



¿Cómo funciona la complejidad?

CIRO GÓMEZ ARDILA

Aún los sistemas más complejos tienen ciertas reglas, las cuales debe conocer quien se proponga administrarlos o transformarlos.

■ Vivimos en un mundo «VICA» (volátil, impredecible, complejo y ambiguo)? Nos dicen que sí, pero escondido entre estas siglas se encuentra el concepto de la complejidad. ¿Qué es la complejidad? ¿Es peligrosa? ¿Cómo podemos afrontarla? ¿Podemos sacar provecho de ella?

¿Por qué vale la pena hablar en estos momentos de complejidad? Porque nos puede ayudar a entender lo que está pasando y a actuar en consecuencia. La profesora Melanie Mitchell tiene un curso¹ en Santa Fe Institution (uno de los centros pioneros en el mundo en el estudio de la complejidad) en el que pregunta a varios investigadores qué es para ellos la complejidad, como una forma de mostrar que no hay una definición exclusiva y que distintos autores tienen diferentes enfoques. Uno de los entrevistados es Scott Page, cuyo enfoque será en buena parte el que seguiremos en este artículo.

HORMIGAS Y DIVERSIDAD

Para que haya complejidad se necesitan agentes (personas, hormigas, programas computacionales o empresas) y que entre ellos se presenten las dosis adecuadas de cuatro ingredientes: interdependencia, conectividad, diversidad y adaptación. Definamos cada una.

● **Interdependencia** describe qué tanto las acciones de un agente dependen de las acciones de otros. Se puede pensar en distintos niveles de interdependencia que van desde ninguna (caso en el que cada agente hace lo que quiere sin importar la reacción o influencia de los demás) hasta un grado máximo de interdependencia en donde la acción de cada agente está supeditada a las acciones de todos los demás.

● **Conectividad** se refiere a con cuántos otros agentes está conectado cada uno, con dos extremos: ninguna conectividad, en la que ningún agente puede afectar a otro, y total conectividad en donde cada agente está conectado con todos los demás. Los mapas de redes sociales que unen a cada miembro con líneas a los otros es la forma de representar la conectividad.

● **Diversidad** hace referencia a las diferencias de tipo. Hay muchas formas de medirla y ésta puede ser una variable difícil de valorar en la práctica. Naturalmente, no habrá diversidad cuando todos los agentes sean iguales y habrá total diversidad cuando no haya dos agentes iguales.

● **Adaptación** quiere decir qué tanto los agentes responden adecuadamente a las reacciones de los demás. También se usan los términos «aprendizaje» o «inteligencia» para definir esta característica. Una nula capacidad de adaptación sería el equivalente a ningún aprendizaje o a total torpeza y una máxima capacidad de adaptación a un aprendizaje completo o una inteligencia máxima.

Para que haya complejidad, contrario a lo que pudiera parecer a primera vista, no se requiere que haya dosis máximas de cada uno de estos atributos. Tanto si no hay ninguna cantidad como si hay una cantidad muy alta, desaparece la complejidad, ya que ésta solo se presenta cuando hay cantidades moderadas de cada atributo. En los extremos se presenta una zona de equilibrio. Si no hay, por ejemplo, ninguna conexión, el sistema no puede funcionar. Si la adaptación es máxima, la reacción del sistema será, llamémosla perfecta. Es lo que sucede cuando se juega «tres en raya» («gato» en México); quienes conocen el juego ya saben exactamente cómo reaccionar en cada caso, lo que lleva a que dos jugadores conocedores siempre lleguen a empate y que el juego para ellos carezca de interés.

