

Reproducibilidad

Miguel A. Martínez-Beneito - Área de Desigualdades en Salud, FISABIO-Salud Pública.
5 de junio de 2017

Reproducibilidad: el concepto

Reproducibilidad: Cualidad de un experimento de poder ser **repetido** en cualquier lugar y por cualquier persona.

WIKIPEDIA
La enciclopedia libre

Portada
Portal de la comunidad
Actualidad
Cambios recientes
Páginas nuevas
Página aleatoria
Ayuda
Donaciones
Notificar un error
Imprimir/exportar
Crear un libro
Descargar como PDF
Versión para imprimir
En otros proyectos
Wikimedia Commons
Wikiquote
Herramientas
Lo que enlaza aquí
Cambios en enlazadas
Subir archivo
Páginas especiales
Enlace permanente
Información de la página
Elemento de Wikidata
Citar esta página
En otros idiomas
Afrikaans

Método científico

Este artículo trata de los diversos métodos científicos utilizados históricamente. Para el uso de la palabra en entornos técnicos actuales ver [investigación científica](#).

El **método científico** (del griego: *μετά, metá* 'hacia, a lo largo' *ὅδος, hodós* 'camino'; y del latín: *scientia* 'conocimiento'; 'camino hacia el conocimiento') es un **método de investigación** usado principalmente en la producción de **conocimiento** en las **ciencias**. Para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en lo **empírico** y en la **medición**, sujeto a los principios específicos de las **pruebas de razonamiento**.¹ Según el *Oxford English Dictionary*, el método científico es: «un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo XVII, que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, la formulación, análisis y modificación de las hipótesis».²

El método científico está sustentado por dos pilares fundamentales. El primero de ellos es la **reproducibilidad**, es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento, en cualquier lugar y por cualquier persona. Este pilar se basa, esencialmente, en la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos (por ej. en forma de [artículo científico](#)). El segundo pilar es la **refutabilidad**, es decir, que toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser falsada o refutada ([falsacionismo](#)). Esto implica que se podrían diseñar



René Descartes, filósofo, matemático y físico francés, considerado el padre de la filosofía moderna, así como uno de los nombres más destacados de la revolución científica.

La reproducibilidad da **carácter empírico** al método científico y permite **constatar** y validar pruebas **experimentales**.

Reproducibilidad = **transparencia**.

Sin reproducibilidad la ciencia se reduce a **confianza mutua** entre experimentadores.

La reproducibilidad distingue la **ciencia de la fe**.

'A Newton o a Galileo no les bastaba con hacer descubrimientos capaces de cambiar la historia. Debían además repetir sus experimentos delante de todos sus colegas, y estos, a su vez, los repetían por su cuenta antes de quedar completamente convencidos. Este principio de reproducibilidad ha sido fundamental para el avance de la ciencia desde entonces. En la actualidad, esa garantía esencial se está perdiendo, y pone en entredicho la validez de muchos estudios en casi todas las disciplinas.

Al final, los científicos "se creen lo que ven, pero no hay forma de comprobar que es cierto, y además no podemos usar esos datos posteriormente porque se han esfumado". Esta falta de transparencia es uno de "los mayores retos" que afronta la ciencia." '

El País, 10 enero 2017

http://elpais.com/elpais/2017/01/10/ciencia/1484073680_523691.html

Estructura de la sesión

- Reproducibilidad: el problema
 - **Estadística forense** y reproducibilidad: como muestra un botón.
 - Estadística forense en un programa de screening de cáncer de ovario: sobre el celo de la **protección de datos**.
 - Reproducibilidad y políticas de austeridad: Una muestra del **impacto de la reproducibilidad** en términos socioeconómicos.
- Algunas reflexiones sobre reproducibilidad.

Estadística forense y reproducibilidad: como muestra un botón.

Estadística forense

The Annals of Applied Statistics
2009, Vol. 3, No. 4, 1309–1334
DOI: 10.1214/09-AOAS291
© Institute of Mathematical Statistics, 2009

DERIVING CHEMOSENSITIVITY FROM CELL LINES: FORENSIC BIOINFORMATICS AND REPRODUCIBLE RESEARCH IN HIGH-THROUGHPUT BIOLOGY

BY KEITH A. BAGGERLY¹ AND KEVIN R. COOMBES²

Annals of Applied Statistics (2009) (<https://projecteuclid.org/euclid.aoas/1267453942>)

Enviado a evaluar/publicar el 1 sep. 2009. Publicado online el 14 sep. 2009.

Discute **reproducibilidad** como problemática en general y lo **ilustra** con lo encontrado al intentar reproducir **varios estudios**.

Antecedentes: Potti et al. (2006)

Genomic signatures to guide the use of chemotherapeutics

Anil Potti^{1,2}, Holly K Dressman^{1,3}, Andrea Bild^{1,3}, Richard F Riedel^{1,2}, Gina Chan⁴, Robyn Sayer⁴, Janiel Cragun⁴, Hope Cottrell⁴, Michael J Kelley², Rebecca Petersen⁵, David Harpole⁵, Jeffrey Marks⁵, Andrew Berchuck^{1,6}, Geoffrey S Ginsburg^{1,2}, Phillip Febbo¹⁻³, Johnathan Lancaster⁴ & Joseph R Nevins¹⁻³

Nature Medicine, 2006 (<http://tinyurl.com/zez6rma>)

Una de "the top 6 genetics histories of 2006" ([Discover, 2007](http://discovermagazine.com/2007/jan/genetics/))
(<http://discovermagazine.com/2007/jan/genetics/>)

Gran número de **citas** en muy poco tiempo.

