
Investigar en IA

— 5to año, Ing. en Sistemas de
Información —

Advertencia!

- Esta clase experimental se centra en comentar lo que es investigar en IA, a partir de experiencia personal y de otros becarios, investigadores y lecturas en foros, armando una *"experiencia típica"*.
- El doctorado es una carrera que tiene un camino personal, por lo cual hay varios sesgos a partir de mi propio camino.

Advertencia!

- Entre lo que veremos hay aspectos filosóficos y de ética. Si están en desacuerdo con algo, lo dicen y lo debatimos!
- Vamos a ver un poco de cada tema. La idea es que participen, pregunten e indaguen por donde más les interesa.

Organización de la charla

- Intro a la ciencia, doctorado e investigación.
- Intro a la investigación en IA.
- “Lo Bueno, lo Malo y lo Feo”.
- Conclusiones.

Intro a la ciencia, doctorado e investigación

Ciencia: Epistemología

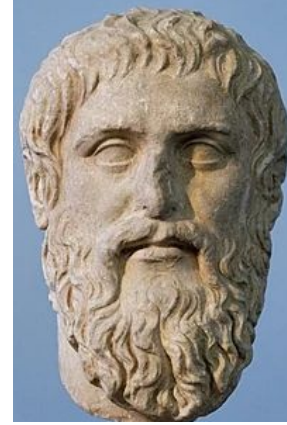
- Rama de la filosofía
- ¿Cómo definimos lo que es conocimiento?

Raíces en los filósofos griegos (antigüedad)

- Método deductivo (racionalismo)

Raíces en los filósofos ingleses (modernidad)

- Conocimiento a partir de la experimentación (empirismo)



Platón



Francis
Bacon

Ciencia

- Está en muchísimo de nuestra vida cotidiana.
- Comprende tanto un cuerpo de conocimiento como un método, con formas claras para replicarlo y cambiarlo (es decir, **está en movimiento**).
- Se entrelaza con la tecnología e innovación.

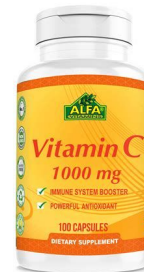
Lectura recomendada: [libro Pensar con otros](#), de Guadalupe Nogués (parte de estas slides están basadas en fragmentos de su libro)

Ciencia: Método científico. Ejemplo

Tenemos

A - fenómeno 1. Ejemplo: consumo de vitamina C en alta dosis (como suplemento vitamínico de alta dosis)

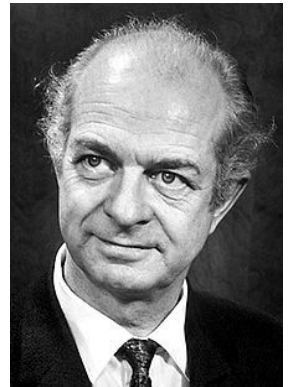
B - fenómeno 2. Disminución de los resfríos



Ciencia: Método científico. Ejemplo

- Linus Pauling, premio nobel de química y de la paz, fue quién propuso la relación *A (muchísima vitamina C)* implica *B (menos resfríos)*
- Publicó artículos científicos y de divulgación al respecto y fue quien motivó el consumo diario de vitamina C en la población, a partir de su propia experiencia.

Linus Pauling



Ciencia: Método científico. Ejemplo

No obstante, diversos científicos desafiaron su propuesta, sosteniendo que la metodología usada no era sólida. Entre ellas:

- La muestra de personas en sus experimentos era muy pequeña.
- No utilizó un grupo de control con placebos.

Ciencia: Método científico. Ejemplo

- El tiempo en el que se las evaluó fue bajo.
- No realizó repetición de experimentos.

Estudios posteriores de otros investigadores, derivaron en el consenso de que la alta dosis de vitamina C no reduce la posibilidad de los resfríos.

Ciencia: Método científico

- Linus estaba equivocado, su opinión no tenía evidencia sólida. Aún así, él la mantuvo.
- Esto ilustra que la ciencia se enfoca en los “**cómo**”, más que en los “*que*”, y mucho menos en los “*quién*”.
- También ilustra que la ciencia manifiesta **nuestro mejor conocimiento disponible**.
- Esto no quiere decir, en absoluto, que “todo es relativo”.

Ciencia: Método científico

Establece las bases para la investigación científica

- Objetivo: encontrar relaciones causales entre fenómenos $A \Rightarrow B$

Pilares históricos

- “A hombros de gigantes”
- Documentado (papers, libros, diarios de campo, entrevistas)
- Reproducible

Método científico

Recientes:

- Falsabilidad
- Evaluación por pares
- *Open knowledge*
- *Open source*

Científico

¿Cómo se forma un científico?

- Introduciéndose al campo científico, método científico, comunidad particular (leyendo papers, aprendiendo modos/costumbres/estilos).
- Armandando sus propias hipótesis, aprendiendo a testearlas y compararlas con otras.
- Esto suele comenzarse con una carrera de doctorado, donde desarrolla una tesis.

Doctorado

- Típicamente con una carrera + beca de doctorado por 5 años.
- Se asume dedicación exclusiva al estudio y clases en esos años. Es decir, no se nos permite tener otro trabajo en paralelo.

Doctorado

Veamos rápidamente qué es un doctorado, en imágenes ...

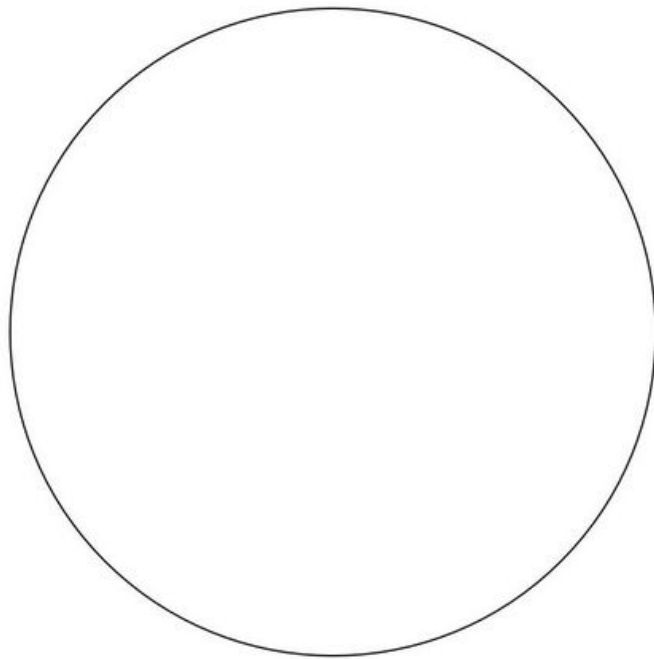
Fuente: [Matt Might](#)

