

# Enseñanzas del modelo de *Aedes aegypti* y dengue

## La filosofía detrás del modelo

Hernán G Solari

con la ayuda de: Nicolás Schweigmann, Sylvia Fischer, Marcelo Otero, Paula Bergero, María Laura Fernández, Victoria Romeo Aznar, Mario Natiello y Alejandro Romero

Departamento de Física e IFIBA-CONICET  
Universidad de Buenos Aires

BIOMAT, Agosto de 2014

## Abstract

Cabe empezar por preguntarse: un curso sobre el modelo de *Aedes (Stegomyia) aegypti* y dengue, ¿qué puede aportar? Este curso busca transmitir los aprendizajes que tuvimos que realizar para generar el modelo, ponerlo a prueba, revisarlo, . . . pero llevados a una forma general, una forma con alguna posibilidad de ser usada en otros problemas semejantes. ¿Problemas semejantes? ¿Qué serían estos? ¿Otros procesos epidémicos de transmisión vectorial? ¿Otros problemas tomados de la problemática social? ¿Cualquier problema del conocimiento?

Dado que este es un curso, no seguiremos el proceso de descubrimiento. Siguiendo este proceso tuvimos que llegar a respondernos preguntas que los trabajadores de la ciencia no suelen hacerse con frecuencia: ¿en qué consiste conocer? ¿qué es en consecuencia la ciencia? ¿cual es la metodología de las investigaciones cuyas preguntas son formuladas desde la sociedad en general y no están instituidas por la propia comunidad científica?



## continúa el abstract

¿Por qué son complejos estos problemas? Este será el tema de la primer jornada. Una reflexión sobre las prácticas epistemológicas necesarias para la tarea.

En la segunda jornada plantearemos el problema de dengue, los subsistemas en interacción, el conocimiento biológico, médico y social básico. El esbozo del modelo, las dificultades para formularlo, los primeros resultados y la contrastación con los datos: éxitos y fracasos.

En la tercer jornada miraremos a las preguntas emergentes del modelo, los experimentos realizados para responderlas, la re-formulación del modelo, las nuevas preguntas, los nuevos experimentos, . . .



## Sobre estas clases

*El axioma de que nada sobre la tierra es tan importante como la máxima potencia y el más variado cultivo del individuo, y que entonces, la primera ley de la verdadera moral es, educate a ti mismo, y sólo en segundo término, influencia a los otros por lo que tú eres: estos axiomas estan tan firmemente impresos en mi mente que nada puede cambiarlos.*

Wilhelm von Humboldt. Carta a George Foster, 1791



Sobre el conocimiento.

Antigüedad

Observar y pensar

Pesadores/Idealismo

Observadores/Materialismo

Empirismo y modernidad

Modernidad

La ciencia

Crítica, abducción y epogé

Dialéctica



# Los dos mundos antiguos

**Sócrates** Pues bien, en mi opinión hay que diferenciar primero lo siguiente: ¿Qué es lo que es siempre y no deviene y qué, lo que deviene continuamente, pero nunca es? Uno puede ser comprendido por la inteligencia mediante el razonamiento, el ser siempre inmutable; el otro es opinable, por medio de la opinión unida a la percepción sensible no racional, nace y fenece, pero nunca es realmente. **Platón en Timeo**

- ▶ El mundo de las FORMAS, IDEAS, abstracciones y lo **UNIVERSAL** es el mundo real, permanente, es el mundo accesible solo por el pensar
- ▶ El mundo MATERIAL y sensible es un mundo de copias imperfectas, pasajeras, transitorias de lo real, lo **PARTICULAR**



