

¿Por qué modelizar?

Joshua M. Epstein¹

Basado en la conferencia dictada por el autor en el Día de la Bastilla 2008 del Segundo Congreso Mundial sobre Simulación Social, George Mason University, y anteriores direcciones del Institute of Medicine, de la University of Michigan, y del Santa Fe Institute.

La modelización como empresa viene desde la lejana época de Arquímedes y de esa época también es su incompreensión. He sido invitado para compartir mis ideas acerca de algunas concepciones erróneas acerca de la modelización. Confío en que al hacerlo, daré coraje a los aspirantes a modeladores y otorgaré sosiego a los críticos.

¿Por qué modelizar?

La primera pregunta que aparece frecuentemente -a veces de manera inocente y a veces no-, es simple: "¿Por qué modelizar?"

Y mi respuesta favorita es, "Usted es un modelizador". Cualquiera que arriesga una proyección o imagina cómo evoluciona una epidemia, una manifestación o un movimiento migratorio- está ejecutando algún modelo.

Pero este modelo es un modelo implícito, donde las asunciones están ocultas, donde la consistencia interna no está probada y las consecuencias lógicas son desconocidas, lo mismo que la relación con los datos.

De alguna manera, uno está ejecutando un modelo, sólo que es un modelo *implícito* que todavía no ha sido escrito.

En estos casos, siempre me sorprende cuando estas personas me desafían con la pregunta: "¿Puede usted validar su modelo?" y mi respuesta es obviamente, "¿Puede usted validar el suyo?". Por lo menos yo puedo escribir el mío de manera que pueda, en principio, calibrarse con los datos si a eso es a lo que se refiere con "validar", un término que yo evito asiduamente (como buen Popperiano que soy).

La elección, entonces, no es construir modelos sino construir modelos *explícitos*. En los modelos explícitos, las asunciones (lo que asumimos) están descriptas en detalle para estudiar exactamente lo que implican. De acuerdo a *estas* asunciones, estas cosas ocurren. Cuando uno altera las asunciones eso es lo que pasa. Al escribir modelos explícitos, uno permite que los otros repliquen los resultados de uno.

Uno puede de hecho calibrar los modelos con datos históricos si los hubiera, y testear nuevamente los datos existentes contra los datos anteriores.

Y uno puede incorporar el mejor expertise disciplinar (biomédico, etnográfico) de un modo riguroso. Y más aún, los modelos pueden ser los puntos focales de equipos que involucren expertos de varias disciplinas.

Otra ventaja de los modelos explícitos es la factibilidad de un análisis sensitivo. Uno puede

¹ Senior Fellow en Economic Studies y Director del Center on Social and Economic Dynamics, de Brookings Institution, y Profesor Externo del Santa Fe Institute. El autor agradece a Ross A. Hammond por los comentarios.

considerar un amplio rango de parámetros sobre un vasto rango de escenarios posibles para identificar las dudas más salientes, áreas de fortaleza o límites importantes. Yo no veo manera de hacer eso utilizando modelos mentales implícitos. Es importante notar que en la esfera de la política (si no en la Física de las partículas) los modelos no obvian la necesidad del juicio. De todos modos, al revelar incertezas y sensibilidades, los modelos pueden disciplinar el diálogo acerca de las opciones y hacer que los juicios inevitables sean más considerados.

¿Puede usted predecir?

Ni bien estos puntos han sido respondidos sobreviene la siguiente pregunta inevitable: "Pero, ¿puede usted predecir?". Por alguna razón, el momento en que uno propone un modelo, como si una bola de cristal pudiera predecir el futuro, se presume que predecir es el objetivo. Por supuesto que la predicción puede ser el objetivo y puede incluso ser factible, de manera particular si uno admite predicciones estadísticas en donde la distribución estacionaria (del tamaño de una fortuna o de una epidemia para el caso) es la regularidad de interés. Estoy seguro que antes de Newton, la gente hubiera dicho "la órbita de los planetas nunca va a poder predecirse". Yo no veo cómo la predicción macroscópica puede ser definitiva y eternamente impedida.