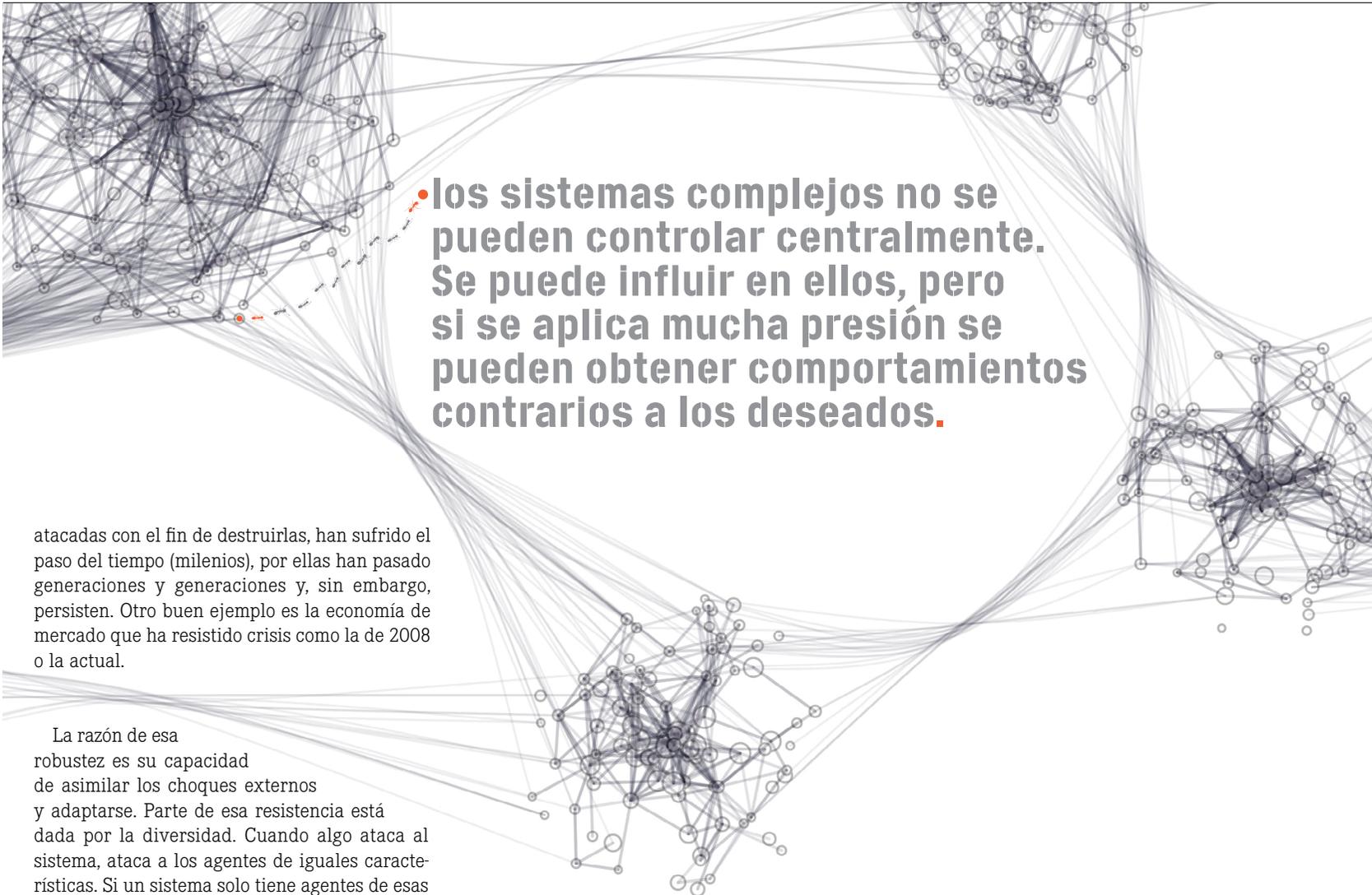
Algunos de los sistemas complejos que conocemos son la naturaleza (la selva tropical, el océano), las ciudades, el sistema inmune, el cerebro, internet y la economía de mercado.

¿DÓNDE ESTÁ LA REINA?

Los sistemas complejos son muy interesantes porque presentan ciertas características especiales: son muy robustos, producen grandes eventos, presentan fenómenos emergentes y producen novedad. Veamos uno por uno.

