

LA INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN EN PERSPECTIVA: ENFOQUE EMERGENTE PARA AFRONTAR EL RETO DE LA SOSTENIBILIDAD

JAVIER CARRASCO

Universidad Politécnica de Madrid

CARLOS MATAIX

itdUPM

RUTH CARRASCO-GALLEGO

Universidad Politécnica de Madrid

En este artículo se trata de caracterizar la visión y los enfoques emergentes que es necesario desarrollar y consolidar, por parte de los investigadores y profesionales de la Ingeniería de Organización (IO), para que esta rama de la ingeniería siga contribuyendo, de modo tan relevante como lo ha hecho hasta el presente, a la gestión de las organizaciones ante los retos que presenta actualmente la sostenibilidad de la vida sobre el planeta.

Para ello comienza por revisar la evolución histórica de la IO, destacando que su contribución a la gestión de las organizaciones ha estado presidida por la adaptación de sus enfoques y técnicas a los cambios del entorno de las mismas. En dicha evolución se pueden distinguir tres etapas relevantes que se han designado como tradicional, consolidada y emergente, siendo esta última la que centra la atención de este artículo.

Para ello, se esbozan los rasgos del entorno actual que, de forma más significativa, inciden en la necesidad de adaptación de los enfoques de la IO, destacando la creciente evidencia de que la actividad humana está alcanzando un impacto en el ecosistema terrestre de tal magnitud que ha permitido aseverar que hemos entrado en una nueva era geológica, el antropoceno. Esto requiere reformular nuestra percepción sobre las actividades individuales y sociales, así como la concepción de valores y prioridades que han de guiar las finalidades de las mismas.

En este contexto, la IO, debidamente reenfocada, posee un acervo de potencialidades que puede ser

puesto a contribución del adecuado encauzamiento de los problemas de sostenibilidad que ha de afrontar la humanidad en los próximos años.

LA INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN

La IO es una rama destacada de la ingeniería cuyos orígenes se remontan a principios del siglo pasado, por una parte, con los trabajos analíticos del ingeniero mecánico F. W. Taylor sobre tareas operacionales (Taylor, 1911) orientados a mejorar la eficiencia en costes; y, por otra parte, con las aportaciones sobre funciones administrativas del ingeniero de minas H. Fayol (Fayol, 1916) basadas en su experiencia gerencial. Complementariamente, las experiencias de H. Ford sobre líneas de montaje añadieron relevancia a los estudios sobre operaciones y al enfoque de reducción de costes, al posibilitar el acceso masivo de bienes de uso duradero (automóviles) a los mismos trabajadores que los habían producido.

Desde entonces la IO ha conocido un incesante desarrollo, incorporando distintas teorías, desarrollando técnicas, aplicándose a distintos contextos sectoriales en todo el mundo, formando profesionales de todos los niveles y, en todos los casos, adaptando proactivamente sus enfoques a las necesidades derivadas de los cambios del entorno. Como resultado de todo ello se puede afirmar que la IO ha contribuido sustancialmente a la mejora de la productividad y la elevación del nivel de vida en todos los contextos en que ha sido puesta en práctica.

La IO recibe denominaciones diferentes en distintos países en función de su lengua y tradiciones; por ejemplo: *Industrial Engineering*, en países anglófonos; *Génie Industriel*, en Francia; *Ingegneria Gestionale*, en Italia; *Engenharia de Produção*, en Brasil y Portugal; Ingeniería Industrial en Hispanoamérica. Pero en todos los países sus enfoques y evolución han sido similares.

La definición oficial que proporciona la asociación estadounidense, *The Institute of Industrial Engineers* (2015), se considera representativa: «*Industrial Engineering is concerned with the design, improvement and installation of integrated systems of people, materials, information, equipment and energy. It draws upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.*»

A este respecto, conviene destacar que: la IO está focalizada a producir resultados prácticos, si bien, para ello, desarrolla y utiliza conocimientos científicos diversos, así como métodos propios de la ingeniería; que los sistemas de que se ocupa son habitualmente organizaciones individuales (empresas, entidades públicas, organizaciones de la sociedad civil), pero también conjuntos de organizaciones interrelacionadas (a veces designados como redes); en todo caso, dichas organizaciones están integradas por personas y son sistemas abiertos (Lewin, 1936), por lo que sus actuaciones dependen del comportamiento de dichas personas y de su interacción con el entorno.

