

[investigación]

Liderazgo: pura ingeniería de sistemas

Camilo Olaya*

Un aparato digestivo o un sistema de computación son comparables a una comunidad, una ciudad o una gran empresa. Como sistemas, todos ellos son susceptibles de ser intervenidos para buscar los mejores resultados posibles a través de experimentos.

Infografías: Diego Olarte, olarte.dg@gmail.com

El título de este artículo puede despistar, dada la asociación que usualmente se hace entre la “ingeniería de sistemas” y la informática o la computación. Peor aún, típicamente se piensa que el término “ingeniería” se refiere a matemáticas, ciencia aplicada y máquinas. Nada más errado.

* Profesor asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.



Sistemas

Tal vez lo más sencillo sea comenzar con el término *sistema*. Un sistema se puede entender como un complejo de relaciones entre elementos al que un observador le atribuye cierta coherencia, es un “todo” coherente para alguien.

Hay sistemas naturales y sistemas *artificiales*; estos últimos son creados por personas para que cumplan algún *propósito*, por ejemplo, un carro o un edificio. Vale la pena preguntarse si las partes que conforman un sistema tienen también propósitos propios para cumplir y si tienen la libertad de tomar decisiones en relación con dichos propósitos. Russell Ackoff (2001) propone una clasificación de sistemas de acuerdo con estas características (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de sistemas

	Partes	Todo (sistema)	Ejemplos
Determinísticos	No deciden	No deciden	Reloj, máquina
Animados	No deciden	Deciden	Persona, animal
Sociales	Deciden	Deciden	Empresa, organización, entidad pública
Ecológicos	Deciden	No deciden	Ecosistema, el planeta Tierra

Los sistemas determinísticos se pueden describir matemáticamente y se puede suponer que obedecen a leyes naturales. Más complejos son los *sistemas sociales*, pues están compuestos por *actores* (individuos, instituciones, áreas organizacionales, etc.) que *actúan* motivadamente de acuerdo con intereses propios que simultáneamente compiten con las metas que el sistema, como un todo, persigue, esto último a través de mecanismos y acuerdos administrativos, políticos y sociales.

Este enfoque de *sistemas* está en nuestro lenguaje cotidiano. Hablamos del *sistema* escolar, del *sistema* de ciclovías, del “*sistema*” de justicia, en fin, de macroorganizaciones sumamente complejas debido a la capacidad y libertad para decidir y actuar de sus “componentes”. Estas decisiones y acciones constituyen lo que un ingeniero llamaría las *operaciones* del sistema.

Como consecuencia de esas operaciones el sistema hace o produce cosas, tiene un desempeño *sistémico*, por ejemplo, produce trancones, sentencias penales, ganancias, notas de estudiantes, contaminación, felicidad.

Los sistemas sociales son sistemas artificiales con propósito, es decir, son artefactos. Esto implica que son diseñados y que son rediseñables ¿Cómo rediseñarlos para que cumplan con los propósitos que supuestamente deberían cumplir y para que al mismo tiempo los actores que los constituyen también cumplan sus expectativas individuales?

Ingeniería

Si el interés es transformar un sistema entonces es lógico pensar en ingeniería. El Nobel Herbert Simon, al demarcar la separación entre sistemas naturales y sistemas artificiales, ubicó a estos últimos en el dominio de la ingeniería (Simon, 1996). Sin embargo, usualmente se confunde a la ingeniería con la ciencia (Petroski, 2010); logros de la ingeniería, como por ejemplo enviar una sonda a Marte, se asocian popularmente con triunfos “científicos”. Es más, muchas veces se asume que el conocimiento “científico” es necesario para transformar una situación y resolver un problema. Incluso a veces se oye hablar de la necesidad de que la ingeniería sea “científica”. A un ingeniero que haya reflexionado lo suficiente sobre su quehacer, todo esto le sonará extraño. Algunas aclaraciones se hacen necesarias.

La ingeniería, a diferencia de la ciencia, no pretende explicar observaciones: su objetivo es transformar una situación. A la ciencia le interesa cómo *son* las cosas, a la ingeniería le interesa cómo *deberían ser* las cosas. Al ingeniero no le interesa producir teorías, sino resolver problemas. Es más, no necesita teorías (aunque le pueden ser eventualmente útiles). Los hermanos Wright diseñaron y construyeron los primeros aeroplanos, pero no tenían una explicación científica acerca de por qué dichos artefactos volaban; esta explicación, propia de la ciencia moderna de la aerodinámica, llegaría cincuenta años después (Petroski, 2010).

La actividad distintiva de la ingeniería es el *diseño* y no la aplicación de teoría científica, como a veces se cree (Olaya, 2012; Pitt, 2010; Van de Poel, 2010). Diseñar es un acto creativo (no aplicativo) que consiste en la creación intencional de artefactos para cumplir algún fin

[Los sistemas sociales son sistemas artificiales con propósito, es decir, son artefactos. Esto implica que son diseñados y que son rediseñables]

específico. Un artefacto, a diferencia de una teoría, no es verdadero o falso. El artefacto funciona o no funciona. Este pragmatismo epistémico de la ingeniería, orientado a la acción, implica que debe considerar elementos que se excluyen en enfoques científicos (orientados hacia la teoría, la idealización, la generalización y la abstracción). El ingeniero no idealiza la situación que enfrenta; no puede ignorar la resistencia del aire, la fricción de los materiales, las particularidades e intereses de los actores que conforman un sistema social ni la forma como realmente deciden y actúan (lejos del popular *homo economicus* y otras criaturas similares). La ingeniería afronta la manera como un sistema *efectivamente opera*. ¿Cómo hacerlo?

