

# ESTADÍSTICA Y CONOCIMIENTO (de trayectorias y otros cuentos...)

Rocío Joo

**UF** | UNIVERSITY of FLORIDA



[rocio.joo@ufl.edu](mailto:rocio.joo@ufl.edu)



@rocio\_joo

# Conocimiento

# Conocimiento CIENTÍFICO

## (Investigación)



Conocimiento CIENTÍFICO  
(Investigación)      ↔      Estadística



Conocimiento CIENTÍFICO  
(Investigación)      ↔      Estadística



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)      ↔      Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)      ↔      Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)      ↔      Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable
  - metódico

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable
  - metódico
  - objetivo

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable
  - metódico
  - objetivo
  - comunicable

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable
  - metódico
  - objetivo
  - comunicable
  - provisorio

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación) ↔ Estadística



- Investigación científica: produce conocimiento científico
- Conocimiento científico:
  - saber riguroso y contrastable
  - conocimiento sistemático
  - explicativo
  - verificable
  - metódico
  - objetivo
  - comunicable
  - provisorio
  - en un proceso histórico

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística

- Como herramienta



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Como herramienta



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Como herramienta



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Como herramienta



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística

- Como pregunta



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación) $\iff$ Estadística



- Ejemplos



# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación) ↔ Estadística

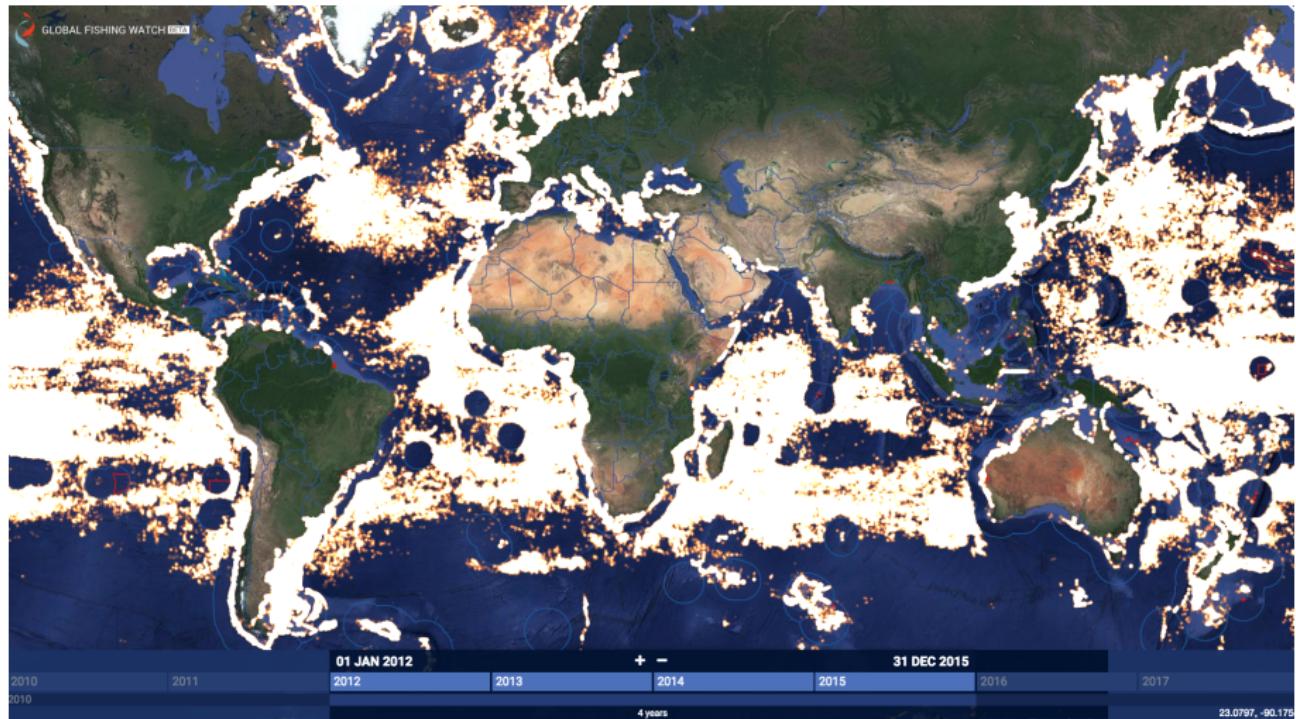


- Razones y perfil para hacer investigación



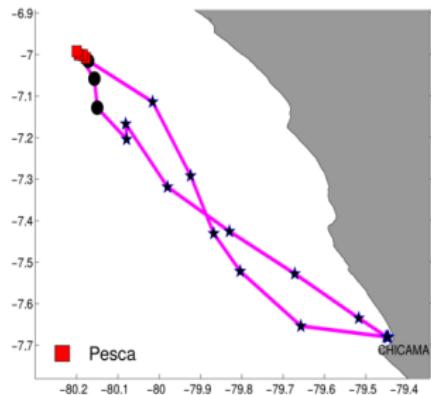
# Temas de investigación

## Identificación de puntos de pesca



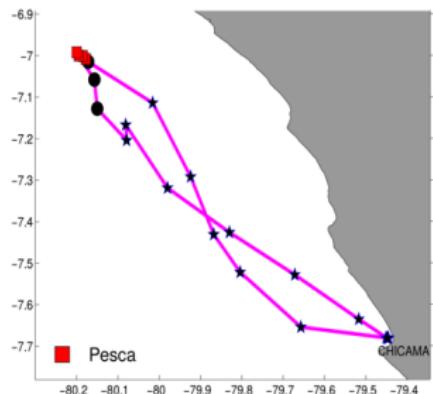
# Temas de investigación

## Identificación de puntos de pesca



# Temas de investigación

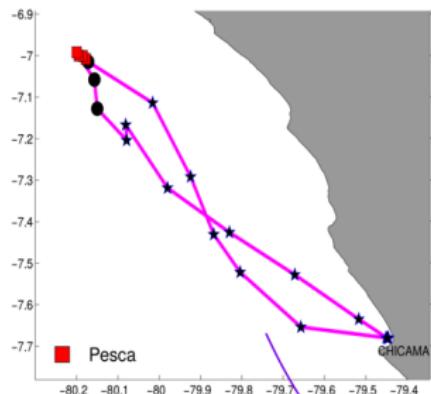
## Identificación de puntos de pesca



Caso concreto:  
trayectorias de  
embarcaciones  
peruanas

# Temas de investigación

## Identificación de puntos de pesca



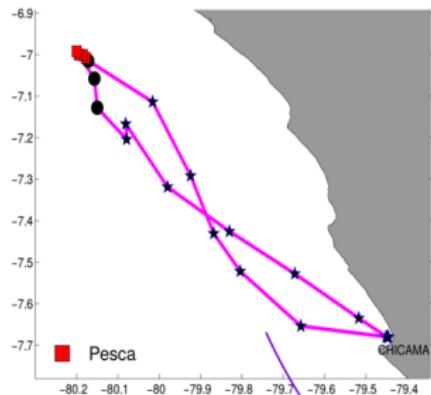
Caso concreto:  
trayectorias de  
embarcaciones  
peruanas

