

Metodología de la Inv en CS

INVESTIGACIÓN EN CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN

Prof. Yván Jesús Túpac Valdivia
Agosto 2022



Universidad Católica
San Pablo

Departamento de Ciencia
de la Computación

25
AÑOS

Contenido

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- 1 Definiciones
 - Epistemología
 - Racionalismo y Empirismo
- 2 Investigación en CS
 - El racionalismo en CS
 - El empirismo en CS
- 3 Método científico
 - Definición y etapas
 - Ejemplo
- 4 Bibliografía

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Investigación en Computer Science

Significa **descubrir nuevo conocimiento** de computación mediante **análisis matemático** y **evaluación experimental de algoritmos** y software implementado en una computadora



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Epistemología

Epistemología proviene del griego *ἐπιστήμη* (episteme, “conocimiento”) o teoría del conocimiento, que es la rama de la filosofía que estudia la naturaleza y ámbito (limitaciones) del conocimiento

La epistemología busca responder las siguientes preguntas:

- Qué es conocimiento
- Cómo se adquiere el conocimiento
- Qué sabe la gente
- Cómo sabemos lo que sabemos

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

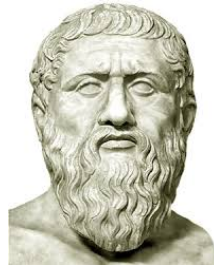
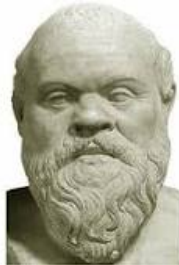
Bibliografía

Racionalismo

Racionalismo es cualquier punto de vista que recurre a la **razón como fuente de conocimiento o justificación**.

En términos más técnicos, es un método o teoría en el cual “el criterio de la verdad no es sensorial, sino deductivo e intelectual [Bourke, 1962]

Esta idea se originó con Sócrates (469-399 AC) y Platón (428-348 AC)



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

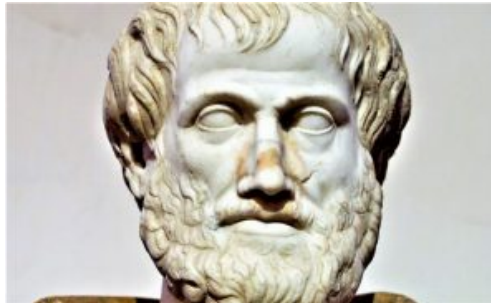
Ejemplo

Bibliografía

Empirismo

Empirismo es una teoría del conocimiento la cual afirma que el **conocimiento surge de la experiencia**. El empirismo enfatiza el rol de la experimentación y la evidencia, en especial la **percepción sensorial** en la formación de ideas

Esta idea se originó con Aristóteles (384-322 AC)



Contenido

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- 1 Definiciones
 - Epistemología
 - Racionalismo y Empirismo
- 2 Investigación en CS
 - El racionalismo en CS
 - El empirismo en CS
- 3 Método científico
 - Definición y etapas
 - Ejemplo
- 4 Bibliografía

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

También visto como Ciencia de la Computación Teórica

- Los programas son vistos como **objetos matemáticos formales**
- Por lo tanto, las propiedades principales de los algoritmos o del software deben ser **comprobadas matemáticamente**:
 - Terminación
 - Correctitud (satisface una especificación formal)
 - Complejidad computacional (requisitos de tiempo y espacio)

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Diseño y Análisis de Algoritmos:

- Diseñar un **algoritmo nuevo o más eficiente** para solucionar un problema bien definido, como ordenamientos, secuencia común más larga, etc.
- **Comprobar matemáticamente** la correctitud y mejora en complejidad algorítmica de la nueva propuesta

Análisis teórico:

- Formular una **conjetura matemática** sobre un problema computacional, por ejemplo: si un isomorfismo de grafos es un problema NP-completo.
- **Comprobar matemáticamente** la conjetura y proponer un **teorema**