Investigadores de **MD Anderson interesados** en desarrollar estudios similares.

El interés de Potti et al. (2006)

No todos los tumores de una misma localización son **sensibles** a un mismo tratamiento.

Determinación previa de **sensibilidad** a tratamientos:

- **Tratamiento personalizado** para cada individuo.
- Evitar **efectos adversos** sobre un gran número de pacientes.
- Disminución de **costes** sanitarios.

Objetivo: Determinación **sensibilidad** a tratamientos basada en el **perfil genético** de cada tumor.

Novedad: **No** determinan **un único gen** sino la combinación de un **conjunto** de genes para predecir sensibilidad/resistencia de tratamientos.

Uso de **machine learning** para análisis masivo de datos.

Case study I: Adriamicina

Bancos de muestras de **células cancerosas** se someten a **distintos tratamientos** de quimioterapia (nos centraremos en al análisis de Adriamicina).

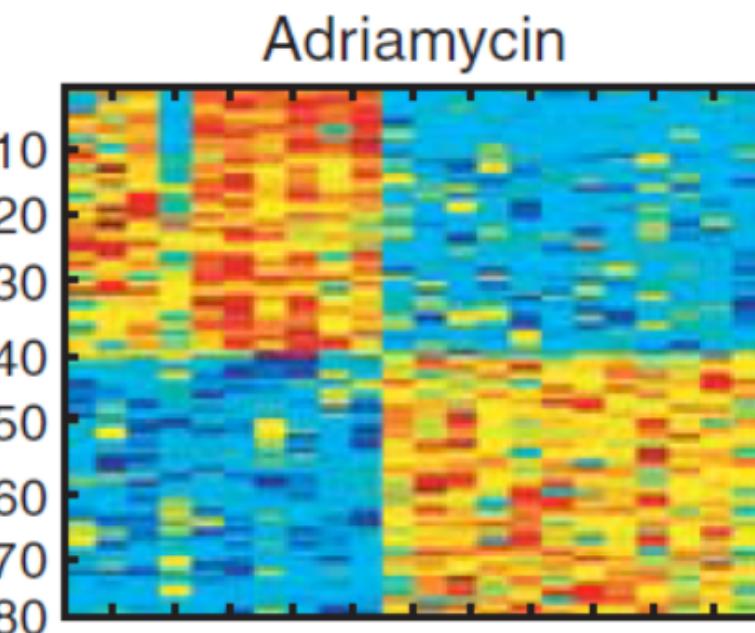
Validación de **capacidad predictiva** descrita para grupo "testing".

Diseño:

- Datos de **estudios previos** (afortunadamente públicos): **Sensibilidad/resistencia** a Adriamicina, Microarray con **8959** valores del **perfil genético** de cada muestra.
- **144** muestras: 22 training, 122 testing.

Case study I: Resistant vs sensitive

Grupo training: "[10] Resistant lines on the left and [12] sensitive on the right" (Potti et al., 2006)



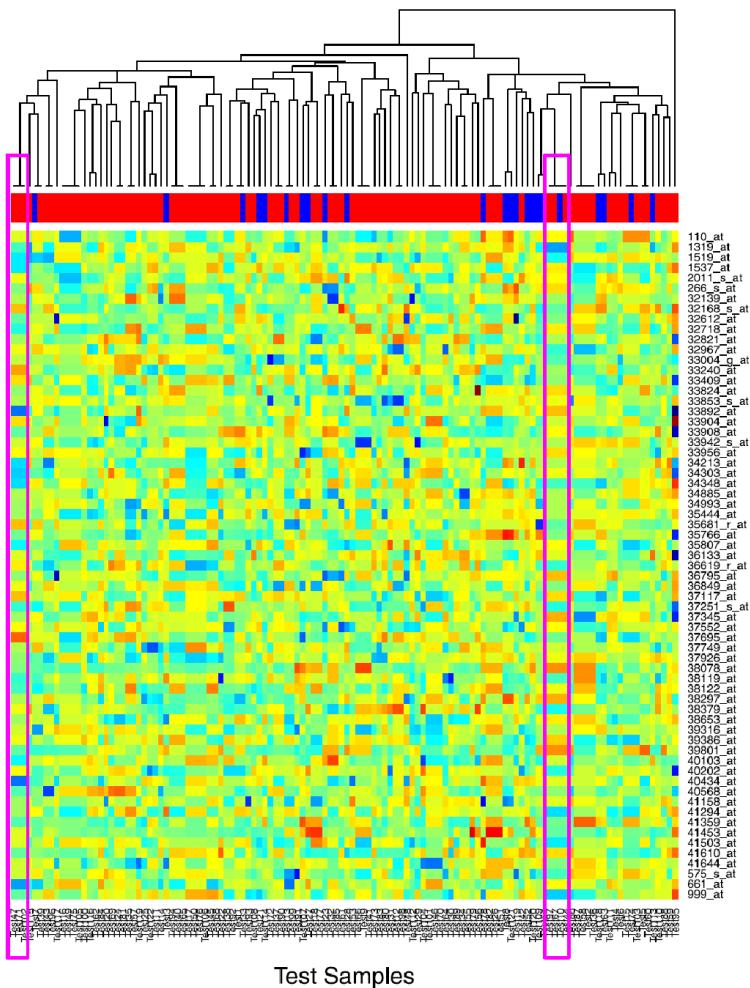
MD Anderson **replica** el análisis de Potti.