[The Illustrated Guide to a Ph.D.](#)

[Fuente de la traducción](#)

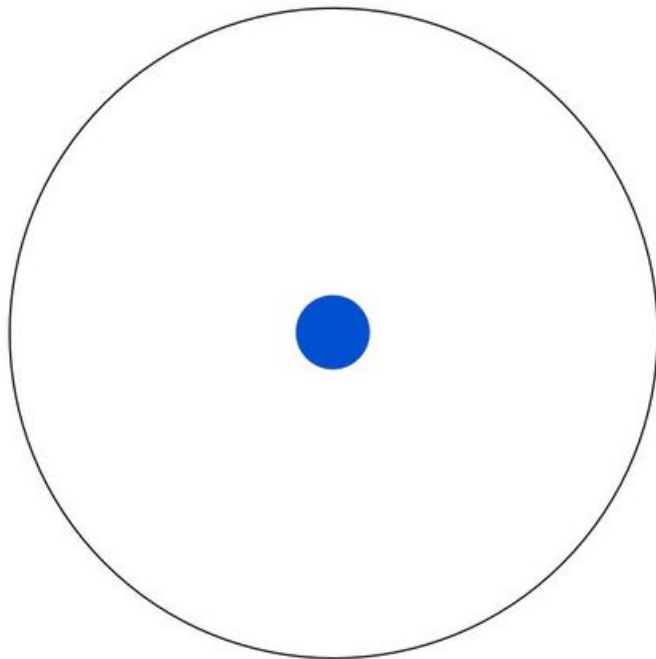
Doctorado

Imagina un círculo que contiene todo el conocimiento de la Humanidad:



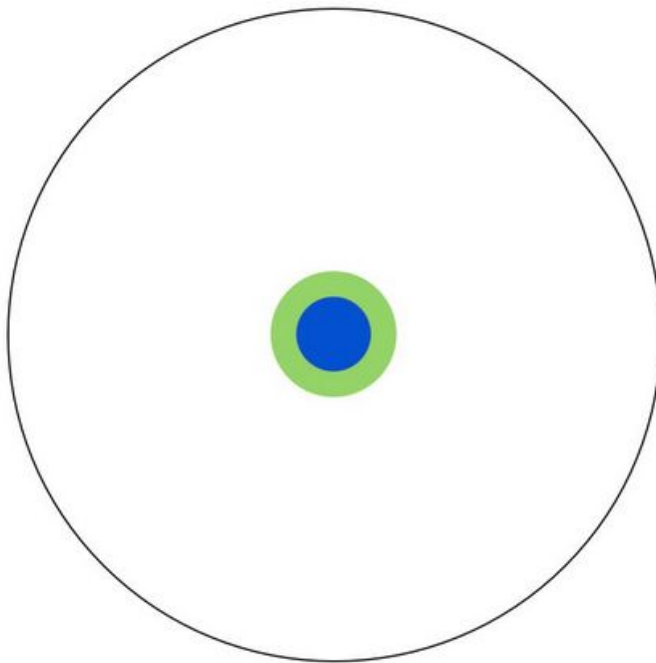
Doctorado

Cuando terminas la educación primaria, sabes un poquito:



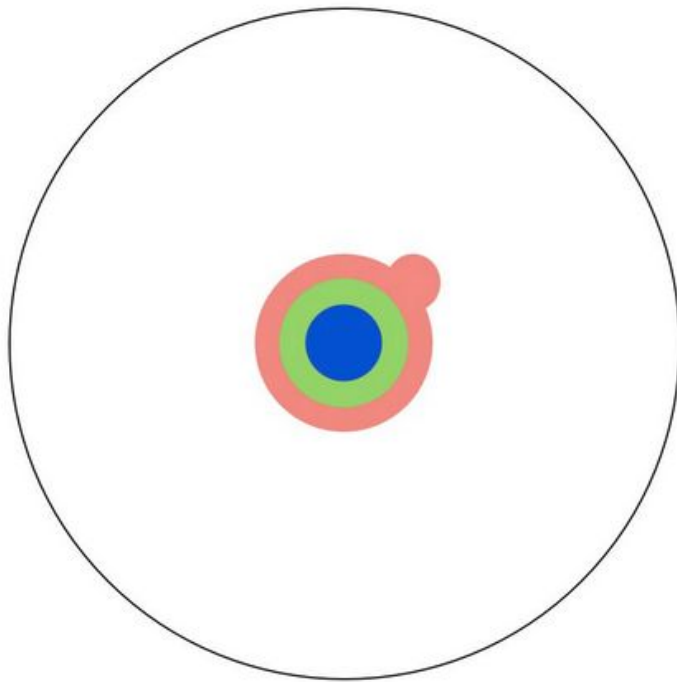
Doctorado

Cuando terminas la educación secundaria y el bachillerato, sabes algo más:



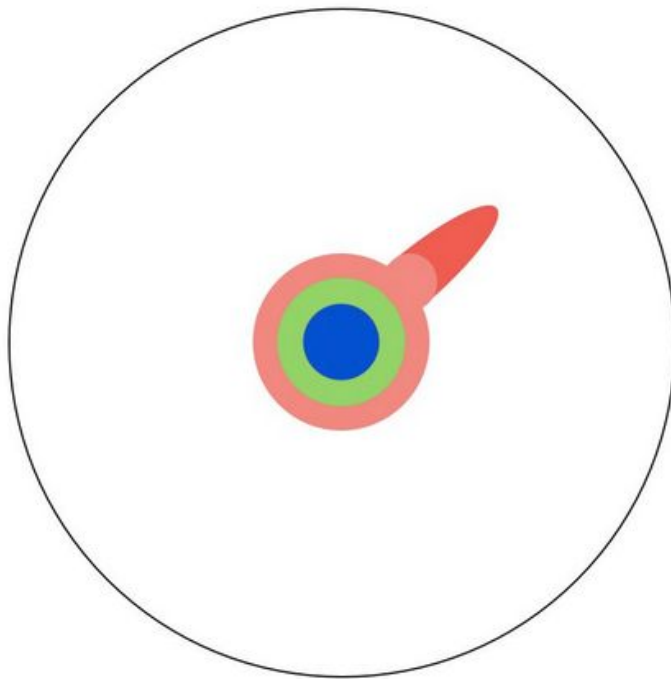
Doctorado

Cuando te gradúas en la universidad, consigues una especialidad:



Doctorado

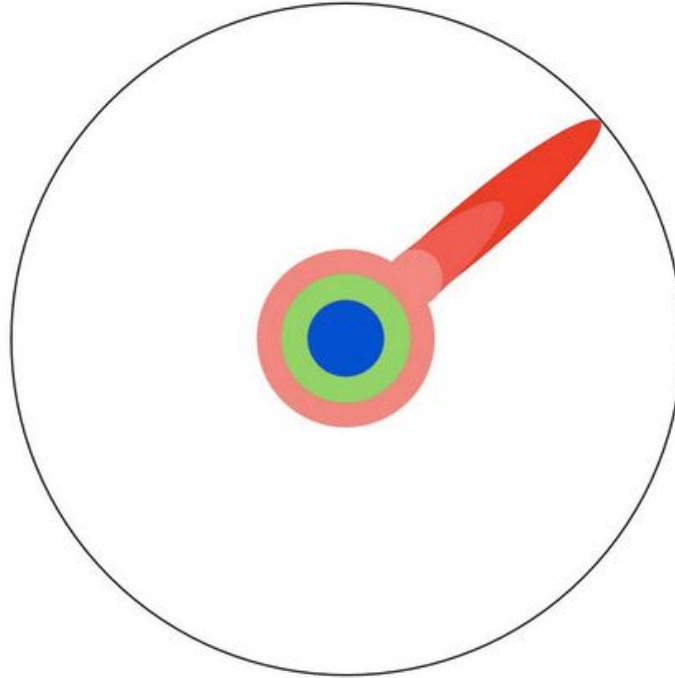
Con un máster profundizas en dicha especialidad:



(nota: en algunos países se usa el modelo de primero máster, después doc; en Argentina se usa el modelo de doc de 5 años que incluye cursos de profundización)

Doctorado

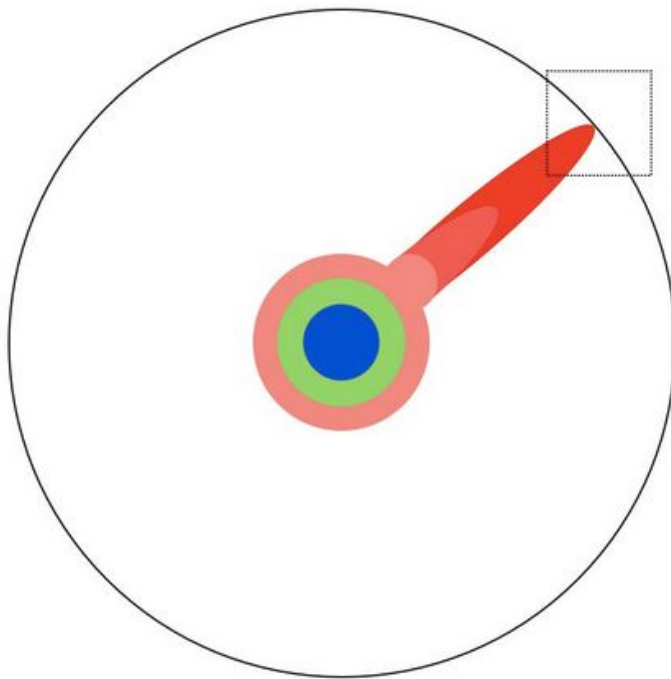
La lectura de literatura académica te lleva hasta la frontera del conocimiento de la Humanidad:



(opinión: la profundización con respecto al conocimiento total es mucho menos ancha que en la Fig)

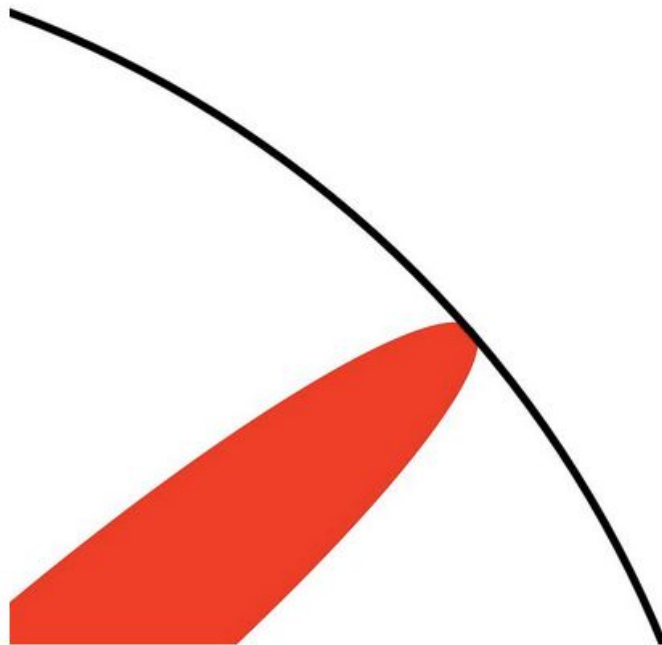
Doctorado

Una vez en el límite, te centras en un tema específico:



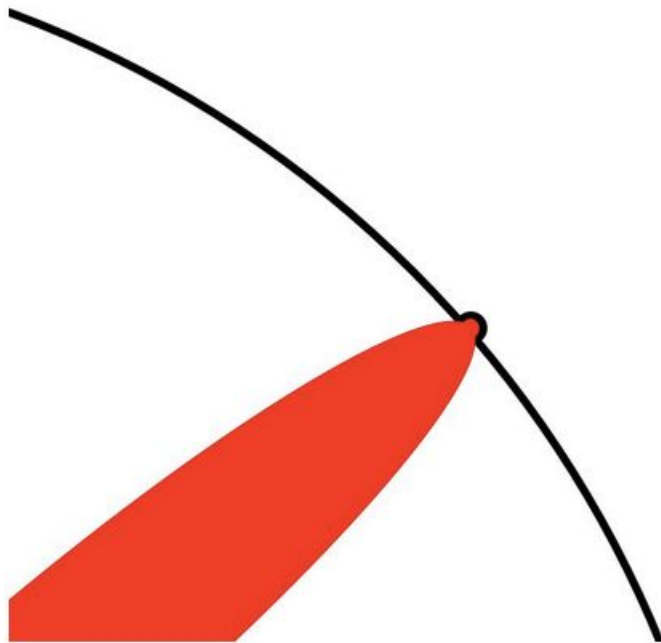
Doctorado

Empujas el límite durante unos años:



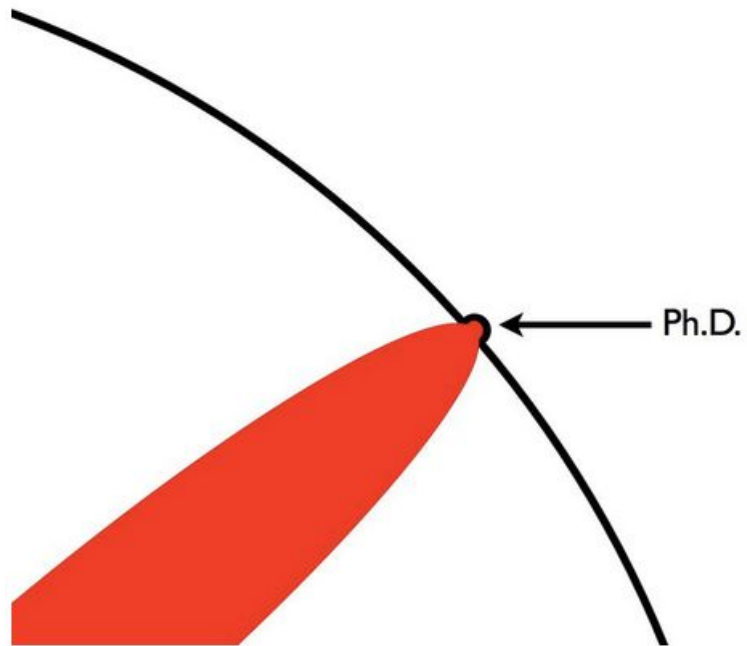
Doctorado

Hasta que, un día, el límite cede:



Doctorado

Y esa mella que has hecho se llama doctorado (PhD):



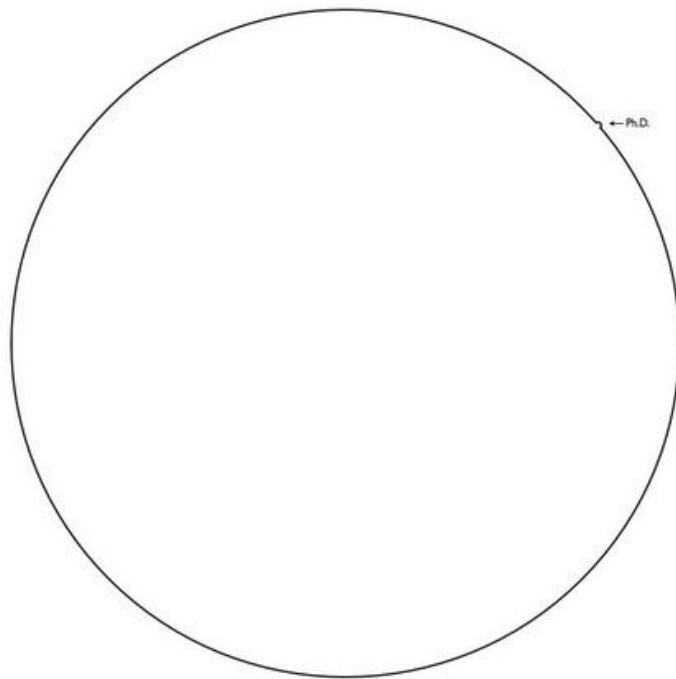
Doctorado

Por supuesto, el mundo te parece muy distinto ahora:



Doctorado

Pero no olvides tomar perspectiva:



Sigue empujando.

Doctorado

- Especialización en un área particular, y en base a una hoja de ruta general (plan de tesis), generar nuevo conocimiento.
- Aprender a aplicar la ciencia en una comunidad científica, apoyado por un mentor (director) e inserto en un grupo.
- El director guía al becario en el campo científico donde aportará su tesis, y tiene mucha experiencia aplicando el método científico.

Doctorado (y academia en general)

- Aprender haciendo y recibiendo feedback de propias ideas, con un espíritu constructivo.
- Esto es, presentando nuestros trabajos/clases/charlas no con la actitud de mostrar lo infalible que somos (?) , sino para compartir lo que encontramos, pulirlo, recibir feedback y aprender.
- Es decir, exponerse. Estudiar, compartir lo aprendido, recibir feedback y aplicarlo en presentaciones, clases, charlas y con becarios de grado.

Carrera de doctorado

Cursos:

- Aportan profundidad sobre el área a explorar, conocimiento gral. o la filosofía de la ciencia (ej: metodología de la investigación, epistemología).
- Un doctorado de 5 años (o maestría) suele involucrar unos 7-9 cursos, típicamente se hace de a un curso por vez.

Carrera de doctorado

Clases y charlas:

- Permiten compartir y aprender.
- Típicamente son sobre temas relacionados o cercanos.
- Se aprende muchísimo preparando clases/charlas y de las preguntas
- Les animo a que den charlas!!

