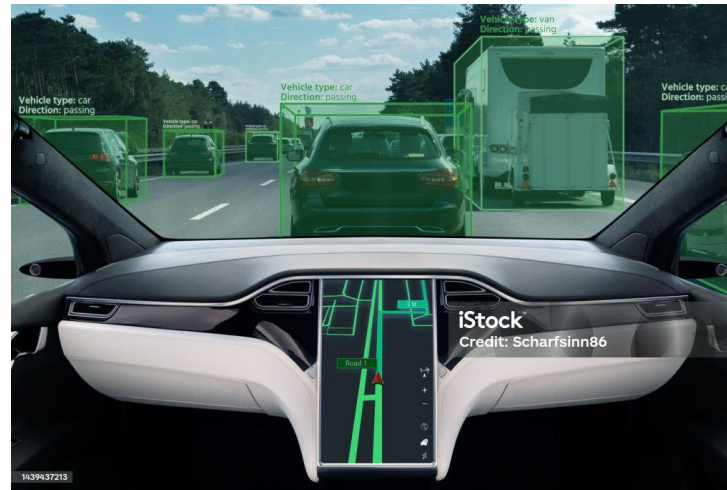


- La capacidad de las máquinas para realizar tareas de manera inteligente y hábil.
- La capacidad de las máquinas de imitar el comportamiento humano, particularmente funciones cognitivas. **Se busca que aprendan, hablen, observen, razonen, reconozcan, tomen decisiones**
- La simulación de la inteligencia humana en las máquinas, permitiendo aprender, razonar y realizar tareas de manera autónoma.

Aplicaciones de IA

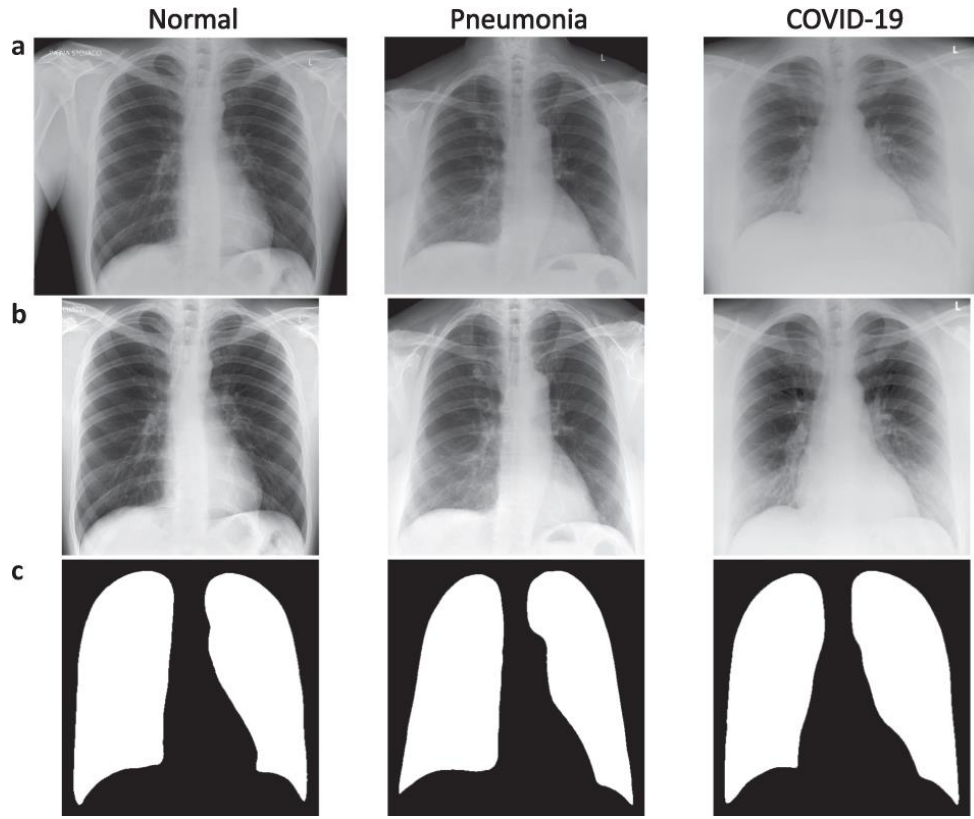


ChatGPT

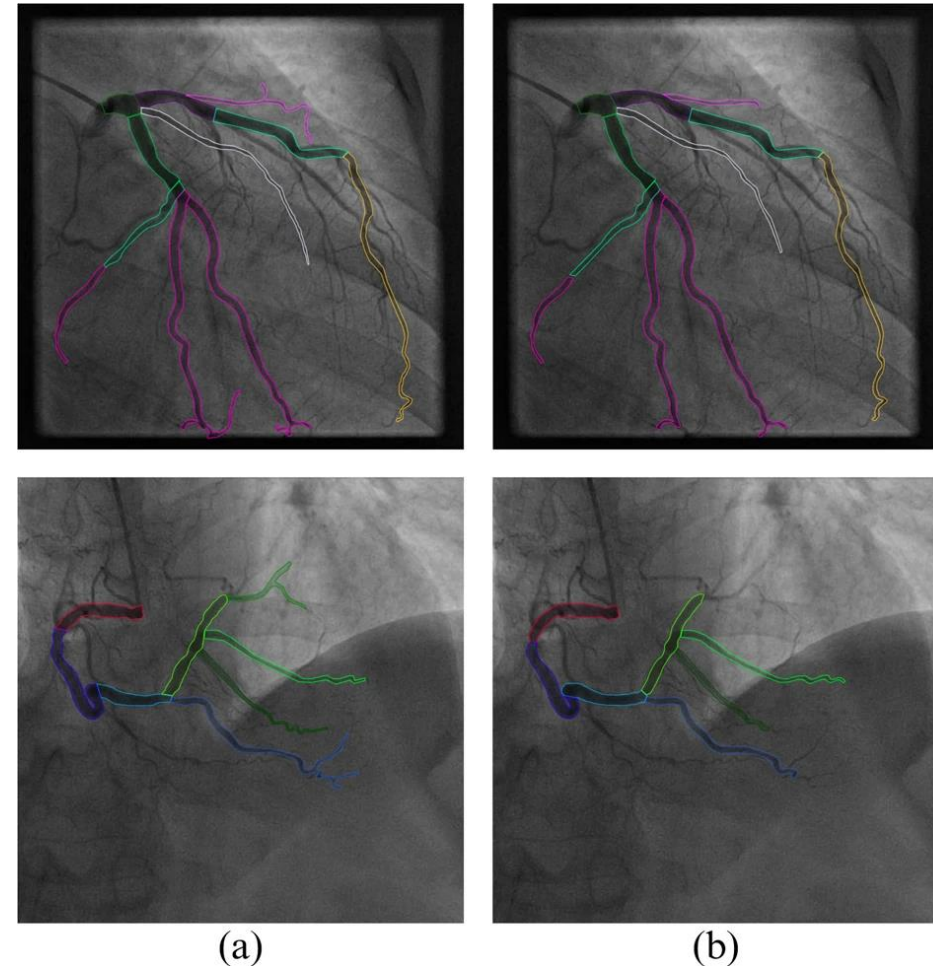


¿Cómo realizar IA?

- Datos que le permitan a la IA aprender a replicar cierta tarea.



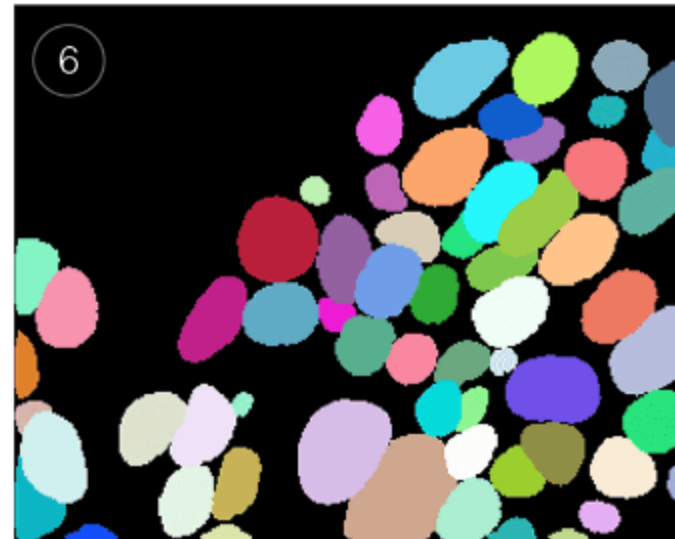
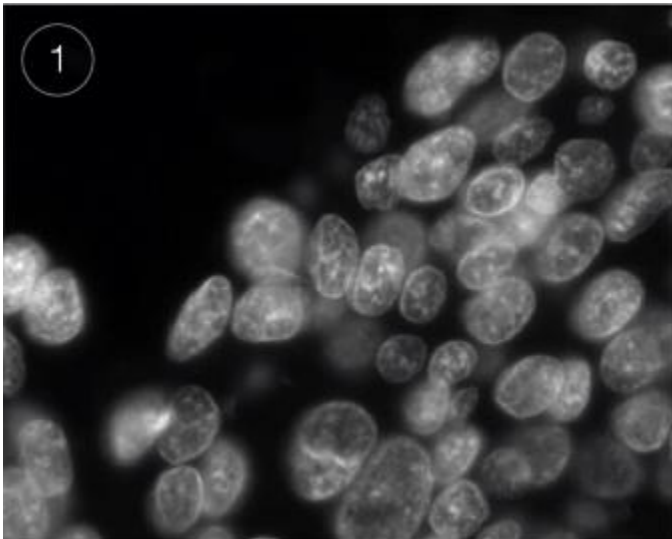
Suwalska, A., Tobiasz, J., Prazuch, W., Socha, M., Foszner, P., Piotrowski, D., ... & Polanska, J. (2023). POLCOVID: a multicenter multiclass chest X-ray database (Poland, 2020–2021). *Scientific data*, 10(1), 348.