Encuentran en el grupo training (datos originales): **12 tumores resistentes, 10 tumores sensibles**.

!!Los resultados podrían ir en **sentido opuesto** a lo publicado!!

Aun así continuan con la **validación** de los resultados publicados en el **grupo testing**.

Case study I: Validación testing data (I)



Análisis **bicluster** de individuos en test data para los **80 genes** determinados en el **training data** como marcadores de sensibilidad resistencia.

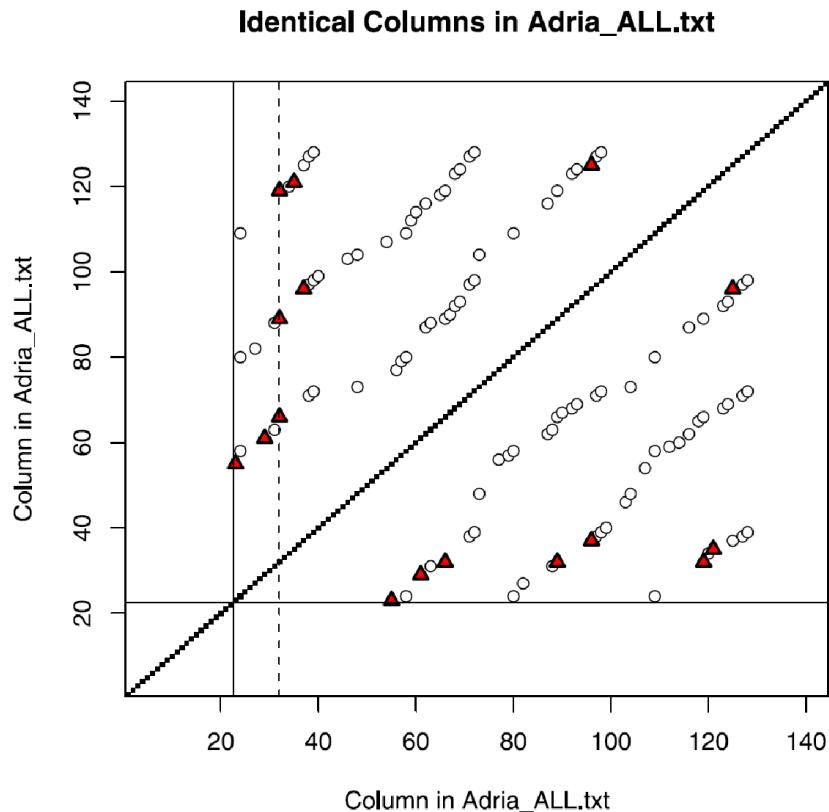
El análisis bicluster **no separa** sensibles (23 azules) y resistentes (99 rojos).

El análisis muestra datos **sospechosamente parecidos**.

Hay muestras "parecidas" que son a su vez **sensibles y resistentes**.

Case study I: Validación testing data (II)

Símbolos indican muestras cuyos datos tienen **correlación 1**.



Hay muestras repetidas hasta **4 veces**.

Sólo **84** de las 122 muestras son **distintas**.

Triángulos indican muestras idénticas que son a su vez etiquetadas como **sensibles y resistentes**.

Case study I: Validación testing data (III)

Pero, independientemente de los repetidos ¿**Por qué no funciona** el análisis bicluster de los genes y los individuos en los datos de testing?

Baggerly reproduce el análisis de Potti y encuentra la siguiente **lista de genes** como potenciales **discriminantes** de la sensibilidad a Adriamicina:

Theirs	Ours
...	
[3,] "1881_at"	"1882_g_at"
[4,] "31321_at"	"31322_at"
[5,] "31725_s_at"	"31726_at"
[6,] "32307_r_at"	"32308_r_at"
...	

Las **etiquetas** de los genes están **movidas** una posición.

Case study III: Otra vez Potti ...

Potti et al. (2006) predicen el éxito de **combinaciones de tratamientos** en función de las **probabilidades individuales** de éxito de cada tratamiento.

Validation of gene signatures that predict the response of breast cancer to neoadjuvant chemotherapy: a substudy of the EORTC 10994/BIG 00-01 clinical trial

Hervé Bonnefoi, Anil Potti, Mauro Delorenzi, Louis Mauriac, Mario Campone, Michèle Tubiana-Hulin, Thierry Petit, Philippe Rouanet, Jacek Jassem, Emmanuel Blot, Véronique Becette, Pierre Farmer, Sylvie André, Chaitanya R Acharya, Sayan Mukherjee, David Cameron, Jonas Bergh, Joseph R Nevins, Richard D Iggo

Bonnefoi et al. (*Lancet Oncology*, 2007)

(<http://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045%2807%2970345-5/abstract>) **validan** la propuesta de Potti et al. (2006)

Baggerly se plantea la **validación** de los resultados de **Bonnefoi**.