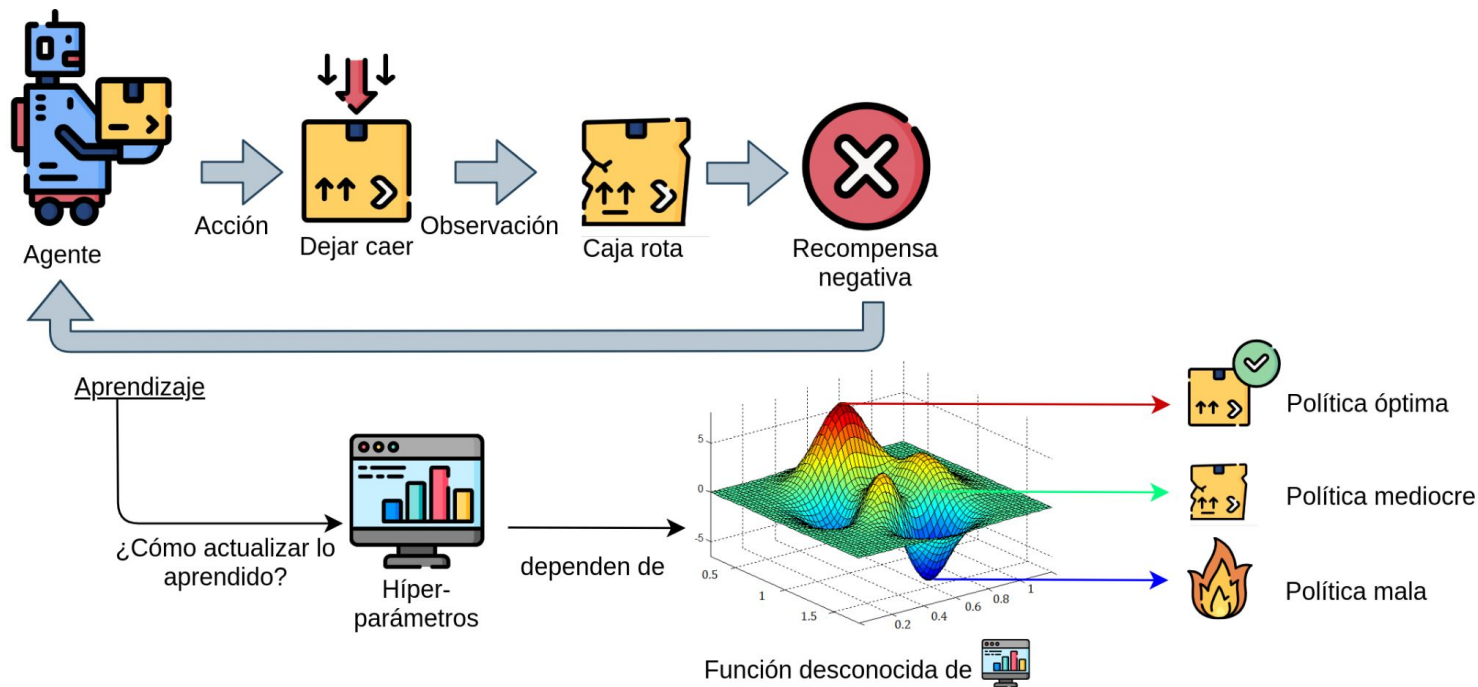
Doctorado en ingeniería en sistemas/computación

- Al ser “en ingeniería”, la investigación suele ser de carácter aplicado
- Seguimos programando! (más que nada prototipos)
- Seguimos con la matemática y modelando! (*your mileage may vary*)
- También dando clases y escribiendo artículos

Investigación en IA

Referencia: mi tema de tesis

- Optimizar los hiper en aprendizaje por refuerzos



Referencia: mi tema de tesis

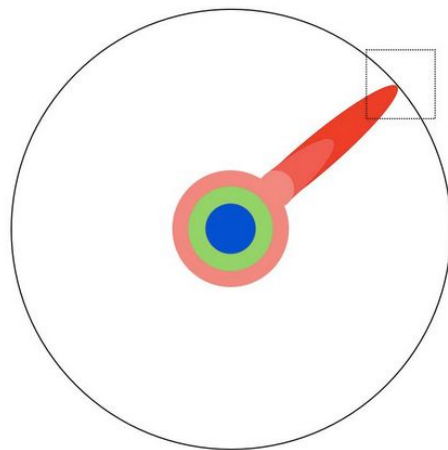
- Tesis: “afirmación o teoría (general) que se presenta como una premisa que debe mantenerse o probarse” ([fuente](#)).
- La tesis se propone al iniciar el doctorado mediante un plan de tesis.
- El objetivo del doc es validarla o refutarla, aunque el plan de tesis debe fundamentar por qué tiene grandes chances de ser probada.

Día a día

- El trabajo es *muy* por objetivos (a 3-6 meses, u objetivos anuales)
- Horarios flexibles para estudiar, ir a charlas, talleres, preparar/dar clases
- Se puede hacer remoto; mejor presencial para formar comunidad
- “En general”, requiere 8 horas por día de Lun-Vie/Sáb, excepto en picos que pueden ser de ~12 por día por varias semanas

Año 1-2: profundizar y aprender lo que hay

- Objetivo: entender lo que se hizo, lo que se intentó, por qué nuestra tesis es un problema abierto.
- Para ello leer papers (muchos). Analizarlos y discutirlos en un grupo de investigación, y debatir ideas.
- Ojo con el [síndrome del impostor](#).



Año 1-2: profundizar y aprender lo que hay

Reflexionar sobre qué hace buena a una idea, ej: ([fuentes: blog de J. Schulman](#))

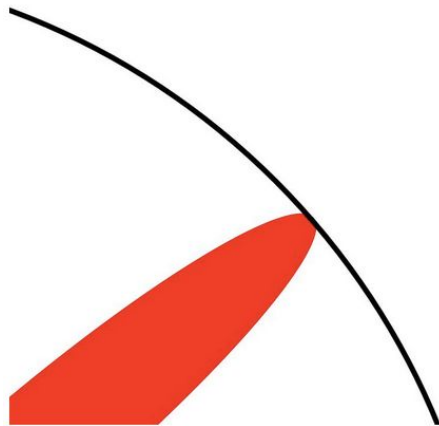
1. ¿Qué hace a una teoría útil?
2. ¿Cuándo los resultados son transferibles?
3. ¿Por qué algunas ideas prevalecen sobre otras?
4. ¿Cuáles son las tendencias relevantes?

Año 1-2: profundizar y aprender lo que hay

- Al mismo tiempo, familiarizarse con los frameworks comúnmente usados en trabajos relacionados (ej: numpy, PyTorch, JAX), y con tecnologías que nos van a facilitar la vida (Git, Docker, Linux, cómputo en la nube).
- Elegir los trabajos más relevantes y obtener código / replicarlos, entender con código y paper en mano sus capacidades y limitaciones.
- Idealmente, los cursos deberían ayudar a entender la teoría / programación.