Popov, M., Amanturdieva, A., Zhaksylyk, N., Alkanov, A., Saniyazbekov, A., Aimyshev, T., ... & Fazli, S. (2024). Dataset for Automatic Region-based Coronary Artery Disease Diagnostics Using X-Ray Angiography Images. *Scientific Data*, 11(1), 20.

¿Qué es la segmentación de Núcleos?

- Es la tarea de identificar cada una de los núcleos en la imagen y asignarle un identificados único:
 - Núcleo 1, Núcleo 2, Núcleo 3, etc
 - Núcleo Azul, Núcleo Verde, Núcleo Rosa, etc.

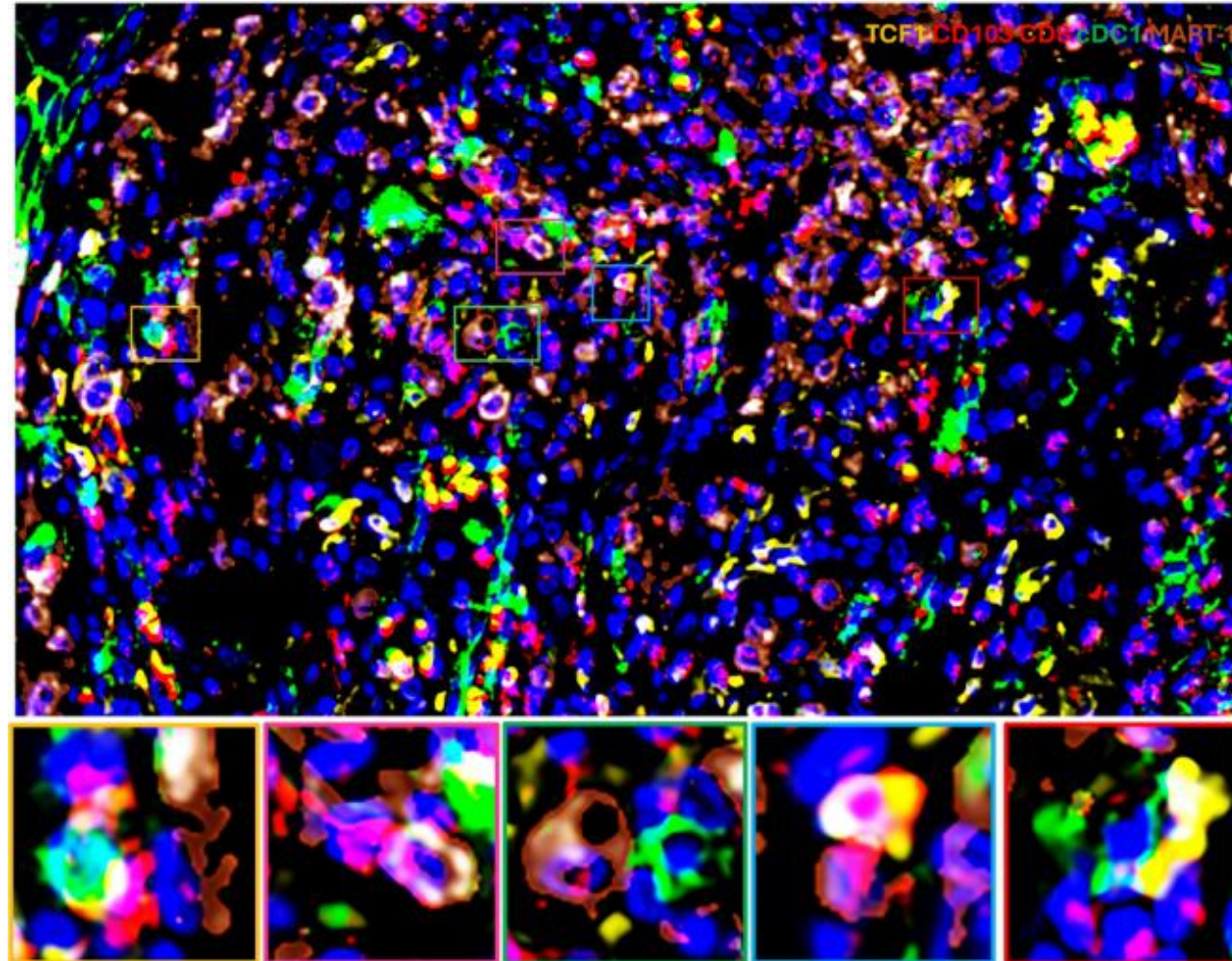


¿Porqué es importante segmentar células?

- En biología, muchos análisis requieren segmentación
 - Conteo de células
 - Realizar seguimiento de célula en series de tiempo
 - Obtener morfología: Tamaño, forma
 - Medir valor de intensidad

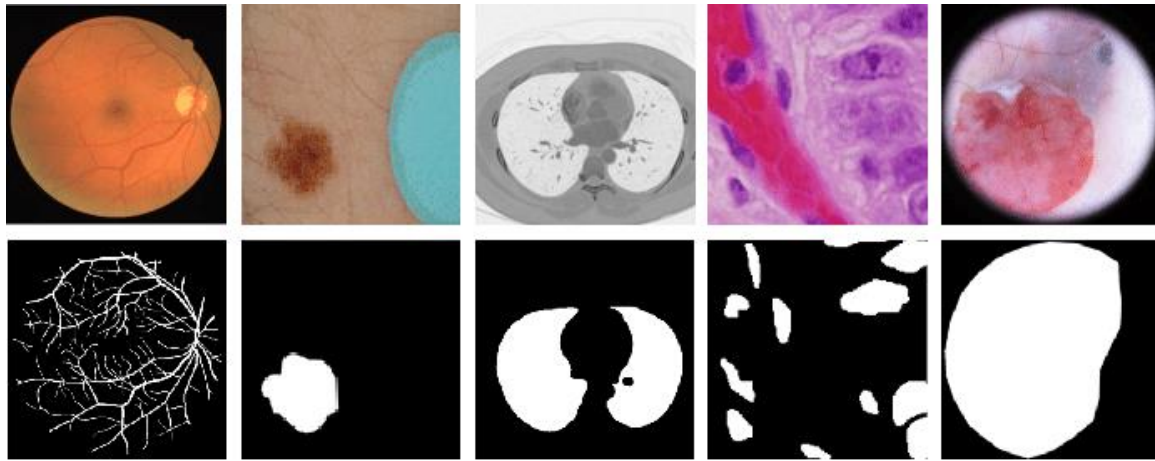
En este taller

- En nuestro taller, identificar si en la célula esta activado cierto marcador



¿Cómo se va a resolver este problema?