# Idealismo

- ▶ Además, todo lo que deviene, deviene necesariamente por alguna causa; es imposible, por tanto, que algo devenga sin una causa. Cuando el artífice de algo, al construir su forma y cualidad, fija constantemente su mirada en el ser inmutable y lo usa de modelo, lo así hecho será necesariamente bello. Pero aquello cuya forma y cualidad hayan sido conformadas por medio de la observación de lo generado, con un modelo generado, no será bello. **Platón en el Timeo**
- ▶ Toda cuestión debe decidirse a base de simples configuraciones básicas y axiomáticamente, como si se tratara de sencillos... principios de la matemática. **Dühring**
- ▶ Es mi convicción de que la construcción matemática pura nos permite el descubrimiento de conceptos y las leyes que los conectan, que nos da la clave para el entendimiento de la naturaleza... En cierto sentido, tengo por cierto que el pensamiento puro puede entender la realidad, como los antiguos soñaban. **Albert Einstein, Ensayos en ciencia, 1933**



## Observadores/Materialismo

Parmi, oltre a ciò, di scorgere nel Sarsi ferma credenza, che nel filosofare sia necessario appoggiarsi all'opinioni di qualche celebre autore, sì che la mente nostra, quando non si maritasse col discorso d'un altro, ne dovesse in tutto rimanere sterile ed infeconda; e forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come l'Illiade e l'Orlando furioso, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero. **Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.** Galileo Galilei





## Observadores/Materialismo

El señor Dühring piensa poder sacarse ya lista de la cabeza la entera matemática pura, de un modo apriorístico, es decir, sin utilizar las experiencias que nos ofrece el mundo exterior. . . En la matemática pura, el entendimiento tiene que ocuparse "de sus propias libres creaciones e imaginaciones"; los conceptos de número y figura son "su objeto suficiente, producible por él mismo", y con ello tiene la matemática "una validez independiente de la experiencia particular y del real contenido del mundo". Claro que la matemática pura tiene una validez independiente de la experiencia particular de cada individuo; pero lo mismo puede decirse de todos los hechos establecidos por todas las ciencias, y hasta de todos los hechos en general. Los polos magnéticos, la composición del agua por el oxígeno y el hidrógeno, el hecho de que Hegel ha muerto y el señor Dühring está vivo, son válidos independientemente de mi experiencia o de la de otras personas. . . Pero lo que **no es verdad es que en la matemática pura el entendimiento se ocupe exclusivamente de sus propias creaciones e imaginaciones.**



## Observadores/Materialismo

*Los conceptos de número y figura no han sido tomados sino del mundo real.* Los diez dedos con los cuales los hombres han aprendido a contar, a realizar la primera operación aritmética, no son ni mucho menos una libre creación del entendimiento. Para contar hacen falta no sólo objetos contables, enumerables, sino también la capacidad de prescindir, al considerar esos objetos, de todas sus demás cualidades que no sean el número, y esta capacidad es resultado de una larga evolución histórica y de experiencia. También el concepto de figura, igual que el de número, está tomado exclusivamente del mundo externo, y no ha nacido en la cabeza, del pensamiento puro. Tenía que haber cosas que tuvieran figura y cuyas figuras fueran comparadas, antes de que se pudiera llegar al concepto de figura. La matemática pura tiene como objeto las formas especiales y las relaciones cuantitativas del mundo real, es decir, una materia muy real.



## Observadores/Materialismo

El hecho de que esa materia aparece en la matemática de un modo sumamente abstracto no puede ocultar sino superficialmente su origen en el mundo externo. Para poder estudiar esas formas y relaciones en toda su pureza hay, empero, que separarlas totalmente de su contenido, poner éste aparte como indiferente; así se consiguen los puntos sin dimensiones, las líneas sin grosor ni anchura, las  $a$  y  $b$  y las  $x$  e  $y$ , las constantes y las variables, y se llega al final, efectivamente, a las propias y libres creaciones e imaginaciones del entendimiento, a saber, a las magnitudes imaginarias. Tampoco la aparente derivación de las magnitudes matemáticas unas de otras prueba su origen apriórico, sino sólo su conexión racional **Engels en el Anti-Dühring**