Case study III: leyes probabilidad

Potti et al. (2006):

Methods. In instances where a combined probability of sensitivity to a combination chemotherapeutic regimen was required based on the individual drug sensitivity patterns, we used the probabilities of response to individual drugs and used the theorem for combined probabilities as described by William Feller to deduce a probability of response to a combination of the drugs being studied. The result was then mean-centered to give a probability between 0 and 1. Hierarchical clustering of tumor predictions was performed

Feller, W. (1968). An introduction to probability theory and its applications: volume I. New York: John Wiley & Sons. (<https://www.amazon.es/Introduction-Probability-Theory-Its-Applications/dp/0471257087>)

Página 22.

Theorem. For any two events A_1 and A_2 the probability that either A_1 or A_2 or both occur is given by

$$(7.4) \quad \mathbf{P}\{A_1 \cup A_2\} = \mathbf{P}\{A_1\} + \mathbf{P}\{A_2\} - \mathbf{P}\{A_1 A_2\}.$$

O de forma más general:

$$P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - P(A \cap C) - P(B \cap C) + P(A \cap B \cap C)$$

Lo que **uno se encuentra** en Potti et al. (2006) recurriendo a estadística forense ...:

$$P(T \cup F \cup A \cup C) = P(T) + P(F) + P(A) + P(C) - P(T)P(F)P(A)P(C)$$

donde T=taxol, F=Fluororacil, A=Adriamicina, C=Ciclofosfamida.

y !!ajustan probabilidad más alta a 1, la más baja a 0!! e interpolan el resto.

Pero en Boneffoi et al. tampoco les falta imaginación.

"**Reglas**" usadas para otras combinaciones de tratamientos:

$$P(T \cup E \cup T) = P(T \cup E) = \max(P(E), P(T))$$

donde $T \cup E \cup T$ denota: Taxotere+ Epirubicina+ Taxotere (2^a sesión), o:

$$P(F \cup E \cup C) = \frac{5}{8}(P(F) + P(E) + P(C)) - \frac{1}{4}$$

**Estadística forense en un programa de screening de cáncer
de ovario: sobre el celo de la protección de datos.**

El UKCTOCS

UKCTOCS (UK Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening): **ensayo clínico aleatorizado con 200,000 mujeres que valora la efectividad de un programa de screening de cáncer de ovario.**

Primeros resultados del programa publicados a finales de 2015, Lancet (2016) ([http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(15\)01224-6/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(15)01224-6/abstract)). Seguimiento de 14 años.

Ovarian cancer screening and mortality in the UK Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening (UKCTOCS): a randomised controlled trial



CrossM

Ian J Jacobs*, Usha Menon*, Andy Ryan, Aleksandra Gentry-Maharaj, Matthew Burnell, Jatinderpal K Kalsi, Nazar N Amso, Sophia Apostolidou, Elizabeth Benjamin, Derek Cruickshank, Danielle N Crump, Susan K Davies, Anne Dawnay, Stephen Dobbs, Gwendolen Fletcher, Jeremy Ford, Keith Godfrey, Richard Gunu, Mariam Habib, Rachel Hallett, Jonathan Herod, Howard Jenkins, Chloe Karpinskyj, Simon Leeson, Sara J Lewis, William R Liston, Alberto Lopes, Tim Mould, John Murdoch, David Oram, Dustin J Rabideau, Karina Reynolds, Ian Scott, Mourad W Seif, Aarti Sharma, Naveena Singh, Julie Taylor, Fiona Warburton, Martin Widswendter, Karin Williamson, Robert Woolas, Lesley Fallowfield, Alistair J McGuire, Stuart Campbell, Mahesh Parmar†, Steven J Skates†