- Aprendizaje profundo ha revolucionado el análisis de imágenes



Object detection vs. image segmentation vs. image classification

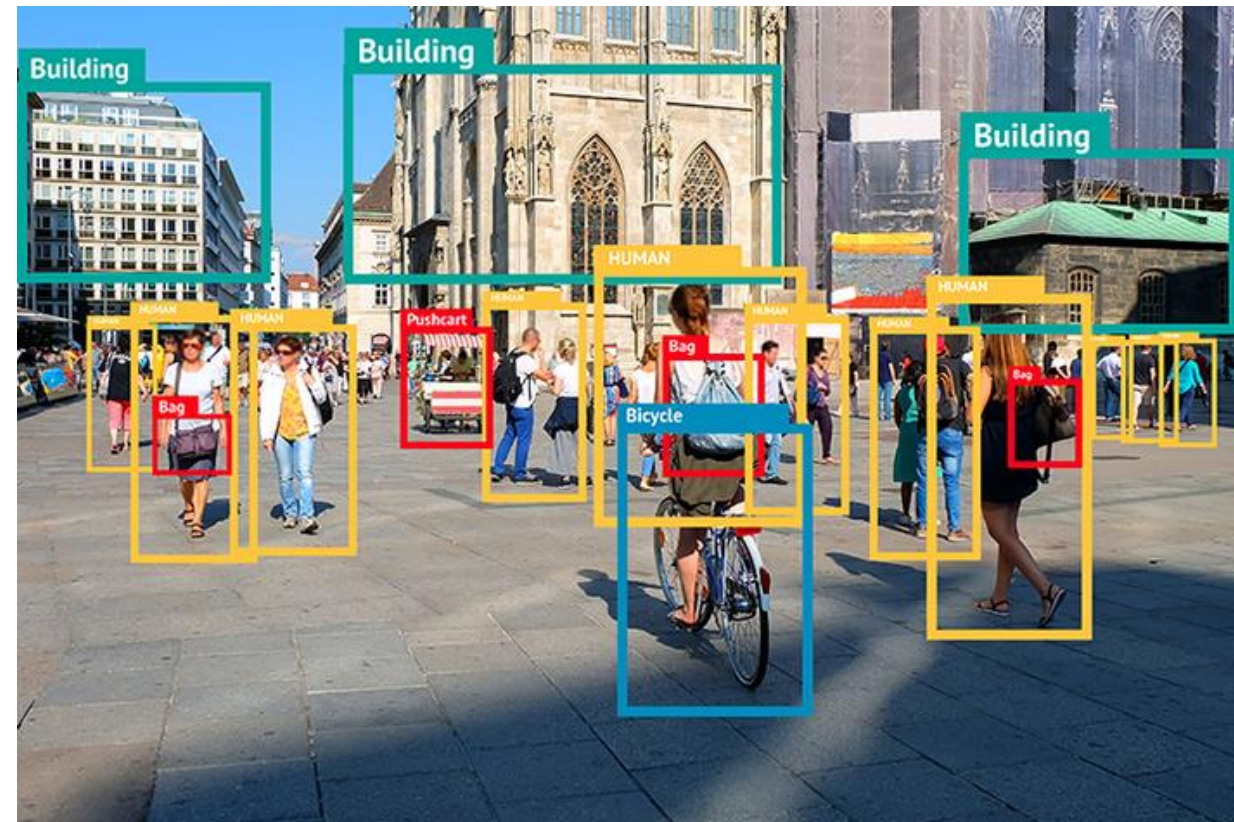
Object detection



Image segmentation

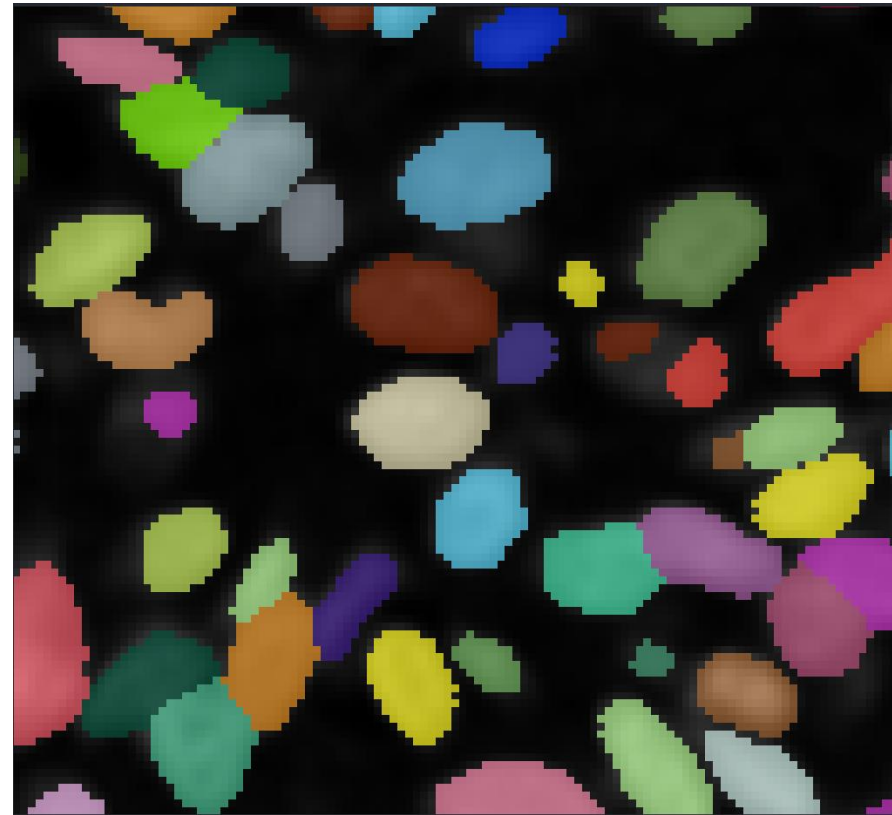
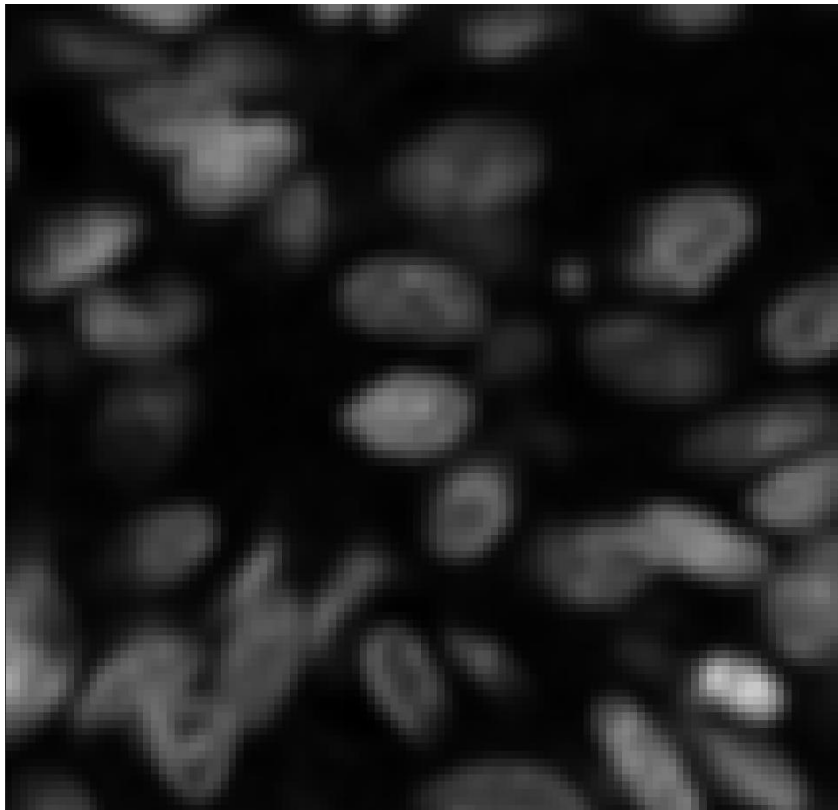


Image classification



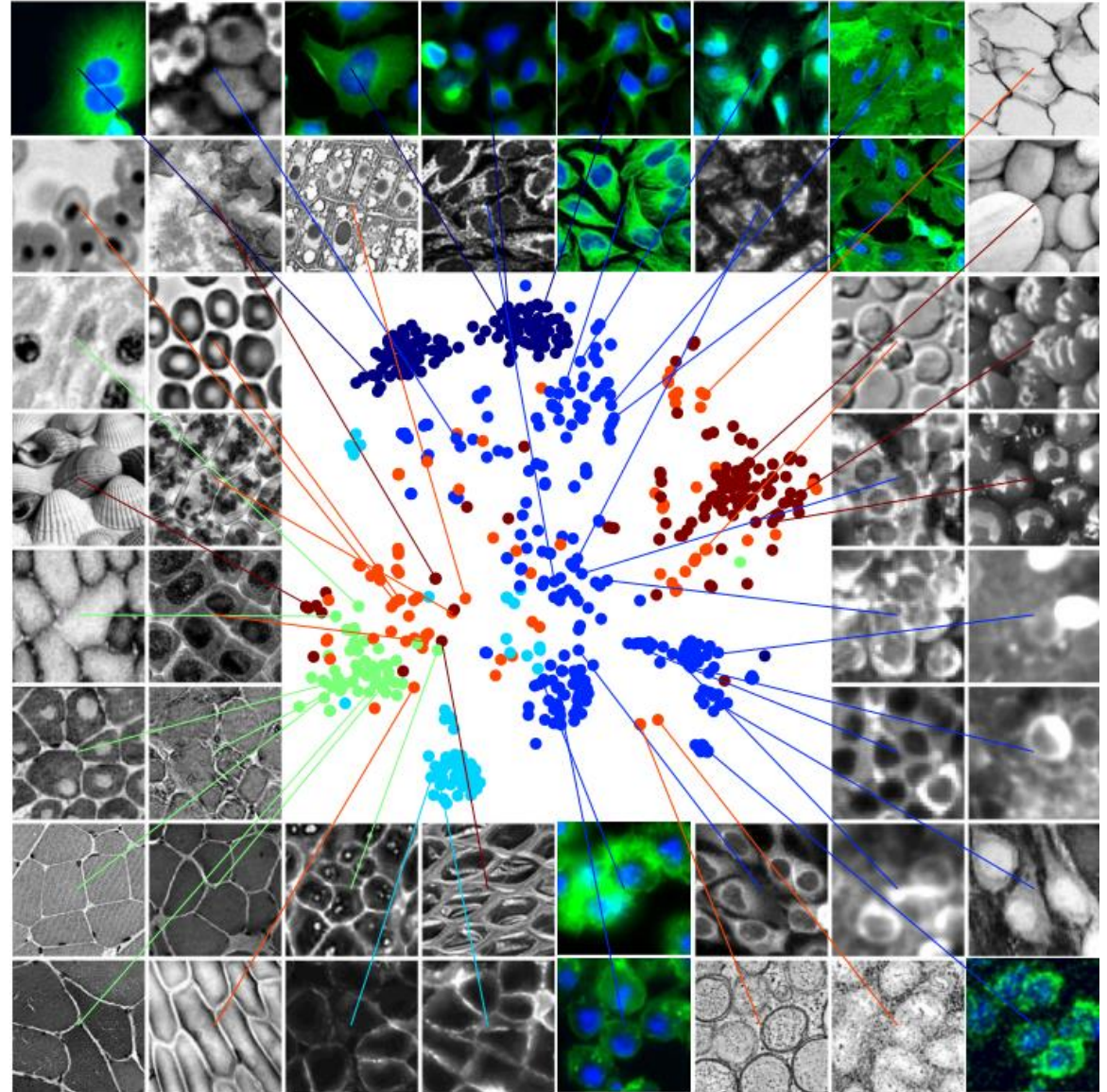
¿Qué se requiere para resolver el problema?