Los sistemas complejos son muy robustos ya que son capaces de mantener la funcionalidad, a pesar de las perturbaciones. Un buen ejemplo son las ciudades. Muchas de ellas han sido





• **los sistemas complejos no se pueden controlar centralmente. Se puede influir en ellos, pero si se aplica mucha presión se pueden obtener comportamientos contrarios a los deseados.**

atacadas con el fin de destruirlas, han sufrido el paso del tiempo (milenios), por ellas han pasado generaciones y generaciones y, sin embargo, persisten. Otro buen ejemplo es la economía de mercado que ha resistido crisis como la de 2008 o la actual.

La razón de esa robustez es su capacidad de asimilar los choques externos y adaptarse. Parte de esa resistencia está dada por la diversidad. Cuando algo ataca al sistema, ataca a los agentes de iguales características. Si un sistema solo tiene agentes de esas características el sistema muere, pero si hay distintos tipos de agentes unos se ven más afectados que otros y algunos se ven poco o nada afectados. Son esos últimos elementos los que toman el relevo y sustituyen a los afectados, haciendo viable el sistema.

Los sistemas complejos producen grandes eventos. La razón de esto se debe a la interdependencia. Cuando un evento es afectado por variables independientes sus valores tienden a adoptar una curva normal, con pocos valores en los extremos y la mayor cantidad de ellos en la mitad. Este tipo de distribución es muy frecuente; por ejemplo, la estatura o el peso de las personas, el coeficiente intelectual, el peso de una caja de cereales. En la vida real no existe una persona que pese una tonelada.

En cambio, en los sistemas complejos en lugar de una distribución normal se presentan distribuciones llamadas «de cola larga»: un buen porcentaje de los datos se agrupa en valores «razonables», pero hay una larga cola de valores cada vez menos frecuentes, pero más grandes. Nuevamente, las ciudades pueden ser un buen ejemplo de esto: una gran mayoría de ellas

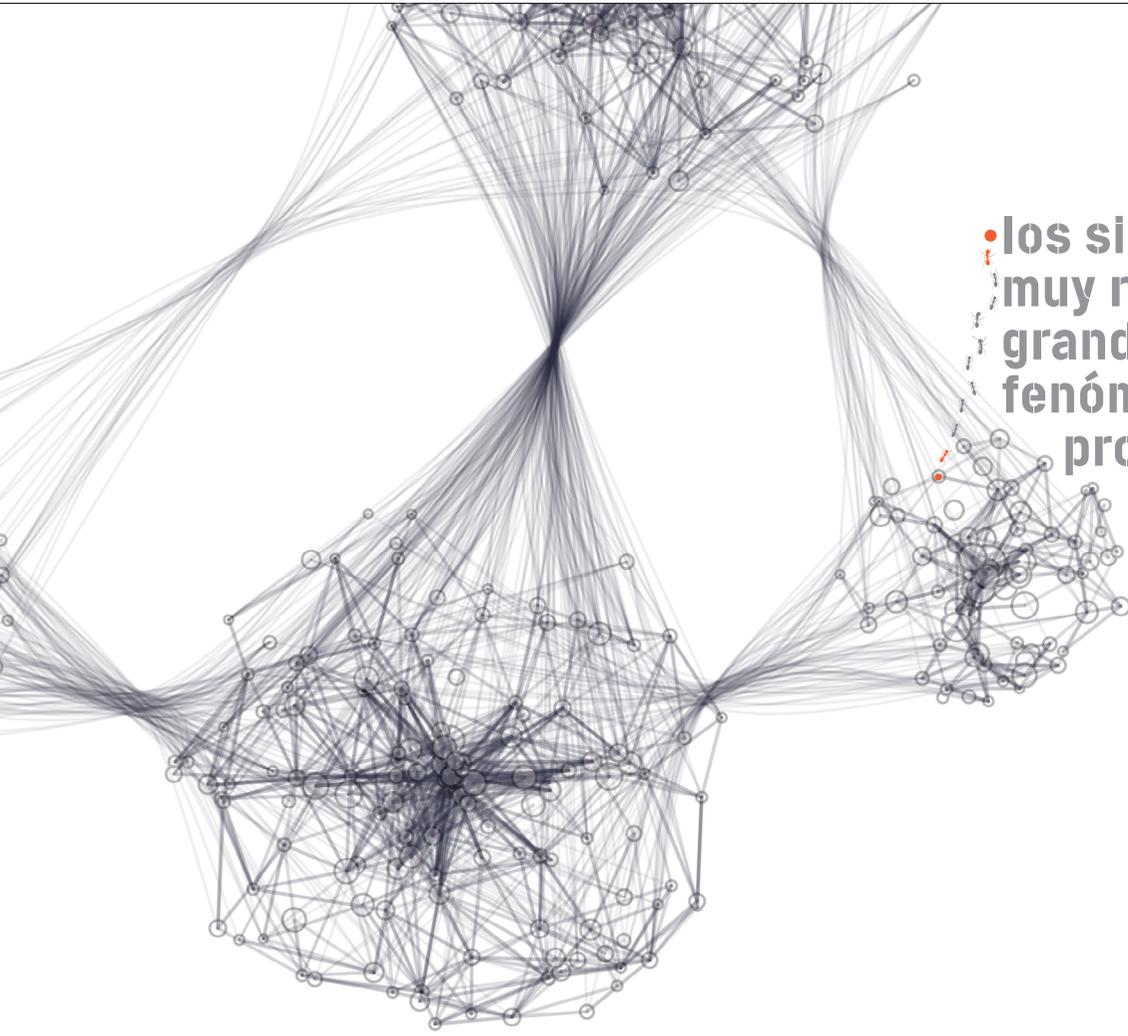
tienen poblaciones «razonables» pero existe, sin embargo, un número cada vez menor, pero importante de megaciudades, como la CDMX, con un número enorme de habitantes y que, aun así, pueden seguir creciendo más. Es decir, si graficamos la cantidad de habitantes por ciudades en el mundo, nos encontraremos con una curva descendente a medida que el número de habitantes por ciudad crece, pero que tendrá una larga cola.

