

**Programa de doctorado**

**Sistemas y Servicios informáticos para Internet**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA**

1

# CONTENIDOS

- Introducción
  - Algunas definiciones
  - El método científico
  - Principios fundamentales del método científico
  - Críticas al método científico y la científicidad
  - Sobre la naturaleza de la investigación
  - Preguntas, afirmaciones, pruebas, hechos y razonamientos
  - La actividad investigadora en teoría y en la práctica
  - Sobre las preguntas y la descripción de los problemas

# INTRODUCCIÓN

# ALGUNAS DEFINICIONES (DICCIONARIO DE LA RAE)

- **Realidad**
  - Verdad, lo que ocurre verdaderamente. Lo que es efectivo o tiene valor práctico, en contraposición con lo fantástico e ilusorio.
- **Verdad**
  - Juicio o proposición que no se puede negar racionalmente. // Realidad.
- **Conocimiento**
  - Entendimiento, inteligencia, razón natural. pl. Noción, ciencia, sabiduría.
- **Ciencia**
  - Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales.
- **Tecnología**
  - Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.
- **Investigar**
  - Realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia.

# MÁS DEFINICIONES... (ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA)

## ○ *Science*

- *Any system of knowledge that is concerned with the physical world and its phenomena and that entails unbiased observations and systematic experimentation. In general, a science involves a pursuit of knowledge covering general truths or the operations of fundamental laws.*

# MÁS DEFINICIONES... (DICCIONARIO DE LA ENCYCLOPÉDIE UNIVERSALIS)

## ○ **Science**

- *Ensemble de connaissances sur un fait, un domaine ou un objet vérifiées par des méthodes expérimentales.*

## ○ **Recherche**

- *Ensemble des activités pratiques et intellectuelles engagées dans le progrès de la science.*

## ○ **Technologie**

- *Théorie de la technique. Théories de techniques spécifiques. Par extension, ensemble des techniques modernes complexes.*

## ○ **Technique**

- *Ensemble des procédés et des méthodes fondés sur la connaissance scientifique, employés à la production, à la communication, etc..*

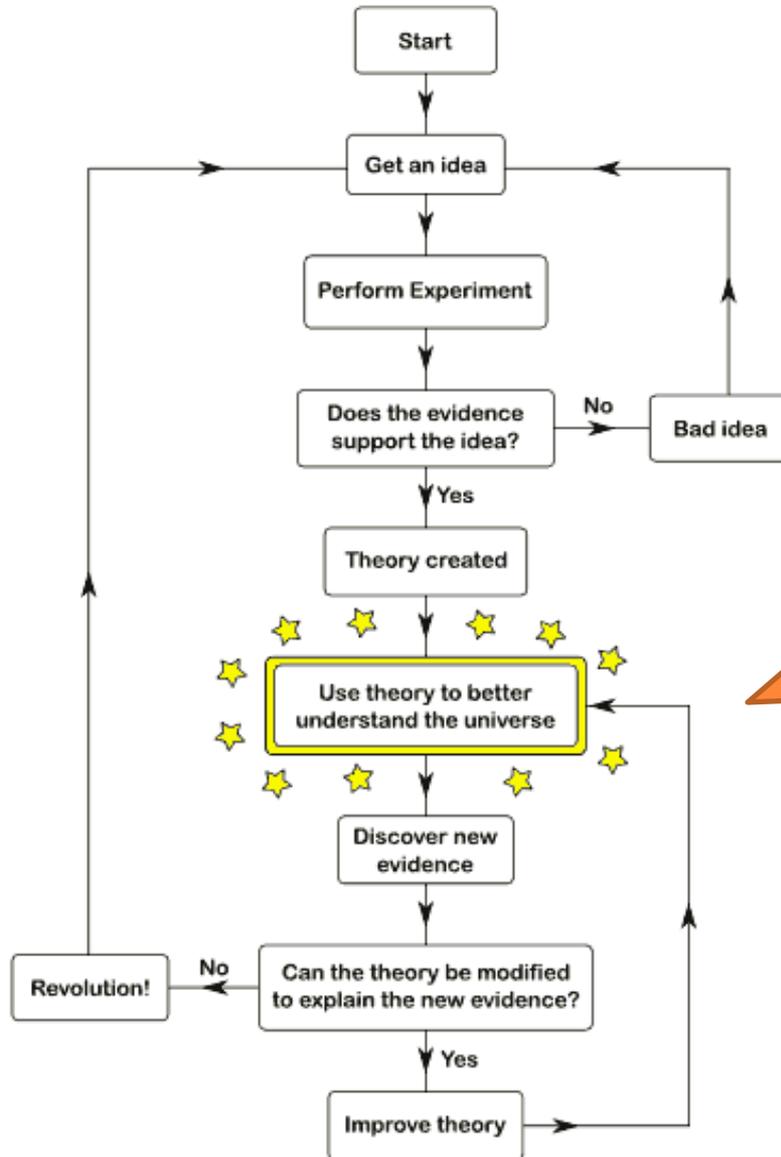
## EN RESUMEN...