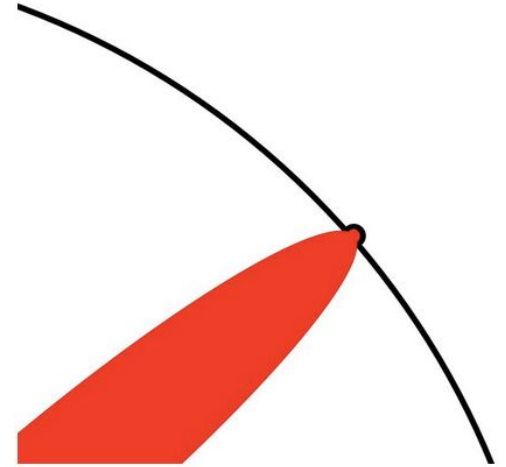
Año 1-2: puesta a prueba de primeras hipótesis

- Entendiendo el estado del arte, empezamos a empujarlo con pequeños intentos.
- Elaboramos primeras teorías, y las exponemos con el/la director/a, grupos y congresos locales para obtener feedback.
- Se siguen leyendo papers y cursando.



Años 2-5: generar nueva teoría

- Intentamos varias hipótesis. La mayoría van a fallar; otras no van a tener resultados concluyentes.
- Documentamos, intentamos, pensamos más ideas, volvemos a intentar.



Años 2-5: generar nueva teoría

- Fallar es esperable; de lo contrario no se trataría de investigación, ni de un problema abierto.
- Suele ser la parte que más cuesta: tenemos que combinar lo que sabemos para crear algo que no existe, y que nuestros pares lo consideren un buen aporte.

Años 2-5: generar nueva teoría

Algunos problemas que suelen surgir:

- Muchas hipótesis suenan razonable; pero en experimentos no andan. Es por la idea, el código, o la configuración?
- Tenemos que aprender a resolverlo por nuestra cuenta.
- Importante empezar con pequeños prototipos e ideas simples, hacer ablación y análisis. Comparar con otras.

Años 2-5: generar nueva teoría

Escritura de un paper

- Idealmente, la escritura del paper debería ir en paralelo a los experimentos.
- Esto es así porque escribir no sólo es reportar, **es parte de la investigación.**
- En este contexto es donde creamos y damos forma a la teoría.

Años 2-5: generar nueva teoría - flujo de un paper

Imagine you are explaining at a whiteboard

- Here is a problem
- It's an interesting problem
- It's an unsolved problem
- **Here is my idea**
- My idea works (details, data)
- Here's how my idea compares to other people's approaches

I wish I
knew how
to solve
that!

I see how
that
works.
Ingenious!



Fuente
Otro genial recurso

Años 2-5: generar nueva teoría - flujo de un paper

- Como las publicaciones requieren seamos primer autor, somos los principales responsables de la escritura, teoría, experimentos y citas.
- Nuestro director evalúa si la metodología es correcta, está bien presentada, es clara. Actúa como “primer revisor”.
- Tendremos varias idas y vueltas con él/ella de corrección y cambios hasta consolidar una versión sólida.

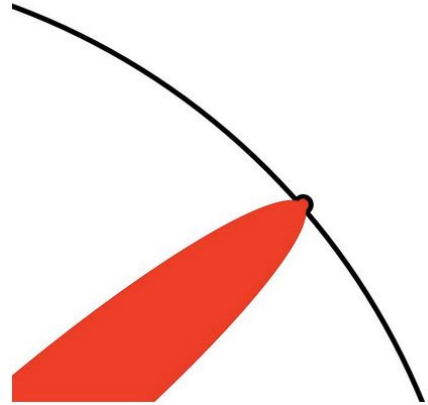
Años 2-5: generar nueva teoría

Tipos de publicaciones:

- Publicaciones locales.
- Publicaciones en revistas científicas.
- Publicaciones en congresos internacionales.

Años 2-5: generar nueva teoría

- Tras empujar mucho, obtenemos buenos resultados!
- Tenemos que hacerle tests de sanidad, ablación, comprobar que no es justo una corrida de suerte y que podemos mantenerlo en diferentes contextos.
- Cumplido esto, terminamos el paper y lo enviamos a revisión por pares, quienes decidirán si lo rechazan, piden una revisión o lo aceptan como está.



Año 5: consolidar la nueva teoría en la tesis

- Finalmente, cuando conseguimos suficientes publicaciones (suelen ser 2-3), el último paso es articular toda nuestra nueva teoría en una tesis.
- En la misma se describe el estado del arte, problema de investigación, y cómo el mismo es abordado por nuestro trabajo.
- La tesis se cimenta en las publicaciones.

Post-doctorado

- Al terminar el doctorado, finalizamos nuestra primera experiencia abordando un proyecto de investigación propio.
- Tras ello, típicamente se elige entre dos caminos posibles:
 1. Seguir por carrera de investigador, empezando por un post-doc
 2. Seguir por la industria

Carrera de investigador

- Proyectos de investigación
- Publicaciones
- Difusión

Carrera de investigador

- Becarios de grado y posgrado para extender líneas de investigación
- Colaboraciones con grupos interdisciplinarios
- Transferencias con empresas