Esa larga cola, característica como decimos de los sistemas complejos, nos advierte que éstos pueden presentar fenómenos que se salen completamente de lo esperado. La crisis financiera de 2008 puede ser un ejemplo de ello. Los sistemas financieros interconectados del mundo expandieron la crisis a gran velocidad y no permitieron que algunos países se recuperaran antes de que la crisis golpeará a los otros. Esa crisis nos permite ver dos características relativamente contrarias de los sistemas complejos: su capacidad de producir grandes eventos y, a la vez, su robustez, dado que el sistema económico,

aunque cambió, no se destruyó, a pesar del gran impacto de la crisis.

Una de las características más interesantes de los sistemas complejos son las propiedades emergentes. Una propiedad emergente es la creación espontánea de orden y funcionalidad que se da de «abajo hacia arriba», es decir, propiedades del sistema que se ven en el todo, pero que no se pueden esperar si se observa el comportamiento aislado de las partes.

Un termitero es un perfecto ejemplo. El comportamiento aislado de las termitas no permite predecir que puedan hacer una estructura tan elaborada y funcional como un termitero. En comparación con un termitero, nuestros edificios son estructuras muy sencillas y de poca altura relativa. Pero los termiteros, además de enormes (en comparación con el tamaño de sus constructoras) son muy funcionales y mantienen el aire interior a temperatura constante. La pregunta que por años se han hecho los investigadores es dónde está el plan general o la termita que organiza todo esto. Lo que se ha descubierto es que



• los sistemas complejos son muy robustos, producen grandes eventos, presentan fenómenos emergentes y producen novedad.

esto crea, cualquier movimiento de un pájaro es seguido por los otros que a su vez cambian la posición sin alejarse demasiado.