Dieciséis razones además de la predicción por las cuales construir modelos

Pero yendo más al punto, puedo rápidamente pensar en 16 razones diferentes a predecir, para construir un modelo:

1. Explicar (muy distinto de predecir)
2. Guiar la recolección de datos
3. Iluminar el núcleo de la dinámica
4. Sugerir analogías dinámicas
5. Descubrir nuevas preguntas
6. Promover una mentalidad científica
7. Acotar los resultados a rangos plausibles
8. Iluminar incertezas centrales
9. Ofrecer opciones a las crisis en tiempo real
10. Demostrar compensaciones / sugerir eficiencias
11. Desafiar la robustez de la teoría a través de las perturbaciones
12. Exponer al deseo prevalente como incompatible con los datos disponibles
13. Entrenar a practicantes
14. Disciplinar el diálogo acerca de las políticas
15. Educar al público general
16. Revelar cómo lo aparentemente simple es complejo

Las explicaciones no implican predicción

Hay una diferencia crucial entre explicar y predecir. El movimiento de placas tectónicas ciertamente explican los terremotos, pero no permiten predecir el tiempo y el lugar donde ocurrirán. La electrostática explica el fenómeno de la luz pero no podemos predecir cuándo

o dónde caerá el próximo rayo.

La evolución es aceptada como una explicación de las especies pero no podemos predecir cómo será la próxima cepa del virus de la gripe del año que viene. En las ciencias sociales, he tratado de articular y de demostrar un abordaje que llamaré *generativo*, en donde regularidades a gran escala como la distribución de la riqueza o la dinámica de las epidemias, emergen en poblaciones heterogéneas de individuos presentes en un software (agentes) interactuando localmente bajo reglas de comportamiento sencillas. Por ejemplo, la reconstrucción computacional de una civilización antigua (los Anasazi) se logró a través de este enfoque basado en agentes. Yo considero a este modelo como *explicatorio* pero no es predictivo en este sentido. Este trabajo fue hecho guiado por los datos. Pero no creo que eso sea necesario.

Guiar la recolección de datos

En este punto, muchos no-modelizadores, e incluso varios modelizadores, poseen un inductismo ingenuo que podría parafrasearse de la siguiente manera: "La ciencia procede de la observación, y luego los modelos son construidos para dar cuenta de los datos". Este enfoque de las ciencias sociales con el cual estoy muy familiarizado sería aquél en el que uno primero recolecta los datos y luego realiza regresiones sobre ellos. Esto puede ser muy productivo, pero no es la regla en ciencias donde a menudo la teoría precede a la recolección de datos. La teoría electromagnética de Maxwell es uno de los principales ejemplos. Las ondas de radio fueron deducidas de su ecuación. ¡Recién ahí fueron vistas y halladas! La relatividad general predijo la desviación de la luz por gravedad, la cual fue sólo después confirmada a través de un experimento. Sin modelos, en otras palabras, no siempre está claro qué datos recolectar.

Iluminar el núcleo de la dinámica: todos los buenos modelos están equivocados

Los modelos sencillos pueden ser invalorable sin ser "correctos", en un sentido ingenieril. Aún más, en ese sentido, todos los buenos modelos son erróneos. Pero son fructíferamente erróneos. Están iluminando abstracciones. Creo que fue Picasso quien dijo, "el arte es una mentira que nos ayuda a ver la verdad". Eso sucede con muchos modelos bellos y sencillos: el modelo de ecosistemas de Lokta-Volterra, la Ley de Hooke o la ecuación para epidemias de Kermack y McKendricj. Ellas conforman los fundamentos conceptuales de sus respectivos campos. Son enseñadas universalmente: los practicantes maduros, conociendo bien la naturaleza aproximada del modelo, sin embargo le deben a ellos la formación de las concepciones más básicas de los estudiantes. Y esto sucede porque captan comportamientos cualitativos de intereses generales, como los ciclos predador-presa, o la naturaleza no-lineal de las epidemias y la noción de inmunidad de la población. De nuevo, el asunto no es la idealización, todos los modelos son idealizaciones. El asunto es cómo el modelo ofrece una idealización fértil. Como dijo George Box en su famosa frase, "Todos los modelos son erróneos, pero algunos son útiles."