Lo Bueno, lo Malo y lo Feo

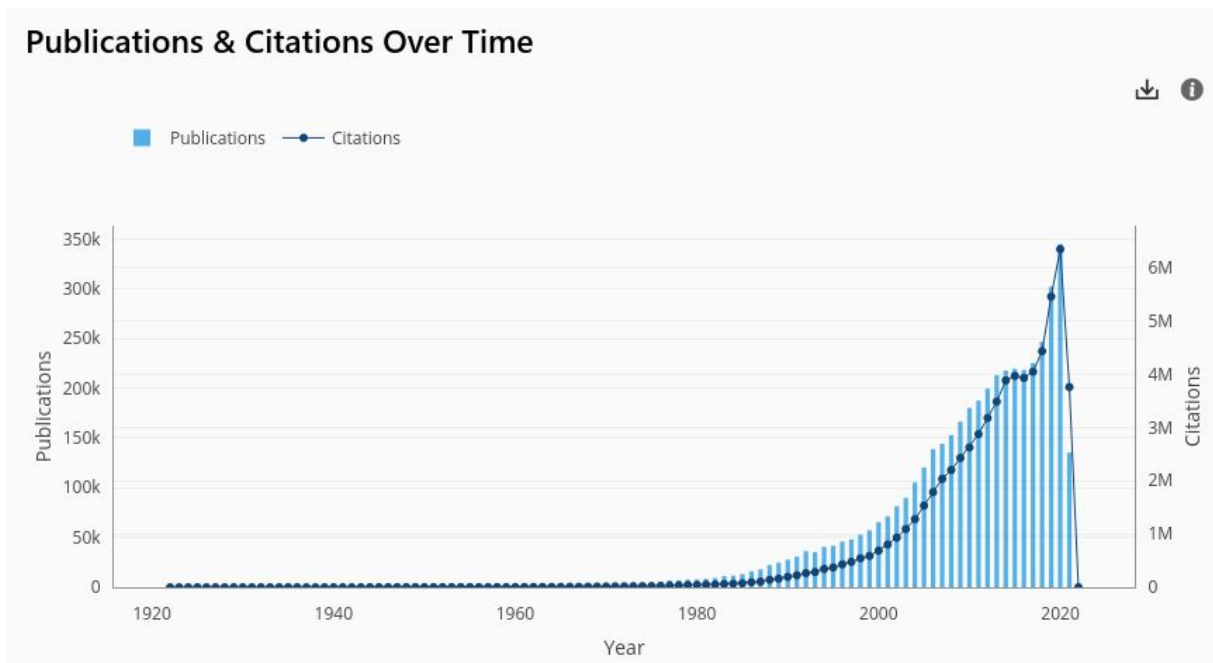
Estado actual de IA en campo científico

- IA/ML está en un boom particular en academia.
- Niveles altos de presupuesto en investigación, publicaciones, becas, cantidad de trabajos conectados con la industria.
- La industria (más que nada *FAANG*) está haciendo inversiones sin precedentes en investigación, tanto pública (mayormente) como privada.

Estado actual de IA en campo científico

Enorme cantidad de publicaciones (y borradores subidos como *preprint*)

Resultados de
MS Academic para
publicaciones de IA



Industria de la IA haciendo ciencia

La cercanía de la industria hace que:

- Se desarrollen más herramientas abiertas de calidad.
- Se patrocinen muchas más actividades, congresos, internships.
- Resulta fácil cambiar de academia a industria y viceversa.

Industria de la IA haciendo ciencia

Por contrapartida:

- A veces las empresas tienen otras agendas, que no incluyen la voluntad de publicar completamente ciertos resultados (ej: no comparten* parte del código o modelos, o ciertos papers no son totalmente reproducibles).
- Estas agendas pueden incluir publicar para luego tener patentes, marketing, venta de servicios.

(*también pasa en algunos grupos en academia)

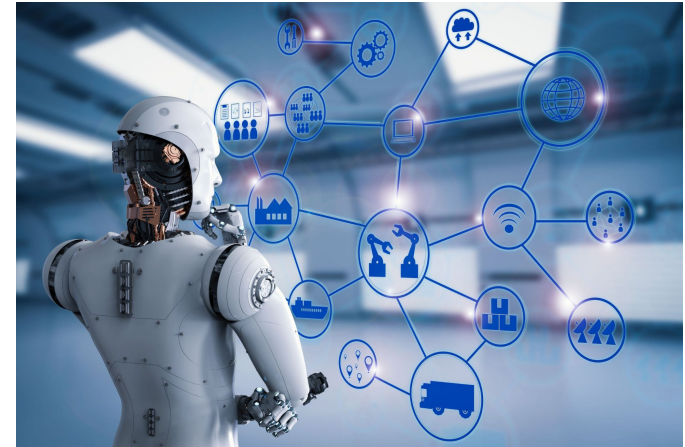
Grupos de IA haciendo ciencia

- En academia, récord de investigación/becarios/proyectos en IA.
- Las universidades son las que principalmente financian a becarios/postdocs/investigadores.
- Investigación en los campos más populares va a muy alto ritmo.
- Buen momento para hacer investigación de IA interdisciplinaria.

Grupos de IA haciendo ciencia

- Que haya muchos grupos hace que haya una comunidad muy interesante, variada y dispuesta a compartir y aprender.
- Hay meetups, cursos, escuelas, congresos, grupos de estudio dentro de toda Argentina y Latinoamérica. Esto no es común en todos los campos!
- También hay mucho fomento a la comunidad diversa.

Problema: OVERHYPEEE!!



(fuente: 1era página de resultados de imágenes sobre “artificial intelligence”)

OVERHYPEEE!!

- Alergia a publicar resultados negativos / lo que no salió.

"I view papers through survival bias: if there's an experiment that's natural in the paper's context, but isn't in the paper, then it probably didn't work, because if it worked, it'd be in the paper"

(de <https://www.alexirpan.com/2020/05/07/rl-potpourri.html>)

- A veces no se reporta todo el camino, fallos y obstáculos que llevaron al mejor modelo reportado en los papers ([HARKing](#)).

HARKing

HARKing - hypothesizing after the results are known

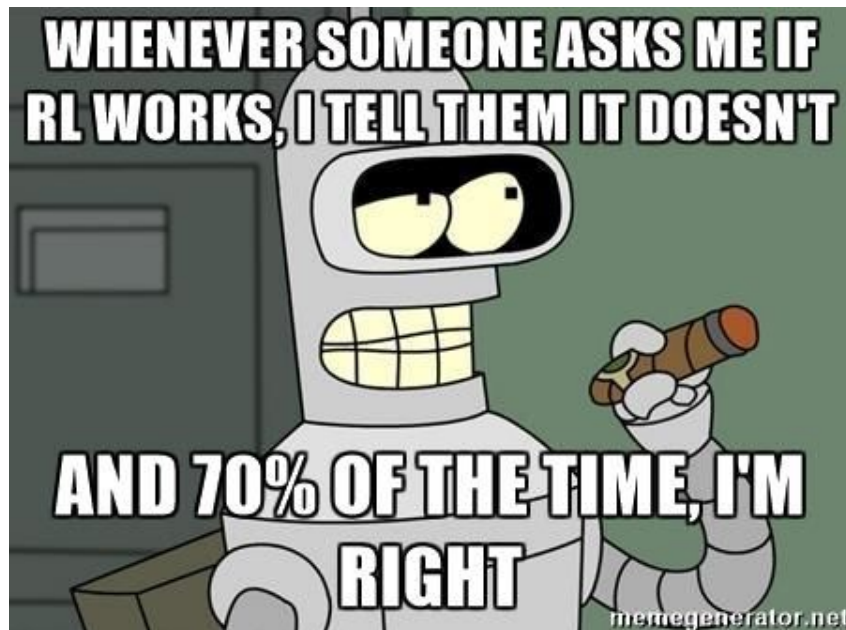
Paper recomendado: [HARK Side of Deep Learning - From Grad Student Descent to Automated Machine Learning](#)