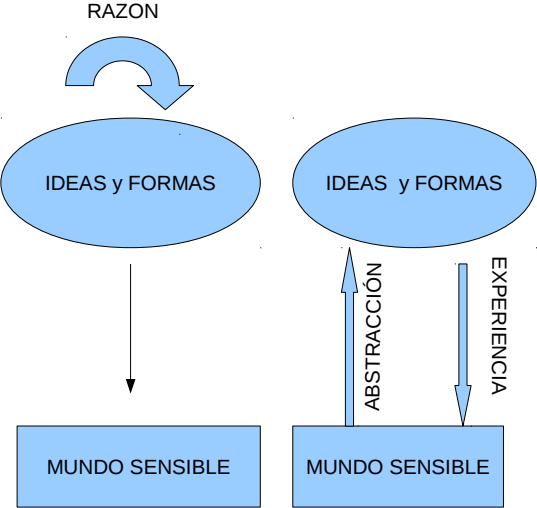


## Los dos mundos modernos

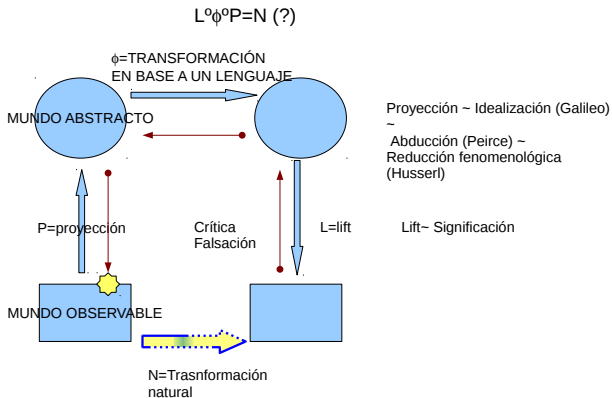
- ▶ En la modernidad (Hume) los mundos de Platón siguen tal cual son, pero el mundo REAL pasa a ser el material/sensible y si no permanente, hasta cierto punto repetible. La experiencia cobra más valor que el saber y en cierto positivismo extremo solo lo empírico merece consideración. El mundo abstracto, en el mejor de los casos, se puebla de universales tentativos o transitorios (conjeturas).
- ▶ En la práctica que cristaliza en Newton y en la filosofía que cristaliza en Kant (Crítica de la razón pura), nace la CIENCIA MODERNA. Forma de resolver, articular y armonizar la visión de los platónicos con la de los empiristas.



# Diagramas de conocimiento antiguo y empirista-extremo



# Diagrama ¿conmutativo? del conocimiento moderno



Esto es lo que hace un modelo/teoría.



## ¿Dónde está la ciencia?

El empirismo (extremo) permite formular reglas para situaciones regulares (experiencia) cuando estas reglas fracasan solo hay refutación, la regla es falsa. (Es la posición que Popper aplicará sobre un esquema más moderno).

La ciencia es más que eso, si nuestro conocimiento elaborado discrepa con lo directamente observable pasamos a un proceso de diferenciación que localiza los elementos incorrectos siguiendo el flujo de verdad inverso del predictivo. La falsedad viaja hacia atrás y permite fijar la atención en puntos precisos y así detectar qué debe cambiarse y porqué. El nuevo modelo es la síntesis del proceso de integración de las causas mediadas por el lenguaje (matemática) y la falsación transportada en sentido inverso por el mismo.

El modelo se torna así en la unidad minimal de ciencia.



## ¿Dónde está la ciencia?

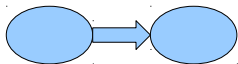
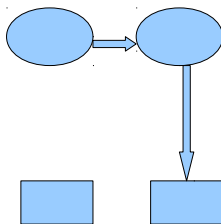
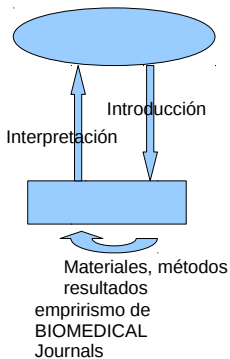
Visto de otro modo: el modelo se ancla en la empiria y tiene una gran rigidez lógica. Cuando observaciones distantes son incompatibles el modelo traslada las tensiones a los anclajes y obliga a revisarlos.