Summary

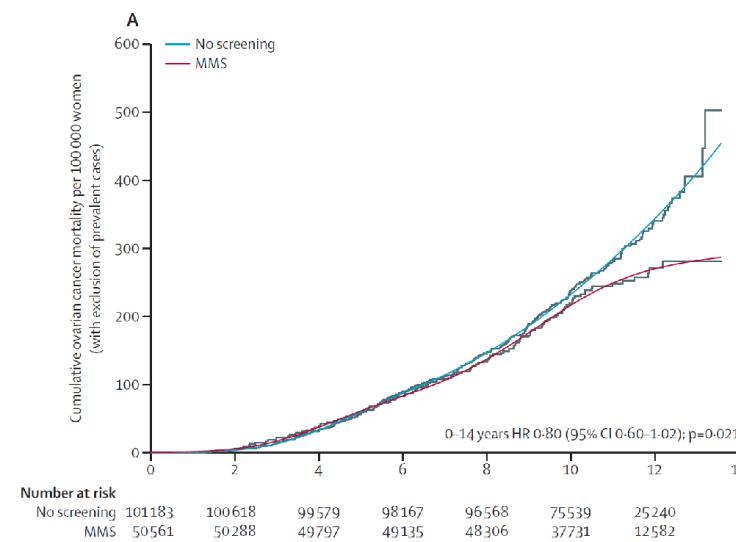
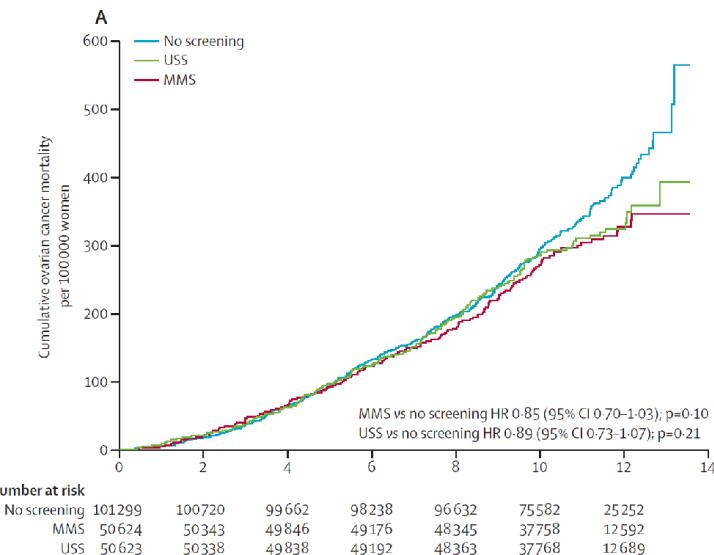
Background Ovarian cancer has a poor prognosis, with just 40% of patients surviving 5 years. We designed this trial to establish the effect of early detection by screening on ovarian cancer mortality. *Lancet* 2016; 387: 945–56

Published Online
December 17, 2015

¿Incrementa la supervivencia el programa de screening?

Resultados publicados por UKCTOCS

Resultados mixtos. El análisis original (preregistrado) no da resultados significativos, pero sí un **reanálisis** (post-hoc) que se argumenta más apropiado.



Log-Rank test P=0.10.

Post hoc weighted Log-Rank test P=0.02.

	Number of women (n)	Deaths (n)	Mortality reduction 0-14 years (%)	p value	Mortality reduction 0-7 years (%)	Mortality reduction 7-14 years (%)
Ovarian cancer (primary analysis)						
Cox model						
MMS	50 624	148	15% (-3 to 30)	0.10
USS	50 623	154	11% (-7 to 27)	0.21
No screening	101 299	347
Royston-Parmar model						
MMS	50 624	148	16% (-1 to 33)	0.11	8% (-20 to 31)	23% (1 to 46)
USS	50 623	154	12% (-6 to 29)	0.18	2% (-27 to 26)	21% (-2 to 42)
No screening	101 299	347
Royston-Parmar model (excluding prevalent cases)						
MMS	50 561	120	20% (-2 to 40)	0.021	8% (-27 to 43)	28% (-3 to 49)
No screening	101 183	281
Weighted log-rank (post-hoc)						
MMS	50 624	148	22% (3 to 38)*	0.023
USS	50 623	154	20% (0 to 35)*	0.049
No screening	101 299	347

Resultados significativos ($p<0.05$)
!!con IC conteniendo el valor 0!! ¿...?

Baggerly decide **pedir datos** (Periodo de seguimiento, Tratamiento, Outcome (viva/muerta)) para contrastar el análisis.

Análisis no paramétrico alternativo.

UKCTOCS se niega a compartir datos del estudio para preservar confidencialidad.

Baggerly decide hacer un análisis paralelo.

Análisis paralelo

Guyot et al. BMC Medical Research Methodology 2012, 12:9
<http://www.biomedcentral.com/1471-2288/12/9>



TECHNICAL ADVANCE

Open Access

Enhanced secondary analysis of survival data:
reconstructing the data from published
Kaplan-Meier survival curves

Patricia Guyot^{1,2*}, AE Ades¹, Mario JNM Ouwens² and Nicky J Welton¹

Liu et al. Systematic Reviews 2015, 3:151
<http://www.systematicreviewsjournal.com/content/3/1/151>



METHODOLOGY

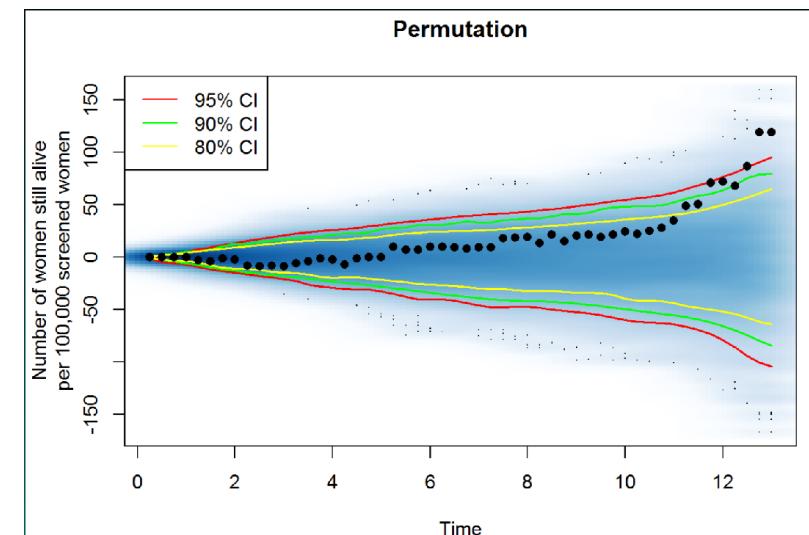
Open Access

Recovering the raw data behind a non-parametric
survival curve

Zhihui Liu^{1,2}, Benjamin Rich³ and James A Hanley^{1*}

Curvas Kaplan-Meier en formato pdf (vectorial)
contienen la información requerida.