- Puntos de pesca reales
- Entrenar y validar



# Temas de investigación

## Identificación de puntos de pesca



Caso concreto:  
trayectorias de  
embarcaciones  
peruanas

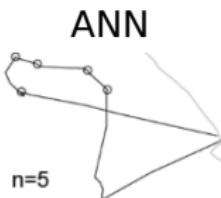
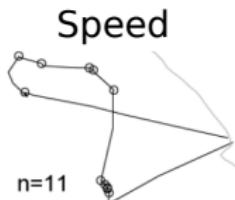
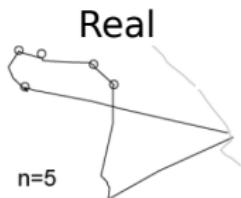
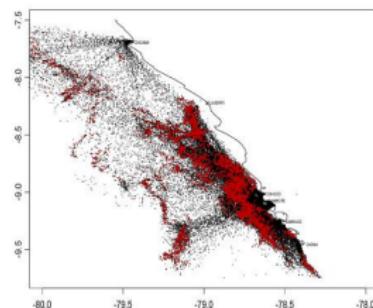
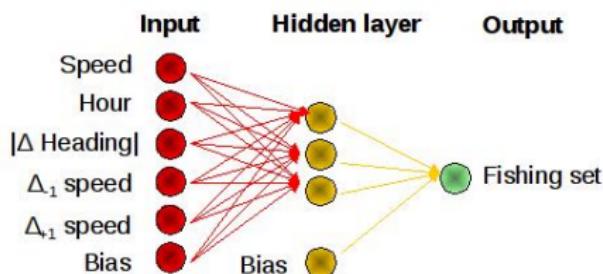


- Puntos de pesca reales
- Entrenar y validar
- Inferir

# Temas de investigación

## Identificación de puntos de pesca

- Calibración de redes neuronales artificiales (perceptrón multicapas)

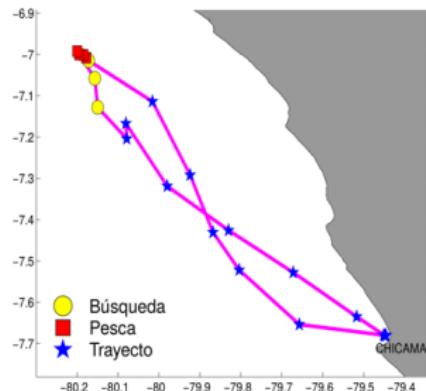


+182%  
overestimation  
(Bertrand et al. 2008)

+1% overestimation  
76% true fishing sets  
(Joo et al. 2011 Ecomod)

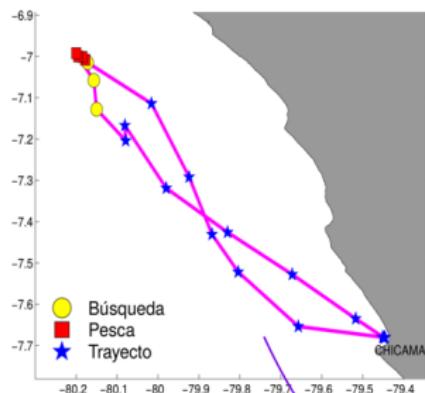
# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca

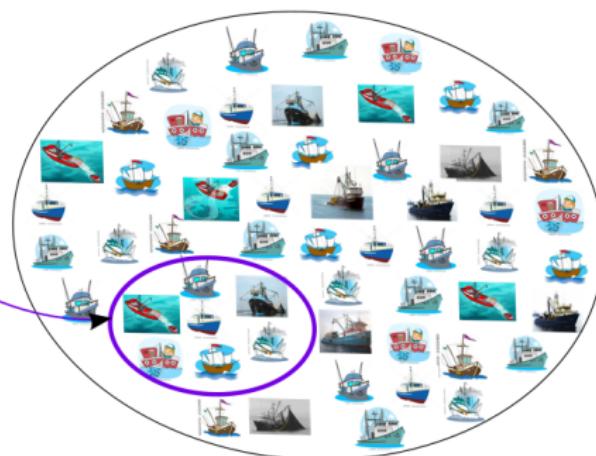


# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca



Caso concreto:  
trayectorias de  
embarcaciones  
peruanas

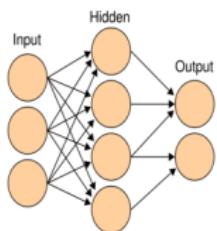


- Actividades reales
- Entrenar y validar
- Inferir

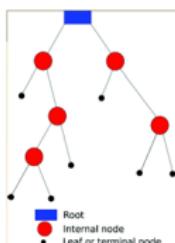
# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca

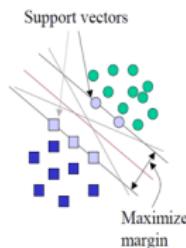
## Artificial neural networks



## Random forests



## Support vector machines

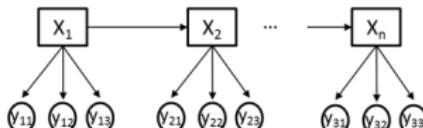


## Hidden Markov models

$X_t$  : hidden state variables

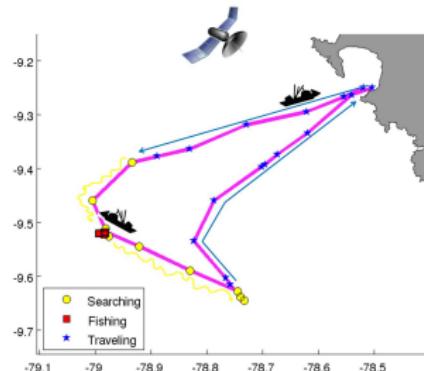
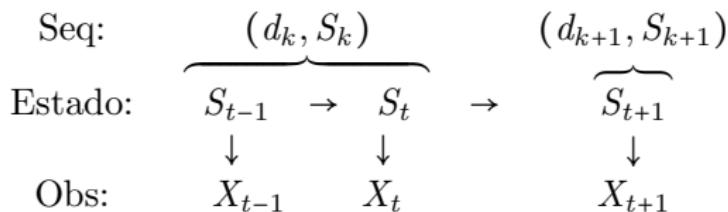
$y_{ti}$  :  $i^{th}$  observed variable @ t

## Hidden semi-Markov models



# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca



HMM:

- Proceso de Markov oculto  
 $P(S_t = s_t | S_{t-1} = s_{t-1})$
- Proceso de observaciones condicionales a  $S_t$   
 $P(X_t = x_t | S_t = s_t)$

HSMM:

- Proceso de semi-Markov oculto  
 $P(S_t = j | S_t \neq i, S_{t-1} = i)$

# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca

Joo et al. 2013 (PlosONE)

- Redes neuronales artificiales
- Maquinas a vector soporte
- Bosques aleatorios
- Modelos de Markov ocultos

# Temas de investigación

Identificación del **mejor modelo** para inferir las actividades durante viajes de pesca

Joo et al. 2013 (PlosONE)

- Redes neuronales artificiales
- Maquinas a vector soporte
- Bosques aleatorios
- Modelos de Markov ocultos
- **Modelos de semi-Markov ocultos (HSMM)**  
(adaptados para pasos de tiempo irregulares)
- Modelos híbridos (nuevos)

Scale	Indicator
Step	$\text{Accuracy} = \frac{\text{inferred} \cap \text{true}}{\#\text{states}} \times 100\%$
Segment	$\text{Recall} = \frac{\text{inferred} \cap \text{true}}{\#\text{true}} \times 100\%$
	$\text{Precision} = \frac{\text{inferred} \cap \text{true}}{\#\text{inferred}} \times 100\%$
	$\text{F1} = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \times 100\%$
	$\text{Duration} = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i - G_i)^2}{n}$

# Temas de investigación

En curso: HMMs con covariables → rol del viento en los cambios de comportamiento en el vuelo de aves marinas

HMMs:



...

# Temas de investigación

En curso: HMMs con covariables → rol del viento en los cambios de comportamiento en el vuelo de aves marinas

HMMs:



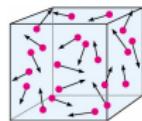
...