Por ello, la IO ha venido acumulando un conocimiento consistente que se deriva no sólo del desarrollo y aplicación de teorías y ciencias adecuadas, sino también de las lecciones aprendidas en la experiencia profesional y, en particular, de procesos de investigación colaborativa denominados de investigación-acción por Lewin (1946). De este modo, el bucle de doble sentido «conocimiento-diseño-práctica-conocimiento» ha constituido un referente epistemológico esencial de la IO y se considera como un valor fundamental en la etapa «emergente» que actualmente se está desarrollando.

ETAPA TRADICIONAL DE LA IO ↓

La IO fue ganando consistencia desde los trabajos de Taylor hasta la Segunda Guerra Mundial con aporta-

ciones como el Gráfico de H. L. Gantt, la fórmula del lote económico de pedido de F. W. Harris, los estudios sobre movimientos de F. y L. Gilbreth, o las experiencias sobre motivación de E. Mayo. Durante la Segunda Guerra Mundial la IO recibe un fuerte impulso por la creación en el Reino Unido de la Investigación Operativa (Operational Research) y el desarrollo de la teoría de juegos que, tras un artículo seminal de Morgenstern en 1944, se consolida tras la publicación de Morgenstern y von Neumann, 1947. Esta etapa tradicional se beneficia de la intensa expansión económica que seguidamente se extiende hasta las turbulencias económicas de principios de la década de 1970 y, así, conoce desarrollos notables: la creación de técnicas fundamentales de la IO, como la programación lineal, la programación dinámica, la teoría de grafos o la programación de proyectos; nuevas teorías sobre necesidades humanas (Maslow, 1943) y sobre motivación (Herzberg, 1968); la consideración conjunta de trabajadores y tecnología en el análisis y diseño de sistemas de producción por parte de la ergonomía y el enfoque socio-técnico. Además, se inicia la utilización de la informática.

Las características predominantes de la IO en esta etapa se resumen en la columna «Tradicional» de la Tabla 2: el objeto de estudio se centra principalmente en los problemas operacionales que se presentan en las plantas de fabricación de las empresas, buscando la mejora de la eficiencia en los procesos relativos al flujo de material.

ETAPA CONSOLIDADA DE LA IO ↓

El intenso crecimiento económico de la década de 1960 propició la aparición de turbulencias en el entorno (Emery y Trist, 1965) que llevaron a la que se conoció como «primera crisis de petróleo» en 1973, con fuertes subidas del precio del crudo y otras materias primas, incremento de los costes de producción y distribución, retracción de la demanda y el correspondiente incremento de la incertidumbre y de los costes financieros. El punto de equilibrio de las empresas se desplazó hacia una zona de mayores volúmenes de ventas para los que muchas empresas no encontraron demanda. Se requería una enérgica respuesta: tanto reducir costes, como incrementar ingresos.

Por una parte, desde el lado de los costes, las empresas que no quebraron en estos años encontraron la posibilidad de reducir costes de inventarios y de distribución, incorporando la aplicación del concepto de «sistema logístico» que con previsora anticipación se había importado del contexto militar (Drucker, 1962; Magee, 1968). Esto permitió reducir almacenes e inventarios, racionalizar los transportes y asignar cada proceso de fabricación a los actores más eficientes (desintegración vertical), lo que condujo a un completo rediseño del sistema logístico (desde las materias primas en origen hasta los productos finales en manos de los usuarios), y propició su denominación como «red de suministro» (multiactor) en la década de 2000.

Por otra parte, desde el punto de vista de los ingresos, las empresas tuvieron que innovar y ampliar su gama de productos para adecuar éstos a las variadas aspiraciones de los usuarios, lo que requería dedicar un mayor esfuerzo a conocer las mismas y a prever su evolución. No es de extrañar que en estas circunstancias se conoce un desarrollo importante de los conceptos y técnicas de la mercadotecnia (*marketing*).

En el periodo que se extiende desde la crisis de 1973 hasta la crisis financiera de 2007, el entorno está presidido por el poder estadounidense que dispone la desregulación del mercado, lo que favorece la formación de oligopolios. A lo largo de este periodo, discurre la «etapa de consolidación» de la IO, la cual alcanza consistencia en la década de 2000.