- Una gran variedad de datos con datos manualmente anotados
- Diseñar una red neuronal adecuada para núcleos



Adquirieron y anotaron imágenes células

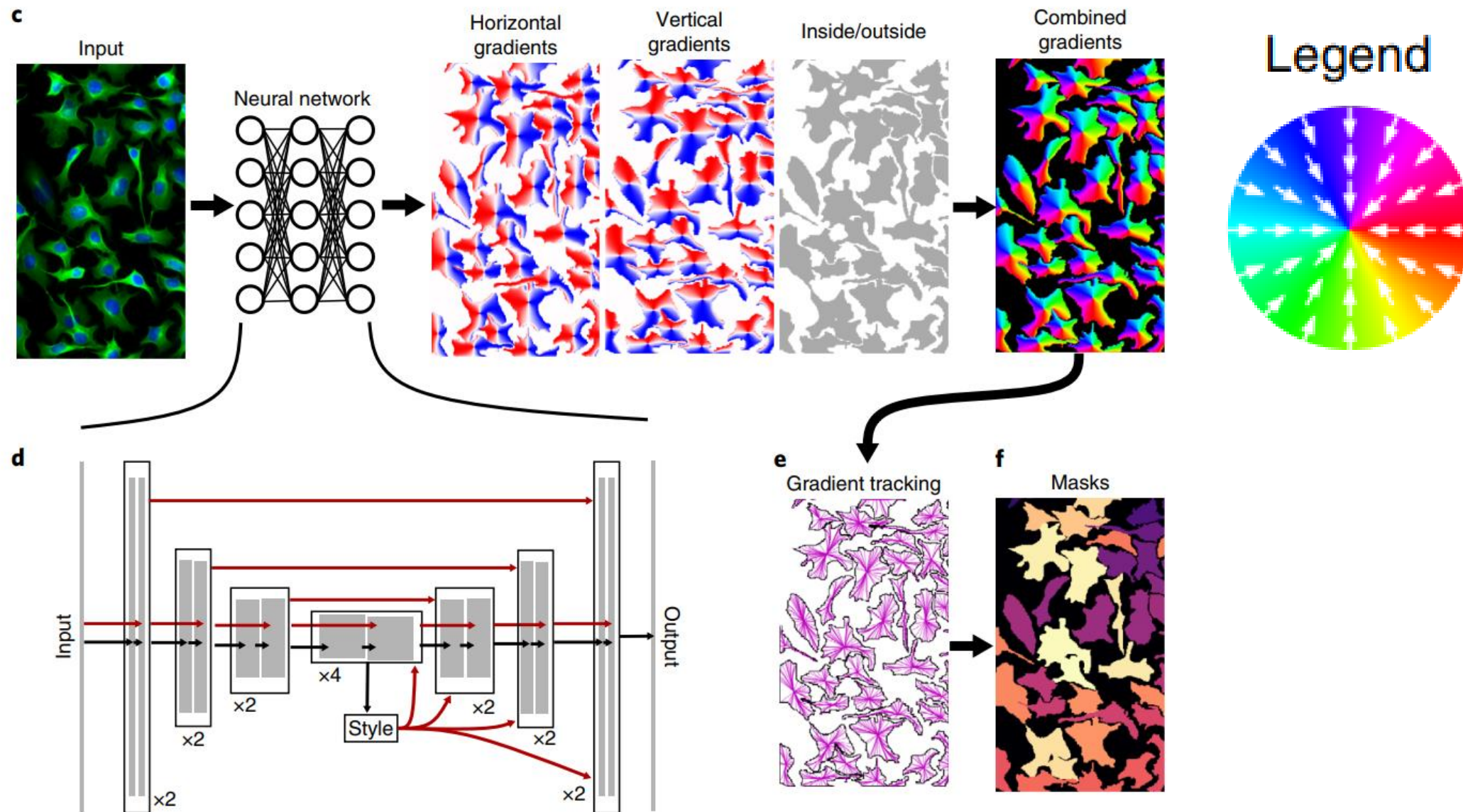
- Modelo CYTO
- 608 imágenes cytoplasma, núcleo, brightfield, etc.
- 70,000 objetos anotados en las imágenes.
- Permite segmentar la célula.



Modelo Nuclei

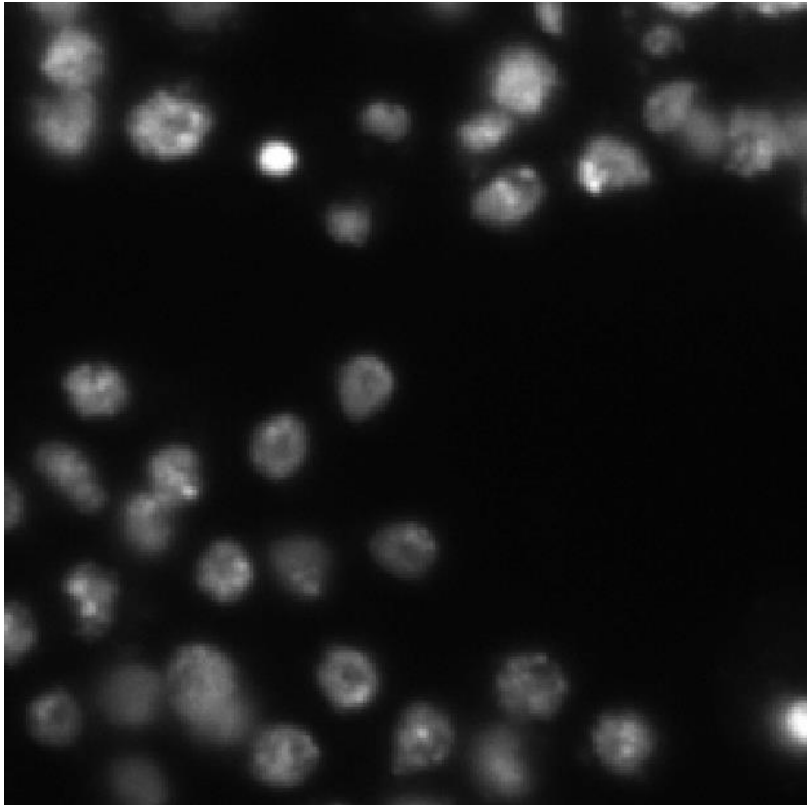
- Se entreno en una gran base de datos de imágenes de núcleos.
- Se utilizaron conjuntos de datos de estudios previos, incluyendo:
 - Data Science Bowl (conjunto utilizado en Stardist).
- No existe mucha variación entre los diferentes conjuntos de datos, es decir, los núcleos tienen forma similar e intensidad homogénea.

