

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..*

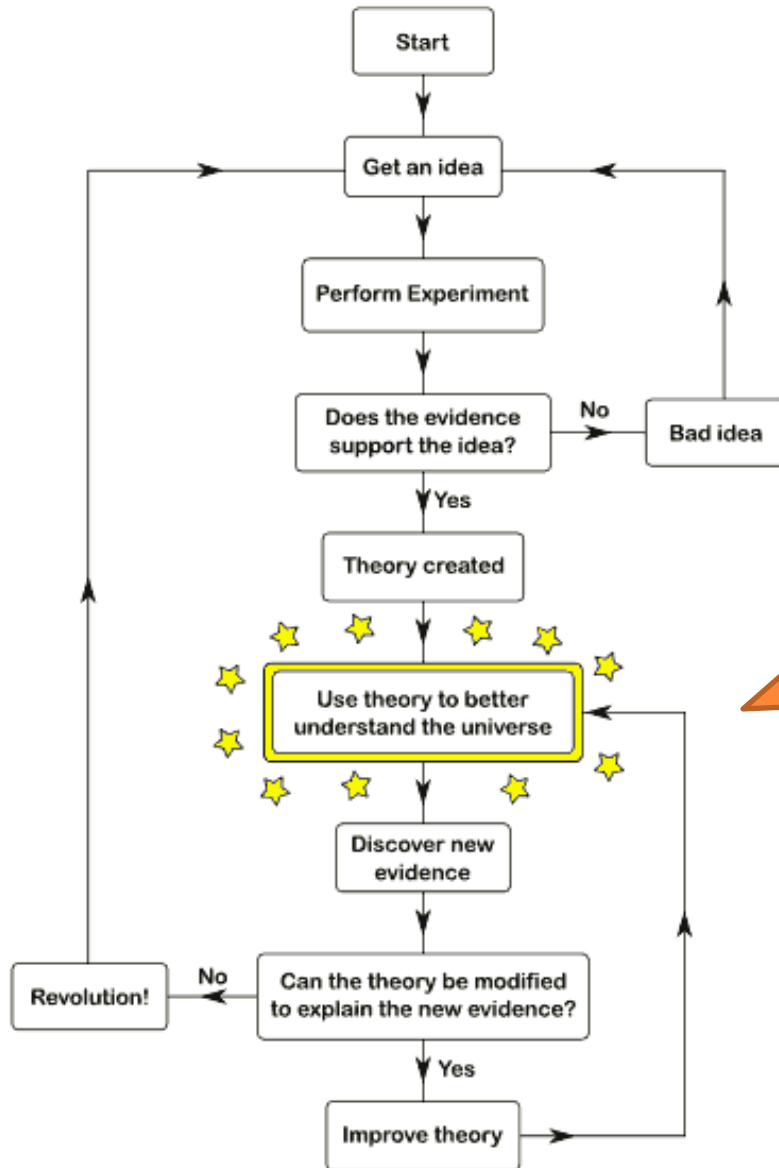
EN RESUMEN...

- 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...

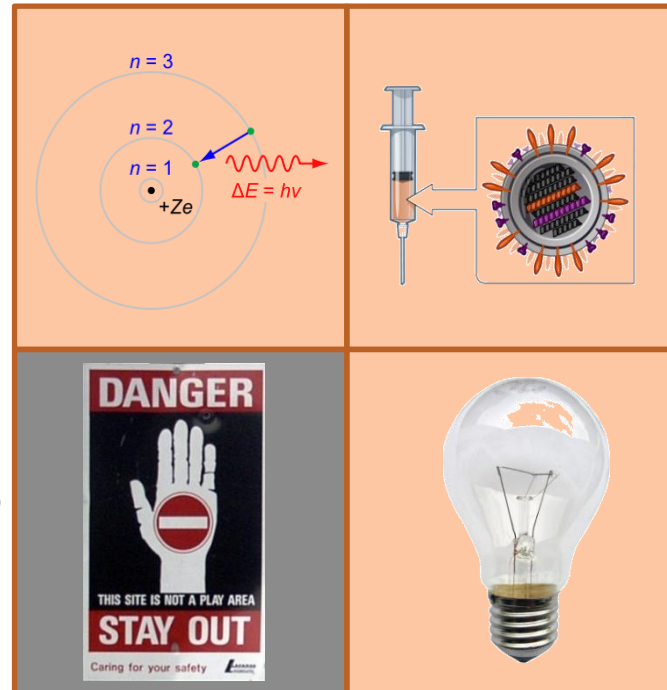
- (Stokes 1997, Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation)

¿Está la investigación orientada a servir un fin práctico?