# Temas de investigación

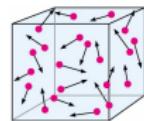
Revisión de indicadores para caracterizar el movimiento diádico

Joo et al. 2018 (MovEco)



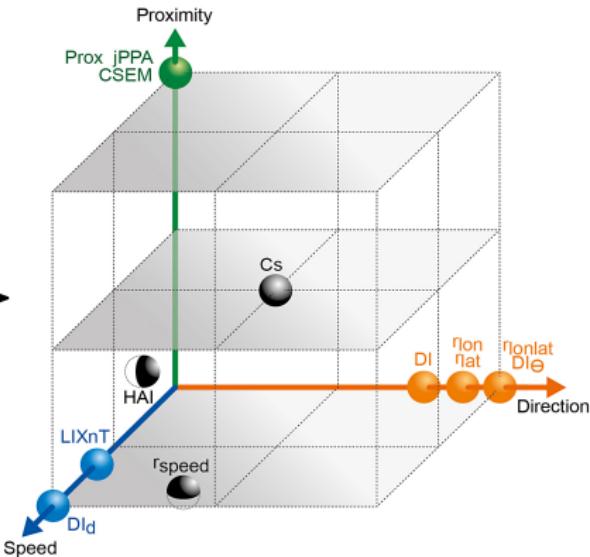
# Temas de investigación

Revisión de indicadores para caracterizar el movimiento diádico  
Joo et al. 2018 (MovEco)



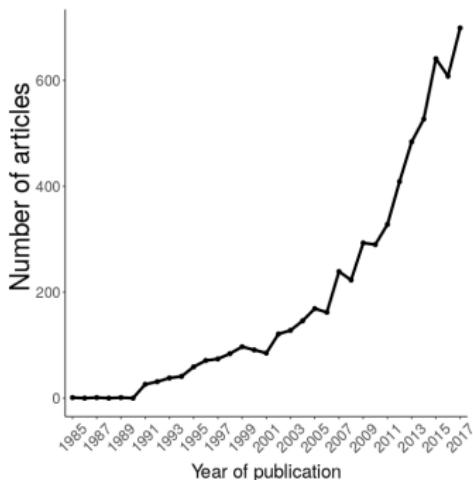
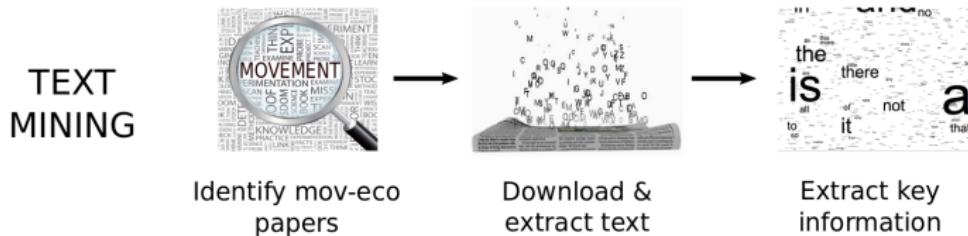
Prox	$r_{\text{lon}}$
jPPA	
Cs	$r_{\text{lonlat}}$
DI <sub>d</sub>	
DI <sub>θ</sub>	
	$r_{\text{speed}}$
HAI	
LIXnT	
CSEM	
DI	$r_{\text{lat}}$