- La tecnología es la aplicación del conocimiento científico a la resolución de problemas prácticos.
- La ciencia es un conjunto organizado de conocimientos (asumidos como “verdades temporales”) que se obtienen mediante observación y/o experimentación sistemática.
- La observación y la experimentación sistemática constituyen una parte de la actividad investigadora.
- En consecuencia, **la investigación es una actividad intelectual cuyo objetivo es el descubrimiento de NUEVOS conocimientos que pueden tener una aplicación práctica (investigación pura vs investigación aplicada).**

# EN RESUMEN ... (II)

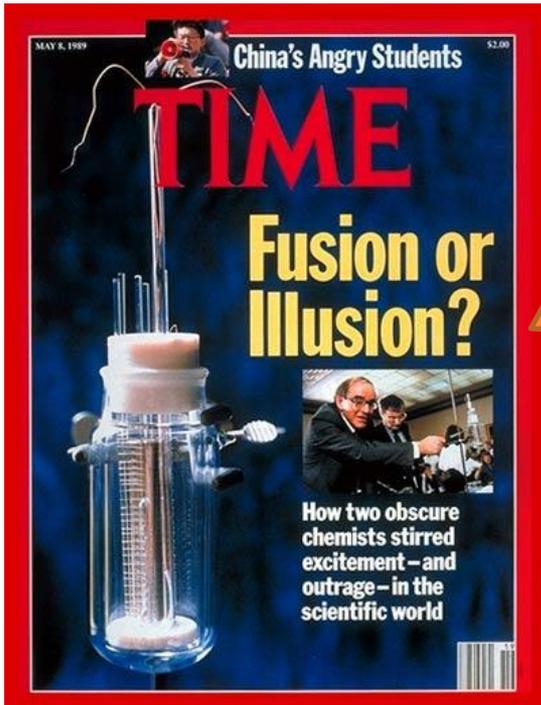


# EL MÉTODO CIENTÍFICO



El objetivo fundamental del método científico es encontrar la verdad.

# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO



Aún no se ha logrado un experimento relacionado con la fusión fría que pueda reproducirse de manera sistemática ni que ofrezca resultados predecibles.

# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (II)



# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (III)

- **Consejos para “garantizar” la reproducibilidad**
  - Describe el experimento de manera cuidadosa y detallada.
  - Indica los datos utilizados en caso de tratarse de *benchmarks* o colecciones estandarizadas (en caso de trabajar sobre un subconjunto de una colección estándar describe cómo se puede obtener ese subconjunto).
  - En caso de trabajar sobre datos propios (desaconsejable) ofrece la posibilidad de descargarlos y/o una vía de contacto para proporcionarlos bajo demanda.
  - Describe el modo en que se obtuvieron los resultados y/o los algoritmos empleados y/o el *software* utilizado y/u ofrece el *software* desarrollado para realizar el experimento.

# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (IV)

## ○ Falsabilidad

- Capacidad de demostrar que una afirmación es falsa por medio de una observación o de un experimento.
- Karl Popper consideró el principio de falsabilidad como un criterio básico para separar las afirmaciones científicas del resto de afirmaciones (filosóficas, religiosas, éticas, políticas, estéticas, etc.)
  - *[...] the criterion of the scientific status of a theory is its falsifiability, or refutability, or testability. (Popper, K. 1953, “Science: Conjectures and Refutations”)*

# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (V)



# PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (VI)

**A theory which is not refutable by any conceivable event is non-scientific. Irrefutability is not a virtue of a theory (as people often think) but a vice.** (Popper, K. 1953, "Science: Conjectures and Refutations")

# CRÍTICAS AL MÉTODO CIENTÍFICO

- Tanto el principio de falsabilidad como la mera existencia de **un** método científico han sido criticadas.
- Feyerabend (1975) es uno de los principales críticos de ambas ideas. En su opinión el principio de falsabilidad aplicado hasta sus últimas consecuencias “*debería eliminar la totalidad del conocimiento científico*” y, además, considera la mera idea de un método “*irrealista y perniciosa*”.
- La idea subyacente básica es que, en realidad, no se busca probar la falsedad de una teoría sino que hay una oposición feroz ante las nuevas teorías (p.ej. **Modelo copernicano vs Geocentrismo**). Ideas similares a las de Kuhn (1962)
- Obviamente, las críticas de Feyerabend fueron a su vez criticadas... (ver p.ej. **Agassi 1976**)

# CRÍTICAS AL MÉTODO CIENTÍFICO



La tecnología no avanza de forma lineal...

¿Avanza la ciencia de forma lineal o mediante cambios de paradigma?

# CRÍTICAS AL MÉTODO CIENTÍFICO



# UN ÚLTIMO APUNTE SOBRE LA CIENTIFICIDAD (Eco 1977)

- Una investigación es científica cuando cumple los siguientes requisitos:

- ❶ La investigación **versa sobre un objeto** reconocible y definible de tal modo que también sea reconocible por los demás.
- ❷ La investigación **aporta conocimientos nuevos sobre dicho objeto** (decir lo que aún no se ha dicho o estudiar lo que se ha dicho desde una nueva óptica).
- ❸ La investigación es **útil** (aunque no tiene por que ser **indispensable**, en la mayor parte de casos no lo es, ni tener **aplicación práctica** directa).
- ❹ La investigación tiene que hacer públicas las pruebas que la sustentan detallando el modo en que pueden obtenerse esas u otras similares y ofreciendo la posibilidad de refutar las afirmaciones resultado de la investigación (**reproducibilidad y falsabilidad**).

# SOBRE LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN...

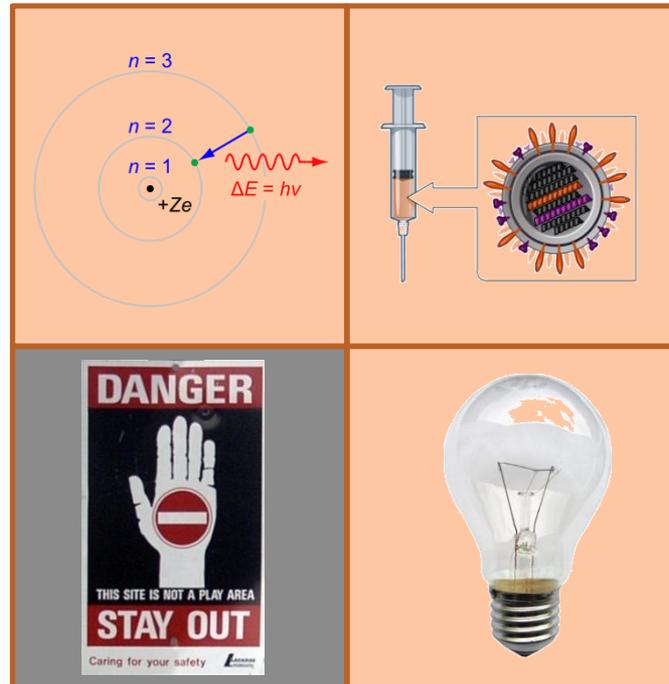
- (Stokes 1997, Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation)

¿Está la investigación orientada a servir un fin práctico?