Se extrae información y se hace análisis
paralelo (test de permutaciones) de la
supervivencia.



Reproducibilidad y políticas de austeridad: Una muestra del impacto de la reproducibilidad en términos socioeconómicos.

Impacto de la reproducibilidad

¿Hasta qué punto la **reproducibilidad** afecta a cuestiones de **gran impacto** en la investigación científica?

Errores de cálculo pueden tener **gran impacto** económico y social.

Accidente de transbordador espacial por error de cálculo:

(CNN) -- NASA lost a \$125 million Mars orbiter because a Lockheed Martin engineering team used English units of measurement while the agency's team used the more conventional metric system for a key spacecraft operation, according to a review finding released Thursday.

<http://edition.cnn.com/...> (<http://edition.cnn.com/TECH/space/9909/30/mars.metric.02/>)

Revisión concienzuda y abierta de cálculos podría **haber evitado** el desastre.

+ Impacto de reproducibilidad

Rogoff & Reinhart (2010) (<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.100.2.573>) publican un estudio sobre la **relación de la deuda y el crecimiento económico** para una serie de países.

Establecen un **punto de inflexión** para la deuda (90% del PIB) a partir del cual el **crecimiento económico se deteriora**.

"The paper came out just after Greece went into crisis and played right into the **desire** of many officials to "pivot" **from stimulus to austerity**. As a result, the paper instantly became famous; it was, and is, surely **the most influential economic analysis of recent years.**" Krugman, The New York Times (2013) (http://www.nytimes.com/2013/04/19/opinion/krugman-the-excel-depression.html?_r=0)

Gran número de **políticas a favor de la austeridad** se fundaron en este artículo (Olli Rehn, comisario de la UE, y Paul Ryan, líder republicano en USA) (<http://www.bbc.com/news/magazine-22223190>), imponiendo **límites a la deuda** basados en estos resultados.

+ Impacto de la reproducibilidad (II)

El artículo generó rápidamente **controversia** (asociación vs causalidad vs causalidad inversa), por lo que varios autores trataron de **replicar** el mismo análisis con otros datos y con **resultados muy distintos**.

Finalmente Rogoff y Reinhart **comparten sus datos (y la hoja excel de su análisis)** para que otros investigadores valoraran su trabajo (Herndon, Ash, and Pollin, 2013) (<https://academic.oup.com/cje/article-abstract/38/2/257/1714018/Does-high-public-debt-consistently-stifle-economic?redirectedFrom=fulltext>)

Herndon era un "**simple**" **estudiante** tratando de replicar un estudio económico como trabajo.

Herndon encuentra que sólo **15 de 20 países** estudiados fueron incluidos **en la fórmula** usada para los cálculos en Rogoff y Reinhart.

Omisiónes arbitrarias de algunos datos (periodos posguerra incluidos sólo para algunos países).

+ Impacto de la reproducibilidad (III)

Análisis estadístico dudoso: Efecto medio de (deuda>90%PIB) para el total de países medido como media del efecto medio para cada país (cada país tenía un número distinto de observaciones con deuda superior al 90%): "New Zealand's single year, 1951, at -8% growth is held up with the same weight as Britain's nearly 20 years in the high public debt category at 2.5% growth" (<http://www.bbc.com/news/magazine-22223190>).

Herndon et al. concluyen que **altos niveles de deuda se asocia con peores evoluciones** de PIB (+2.2% anual), pero este efecto es **mucho menor** que el descrito por Rogoff y Reinhart (-0.1%).

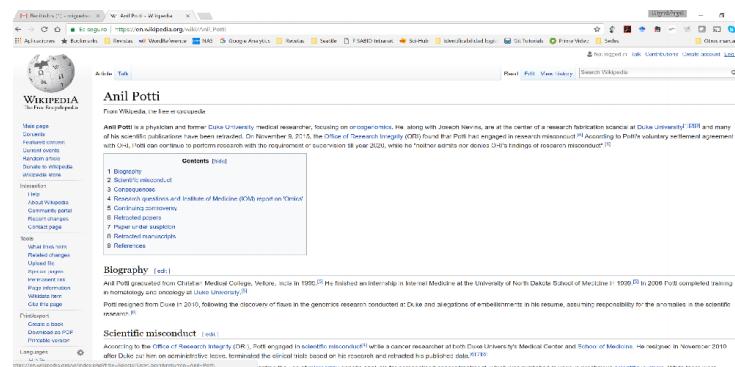
Herndon et al. **no** encuentran ninguna evidencia de **inflexión** del PIB cuando la deuda supera el 90%.

Algunas reflexiones sobre reproducibilidad.