characterizing  
mathematical  
properties



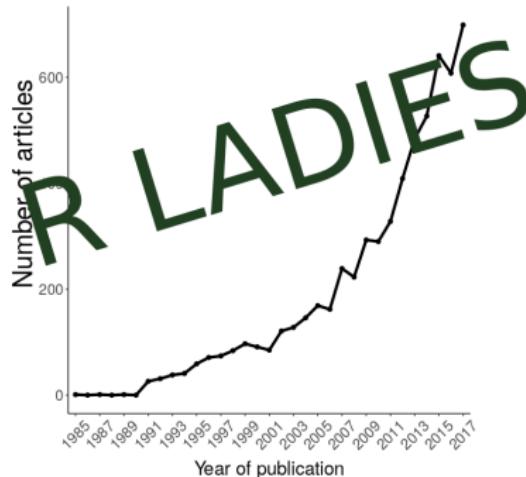
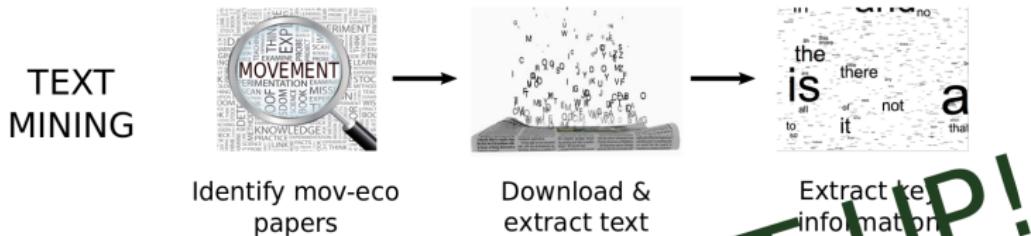
## Temas de investigación

Revisión cuantitativa de la ecología del movimiento (text mining) [Joo et al. in prep.](#)



# Temas de investigación

Revisión cuantitativa de la ecología del movimiento (text mining) **Joo et al. in prep.**



R LADIES MEET UP!

MEET UP!

population area activity environment individual animal species model forage result pattern range effect time habitat study data fish predator bird species system process influence significant direct system mean process estimate suggest selection available importance dynamic resource patch scale response disperses understand like shows follows hypothesis sample patch greater than impact research parameter flow

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)      ↔      Estadística



- Estadística como herramienta y como pregunta

# Conocimiento CIENTÍFICO (Investigación)

↔ Estadística



- Estadística como herramienta y como pregunta
- Razones y perfil para hacer investigación



## Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)
- Conducir investigaciones → libertad



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)
- Conducir investigaciones → libertad
- Contribuyes a la sociedad y a un mundo mejor



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)
- Conducir investigaciones → libertad
- Contribuyes a la sociedad y a un mundo mejor
- Aprendes constantemente



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)
- Conducir investigaciones → libertad
- Contribuyes a la sociedad y a un mundo mejor
- Aprendes constantemente
- Conoces gente genial



# Razones (*sesgadas*) para conducir investigación

- ¡Es divertido!
- Siempre te preguntas porqué y cómo (e intentas responder)
- Conducir investigaciones → libertad
- Contribuyes a la sociedad y a un mundo mejor
- Aprendes constantemente
- Conoces gente genial



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía



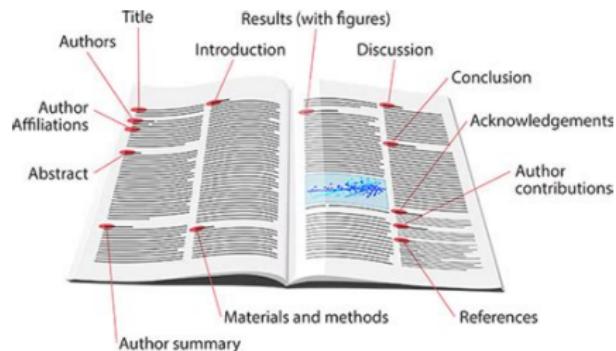
# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas



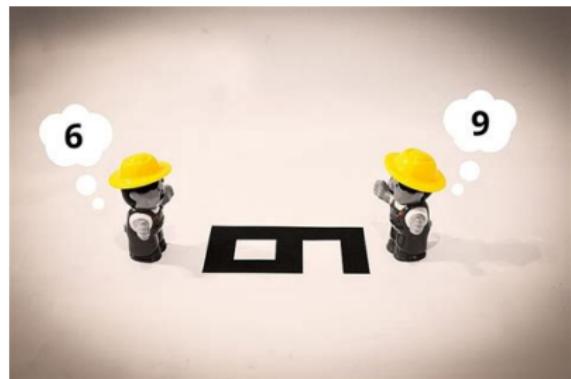
# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas, desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a colaborar y escuchar)
- Ética