NO

SÍ

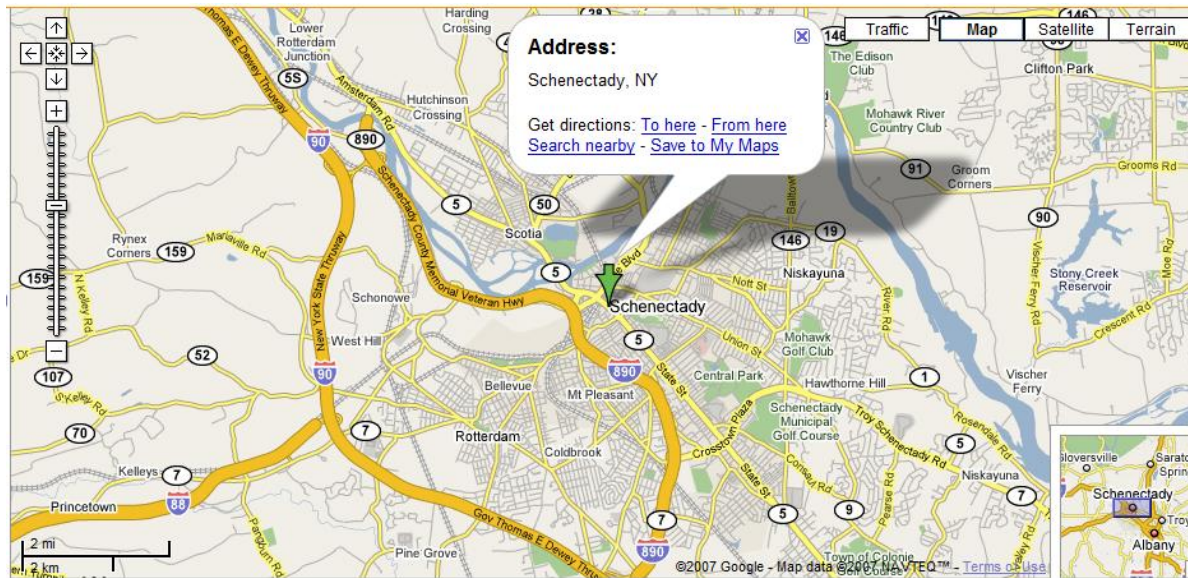
¿Está la investigación orientada a obtener conocimientos fundamentales?
NO SÍ