En cuanto a los enfoques de la IO a lo largo de esta etapa, se abre progresivamente la perspectiva desde la planta de producción hasta la «red de suministro» formada por el conjunto de empresas interrelacionadas que se articulan siguiendo el flujo de materiales (desde las materias primas en origen hasta el producto en manos de los usuarios finales). Este sistema logístico notablemente extendido pone en evidencia la necesidad de estudiar no sólo los problemas operacionales, sino además problemas de carácter más estratégico, tales como: qué mercados servir con qué tipos de productos; cómo diseñar y lanzar rápidamente al mercado los nuevos productos; qué actividades (de aprovisionamientos, producción, transporte, almacenaje o comercialización) realizar con medios propios y cuáles por empresas externas; dónde localizar las distintas actividades; cómo diseñar e implantar un sistema de información, en la propia empresa y en conexión con las empresas constituyentes de la red de suministro, de modo que se asegure la debida coordinación de actividades tan diversas y distantes.

La necesidad de acortar los plazos de desarrollo de nuevos productos y acertar con las funcionalidades de los mismos, da lugar a un proceso organizativo que se denomina de «ingeniería concurrente» y se caracteriza por el uso de equipos pluridisciplinarios en todas sus etapas.

Hacia la mitad de esta etapa, mediante la «logística inversa» (Stock, 1992), se empiezan a abordar los problemas de «flujo inverso» de los materiales (reparación, reutilización, reciclado) que han ido ganando importancia de cara a la sostenibilidad que ahora enfrentamos.

En cuanto a las técnicas de la IO en esta etapa, se refieren brevemente algunos hitos relevantes de la Investigación Operativa (que se considera como el conjunto de técnicas más genuinamente asociado a la IO). A lo largo de la década de 1970 tiene lugar un intenso debate acerca del enfoque adecuado de la Investigación Operativa: si mantenerse en la búsqueda de soluciones óptimas para problemas operacionales de sistemas cerrados o abordar además problemas estratégicos de sistemas abiertos (Ackoff, 1979 a, b), debate que sigue abierto en la década de 1990 (Cor-

bett, van Wassenhove, 1993). Por su parte, H. A. Simon destaca que el diseño de modelos ha de seguir dos alternativas: o bien optimizar en un contexto simplificado, o bien satisfacer un conjunto de criterios diversos teniendo en consideración un conjunto más amplio de propiedades de la situación real. En 1978 Simon es galardonado con el Premio Nobel lo que supone un reconocimiento a la teoría conductual de la empresa y al enfoque de procesos de decisión basados en una «racionalidad limitada» (búsqueda de alternativas satisfactorias desde varios puntos de vista en vez de alternativas óptimas desde el punto de vista económico). En este contexto, se desarrollan técnicas que facilitan la búsqueda de soluciones satisfactorias, tales como las heurísticas, la simulación, las técnicas de decisión multicriterio, y se impulsa el desarrollo y uso de las teorías de decisión y juegos. Como complemento a las técnicas anteriores, se debe mencionar el creciente empleo de técnicas estadísticas, así como el potente desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que facilitaron la utilización de las técnicas referidas. Todo lo cual ha permitido abordar problemas multiactor de carácter estratégico.

En resumen, al integrar los tres conceptos mencionados (red de suministro, ingeniería concurrente y logística inversa) y disponer de una batería de técnicas adecuada, la IO consolida en esta etapa la capacidad de diseñar y operar «redes de suministro sostenibles» (que en la siguiente etapa se denominarán «circulares»). En la columna «Consolidada» de la Tabla 2 se resumen las características principales de esta etapa de la IO, que extiende así notablemente el ámbito de problemas que aborda (operacionales y estratégicos) y lo hace con más amplia perspectiva.

EL ENTORNO ACTUAL ↓

Para tratar de caracterizar el entorno actual hay que considerar las líneas de fuerza que han venido desarrollándose en los últimos años. Destacaremos algunas importantes:

Cambio climático, pérdida de biodiversidad, agotamiento de los recursos naturales y globalización de la contaminación ↓

La intensa utilización de las energías fósiles y otros recursos naturales, y la extensión a todo el planeta del «modo de vida occidental» están alterando gravemente el ecosistema terrestre. Tanto que se ha caracterizado que el planeta ha entrado en una nueva era geológica, el antropoceno (Crutzen y Stoermer, 2000; Rockström *et al.*, 2009; Schultz *et al.*, 2013), en que está amenazada la sostenibilidad de la vida (Lenzen *et al.*, 2012; WWF, 2016).