Cellpose

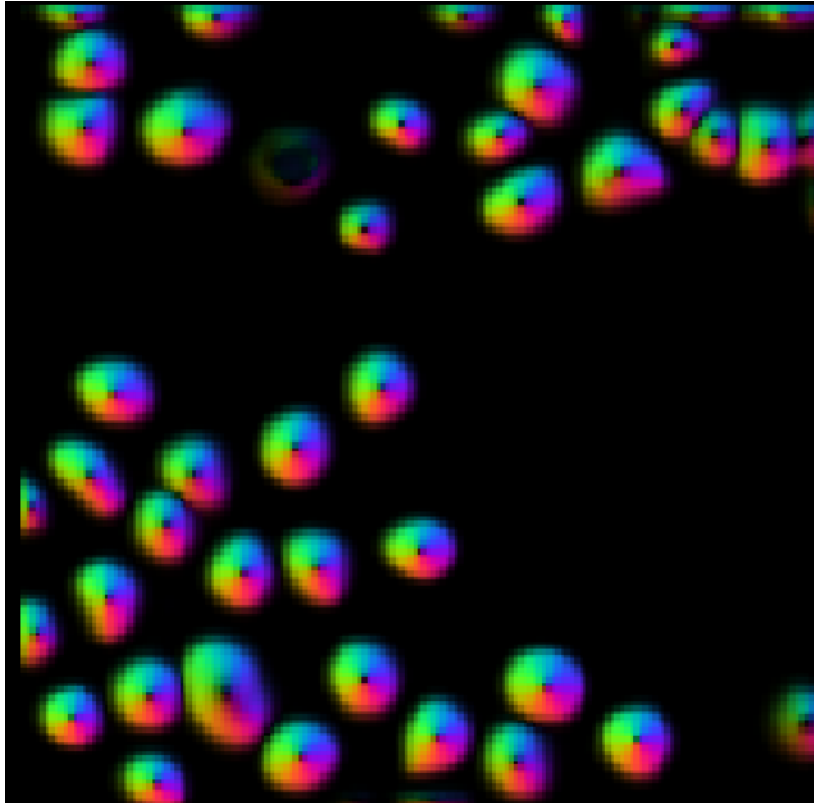


Cellpose – Red neuronal Salida

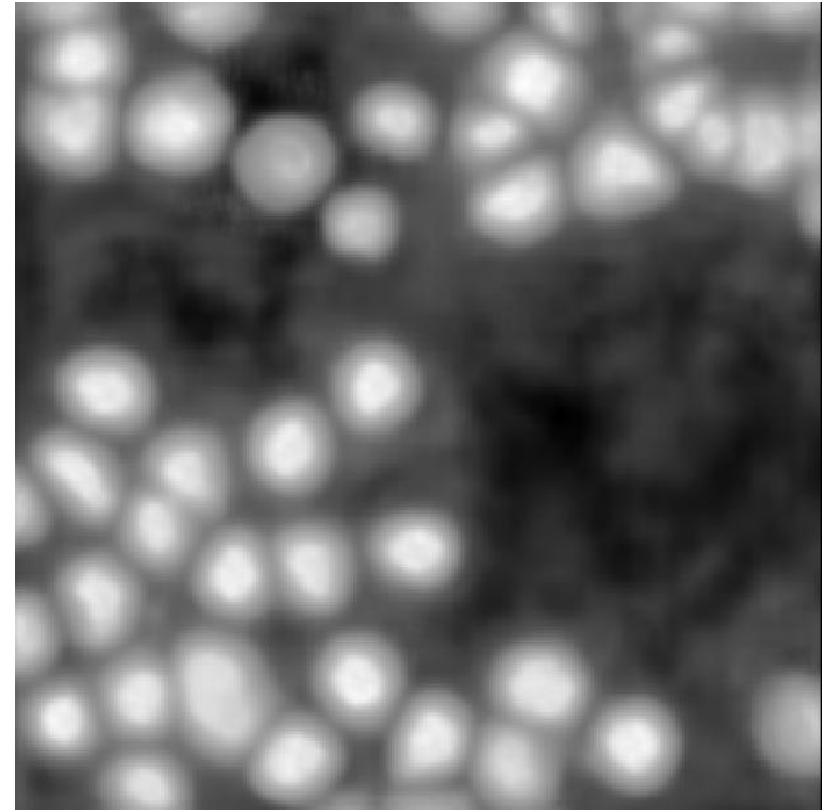
Imagen



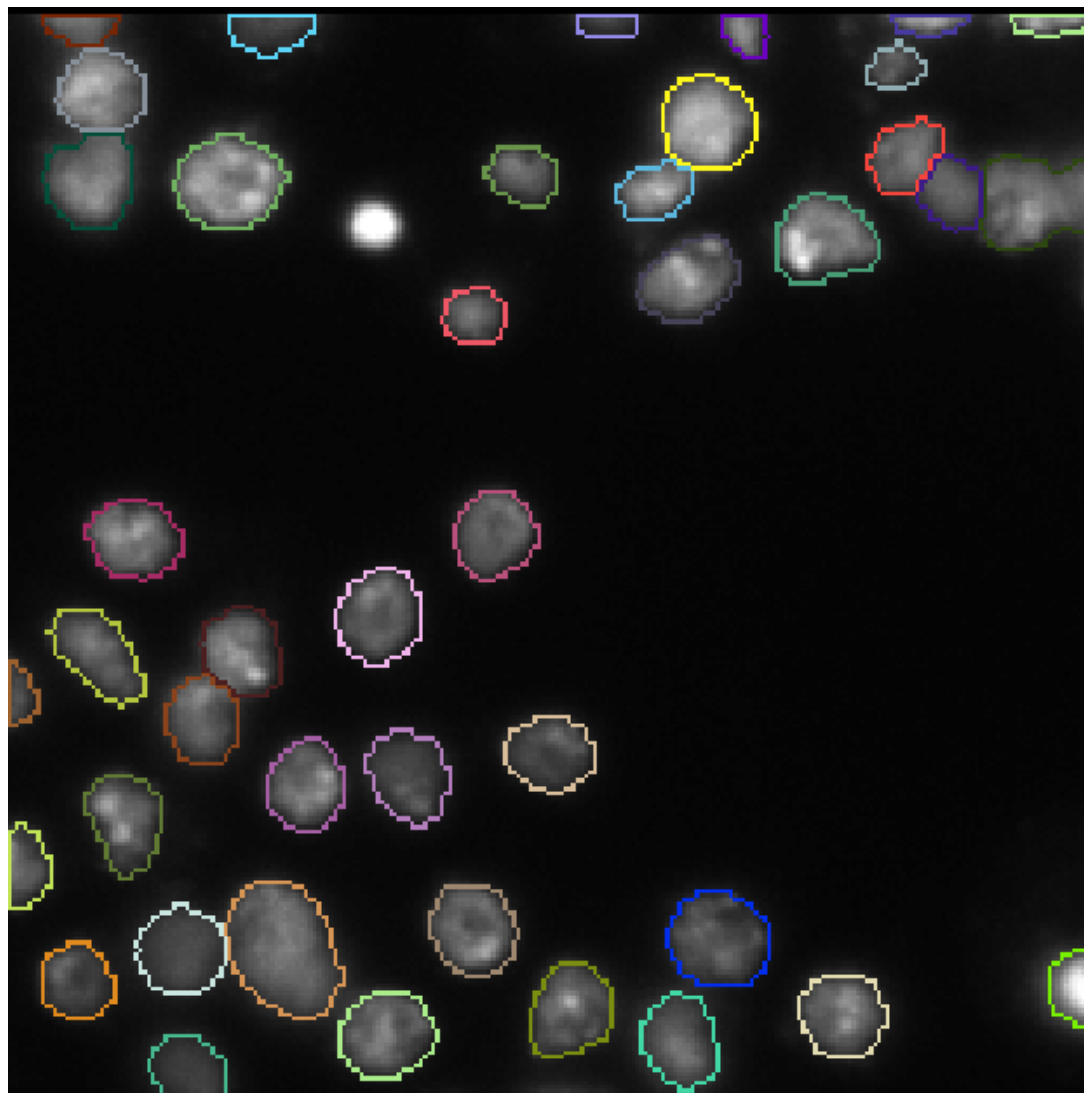
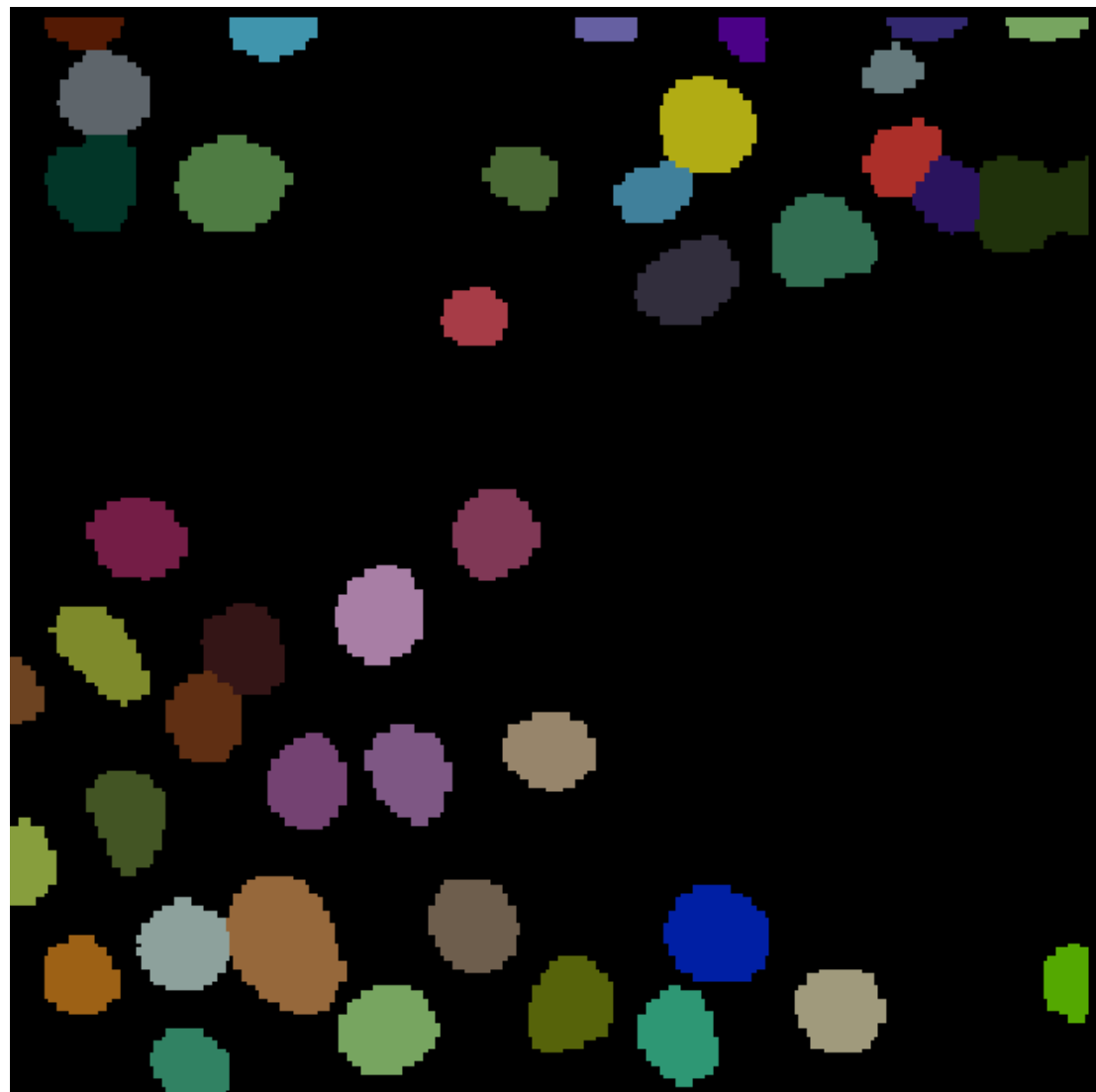
Gradientes