Es este hacerse cargo de las consecuencias (los resultados emergentes, incluidos sus fracasos) el motor del proceso de auto-corrección que singulariza a la ciencia como saber.





# La ciencia administrada



Journals de  
Matemática aplicada

Explotación del  
conocimiento científico,



## El problema de la ciencia administrada

En la ciencia administrada, la regulada por el sistema administrativo de premios y castigos, donde solo reciben las herramientas de trabajo quienes prometen determinados resultados, solo se puede construir de acuerdo a lo pre-concebido, no hay espacio para la crítica, ni caminos para el aprendizaje, ni lugar donde hacer público un trabajo de ciencia newtoniana.

Para una discusión más profunda vea

<http://www.df.uba.ar/users/solari/CienciaAdministrada.pdf>



## Las ausencias más notorias

- ▶ La crítica.
- ▶ La abducción (Peirce)
- ▶ La reducción fenomenológica y la epogé (HUsserl)
- ▶ La dialectica. Construcción-diferenciación (R García)



# Crítica

- ▶ ¿Cómo pudo Kant criticar la razón pura y luego la práctica?
- ▶ La crítica científica no es el comentario (como la crítica teatral), ni es el dialogo de sordos entre facciones adherentes a dogmas incompatibles.
- ▶ **La crítica es el análisis de los fundamentos**
- ▶ **Los modelos newtonianos son abiertos (facilitan, invitan) a la crítica**
- ▶ Al ser abiertos a la crítica facilitan el progreso de la ciencia porque facilitan su propia superación.
- ▶ Acierta Popper al exigir que las ideas científicas (teorías/conjeturas/modelos) se presten y faciliten la contrastación de sus consecuencias con las observaciones empíricas. Porque es éste el punto de partida para el análisis crítico del conocimiento. No se trata de emparchar el modelo para que 'dé bien', se trata de encontrar los fundamentos de su fracaso (muchísimas veces parcial).



## De los hechos a los modelos

- ▶ *El entendimiento es la facultad de pensar el objeto de la intuición sensible* (Kant). El entendimiento no puede sentir y los sentidos no pueden pensar, solo cuando se unen pueden producir el entendimiento.
- ▶ Los hechos son inaccesibles. Todo hecho conocido es el resultado de la relación entre elementos del hecho y el sujeto cognicente.
- ▶ Los hechos interpretados son los *observables* (R García).
- ▶ En lo posible se debe adoptar un actitud de suspensión del juicio frente a los hechos. Se debe permitir al fenómeno manifestarse por sí en intuiciones del fenómeno, son ellas las bases del conocimiento. Ésta práctica se denomina epogé y su formalización la debemos a Husserl. **Hay que evitar poner los hechos en cajas preconcebida.** Hay que saber del hecho y solo más tarde conocer las opiniones de otros sobre los hechos.



## De los hechos a los modelos (cont...)

- ▶ El proceso de construcción de la estructura lógica del modelo es el único elemento creativo de la ciencia (Peirce). Galileo Galilei usaba la *idealización* en la cual los atributos considerados accesorios o secundarios del problema son ignorados (por eso hablamos de proyección). Muchas veces se recurre al procedimiento de análisis cartesiano instituyendo dos sistemas, uno de los elementos sin articular y otro con las articulaciones.
- ▶ La re-articulación implica la construcción de una estructura causal explicativa. A esto se refiere Peirce con *abducción*: La abducción es el proceso de invención o proposición de hipótesis; es la proposición inicial de hipótesis porque dan cuenta de los hechos.