Ante esta evidencia, diversos hitos van marcando sucesivos esfuerzos por ir configurando una agenda medioambiental global: las denominadas Cumbres de la Tierra (Estocolmo, 1972; Río de Janeiro, 1992; Johannesburgo, 2002; Río de Janeiro, 2012); el Informe Brundtland, 1987; el protocolo de Kioto, 1997.

En la conferencia de Rio de Janeiro de 2012 (conocida como Rio+20), se abordaron dos grandes temas: la construcción de una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y sacar a la gente de la pobreza; y, la mejora de la coordinación internacional para el desarrollo sostenible.

Lucha contra la pobreza y reducción de las desigualdades ▼

Tras muchos años de reclamación por distintas organizaciones sociales, en el año 2000 Naciones Unidas aprobó los denominados Objetivos del Milenio (ODM) de lucha contra la pobreza para el periodo 2000-2015. Se trataba de seis grandes objetivos de carácter social (erradicar pobreza extrema, enseñanza primaria universal, igualdad de sexos, reducir mortalidad infantil, mejorar salud materna, combatir SIDA, malaria y otras enfermedades), uno medioambiental y un octavo tendente a fomentar una alianza mundial para el desarrollo.

Los resultados en este periodo han sido desiguales: exitosos en la reducción de la pobreza extrema; positivos aunque insuficientes en el resto (ver: http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/progress_chart_spanish.pdf). Por ello, ha sido frecuente la expresión de que, en relación con el horizonte 2030, se trata de «completar la tarea».

Cambio en el escenario geopolítico, tecnológico y económico ▼

El mundo bipolar (USA- URSS) que emerge tras la Segunda Guerra Mundial se resuelve en monopolar con la implosión de la URSS en 1989. Sin embargo, el predominio estadounidense ha ido progresivamente abriendo espacio a otras potencias emergentes (China, India, Rusia, Brasil), lo que ha ido configurando un mundo de carácter multipolar en el que, sin embargo, se ha impuesto un «capitalismo basado en el consumo y escasa regulación» como referente económico y el «modo de vida occidental» como referente de deseabilidad social. Todo ello unido a un incesante cambio tecnológico (especialmente en el campo de las TIC) viene dando lugar a un entorno dominado por una turbulencia de carácter estructural.

En particular, la creciente digitalización de las actividades productivas (robotización, inteligencia artificial) está conllevando una intensa destrucción de empleos que requieren escasa formación, lo que afecta a amplias capas de población de países, tanto desarrollados como en desarrollo. Este fenómeno ya está produciendo un intenso debate acerca de cómo asegurar una renta básica a toda la población (Standing, 2017) y evitar así los problemas asociados a una creciente inestabilidad política y social.

Emergencia de valores sociales ▼

Los cambios en el panorama global antes referidos han venido influyendo en el surgimiento y extensión de nuevas percepciones, prioridades y valores, tanto individuales como sociales: la importancia de la ecología, el respeto a los derechos humanos, el rechazo a la inequidad,

el valor de la cooperación, la calidad de la gobernanza, la apreciación de los bienes comunes globales. Todo ello está dando lugar a una revisión del concepto de bienestar humano (DBR, 2006; Rogers *et al.*, 2012).

Esta corriente no es única ni dominante y está desigualmente distribuida. De hecho, convive con otra corriente basada en el temor a perder las ventajas logradas por parte de ciertos países, estratos sociales y grupos étnicos. Ello se traduce en tendencias políticas conservadoras y proteccionistas, rechazo a la inmigración, concentración y control de los medios de comunicación por los poderosos (Castells, 2009).

Estos cambios de valores han permeado también el mundo de las organizaciones y, en particular, de las empresas, que buscan subsistir en el entrecruce de ambas corrientes y así han asumido que, más allá de la generación de beneficio para sus propietarios, tienen una responsabilidad social que debe ser tenida en cuenta en la formulación de estrategias sostenibles y en el desarrollo de sus actividades, en línea con las propuestas de Porter y Kramer, (2006, 2011) sobre responsabilidad social empresarial estratégica y generación de valor compartido. A este respecto, Whelan y Fink (2016) muestran que, contrariamente a la tesis convencional de Milton Friedman (duramente criticada por Goshal, 2005), las empresas que adoptaron un enfoque de sostenibilidad obtuvieron mejores resultados desde diversos puntos de vista.