Método

El ingeniero no comienza necesariamente desde una teoría ni desde unos datos. Sus métodos no son la deducción ni la inducción. No se debate entre el realismo y el empirismo de los filósofos de la ciencia. Tampoco se debate entre métodos cuantitativos o cualitativos; estas cuestiones le son irrelevantes, pues el conocimiento que genera no se ampara en la justificación. En cambio, las complejas restricciones de las situaciones concretas que enfrenta generan un tipo de conocimiento que no necesita de autoridad epistémica (Pirtle, 2010; Pitt, 2011), pues si el diseño resuelve el problema, ¿importa si hay una justificación metodológica para utilizarlo? Esta actitud confronta a la epistemología científica. En su lugar, la ingeniería opta por el pragmatismo (Pitt, 2011) e implícitamente por la propuesta de Popper (1963), que descarta la lógica de justificación a través de la exploración de posibilidades que son puestas a prueba a través de modelos, experimentos, prototipos, simulaciones y en la práctica. Este proceso acumula conocimiento expresado en diseños cambiantes, adaptativos.

Este es el terreno del método de la ingeniería. Pero no es el famoso “método científico” para encontrar o buscar una “verdad” o una “mejor explicación”. Tiene menos pretensiones y busca *resolver una situación, problema o necesidad con los recursos, acciones y capacidades disponibles*. Para esto la ingeniería emplea heurísticas, es decir, cualquier estrategia o método que ayude a solucionar un problema (Koen, 2003).

La experimentación por “ensayo y error” es tal vez la heurística por excelencia para producir diseños exitosos. Esta lógica fue formalizada por Darwin para explicar cómo se producen los diseños naturales. Es un *proceso* de aprendizaje (Campbell, 1987; Popper, 1972) que logra diseños y artefactos efectivos. Los ejemplos abundan: la construcción de pirámides, aeroplanos, productos manufacturados, y la evolución de tecnologías en general (Ziman, 2000).

Ingeniería de sistemas sociales

Ante sistemas de alta complejidad que nos interese transformar, como los sistemas sociales, se tienen entonces, entre otros, dos caminos diferentes: el científico y el ingenieril. El primero asume que se requiere de una explicación para la evidencia disponible, y corresponde por tanto al “saber antes de actuar”, el prejuicio occidental que favorece la razón sobre la acción (Goldman, 1990); la economía y las ciencias sociales en general heredan esta tradición. El segundo pasa directamente a la acción (heurísticas, diseños, artefactos) sin preocuparse por contar necesariamente con una explicación “científica” o “teórica”.

Entre muchas heurísticas de ensayo y error para sistemas sociales destaco la de Ellerman (2014), quien propone un *motor evolutivo* que denomina *experimentación paralela*. Ante una situación para resolver se echan a andar simultáneamente varios experimentos, descentralizados y semiaislados, todos con la misma meta. La innovación y la creatividad no solo son bienvenidas, sino casi obligatorias; se vale ensayar, especular, arriesgarse y equivocarse. De acuerdo con alguna medida de éxito se comparan los resultados de los experimentos; estos “aprendizajes” se deben difundir para considerarlos en siguientes iteraciones. Esta heurística no es para producir explicaciones ni teorías, es

TIPOS DE SISTEMAS



para encontrar soluciones. Permite resolver problemas a través de la exploración y puesta a prueba de potenciales soluciones *injustificadas*, es decir, *solo en la práctica* se puede saber si funcionarán o no, antes no. Cualquier fuente de inspiración es bienvenida: intuición, teorías, imaginación (técnicamente corresponde a la “variación ciega” defendida por Campbell [1960], que explica la adaptación de cualquier sistema a entornos cambiantes).

Dicha heurística requiere mantener una disposición y capacidad para experimentar y para arriesgar e invertir recursos en acciones que fallarán. Esto significa, además, reconocer la ignorancia frente a la complejidad impredecible que representa cualquier sistema social. Implica también darse cuenta que no existe “la mejor manera” de resolver un problema; hay muchas (que además dependen seguramente de diferentes condiciones locales y temporales). Un mismo experimento no necesariamente funcionará igual el próximo año o en otro lugar. También exige dar la bienvenida a los errores como fuentes de aprendizaje.

Algunas empresas como Google son famosas por organizarse de esta forma. El exitoso desarrollo de *software* con código abierto no es más que experimentación paralela. La manera como evoluciona Wikipedia es otro ejemplo.