Sugerir analogías

Es un hecho maravilloso que una enorme variedad de procesos aparentemente no relacionados tengan modelos formales idénticos (pueden ser interpretados a través del

mismo formalismo subyacente). Por ejemplo, la atracción electrostática bajo la ley de Coulomb y la atracción gravitacional bajo la ley de Newton tienen la misma forma algebraica. La diversidad física de los procesos de difusión que satisfacen la ecuación del calor o los procesos oscilatorios que satisfacen las ecuaciones de ondas es virtualmente infinita. En su disertación como premio Nobel, Paul Samuelson escribió que, "si miramos a una empresa monopólica como un ejemplo de un sistema máximo, podemos conectar sus relaciones estructurales con aquellas que prevalecen para un sistema termodinámico de entropía máxima... la temperatura absoluta y la entropía tienen la misma forma dual que la proporción del salario al trabajo o la renta de la tierra a la cantidad de hectáreas de tierra". Un diagrama, en sus palabras, hace "doble tarea, mostrando las relaciones económicas así como también las termodinámicas.". En el desarrollo del modelo Anasazi, mis colegas y yo hicimos una "analogía computacional" entre el bien conocido modelo Sugarscape y el actual modelo MaiseScape en el que la antigua civilización Anasazi vivió.

Estoy sugiriendo que las analogías son más que un hermoso testamento del poder unificador de los modelos: son luces que iluminan un terreno oscuro e inexplorado. Por ejemplo, hay una teoría poderosa sobre las enfermedades infecciosas. ¿Se desarrollan las revoluciones o las religiones o las adopciones de innovación de manera similar a las epidemias? ¿Es útil pensar estos procesos como analogías formales? Si así fuera, entonces podríamos valernos de una teoría pre-existente que nos diera luz en el terreno inexplorado, tal vez guiándonos a un rápido avance.

Hacer nuevas preguntas

Los modelos pueden sorprendernos, hacernos curiosos y llevarnos a nuevas preguntas. Esto es lo que yo odio de los exámenes, Ellos sólo muestran que uno es capaz de responder las preguntas de otros, cuando lo más importante es: ¿Pueden ustedes hacer nuevas preguntas? Son las nuevas preguntas (ej: los problemas de Hilbert) las que producen grandes avances y los modelos pueden ayudarnos a descubrirlas.

De la militancia ignorante a la ignorancia militante

Para mí, de todos modos, la contribución más importante de la modelización -diferente de cualquier otro modelo en particular o de técnica de modelado- es que refuerza el hábito científico de la mente, al cual yo caracterizo como una *ignorancia militante*, un compromiso de acero con el "No lo sé". Todo el conocimiento científico es incierto, contingente, sujeto a revisión y falsificable en principio. (Esto, por supuesto, no quiere decir falsificado. Significa que uno puede en principio especificar observaciones que, si son hechas, lo falsearían). Uno no basa sus creencias en la autoridad sino finalmente en la evidencia. Esta, por supuesto, es una idea muy peligrosa. Nivelas el campo de juego y permite que el más humilde campesino desafíe la regla más exaltada, obviamente un riesgo intolerable.

Esta es la razón por la cual la ciencia, como modo de indagación, es fundamentalmente antiética ante todos los sistemas intelectuales monolíticos. En un bello ensayo, Feynman habla acerca de la arduamente conquistada "libertad de dudar". Nació de una larga y brutal batalla, y es esencial para una democracia funcional. Los intelectuales tienen la solemne tarea de dudar y de enseñar a dudar. La educación, en su sentido más verdadero, no se

Traducido y adaptado por Cristián Rizzi Iribarren del original en inglés "Why model?".

trata de un "kit de habilidades vendibles". Se trata de la libertad, de heredar prejuicios y argumentar con autoridad. Esta es la contribución más profunda de la empresa de modelar. Fuerza hábitos de la mente esenciales para la libertad.