Investigación en CS

Limitaciones del racionalismo en CS

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- A veces el software resulta **demasiado complejo** como para analizarlo teóricamente
- A veces la correctitud no puede ser **descrita formalmente** y depende del comportamiento humano o natural.
 - *Protein folding*
 - Reconocimiento de voz o de caracteres manuscritos
- A veces el comportamiento del software en datos reales depende de **propiedades** de estos datos que **son desconocidas**
 - Efecto de localidad afectando el rendimiento de una paginación

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- El comportamiento de un software puede **estudiarse experimentalmente**.
- La “evidencia anecdótica” es decir, ejecutar unos pocos casos, **es insuficiente**.
- Se deben obtener datos, por ejemplo precisión o tiempos de ejecución, a partir de **muchas ejecuciones** del software **bajo grandes conjuntos de datos benchmark reales**.
- Las hipótesis acerca del comportamiento se verifican en **ambientes de experimentos controlados**.
- La **significancia** de los resultados obtenidos debe **analizarse estadísticamente**.

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

AL	Algorithms and Complexity	NC	Networking and Communication
AR	Architecture and Organization	OS	Operating Systems
CN	Computational Science	PBD	Platform-based Development
DS	Discrete Structures	PD	Parallel and Distributed Computing
GV	Graphics and Visualization	PL	Programming Languages
HCI	Human-Computer Interaction	SDF	Software Development Fundamentals
IAS	Information Assurance and Security	SE	Software Engineering
IM	Information Management	SF	Systems Fundamentals
IS	Intelligent Systems	SP	Social Issues and Professional Practice

Contenido

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- 1 Definiciones
 - Epistemología
 - Racionalismo y Empirismo
- 2 Investigación en CS
 - El racionalismo en CS
 - El empirismo en CS
- 3 Método científico
 - Definición y etapas
 - Ejemplo
- 4 Bibliografía

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Secuencia ordenada de pasos usados para producir nuevos conocimientos válidos de forma confiable minimizando la influencia de la subjetividad del científico:

- 1 Definir la pregunta (problema)
- 2 Recolectar información y recursos (observar)
- 3 Formular la hipótesis
- 4 Realizar experimentos y recopilar datos
- 5 Analizar los datos
- 6 Interpretar los datos y sacar conclusiones que sirvan como punto de partida para nuevas hipótesis [se puede volver al paso (3)]
- 7 Publicar resultados
- 8 Reexaminación (frecuentemente realizada por otros investigadores)

Método Científico

Ejemplo: 1. Definir la pregunta

El tema es el problema de “desambiguar consultas de búsqueda a partir de sesiones cortas” [Mihalkova and Mooney, 2009]

¿Puede un motor de búsquedas en WEB desambiguar las consultas?

scrubs

Search



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Obtención de datos de sesiones de búsqueda web de Microsoft©
- Encontrar instancias de consultas ambiguas
- Encontrar pistas contextuales que puedan ayudar a desambiguar las consultas

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Insight: El **contexto** puede ayudar en la desambiguación:

98.7 fm



www.star987.com

kroq



www.kroq.com

scrubs



scrubs-tv.com

huntsville hospital



www.huntsvillehospital.com

ebay.com



www.ebay.com

scrubs



scrubs.com

Método Científico

Ejemplo: 3. Formular la hipótesis

Las consultas previas y los clics en una sesión pueden servir a desambiguar las consultas relacionándolas con sesiones anteriores que involucren la misma consulta (donde sabemos en qué resultado se hizo clic).

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

Método Científico

Ejemplo: 4. Realizar experimentos y recopilar datos

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Construir un sistema que utilice **el contexto y los datos de la sesión anterior** para **predecir los resultados** a los que se ha hecho clic para el nuevo usuario.
- **Reordenar los resultados** del motor de búsqueda existente en función de la probabilidad prevista de hacer clic en un resultado.
- Se debe reducir el número de resultados que el usuario necesita examinar antes de encontrar uno relevante.
- **Probar con datos nuevos** y comparar las predicciones con los resultados reales.