NO

SÍ

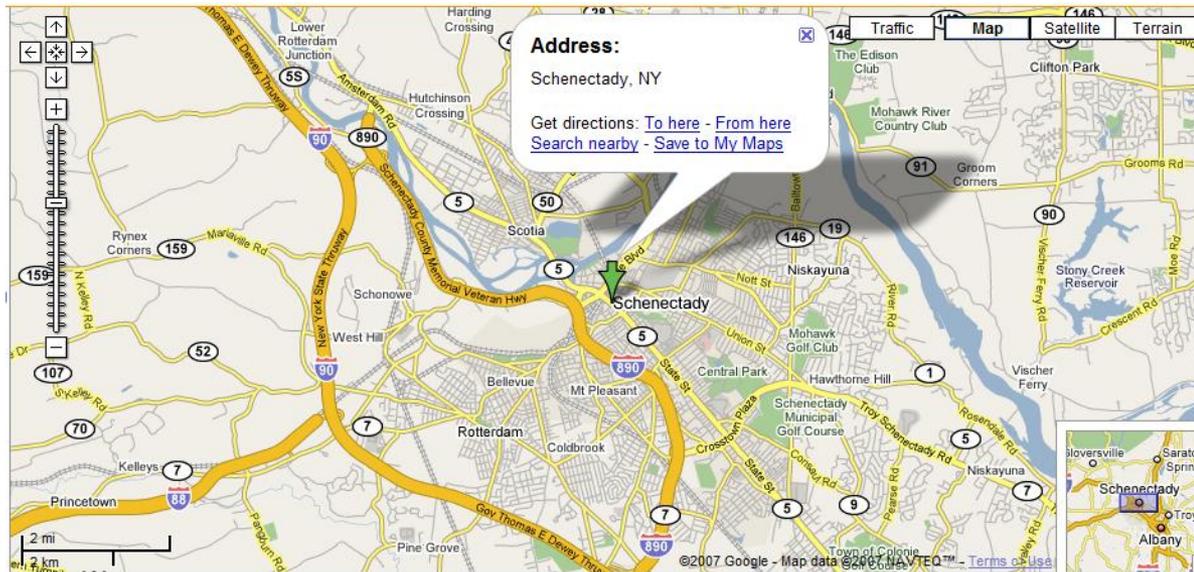
¿Está la investigación orientada a obtener conocimientos fundamentales?  
NO SÍ



# SOBRE LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN...

- Investigar consiste en **recopilar información** para **responder una pregunta** y, tal vez, **resolver un problema**.
- La **investigación académica** requiere que las **preguntas** que se responden sean **nuevas** y **relevantes** (i.e. interesantes).
- Elementos constituyentes de una investigación académica:
  - ➊ Una **pregunta** o problema nuevo e interesante.
  - ➋ Una o más **afirmaciones**.
  - ➌ **Pruebas** y hechos.
  - ➍ **Razonamientos** que expongan el modo en que las pruebas y los hechos sustentan las afirmaciones.

# ¿DÓNDE SE ENCUENTRAN LAS PREGUNTAS?



“There’s a swell Idea Service in Schenectady; and every week I send ‘em twenty-five bucks; and every week they send me a fresh six-pack of ideas.” (Harlan Ellison)

## EJEMPLOS DE AFIRMACIONES

- *“Documentary data are being generated at an **alarming** rate” (Maron y Kuhns 1960)*
- *“The tradeoff between ease of publishing (writing) and ease of querying (reading) on the web has tilted **dangerously** in favor of the former.” (Manber 1996)*
- *“In typical scenarios users will supply explicit feedback only **grudgingly**” (Balabanovic 1998, p.6).*
- *“The analysis of the informative content of a Web object A should involve all the Web objects that are reachable from it [...] This is **clearly unfeasible** in practice [...]” (Marchiori 1997)*

# EJEMPLOS DE AFIRMACIONES

SECURITY NOTICE	
	LAS AFIRMACIONES CATEGORICAS SON UNO DE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DE LAS CRITICAS A UN TRABAJO CIENTIFICO

## EJEMPLOS DE PRUEBAS Y HECHOS

- En EE.UU. hay 95 millones de usuarios adultos de Internet. El 13% administran algún sitio web (12.4 millones) y 2% son bloggers (1.9 millones). En consecuencia, **entre 12.4 y 14.3 millones de estadounidenses publican contenidos propios en Internet.**
- Entre el 67% y el 78% de los usuarios resuelven una necesidad de información con **menos de dos consultas.** Entre el 58% y el 85% de los usuarios analizan sólo la primera página de resultados.