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)
- Ética



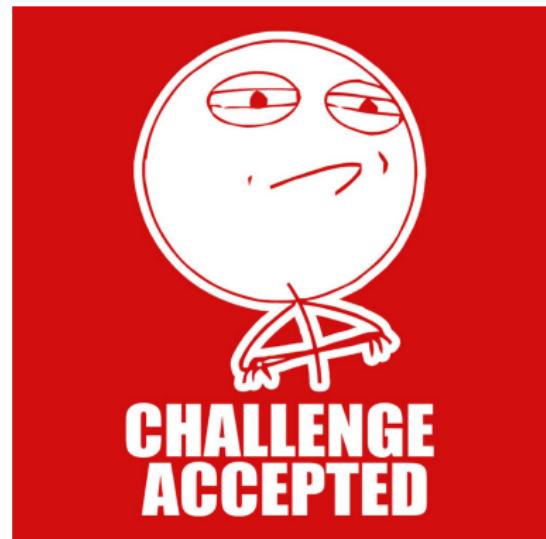
# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)
- Ética
- Lidiar con el fracaso



# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)
- Ética
- Lidiar con el fracaso
- Que te gusten los retos

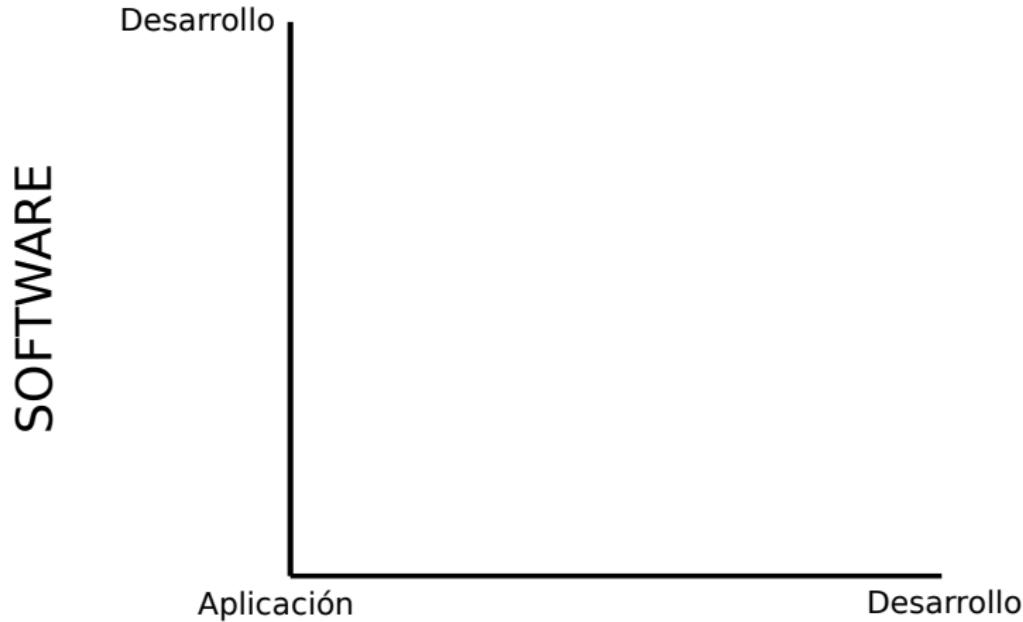


# Perfil

- Que te guste estudiar y pensar
- Autonomía
- Saber hilar ideas,  
desarrollarlas y presentarlas
- Trabajo en equipo (aprender a  
colaborar y escuchar)
- Ética
- Lidiar con el fracaso
- Que te gusten los retos
- Comunicarse en inglés



# Perfil



MÉTODOS ESTADÍSTICOS



✉ [rocio.joo@ufl.edu](mailto:rocio.joo@ufl.edu)

🐦 [@rocio\\_joo](https://twitter.com/rocio_joo)