Reflexiones estadística forense (I)

El caso de Potti es un **caso extremo** de malas prácticas:

- 10 artículos **retractados** (6 más parcialmente).
- Acusado de **conducta científica inapropiada**.
- **Expulsado** de su Universidad.
- **Denunciado** por pacientes de ensayos clínicos.
- Página en **Wikipedia** contando sus andanzas.
- Espacio monográfico en **60 minutes** (<https://www.youtube.com/watch?v=W5sZTNPMQRM>).



Anil Potti is a physician and former Duke University medical researcher. According to accusations, he allegedly helped devise, or at the very least, was in the name of a research hypothesis science at Duke University (IRB) and at least one scientific publication have been devised. On November 5, 2015, the Office of Research Integrity (ORI) had that Potti had engaged in research misconduct. According to Potti's voluntary settlement agreement with ORI, "Potti can continue to perform research with the requirement or supervision of ORI staff while he neither submits or does ORI's image of research misconduct."

Contributions [edit]

- 1 Biography
- 2 Scientific misconduct
- 3 Research hypotheses
- 4 Research questions and Institute of Medicine (IOM) report on "Clinical"
- 5 Conflicting contributions
- 6 Researcher
- 7 paper under suspicion
- 8 Retracted manuscripts
- 9 References

Biography [edit]

Anil Potti graduated from Christian Medical College, Vellore, India in 1995.^[5] He finished an internship in Internal Medicine at the University of North Dakota School of Medicine in 1999.^[6] In 2006 Potti completed training in hematology and oncology at Duke University.^[7] Potti resigned from Duke in 2010, following the discovery of flaws in the genetics research conducted at Duke and allegations of embellishments in his resume, assuming responsibility for the anomalies in the scientific publications he had written.

Scientific misconduct [edit]

According to the Office of Research Integrity (ORI), Potti engaged in scientific misconduct in his role as cancer researcher at Duke University's Medical Center and School of Medicine. He resigned in November 2010 after Duke cut him an administrative leave, threatened the clinical trial based on his research and reduced his position to part-time.



Sin embargo ...

Muchas veces los errores más **simples** son los más **difíciles** de detectar (cambios de etiquetas sensible/resistente, desplazamiento etiquetas de variables, ...)

¿Podemos afirmar que cualquier **publicación** está **libre de errores** de bulto sin un escrutinio externo de sus análisis?

Los case study presentados ilustran la importancia del **acceso público** a los datos de investigación. Si los datos utilizados por Potti **no fueran públicos** su fraude **no se habría descubierto**. Este ejemplo invita a **fomentar la reproducibilidad**.

Reproducibilidad permite dudar y devuelva a la ciencia su **carácter crítico**.

La criba de la **publicación no es garantía** de nada. Tenemos la obligación de dudar de la literatura científica.

Estudio UKCTOCS: Reflexiones



¿Hasta qué punto la **confidencialidad** puede ser impedimento para la **reproducibilidad**?

¿Hay un **exceso de celo** en la preservación de la confidencialidad? o ¿es la confidencialidad **pretexto** para no difundir datos y/o procesos?

¿Debería exigirse **hacerse públicos** datos de estudios financiados con **fondos públicos**?

¿Cuál es el **equilibrio adecuado** entre confidencialidad y transparencia/reproducibilidad? El entente actual que preserva por defecto, y de forma desproporcionada, la confidencialidad puede no ser óptimo.

Impacto de la reproducibilidad: Reflexiones

El trabajo de Rogoff y Reinhart seguramente **no determinó** las políticas de ajuste económico de la crisis pero sirvió como importante **base para su argumentación**.

La **reproducción** del trabajo dejó al descubierto los **errores** de dicho trabajo, con **importantes consecuencias** sociales y económicas.

Si los **revisores** del artículo hubieran tenido **acceso** (a tiempo) a todo el material del estudio quizás **no habría visto la luz**.

Aureola de **fiabilidad de la ciencia** la hace objeto de deseo para justificar **objetivos espúreos**. Cuidado con el uso de los resultados científicos con **otros fines**.

Reproducibilidad ayuda a **minimizar semejantes usos** de la investigación científica.

Obligados a dudar



Artículos científicos **publicitan** investigaciones científicas y, como de todo anuncio publicitario, hemos de dudar.

¿Es **suficiente** una declaración de ausencia de **conflicto de intereses** como aval de imparcialidad y buenas prácticas de los investigadores?

Declaration of Conflicting Interests

The authors declared that they had no conflicts of interest with respect to their authorship or the publication of this article.

!!NO!!, todos tenemos un conflicto de interés, la intención de publicar.

Reproducibilidad **nos invita a dudar** y, como científicos, ejercer espíritu crítico.

Obligados a dudar (II)

No sólo cuestión de **desconfianza**.

Análisis **big data**/ómicos conllevan **pérdida de intuición** en el análisis. Necesidad de **validación** externa de resultados.

Pero **no sólo big-data**, análisis tradicionales pueden contener **errores** y hasta podemos encontrar sentido a los resultados obtenidos.

Apofenia: experiencia consistente en ver patrones, conexiones o ambos en sucesos aleatorios o datos sin sentido. **Deformación profesional** en científicos.

Necesidad de **ver patrones** en datos vs **inventarlos/imaginarlos**.

Estos factores invitan a **introducir prácticas reproducibles** en todos los trabajos científicos.