EL TRIUNFO DE LA PARCIALIDAD

Explicado lo complejo, es ahora posible distinguir lo complejo de lo complicado. Un reloj es un aparato complicado, de decenas de piezas precisas totalmente integradas y ajustadas. Sin embargo, un reloj no es complejo; es suficiente con que una sola pieza falle, se rompa o se salga de su puesto para que todo el reloj deje de funcionar. No hay ninguna pieza que venga a ocupar el puesto dejado por la otra; no hay ninguna adaptación. No podemos esperar de un reloj, por complicado que sea, ni robustez, ni grandes eventos, ni emergencia, ni novedad.

Como una explicación final, vale la comparación de lo que sería un sistema en equilibrio y un sistema complejo. Si un conferencista se dirigiera a un público que no entendiera nada de lo que dice, esa situación se parecería a un tipo de interacción en la que no hay adaptación, aprendizaje o inteligencia: nada nuevo se puede esperar de ella. Si por el contrario, el público no solo le entiende al expositor sino que, además, conoce a la perfección todo lo que se le dice, aun siendo el polo opuesto de la anterior situación, como sistema se puede decir que también está en equilibrio, no hay cambio, no hay novedad. Solo cuando el expositor se puede comunicar con el público y éste conoce solo parcialmente de qué se le está hablando, hay adaptación y aprendizaje.

Es una comparación imperfecta, claro, comenzado con el hecho de que usualmente en los sistemas complejos no hay «expositor» central. Quizá una mesa redonda de eruditos sería mejor ejemplo, pero ilustra la importancia del punto intermedio para la aparición de la complejidad.

las termitas tienen un conjunto limitado de instrucciones, pero que cuando miles de ellas interactúan emergen estas propiedades asombrosas.

Las colonias de hormigas siguen el mismo patrón. Un aspecto muy interesante es que cuando se hace seguimiento por años de las colonias, éstas, como un todo, evolucionan en el tiempo siguiendo patrones comunes. Por ejemplo, las colonias jóvenes son más agresivas que las colonias viejas o, mejor dicho, sus miembros son más o menos agresivos dependiendo del desarrollo de la colonia. Las hormigas mueren y son reemplazadas por otras pero la colonia, como un todo, mantiene sus características.

Una ciudad se parece a una colonia. Las ciudades evolucionan, resisten la adversidad, se organizan y cuando se siguen en el tiempo, por siglos, conservan ciertas características y comportamientos, aunque los individuos que las habitan mueran y su lugar sea ocupado por nuevos ciudadanos. La ciudad es una propiedad emergente que no podría deducirse de la conducta de los individuos aislados.

Como resulta sorprendente este patrón, el sentido común dice que debe haber un plan o una organización central que coordina todo esto. A esta idea se la ha llamado «el mito de la hormiga reina». El mismo nombre que se les ha dado a las termitas, hormigas y abejas que ponen huevos, el de reina, hace parecer que en ellas reside la información y la capacidad de coordinación. Sin embargo no es así. El termitero, la colonia y la ciudad son la creación espontánea de conductas individuales relativamente sencillas; es un milagro de autoorganización y orden espontáneo.

De todo esto surge otra propiedad de los sistemas complejos que es la novedad: propiedades que no podríamos esperar y que emergen; nuevas estructuras y funcionalidades hasta entonces desconocidas. Es posible que el lector haya visto esas bandadas de pájaros que crean figuras impresionantes conforme se mueven armónicamente por el cielo: es la aparición de una propiedad emergente. Lo único que hace cada pájaro individual es estar cerca de los otros, pero no mucho. Dada la interacción que



Con estas herramientas conceptuales ya podemos encontrar algunas recomendaciones para aplicar en nuestro medio y empresas.

Lo primero es comprender que los sistemas complejos no se pueden controlar centralmente. Se puede influir en ellos, pero si se aplica mucha presión se pueden obtener comportamientos contrarios a los deseados. Esta es una importante reflexión para directivos y, especialmente, para políticos y funcionarios. Medidas bien intencionadas pueden generar reacciones inesperadas.