“Hacer pasar como hipótesis a priori, a una hipótesis formulada tras ver los resultados”

HARKing

Famoso post de Alex Irpan criticando el estado de deep RL en Febrero 2018

(meme de ese post)



HARKing

- A pesar del HARKING, sigue primando la investigación de buena calidad.
- Énfasis extra en la reproducibilidad, ablación y liberación de código en los congresos / revistas de prestigio.

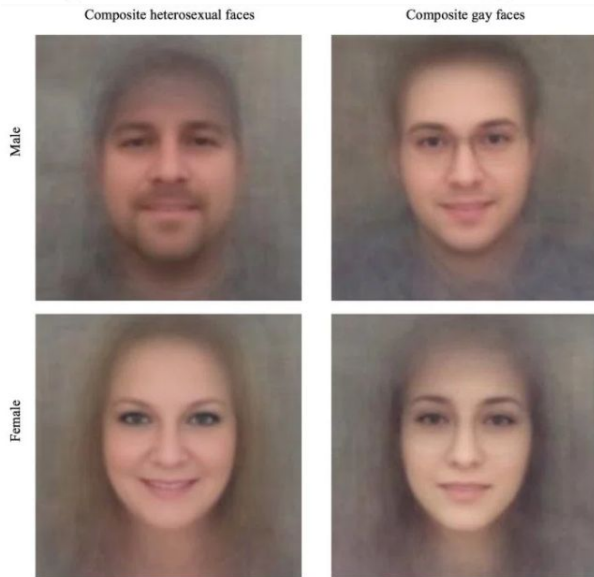
Ética

- Maximizar ciegamente una métrica puede tener impactos secundarios que afecten a grupos/minorías.
- Muchas investigaciones no han tenido en estos impactos.
- Ejemplo: predecir la orientación sexual de una persona a partir de una foto

Ética

Deep neural networks are more accurate than humans at detecting sexual orientation from facial images (2018)

Wang & Kosinski; *Journal of Personality and Social Psychology (JPSP)*



- Este paper afirma poder detectar orientación sexual a partir de 35.326 rostros de portales de citas (la imagen es parte del paper)
- [Blog que lo analiza.](#)

Ética - no es muy distinto a...

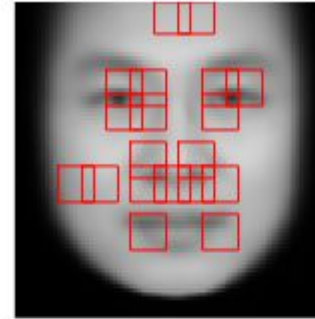


(a) Three samples in criminal ID photo set S_c .

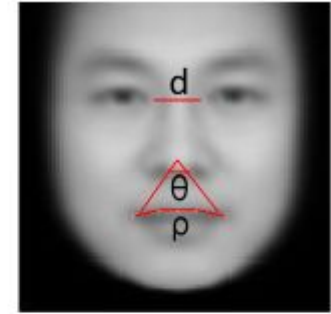


(b) Three samples in non-criminal ID photo set S_n .

Figure 1. Sample ID photos in our data set.



(a)



(b)

Figure 8. (a) FGM results; (b) Three discriminative features ρ , d and θ .

| | Mean | | Variance | |
|----------|----------|--------------|----------|--------------|
| | criminal | non-criminal | criminal | non-criminal |
| ρ | 0.5809 | 0.4855 | 0.0245 | 0.0187 |
| d | 0.3887 | 0.4118 | 0.0202 | 0.0144 |
| θ | 0.2955 | 0.3860 | 0.0185 | 0.0130 |

Table 4. The mean and variance for three normalized discriminative features ρ , d and θ .

Ética - similar a ...

"Ehm, señor, la frenología se rechazó hace 160 años"

[Video](#)



Ética

También hay investigación para aplicaciones militares, ejemplos (de RL):

- Tesis:
[Reinforcement learning applications to combat identification](#)

Ética

- Papers:

Maneuver Decision of UAV in Short-Range Air Combat Based on Deep Reinforcement Learning (*UAV = drone*)

A Deep Reinforcement Learning Based Intelligent Decision Method for UCAV Air Combat (*UCAV = combat drone*)

Efficient Training Techniques for Multi-Agent Reinforcement Learning in Combat Tasks

Ética

- Más papers:

[An Empirical Study of Reward Structures for Actor-Critic Reinforcement Learning in Air Combat Manoeuvring Simulation](#)

[Autonomous Control of Combat Unmanned Aerial Vehicles to Evade Surface-to-Air Missiles Using Deep Reinforcement Learning](#)

[Agent Coordination in Air Combat Simulation using Multi-Agent Deep Reinforcement Learning](#)

Ética

- Más allá de que los ejemplos vistos son algunos casos extremos, hay muchos ejemplos pequeños que pueden tener impacto.
- A veces desde la industria no se contemplan planes que aborden los aspectos éticos en sus investigaciones.
- Ej. reciente: [despido de Timnit Gebru](#) (cabeza de Google Ethical AI).

Conclusiones

Conclusiones

- La investigación en IA está en un muy buen momento.
- Hay mucho para hacer, aprender, participar. Muchos campos nuevos para aplicar IA.
- El aplicar el método científico en IA es una experiencia intensa, pero muy gratificante.

Conclusiones

- Recomiendo participen en algún proyecto de investigación (ej: beca de investigación / iniciación a la investigación), para aprender en qué consiste. Siempre es bienvenida la ayuda, y es una linda experiencia.
- También pueden participar en congresos, escuelas o meetups, o aplicar a internships/residencias. Hay muchas!
- Si les gusta, pueden empezar un proyecto propio en una carrera de posgrado.

FIN

Preguntas?

Comentarios?