# SUSTENTANDO LAS AFIRMACIONES

- “The tradeoff between ease of publishing (writing) and ease of querying (reading) on the web has tilted dangerously in favor of the former.” (Manber 1996)
  - Porque de los 95 millones de usuarios de Internet que hay en EE.UU. el 15% son capaces de publicar contenidos propios en sitios web y blogs mientras que para enfrentarse a los 20.000 millones de páginas web existentes el comportamiento habitual es realizar dos consultas y quedarse en la primera página de resultados.

Mediante argumentos apoyados en pruebas y hechos.

Los argumentos pueden ser más o menos convincentes...

## SUSTENTANDO LAS AFIRMACIONES

- ***“In typical scenarios users will supply explicit feedback only grudgingly”*** (Balabanovic 1998, p.6).  
*As Morita and Shinoda point out (Morita & Shinoda 1996), it is unreasonable to impose extra load onto users already trying to mitigate their information overload.*



Recurriendo a una  
autoridad.

## SUSTENTANDO “ECHANDO POR TIERRA” LAS AFIRMACIONES

- ***“The analysis of the informative content of a Web object A should involve all the Web objects that are reachable from it [...] This is clearly unfeasible in practice [...]”*** (Marchiori 1997)

*Google* (Brin y Page 1998) es una prueba de que no resulta inviable emplear toda la información disponible en el grafo de la Web para determinar la relevancia/prestigio/importancia/autoridad de un documento.

Como ya se dijo la falsabilidad es un principio fundamental del método científico. No obstante, no se puede “*ir pidiendo guerra*”...

# COMBINÁNDOLO TODO...

## “ALGORITMO” INVESTIGADOR IDEAL

- ❶ Se encuentra una **pregunta** nueva y pertinente.
- ❷ Se desarrollan planes para afrontar la búsqueda de respuestas
- ❸ Se obtiene información relevante para la pregunta (**pruebas y hechos**)
- ❹ Se interpretan los datos obtenidos (**afirmaciones**)
- ❺ Se escribe un informe técnico/artículo/capítulo de una disertación (**razonamientos**).