## Dialéctica

- ▶ La estructura lógica no solo permite explicar lo observado sino que propone nuevos observables. Esta es la llamada *capacidad predictiva* (única capacidad reconocida como científica por el *instrumentalismo*).
- ▶ Las predicciones se comparan con nuevas observaciones y los desacuerdos son analizados en función de sus fundamentos (proceso de crítica). Identificándose el (o los) potenciales fundamentos equivocados. Este flujo de la falsedad puede llegar a afectar los observables, pero no los hechos.
- ▶ **No se trata de ajustar el modelo, se trata de ver qué estamos pensando mal.**
- ▶ La síntesis del modelo con la crítica constituye un nuevo modelo, perfeccionado
- ▶ El modelo perfeccionado no siempre resulta mas cercano a la realidad, muchas veces resulta que existían compensaciones de errores que quedan descompensadas. El proceso dialéctico va construyendo saber y el saber no se reduce la capacidad de predecir.



## Dialéctica -ejemplo-

- ▶ Las poblaciones de mosquitos las controla la temperatura
- ▶ La temperatura actúa linealmente (a nivel individuo) puede determinar extinción pero nada más
- ▶ ... la única fase donde pueden competir es en la fase acuática
- ▶ Implementamos una mortalidad logística y vemos... las temporadas de actividad de los mosquitos se reproducen bien.
- ▶ Cuando circuló el dengue (2009) veníamos de una sequía, ¿cómo pudo circular?
- ▶ Ni idea... el modelo asume lluvias regulares. . . Lo modificamos y vemos
- ▶ Problemas: cada vez que llueve se produce una mortandad de larvas absurda. Los términos no-lineales no son correctos. Pasamos a retardo en el desarrollo por falta de comida.
- ▶ Pero la comida sobra





## continúa el diálogo

- ▶ Escuchamos ideas. . . Ah! y las poblaciones se recuperan muy rápido al terminar la sequía, cuando circuló el virus es como si no hubiera habido sequía
- ▶ Pero hay un problema. . . no podemos seguir bien a las lluvias, suavizamos mucho. Parece un problema de estadísticas de tiempos
- ▶ Midamos en el laboratorio las estadísticas de tiempos en función de la comida
- ▶ Además del tiempo de desarrollo cambia el peso de la pupa/adulto y se dispersa la 'cohorte' -o sea, no es más cohorte-. Las distribuciones son tipo gamma.
- ▶ Pero ese es un resultado de laboratorio, en el medio natural la comida es abundante
- ▶ Midamos en ambiente natural
- ▶ . . .en el ambiente natural están muertas de hambre. . .
- ▶ Simultáneamente buscamos las soluciones del nuevo problema matemático y su correcta formulación



## estamos charlatanes...

- ▶ Repitamos el experimento para tener mejor muestreo y estadística
- ▶ Las condiciones van a ser ligeramente diferentes, pero está bien ...
- ▶ ¡PROBLEMAS! Las larvas nacieron pero se están muriendo todas. Esto es sustancialmente distinto a lo que teníamos
- ▶ Detengamos el experimento inútil y revisemos lo que pensamos
- ▶ Los huevos fueron almacenados a temperatura ambiente del laboratorio, los anteriores eran frescos. Usemos huevos almacenados a temperatura natural (exterior) ... ahora si reproducimos la experiencia
- ▶ Pero entonces el concepto de viabilidad debe ser modificado. No solo debe eclosionar el huevo (el embrión debe estar vivo) sino que debe estar en condiciones de llegar en un ambiente “favorable” a adulto. Esto afecta trabajos previos ...



## Conclusiones (1era clase)

La ciencia no es cuestión de hábitos ni técnicas que se pueden enseñar, la ciencia requiere el uso de la razón, la re-creación (noten el doble sentido) del conocimiento.

Dice Peirce: una reacción instintiva o habitual no puede ser inferencia. “Si uno no sabe de donde proceden sus creencias, esto no se puede llamar por el nombre de inferencia”. “Un ordenador que comienza de las premisas correctas puede arribar a las conclusiones correctas. ¿En que respecto, entonces, esa máquina no realiza inferencias? En primer lugar, el proceso de la máquina no tiene el elemento de consciencia, aprobación y control, no puede certificar la valides de sus propias inferencias. En segundo lugar, un ordenador carece de originalidad.”