Si entendemos la cultura como el conjunto de creencias, comportamientos y rutinas compartidas, se puede considerar que la cultura emerge de las interacciones de las personas. Una conducta individual puede ser imitada por los miembros del grupo relacionados con esa persona que, a su vez, es imitada con alguna ligera variación por el segundo nivel de interrelación y así sucesivamente, de forma que como en la bandada de pájaros, el comportamiento va y viene por el grupo creando un patrón. Algunos individuos saldrán del grupo y otros entrarán, pero el patrón cultural se mantendrá. Como toda propiedad emergente, se resistirá ser cambiada intencionalmente por un director central.

Es frecuente que nuevos directores pretendan cambiar las culturas organizacionales mediante órdenes, cambios de personal y sanciones; sin embargo, se enfrentan a un fenómeno emergente y deben ser más respetuosos de la limitación de su poder.

La optimización y la eficiencia son características deseables de las empresas, pero si estas se llevan al extremo, ponemos el sistema al borde del abismo, al punto en que una pequeña alteración puede desencadenar un gran evento, de los poco frecuentes pero disruptivos de la «cola

larga». Una de las formas de aumentar la eficiencia es evitar las redundancias e inventarios; sin embargo, estos pueden ser necesarios para darle una cierta flexibilidad al sistema, que lo haga capaz de resistir choques y tener posibilidad de adaptación. El exceso de eficiencia convierte a la organización en un cristal muy duro y sin elasticidad, que por ello se puede fracturar al ser golpeado. Cierta holgura es necesaria y mostrará sus frutos en las crisis.

Otra recomendación que deja el estudio de los sistemas complejos es estar atento a la «cola larga» de la distribución de eventos. Es posible que la mayoría de nuestros clientes estén

Las empresas en las que todos piensan igual son menos creativas y susceptibles a los cambios. En cambio, una empresa con distintos proyectos puede resistir mejor una crisis.



satisfechos con la organización, pero un grupo pequeño de ellos, incluso solo uno, con suficiente retroalimentación (como la que dan hoy las redes sociales), puede desencadenar un gran evento.

El directivo puede influir en los sistemas complejos generando o cortando conexiones entre los individuos. Muchas empresas utilizan estrategias como oficinas sin paredes que separen a unos de otros, comedores con mesas grandes en las que sea casi que obligatorio sentarse a comer con personas de otras dependencias con el fin de que aumenten las conexiones y se generen nuevas ideas y proyectos. Por otra parte, es probable que sea conveniente aislar a ciertos grupos con proyectos especiales para que no sean contaminados por la incredulidad o las viejas ideas de empresa. El nivel adecuado de conexión es una variable que puede manejar con prudencia la dirección.

Otra variable sobre la que puede influir la dirección y que es muy provechosa, es la de fomentar la diversidad en la empresa; de culturas, de historias, de puntos de vista, de proyectos. Las empresas en las que todos piensan igual, se visten igual, llegan y se van a la misma hora y

se dedican al único negocio, son empresas menos creativas y muy susceptibles a los cambios del exterior. Por el contrario, una empresa con distintos proyectos y perspectivas puede resistir mejor una crisis.

Las empresas que se mueven en ambientes complejos como los actuales son como esas personas que caminan en inflables: se caen y se paran dando tumbos, ya que no solo el piso cede a su peso, sino que cambia de acuerdo con el peso de los demás. Los negocios que hoy son los más rentables, mañana dejan de serlo; la gran idea que salva a la empresa de la crisis es imitada y luego se puede volver un lastre.

Por eso las empresas deben buscar un balance entre la exploración y la explotación. La exploración nos invita a conocer nuevos mercados, nuevos productos, a experimentar; la explotación nos permite sacar provecho de las buenas cosas que hemos encontrado. Usando una comparación corriente, quien prueba nuevos restaurantes y platos está explorando; quien ya tiene un restaurante de su gusto o un plato preferido y es el único que pide, está explotando. Un exceso en cualquier dirección es inadecuado.

Dado que las empresas se mueven en ambientes complejos se hace necesario no dejar nunca de explorar. </>

¹ <https://bit.ly/2GvYOUA> (consultado agosto de 2020)

El autor es profesor y director del departamento de Finanzas y control directivo de INALDE Business School.