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

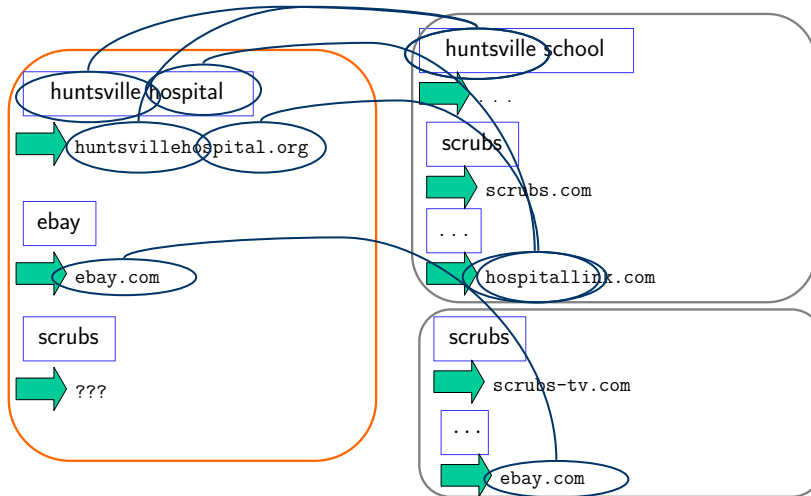
El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- El rendimiento del sistema experimental debe compararse con alguna línea base o un control.
- Los controles son necesarios para demostrar que el sistema está mejorando con respecto a algún método naïve (ingenuo) o el mejor sistema en la literatura para el problema.

Hay que tener cuidado con las falsas conclusiones:

- Por ejemplo si alguien afirma que hace sonar los dedos “para mantener alejados a los tigres”; y justifica este comportamiento diciendo “¡ya está funcionando!”.
- Aunque este “experimento” no anula la hipótesis de que “hacer sonar los dedos mantiene alejados a los tigres”, tampoco la apoya: (la contrahipótesis de no sonar los dedos no mantiene alejados a los tigres) .

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Un control simple es ordenar los resultados del motor de búsqueda aleatoriamente.
- Otra línea base es usar pedidos desde un motor de búsqueda existente (no personalizado).

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Se necesita una medición cuantitativa del desempeño del sistema (tiempo de ejecución o precisión).
- Se compara el desempeño cuantitativo del sistema experimental con el sistema de control de línea base.
- Para medir la precisión del pedido de los resultados de búsqueda en la web, se mide AUC-ROC (*Area Under Curve - Receiver Operator Characteristic*)

Porcentaje de **resultados irrelevantes** no considerados por el usuario antes de encontrar un resultado relevante (revisando de arriba a abajo)

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- ¿Los resultados apoyan la hipótesis?
- ¿Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas?

Se usa pruebas estadísticas para determinar si las diferencias observadas ocurren sólo por las variaciones aleatorias, es decir, ver la probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula $h_0 < 0.05$

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

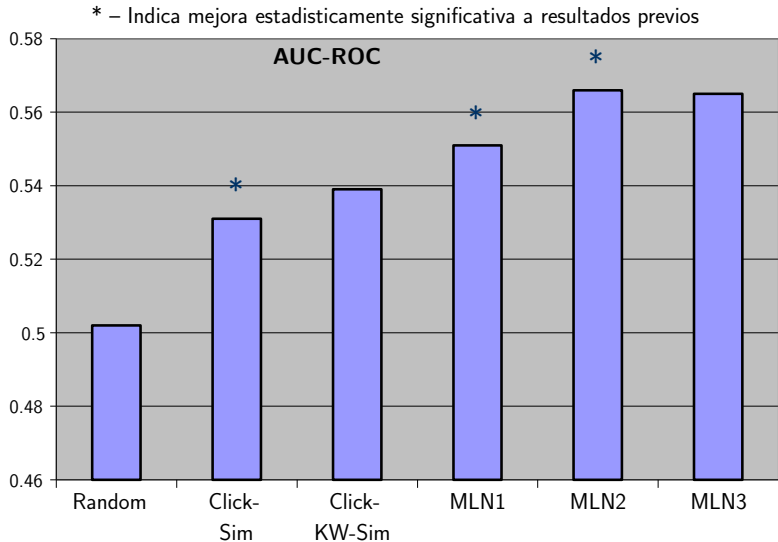
El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- La ordenación aleatoria es la **mejor línea base** a ser comparada?
- ¿Qué pasaría si se ordenan los resultados en **función de su popularidad** (de cuántas personas hicieron clic en un resultado en particular después de enviar una consulta ambigua)?