Probabilidad



Cellpose resultado

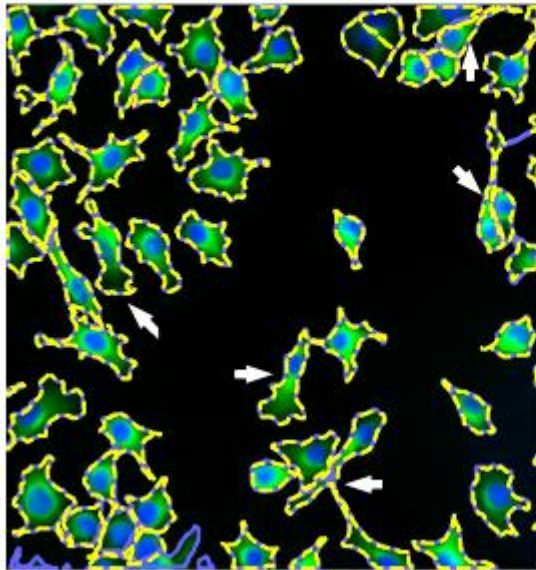


Cellpose contra otros modelos

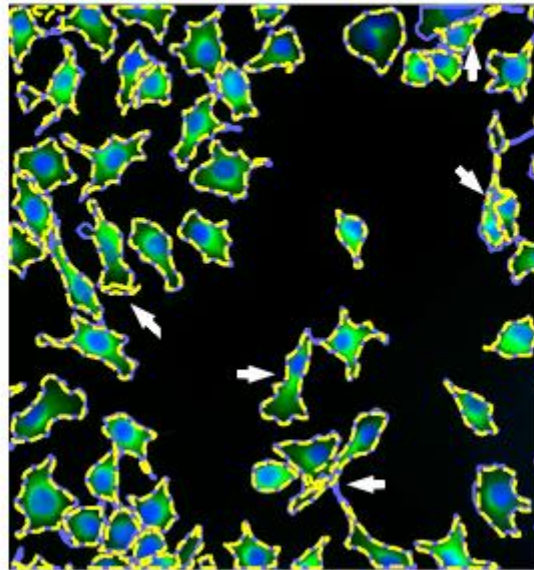
- Cellpose permite identificar mejor las células que Stardist y Mask R-CNN

b Specialist model/specialized data

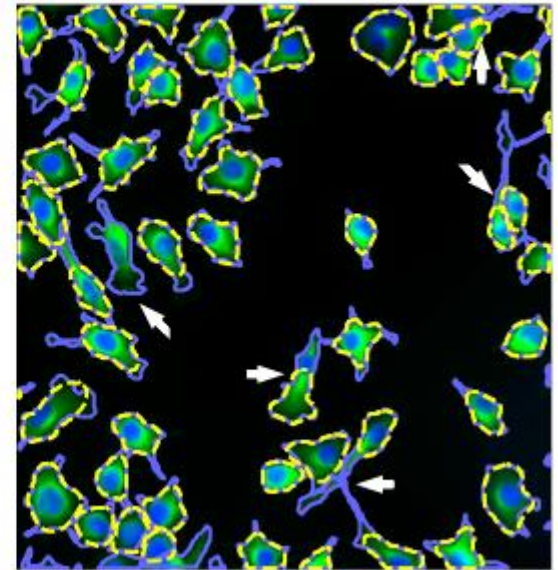
Cellpose AP at 0.5 = 0.81



Mask R-CNN AP at 0.5 = 0.78

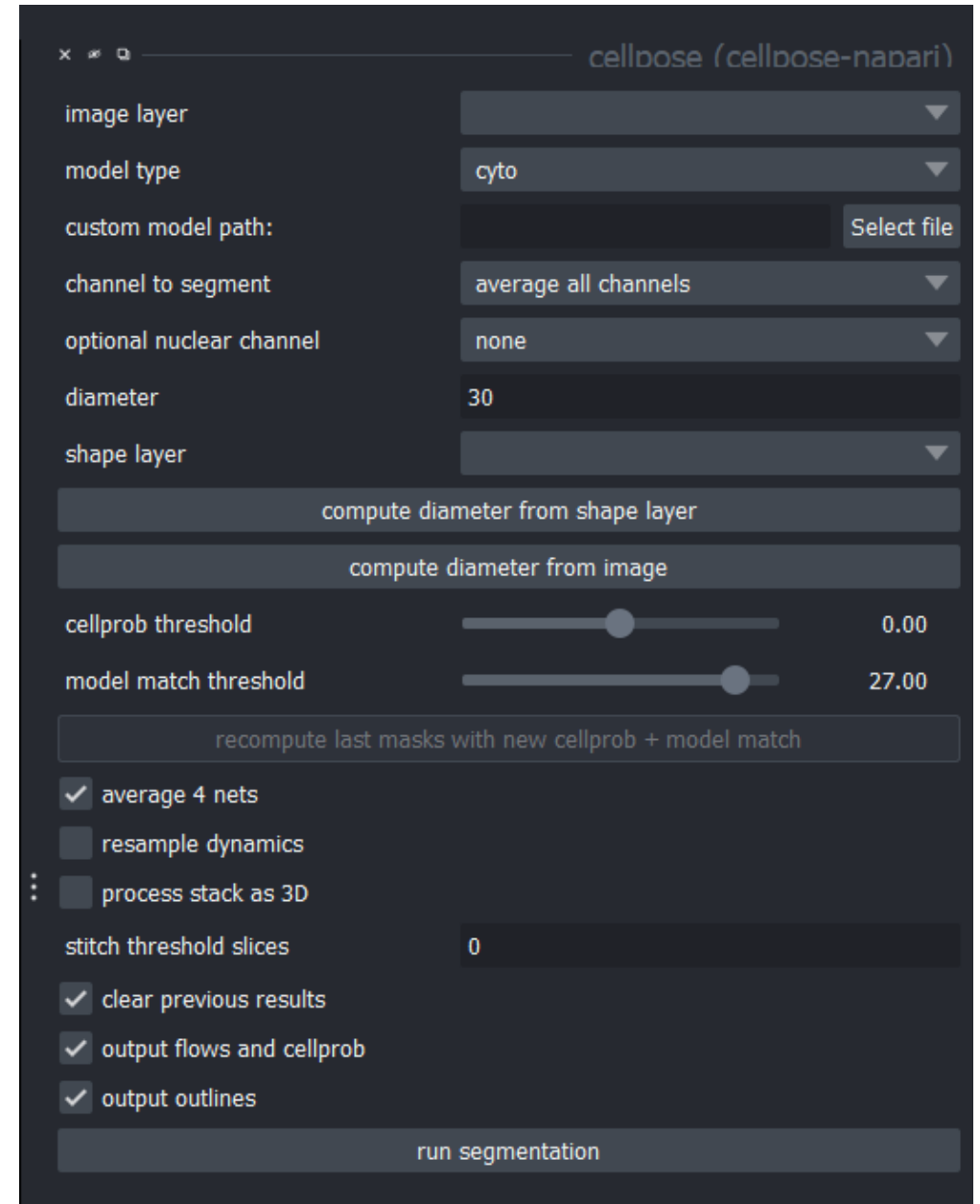


Stardist AP at 0.5 = 0.80



Cellpose

- Se puede aplicar a imágenes 2D o 3D
- Se puede correr en Python o en interfaz gráfica
- Buen desempeño en segmentación de células para cualquier tipo de imágenes



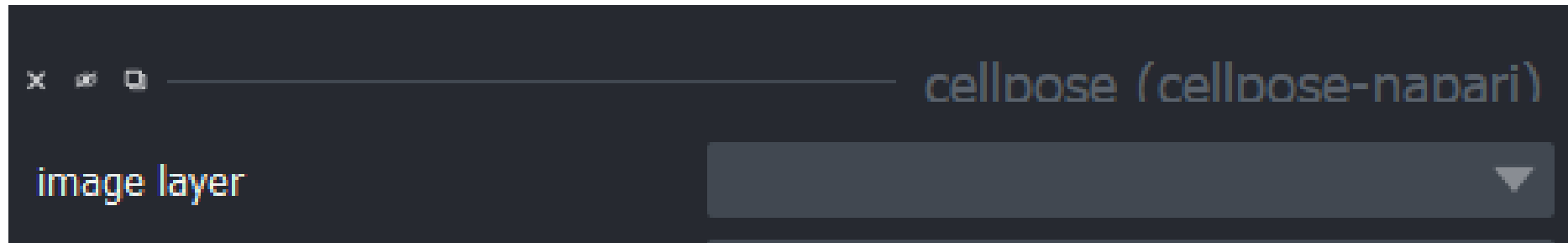
Más información sobre cellpose

- Cellpose – webinar

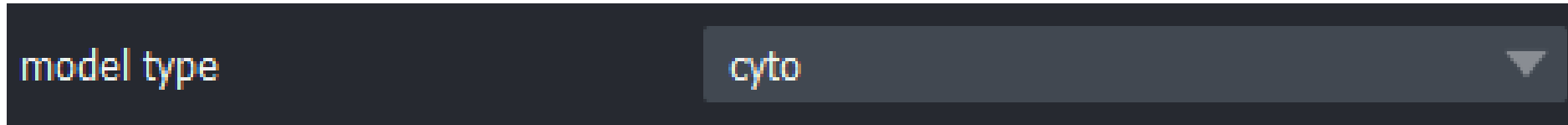
<https://www.youtube.com/watch?v=DL-j-hPFixk&t=2207s>

Parámetros - Cellpose

- *Image layer*
 - Imagen que se utilizará para detectar los núcleos de manera automática utilizando **cellpose**.



Parámetros - Cellpose



- *Model Type*
 - Modelo de cellpose para realizar la anotación automática.
- Cytoplasm model (*'cyto2', 'cyto'*)
 - Trained in two-channel images, where the first channel is the channel to segment, and the second channel is an optional nuclear channel.
- Nucleus model (*'nuclei'*)
 - Trained on nuclear images.