Riesgos globales ▼

Los cambios anteriores están haciendo incrementar la consciencia de que existen riesgos que afectan a todo el planeta y a sus distintas formas de vida. A este respecto, el World Economic Forum (WEF) viene publicando informes anuales sobre riesgos globales que gozan de gran prestigio. Los resultados de cada año dependen de la percepción de los que responden, pero mantienen una evolución bastante coherente. Como ilustración, en la Tabla 1 se recogen aspectos destacados del informe correspondiente a 2016 (WEF, 2016).

TABLA 1
RIESGOS GLOBALES

Los cinco riesgos con mayor impacto serían:

- 1) fallo en la mitigación y adaptación al cambio climático;
- 2) armas de destrucción masiva;
- 3) crisis hídrica;
- 4) shock de precios de la energía;
- 5) migraciones involuntarias a gran escala.

Los cinco riesgos con mayor probabilidad serían:

- 1) migraciones involuntarias a gran escala;
- 2) sucesos de clima extremos;
- 3) fallo en la mitigación y adaptación al cambio climático;
- 4) conflictos interestatales;
- 5) catástrofes naturales.

Por la intensidad y el número de interconexiones destacan:

- a) fallo en la mitigación y adaptación al cambio de clima;
- b) migraciones involuntarias a gran escala;
- c) inestabilidad social profunda;
- d) desempleo o subempleo;
- f) crisis hídrica y alimentaria.

Fuente: elaborado a partir de WEF. (2016)

TABLA 2
ETAPAS DE LA IO

	Tradicional	Consolidada	Emergente
ENTORNO			
Tipo de cambio	Laminar	Turbulento	Turbulencia estructural
Paradigma Económico	El Gobierno conduce	El Mercado manda	Desarrollo humano
Paradigma geopolítico	Bi-polaridad	Mono-polaridad	Multi-polaridad
ING. ORGANIZACIÓN			
Objeto de estudio	Planta de fabricación	Red de suministro	Sistemas sostenibles
Tipo de problemas	Operacionales	Configuración, diseño	Diseño público-privado
Ámbito geográfico	Local	Internacional	Global
Ámbito organizacional	Producción y otros	Red de empresas	Organizaciones diversas
Tipos de flujos	Material	Información, financiero	Conocimiento
Actores	Empresa	Red de empresas	Privado, público, ONG
Criterios de decisión	Eficiencia	Resiliencia	Sostenibilidad

Fuente: traducido de Carrasco *et al.* (2016)

La Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible

Las grandes corrientes de cambio del entorno antes descritas han confluído recientemente en tres eventos de significación complementaria: la aprobación por Naciones Unidas (septiembre 2015) de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los acuerdos de la Cumbre del Clima de París (diciembre 2015) y la III Conferencia Internacional sobre Financiación para el Desarrollo de Addis Abeba (julio 2015). Estos acuerdos han sido el resultado exitoso del esfuerzo previo de múltiples y diversos actores de todo el mundo.

Los 17 ODS son una llamada a la acción para transformar nuestro mundo, nos conciernen a todos (estados, organizaciones, personas), en todo el planeta (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>). Corresponden a una visión expresada por el Secretario General de la ONU con el significativo título: «*The Road to Dignity by 2030*» (United Nations, 2014). Se trata de «erradicar la pobreza, transformar todas las vidas y proteger el planeta». Por otra parte, puede observarse la estrecha relación entre los ODS y los «riesgos globales» previamente presentados.

La Agenda 2030 representa así un potente faro global que ha de guiar las actividades de todos (organizaciones supranacionales, gobiernos, empresas, personas) y que sólo será alcanzable con las aportaciones comprometidas de todos. En relación con el entorno de las empresas y otras organizaciones, la Agenda 2030 altera el campo de fuerzas y reduce la turbulencia preexistente en tanto que introduce surcos convergentes y predecibles. Estos surcos ya están adquiriendo consistencia y se irán consolidando progresivamente (en un proceso en «bola de nieve») en la medida en que actores relevantes, por emulación y por arrastre, se vayan incorporando al cambio de orientación y vayan poniéndose en evidencia sus beneficios en distintas facetas.