# COMBINÁNDOLO TODO...

## “ALGORITMO” INVESTIGADOR ALGO MÁS REALISTA

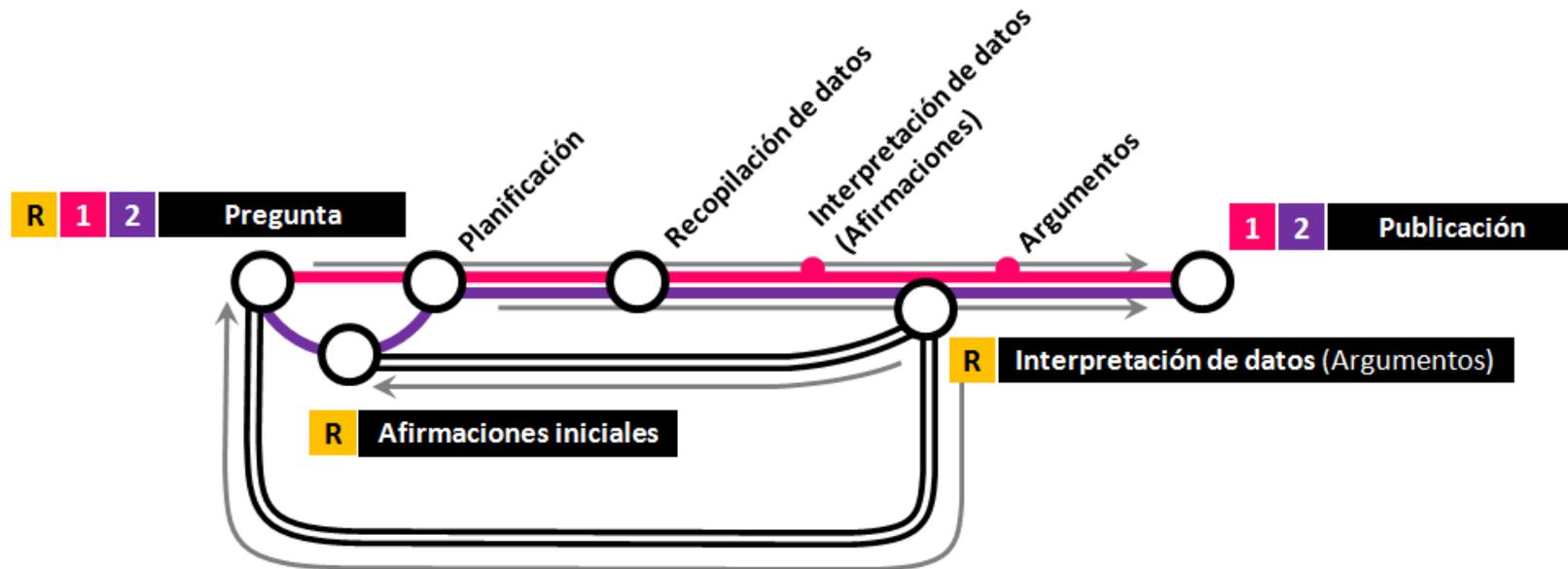
- ❶ Se encuentra una **pregunta** nueva y pertinente.
- ❷ Se aventuran una o más posibles respuestas que deberán verificarse (**afirmaciones**).
- ❸ Se desarrollan planes para afrontar la verificación de las posibles respuestas.
- ❹ Se obtiene información relacionada con las posibles respuestas (**pruebas y hechos**).
- ❺ Se interpretan los datos obtenidos para verificar las posibles respuestas (**razonamientos**)
- ❻ Se escribe un informe técnico/artículo/capítulo de una disertación exponiendo los razonamientos anteriores.

# COMBINÁNDOLO TODO...

## NO HAY “RECETAS” PARA LA INVESTIGACIÓN

- La investigación **no es un proceso lineal**, en todo caso **espiral**.
- Es habitual formular **afirmaciones** en **fases tempranas**; dichas afirmaciones con frecuencia son **refutadas y/o refinadas** a la luz de las pruebas y los hechos ☹️
- En muchas ocasiones al obtener información para apoyar nuestras afirmaciones iniciales se plantean **nuevas preguntas** que deben ser respondidas.
- Nuevas preguntas suponen nuevos planes, nuevas afirmaciones, nuevos procesos de recogida de datos, nuevas interpretaciones y razonamientos (volver a empezar).

# COMBINÁNDOLO TODO...



## atención

La línea 1 desde **Pregunta** hasta **Publicación** está cerrada de manera indefinida.

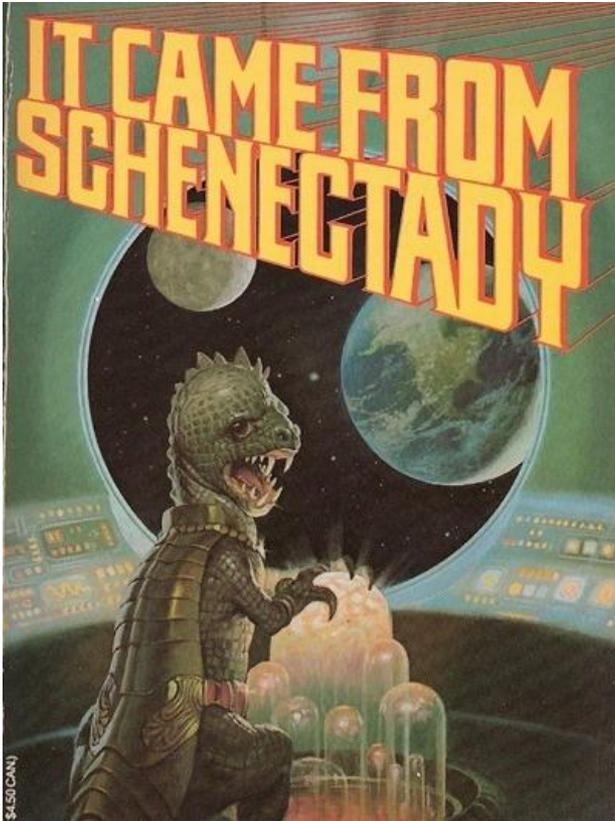
Los viajeros de la línea 2 que deseen realizar el viaje directamente hasta **Publicación** precisan abono de genio o clarividente.