Parámetros - Cellpose

- *diameter*
 - Parámetro muy importante para lograr una buena segmentación. Se refiere al diámetro de las estructuras/núcleos a segmentar

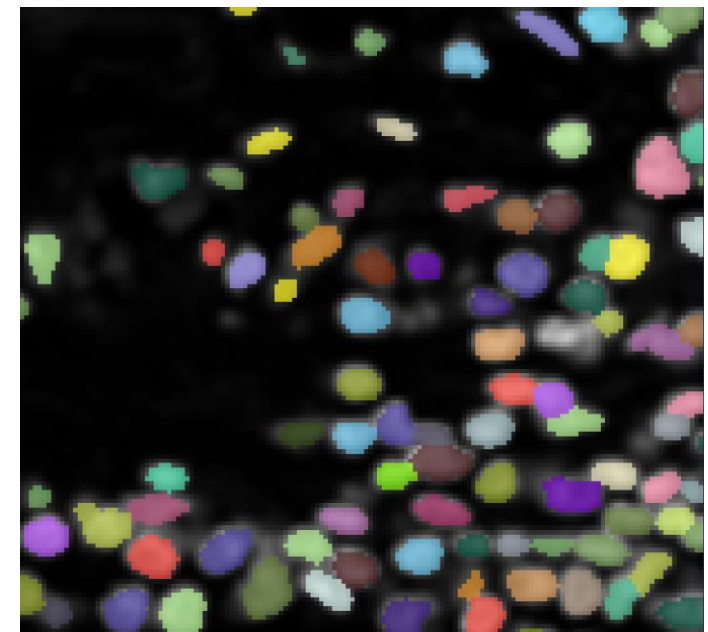
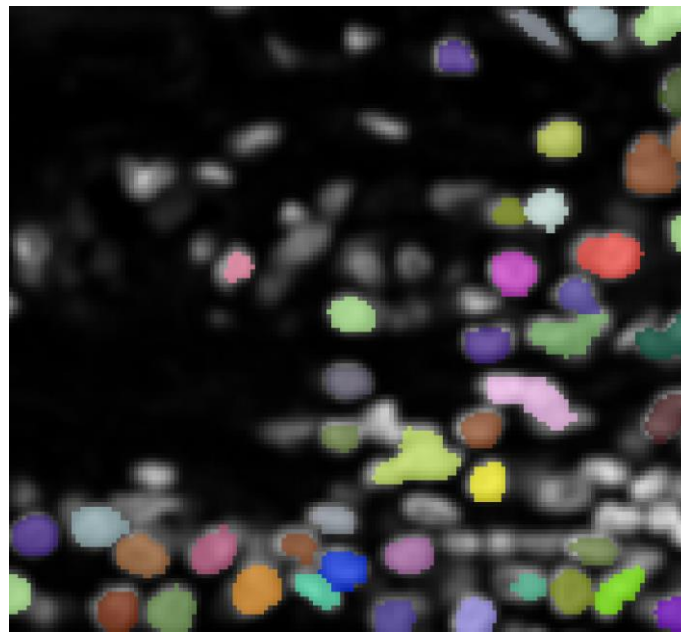
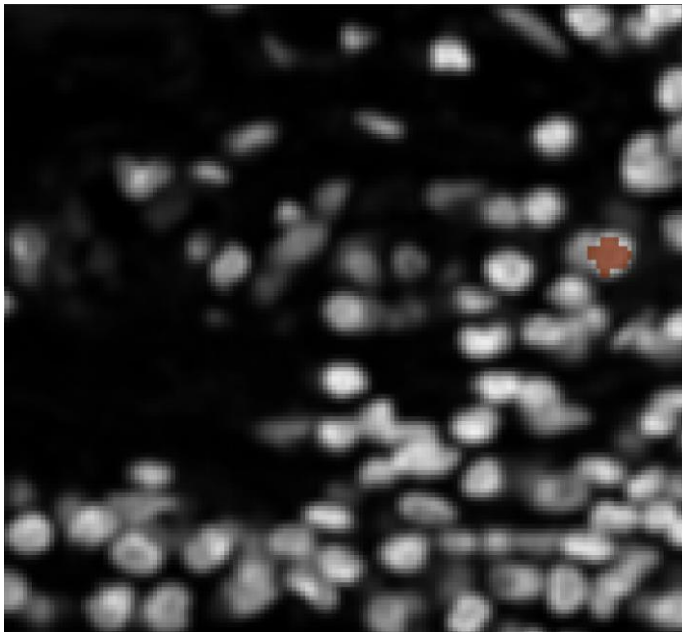
```
diameter
```

```
30|
```

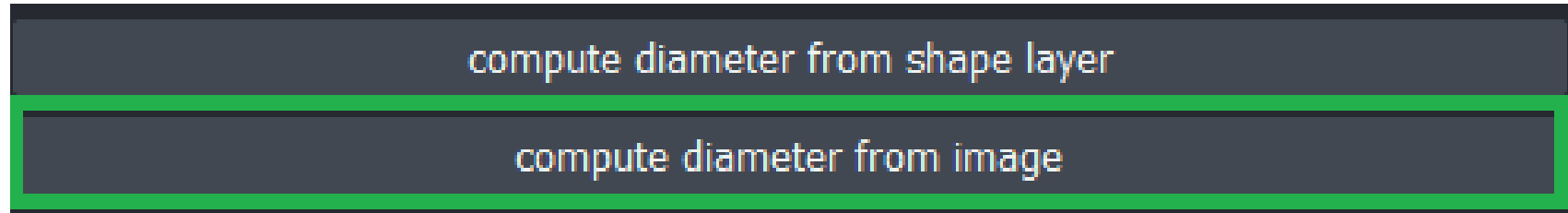
diameter = 30

diameter = 20

diameter=10



Parámetros - Cellpose



- Dos métodos para calcular el diámetro óptimo de manera automática.
- *(1) compute diameter from shape layer*
 - El usuario crea anotaciones de círculos delineando núcleos y se promedia el tamaño de los círculos.
- *(2) compute diameter from image*
 - Se detecta automáticamente el tamaño de los núcleos en la imagen.
- Usualmente funciona bien el metodo “*compute diameter from image*”.

Parámetros - Cellpose

cellprob threshold

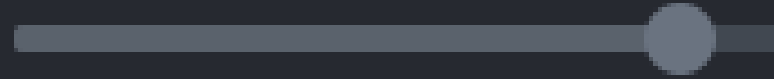


0.00

- cellprob threshold
 - Cualquier pixel con valor más alto que este umbral se asigna como núcleo.
- **Incrementa** este valor si requieres aumentar el tamaño de segmentaciones.
- **Reduce** este valor si requieres disminuir el tamaño de segmentaciones.
- Nota: Pueden eliminarse algunas células.

Parámetros - Cellpose

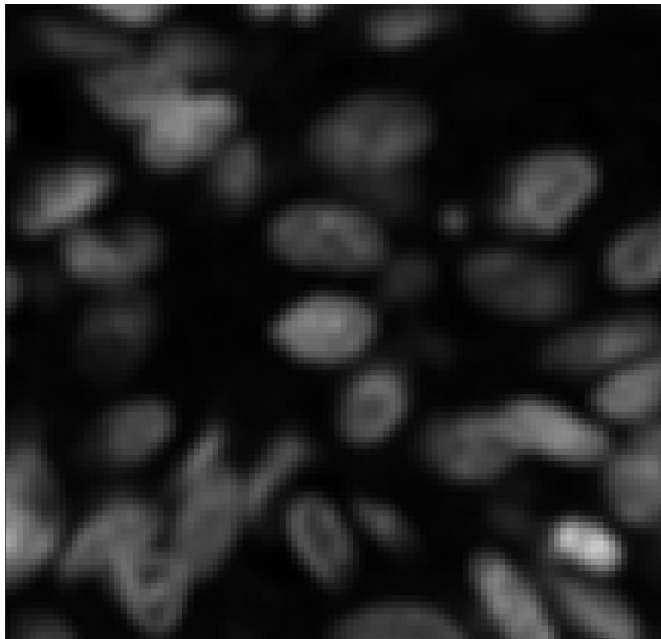
model match threshold



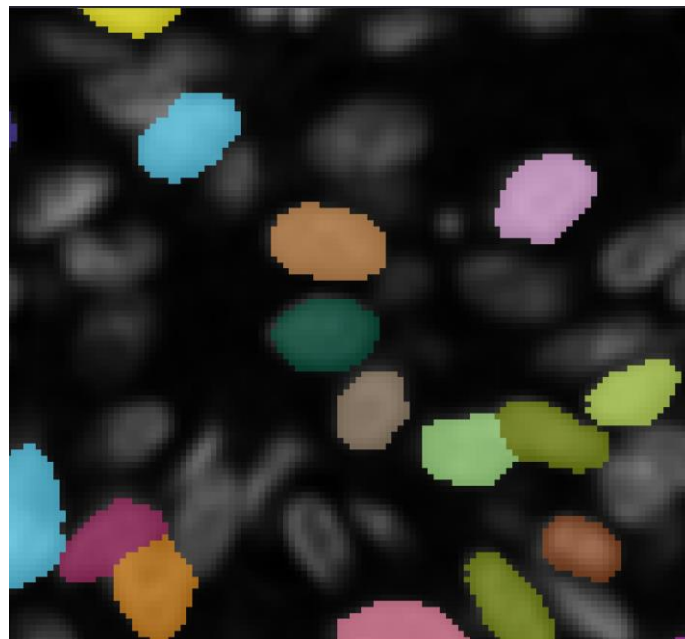
27.00

- Reduce este valor si se requiere detectar **más** núcleos.
- Incrementa este valor si se requiere detectar **menos** núcleos.