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

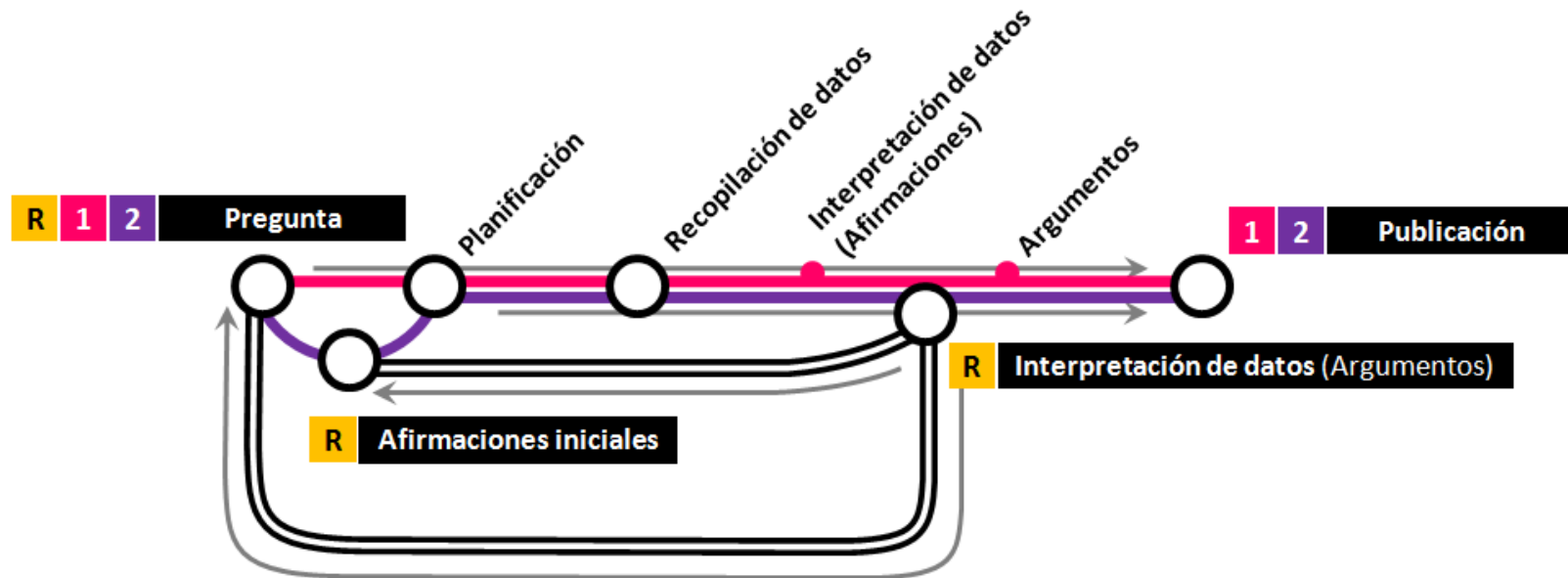
- ❶ Se encuentra una **pregunta** nueva y pertinente.
- ❷ Se aventuran una o más posibles respuestas que deberán verificarse (**afirmaciones**).
- ❸ Se desarrollan planes para afrontar la verificación de las posibles respuestas.
- ❹ Se obtiene información relacionada con las posibles respuestas (**pruebas 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.

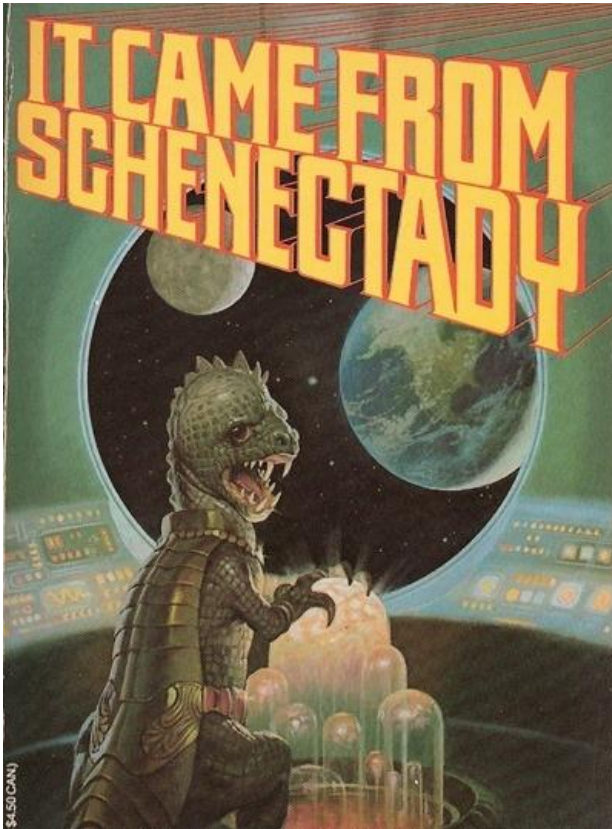
Los viajeros de la línea 2 que deseen realizar el viaje directamente hasta **Publicación** precisan abono de genio o clarividente.

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