Los viajeros que carezcan de dicho abono pueden utilizar la línea 2 únicamente hasta **Interpretación de datos**, allí deberán tomar el ramal **Refutación-Afirmaciones iniciales** o **Refutación-Pregunta** validando su ticket.

Los ramales sólo recogen viajeros en **Interpretación de datos** mientras que la línea 2 sólo coge viajeros en **Pregunta** (y en todo caso en **Afirmaciones iniciales**). Para continuar destino hasta **Publicación** debe tomarse la línea 2 (el revisor puede obligar a los viajeros a apearse nuevamente y tomar uno de los dos ramales).

**Todas las estaciones en curva.**

# ¿Y LAS IDEAS?



- ¿Por qué preocuparme de encontrar ideas? **Tengo un tutor...**
- Tal vez el tutor sólo haya **esbozado** el área de interés y deje que encuentres tú mismo la/s pregunta/s (el/los problema/s)
- Recuerda: durante el proceso de investigación surgen **nuevas preguntas...**
- Una pregunta puede surgir como un **trabajo previo** (investigación incremental)...
- O de la **combinación** de dos o más trabajos sin aparente relación...

## “EVALUANDO” LA VIABILIDAD DE UNA PREGUNTA

- ¿Es una pregunta suficientemente concreta?
- ¿Es posible encontrar una respuesta a la pregunta mediante un proceso de investigación académica?
- ¿Dicha investigación satisfaría los criterios de científicidad?
- ¿Son adecuados mis recursos para la escala y el ámbito de la pregunta?
- **Lo más frecuente comenzar con una pregunta/idea/problema amplio y después concentrarse en algo mucho más concreto y mejor delimitado.**

## TU MADRE DEBE ENTENDERLO... (O CÓMO DESCRIBIR EL PROBLEMA OBJETO DE TU INVESTIGACIÓN)

- Sea cual sea el **problema** que estés investigando tienes que ser capaz de **describirlo de manera concisa y comprensible** para los demás **sin** que precisen **demasiados conocimientos previos**.
- Ante la pregunta, “¿*Qué investigas?*”
  - “*No lo entenderías...*” “*Es complicado...*” “*Es largo de explicar...*” **¡NO son respuestas aceptables!**

# RESUMEN FINAL

- La investigación es el conjunto de actividades intelectuales y experimentales que se llevan a cabo para adquirir **nuevos conocimientos** científicos.
- El método científico requiere experiencias **reproducibles y refutables**.
- Investigar consiste en **recopilar información** para **responder una pregunta** y, tal vez, **resolver un problema práctico**.
- La **investigación no es un proceso lineal** que nos lleve desde una pregunta hasta una publicación, más bien es una espiral...
- Las ideas/preguntas/problemas interesantes **NO** vienen de Schenectady...
- Una pregunta/idea/problema debe ser concreto, viable y adecuado a los recursos disponibles.
- El problema debe poder expresarse de manera concisa y comprensible por cualquiera con unos mínimos conocimientos previos.

# FINAL

¿Preguntas?  
¿Comentarios?  
¿Sugerencias?

# AGRADECIMIENTOS

Esta presentación está basada en el

**Seminario de Metodología de la Investigación en Ingeniería Web del**

**Dr. Daniel Gayo Avello**

Máster y Doctorado en Ingeniería Web

Universidad de Oviedo