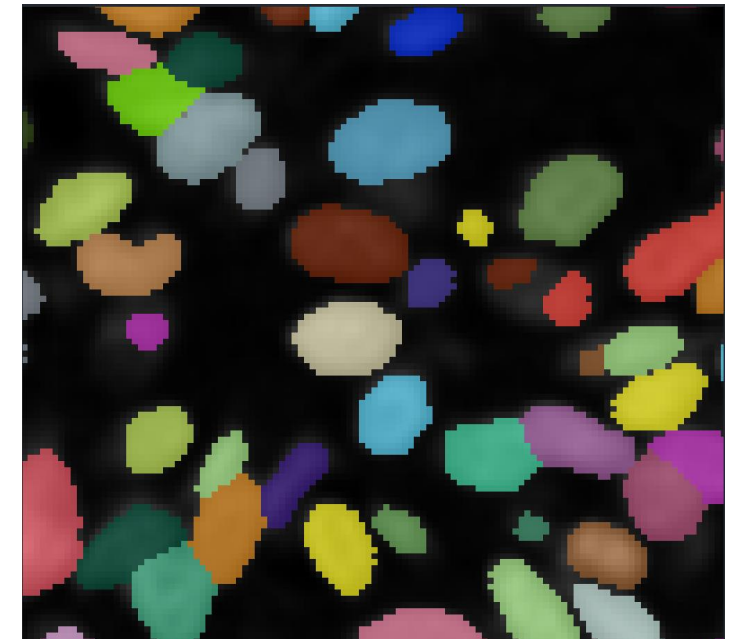
Input



Threshold = 27



Threshold = 1

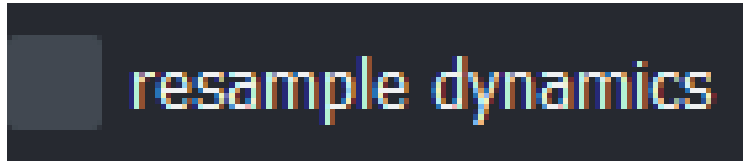


Parámetros - Cellpose

☒ average 4 nets

- *Average 4 nets:*
 - Se utilizan 4 modelos de cellpose y se promedian para obtener el resultado final.
- *Activar* esta casilla para obtener una segmentación más estable.

Parámetros - Cellpose



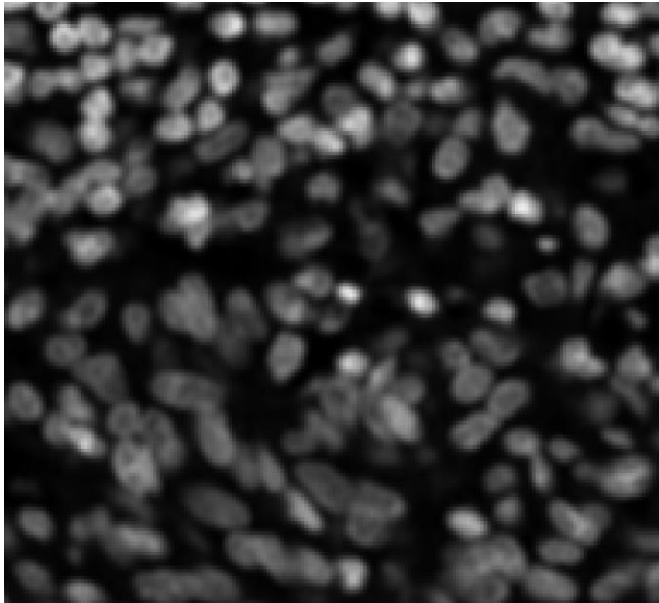
- *Resample dynamics*
 - activar si se requiera obtener segmentaciones más suavizadas.
- En caso de activar esta casilla, los resultados pueden requerir más tiempo de procesamiento.
- Nota: No mucha diferencia en segmentación de núcleos.

Parámetros - Cellpose

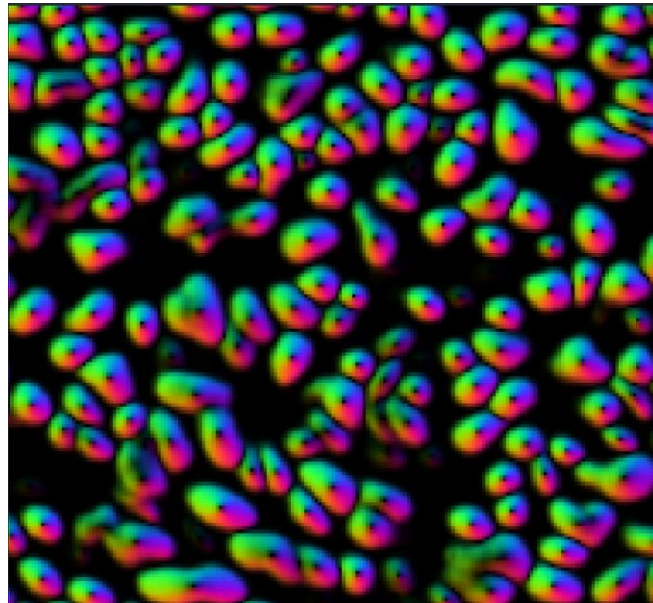
✓ `output flows and cellprob`

- Mostrar los resultados intermedios del modelo de cellpose.
 - Gradientes y probabilidad de un pixel de ser célula

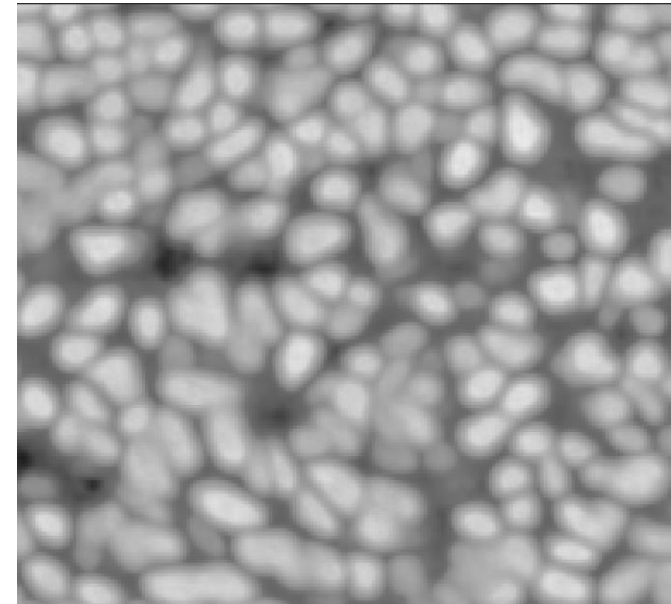
Imagen



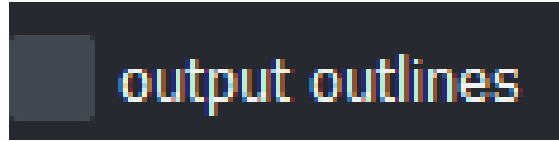
Gradientes



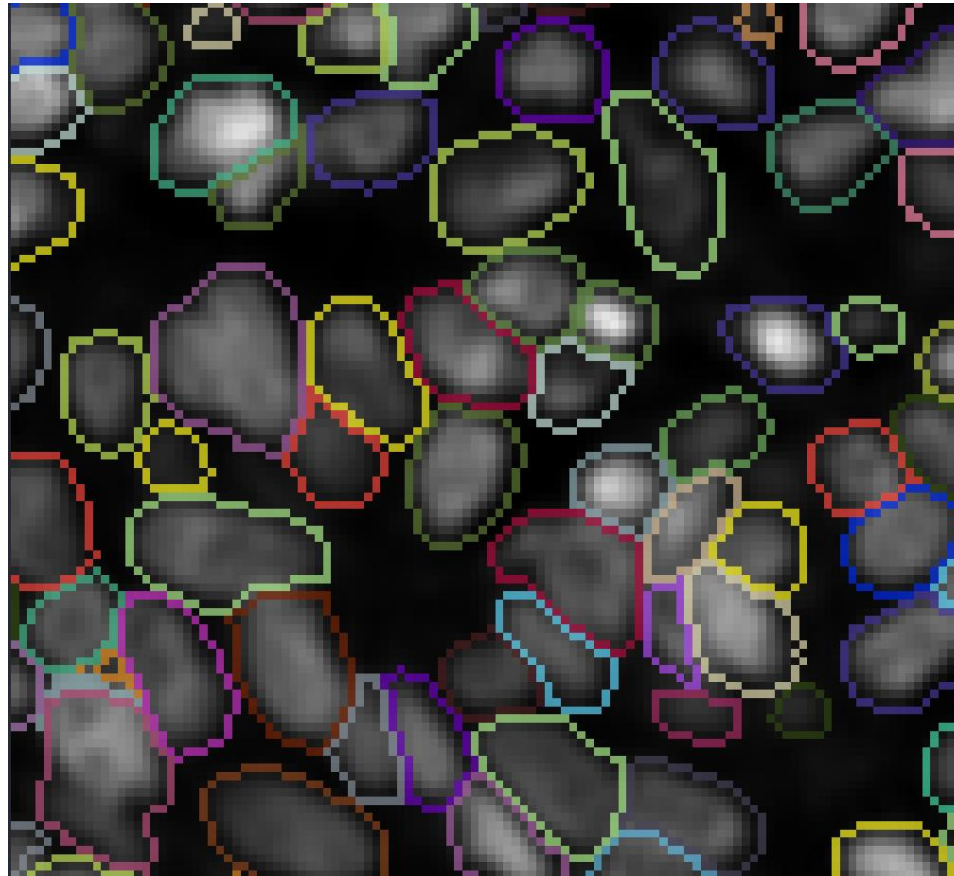
Probabilidad



Parámetros - Cellpose



- Activar para mostrar los contornos de las células segmentadas.



Parámetros - Cellpose



run segmentation

- Dados todos los parámetros de cellpose, presiona “run segmentation” para realizar la segmentación.

Realizar segmentación de núcleos con cellpose

- Realizar pruebas con algunas imágenes para verificar el desempeño de Cellpose en la detección de núcleos.