Estas conclusiones pueden servir como punto de partida para **otras hipótesis**.
Nueva línea base: **ordenación por popularidad**

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

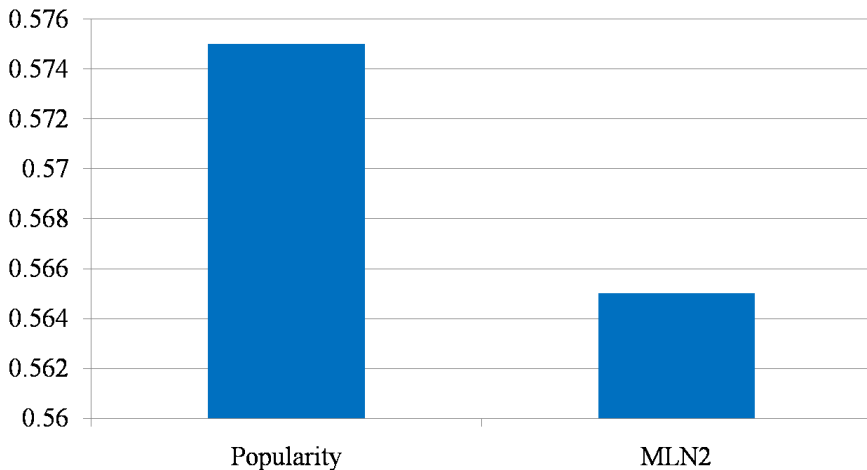
Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

AUC-ROC



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Desarrollar MLN que incorpore **información de popularidad**.
- Volver a correr los experimentos para obtener resultados con la versión revisada y verificar la hipótesis de que la propuesta **funcione mejor** que la linea base con información de popularidad.

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

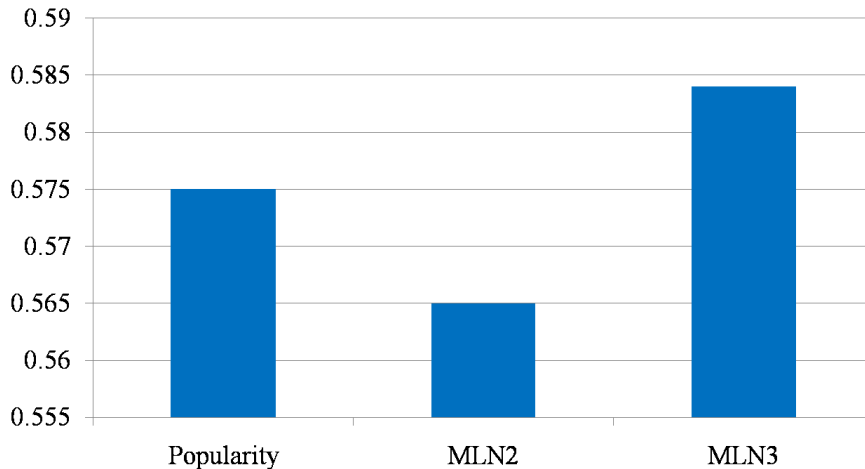
Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

AUC-ROC



Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía

- Trabajo presentado en la *International Data Mining Conference* .
- KDD-09, Paris, June 28 – July 1, 2009 [Mihalkova and Mooney, 2009]

Definiciones

Epistemología

Racionalismo y Empirismo

Investigación en CS

El racionalismo en CS

El empirismo en CS

Método científico

Definición y etapas

Ejemplo

Bibliografía



Bourke, V. J. (1962).

Dictionary of Philosophy, chapter Rationalism, page 263.

Littlefield, Adams and Company, Totowa, NJ.



Computing-Curricula, I. (2013).

Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science.

ACM, Inc.



Mihalkova, L. and Mooney, R. (2009).

Learning to disambiguate search queries from short sessions.

In *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, pages 111–127. Springer Berlin Heidelberg.