Obligados a dudar (III)

Ciertas **prácticas** de investigación son propensas a ser **problemáticas**. Ya hemos visto varios ejemplos de problemas con el uso de archivos **Excel** (Rogoff & Baggerly).

Pero el caso de Baggerly **no** es **tan raro** como nos podría parecer.



Abstract

The spreadsheet software Microsoft Excel, when used with default settings, is known to convert gene names to dates and floating-point numbers. A programmatic scan of leading genomics journals reveals that approximately one-fifth of papers with supplementary Excel gene lists contain erroneous gene name conversions.



Ars Technica UK @ArsTechnicaUK

Seguir

Until recently, Renault used a 77,000-line Excel spreadsheet to track the design and build of the season's new car
arstechnica.co.uk/cars/2017/04/f...

Traducir del inglés



Formula 1: A technical deep dive into building the world's fastest cars
F1 drivers experience similar g-force to Apollo astronauts during Earth re-entry. Here's how they design and make the cars.
arstechnica.co.uk

"until recently, Renault Sport Formula One Team used a 77,000-line Excel spreadsheet to track the design and build of the season's new car"

¿**Es serio** desarrollar el diseño de un F1 en excel?

[http://twitter.com/...](http://twitter.com/)

(<https://twitter.com/ArsTechnicaUK/status/84957679004130>)

La utilización habitual de estos métodos y herramientas en investigación científica nos **obliga a dudar** de la literatura en general.

Crisis de reproducibilidad:

De forma indudable el **ámbito científico** tiene un **problema con la reproducibilidad** que necesita acometer con contundencia. De hecho, en opinión de los científicos, existe incluso una **crisis de reproducibilidad** en el ámbito científico, **90% de** encuestados por Nature así lo cree (<https://www.nature.com/articles/s41562-016-0021>).

Dicha crisis afecta a la base del **método científico** y afecta a la **validez** de gran número de resultados.

Reproducibilidad es un **tsunami** que se nos viene encima, **cambiará** nuestra forma de trabajo. En caso contrario la **validez** de la ciencia en sí misma está **en juego**.

Estadísticos jugamos un **papel clave** en esta crisis por nuestro papel central en la investigación. Es nuestra responsabilidad introducir **buenas prácticas** en los proceso de análisis de datos.

Práctica de la reproducibilidad

Reproducibilidad es **poner a disposición** de los interesados las **herramientas para reproducir** cierto estudio científico.

- Comprende varios aspectos:
 - cómo compartir **datos**.
 - cómo compartir **código**.
 - cómo compartir grandes volúmenes de **resultados**.
- Objetivos específicos:
 - Perspectiva de autores: compartir el material de **nuestro** trabajo.
 - Perspectiva de lectores: reproducir (y posiblemente reutilizar) el trabajo **de otros**.

Reproducibilidad intenta hacer la **transición** entre autores y lectores **más suave**.

La transición que queremos conseguir:

De trabajos **publicados** a trabajos (publicados) **reproducibles**.

CITY OF STARS LYRICS

[Sebastian's Verse: Ryan Gosling & Emma Stone]

City of stars

Are you shining just for me?

City of stars

There's so much that I can't see

Who knows?

I felt it from the first embrace I shared with you

That now our dreams

They've finally come true

[Mia's Verse: Emma Stone & Ryan Gosling]

City of stars

Just one thing everybody wants

There in the bars

And through the smokescreen of the crowded restaurants

It's love

Yes, all we're looking for is love from someone else

A rush

A glance

A touch

CITY OF STARS

from LA LA LAND

Music by JUSTIN HURWITZ
Lyrics by BEN PASEK & JUSTIN PAUL

The musical score for 'CITY OF STARS' is presented in a piano-vocal-guitar (PVG) format. The top staff shows the piano part with a dynamic marking of 'pp'. The middle staff shows the vocal part for 'Sebastian' with lyrics like 'City of stars are you shining just for me?'. The bottom staff shows the guitar/bass part with chords indicated above the staff (Gm, C, C7, F). The score is set in common time with a key signature of one flat. The title 'CITY OF STARS' is written in large, bold letters at the top right of the page.

No podemos pretender **comunicar** estadística **sólo con palabras**, necesitamos **herramientas** más allá de la publicación de artículos.

Motivación del curso

- **Introducir** el problema de la **reproducibilidad** en el contexto actual y **nuestra labor** como analistas de datos en esta crisis.
- **Introducir herramientas** estadísticas de R y Rstudio para acometer el problema de la reproducibilidad en trabajos de investigación.



Aspiramos a introducir la "**navaja suiza**" del analista de datos en cuanto a reproducibilidad.

Programa del curso:

- Los básicos (Sesión 2)
- R-markdown (Sesión 3)
- Documentos interactivos (Sesión 4)
- Más allá de la reproducibilidad (Sesión 5)
- Aplicaciones web (Sesiones 6 y 7)
- P-valores y su crisis (Sesión 8)
- Paquetes de R (Sesiones 9 y 10)
- Sistemas de control de versiones (Sesiones 11 y 12)



Neil deGrasse Tyson

@neiltyson

Seguir



To be scientifically literate is to empower
yourself to know when someone else is full of
shit.

<http://twitter.com/...> (<https://twitter.com/neiltyson/status/868497205308657665?s=03>)

!!Pues allá vamos!!