Campbell (1969, 1991) propuso este tipo de vías para el diseño y evaluación de políticas públicas. Harford (2011) ilustra ejemplos recientes. En sistemas públicos el reto es formidable, pues típicamente la utilización de recursos debe justificarse, las soluciones tienden a ser centralizadas y universales, y los errores no son una posibilidad de aprendizaje sino de condena. Atreverse a experimentar se vuelve entonces “liderar”.



[expertos]



“ El liderazgo no es una posición sino una acción. Para trabajar en liderazgo, lo primero es empezar a cambiar la mentalidad sobre qué significa liderar ”

Carlos Echeverry
Cofundador de CoSchool y egresado de Liderazgo x Bogotá

Vea la charla completa



Liderazgo

La pregunta de cómo enfrentar un reto público se puede traducir entonces en *cómo hacerle ingeniería a un sistema social*. Esto es equivalente a rediseñarlo, es decir, a transformar las relaciones entre sus actores y la manera en que actúan. En sistemas que no sean autocráticos sino pluralistas, es decir, en los que se reconoce una pluralidad de intereses, significa reconfigurar sus operaciones de manera que el sistema “produzca” resultados deseables que al mismo tiempo estén alineados con las expectativas de sus constituyentes. Este tipo de sistemas “están vivos”, reaccionan, se adaptan, se autoorganizan, no son fáciles de capturar de manera genérica en una teoría o hipótesis. Sin embargo, su complejidad impredecible puede *liderarse*: invitar, proponer, arriesgar, contagiar, de las formas más creativas y experimentales posibles, para que los actores del sistema consideren maneras diferentes de decidir y de actuar, es decir, para que se configuren nuevos diseños organizacionales.

Algunos diseños fallarán y se constituirán en oportunidades de aprendizaje. Otros experimentos serán exitosos. La ingeniería invita a liderar, a *pasar a la acción*, a la experimentación, a poner a prueba diversas ideas, programas, métodos, iniciativas, propuestas, por más improbables o contrarias que parezcan. Si los hermanos Wright hubieran esperado a contar con una teoría aerodinámica, nunca hubieran superado el reto que enfrentaron. Cualquier reto público no es inferior. 🗣️

[Si los hermanos Wright hubieran esperado a contar con una teoría aerodinámica, nunca hubieran superado el reto que enfrentaron]



Vea la charla de Tim Harford en TED: “Ensayo, error y el complejo de Dios”.

Bibliografía

- Ackoff, R. L. (2001). *OR: after the post mortem*. *System Dynamics Review*, 17(4), 341-346.
- Campbell, D. T. (1960). *Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes*. *Psychological Review*, 67(6), 380-400.
- Campbell, D. T. (1969). *Reforms as experiments*. *American Psychologist*, 24(4), 409-429.
- Campbell, D. T. (1987). *Evolutionary epistemology*. En G. Radnitzky e I. Bartley (eds.), *Evolutionary epistemology, rationality, and the sociology of knowledge* (pp. 47-73). La Salle, IL (EE. UU.): Open Court.
- Campbell, D. T. (1991). *Methods for the experimenting society*. *American Journal of Evaluation*, 12(3), 223-260.
- Ellerman, D. (2014). *Parallel experimentation: a basic scheme for dynamic efficiency*. *Journal of Bioeconomics*, 1-29. doi: 10.1007/s10818-014-9175-y
- Goldman, S. L. (1990). *Philosophy, engineering, and Western culture*. En P. T. Durbin (ed.), *Broad and narrow interpretations of philosophy of technology* (pp. 125-152). Amsterdam: Kluwer.
- Harford, T. (2011). *Adapt. Why success always starts with failure*. Nueva York: Picador.
- Koen, B. V. (2003). *Discussion of the method*. Oxford: Oxford University Press.
- Olaya, C. (2012). *The Importance of being atheoretical: Management as engineering*. En S. Grösser y R. Zeier (eds.), *Systemic management for intelligent organizations: Concepts, model-based approaches, and applications* (pp. 21-46). Heidelberg: Springer.
- Petroski, H. (2010). *The essential engineer. Why science alone will not solve our global problems*. Nueva York: Vintage Books.
- Pirtle, Z. (2010). *How the models of engineering tell the truth*. En I. Van de Poel y D. E. Goldberg (eds.), *Philosophy and engineering. An emerging agenda* (pp. 95-108). Dordrecht: Springer.
- Pitt, J. C. (2010). *Philosophy, engineering, and the sciences*. En I. Van de Poel y D. E. Goldberg (eds.), *Philosophy and engineering. An emerging agenda* (pp. 75-82). Dordrecht: Springer.
- Pitt, J. C. (2011). *Doing philosophy of technology*. Dordrecht: Springer.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations. The growth of scientific knowledge*. Londres: Routledge.
- Popper, K. (1972). *Objective knowledge. An evolutionary approach*. Oxford (Reino Unido): Oxford University Press.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial (3era ed.)*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Van de Poel, I. (2010). *Philosophy and engineering: Setting the stage*. En I. Van de Poel y D. E. Goldberg (eds.), *Philosophy and engineering. An emerging agenda* (pp. 1-11). Dordrecht: Springer.
- Ziman, J. (2000). *Technological innovation as an evolutionary process*. Cambridge (Reino Unido): Cambridge University Press.