Este escenario irá estimulando progresivamente la cooperación, la compartición de riesgos y la transferencia

de conocimientos y experiencias entre diferentes tipos de actores con el propósito compartido de contribuir al logro de los ODS. Nótese que el contexto surgido de los ODS representa una ampliación de las perspectivas de colaboración establecidas por la «responsabilidad social empresarial» (con los grupos de interés) y por la «red de suministro» (con los integrantes de la red).

LA IO EN EL CONTEXTO DE LOS ODS: ETAPA EMERGENTE

A partir de 2008, inicio de la Gran Recesión causada por la crisis financiera, la IO se ha visto comprometida a emprender un proceso de cambio -caracterizado como etapa «emergente» (Carrasco *et al.*, 2017), ver Tabla 2, columna Emergente- con objeto de seguir siendo fiel a su propósito, recordemos, de contribuir a resolver problemas sociales mediante el «diseño, mejora, e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía».

La aprobación de los ODS aporta una dirección predominante, un surco de certidumbre, al cambio del entorno hasta 2030 (en tanto que múltiples actores van a cooperar en su logro) y supone un estímulo relevante para el desarrollo de la etapa «emergente» de la IO. En el nuevo entorno van a subsistir los tipos de problemas que la IO estaba habituada a abordar en sus etapas «tradicional» y «consolidada»; pero adicionalmente aparecen tipos nuevos («problemas de sostenibilidad», para abreviar) que, a su vez, cambian las características de los anteriores. Estos nuevos tipos de problemas se pueden considerar desde dos enfoques complementarios: a) problemas derivados de riesgos globales que habría que afrontar con independencia de deseos individuales; b) problemas derivados de la propensión a contribuir a los ODS. En todo caso, se trata de problemas globales, que afectan a gobiernos, organizaciones y personas con diferente poder y responsabilidad en todo el planeta. De los problemas globales se derivan problemas locales o de alcance más limitado, pero

todos ellos, globales y locales, presentan características diferentes de las que la ciencia y la ingeniería estaban habituadas a abordar.

Características de los problemas de sostenibilidad ↴

Algunas características relevantes de los problemas de sostenibilidad serían:

- Se trata de problemas que afectan a actores diversos (personas, organizaciones, gobiernos), en diferente localización, con diferentes roles e intereses (ciudadano, consumidor, empleado, ahorrador), con diferente bagaje cultural y diferentes niveles de ingresos, responsabilidad y poder. De hecho, estos actores son cada vez más interdependientes (Castells, 2000) en una realidad económica que está configurada por ecosistemas interdependientes (Scharmer, 2009).
- Son problemas complejos, escasamente definidos, relacionados con otros problemas, «enmarañados» (*wicked problems*, Churchman, 1967).
- Su resolución raramente sigue el patrón lineal habitual: se define el problema, se busca y determina una solución, ésta se implanta y, como consecuencia, el problema queda resuelto. Más bien se trata de problemas «persistentes» (Lorbach, 2009) y para enfrentarlos se sigue un curso de acción escasamente lineal: se trata de averiguar cómo perciben el problema distintos afectados; se codiseña (Manzini, 2015) y consensua una vía para abordarlo; se inicia un curso de acción que implica la colaboración de distintos actores; se evalúa cómo se va desarrollando la implantación y se van introduciendo medidas correctoras adecuadas. El problema no se «resuelve»: se convive con él y se va transformando progresivamente.
- El conocimiento aplicable a la solución del problema típicamente no proviene de una sola disciplina ni de un único actor. Por el contrario, requiere creatividad y la puesta a disposición de conocimiento proveniente de varias disciplinas en interacción (pluri e interdisciplinar), así como de conocimiento proveniente de actores locales y sobre el ecosistema local (transdisciplinar).

IO y sostenibilidad: etapa emergente ↴

Ante esta realidad, los investigadores y profesionales que ubican su actividad en el campo de la IO han de acometer un proceso de reflexión colectiva con objeto de: ampliar su perspectiva y sus enfoques en consonancia con el desafío que suponen los riesgos globales y los objetivos de la Agenda 2030; como complemento a la aplicación de técnicas conocidas de IO, ir desarrollando tramas conceptuales apropiadas y explorando metodologías de tratamiento efectivas. Este esfuerzo irá dando consistencia a la presente etapa «emergente» de la IO.

Algunas sugerencias para esta reflexión se apuntan seguidamente:

- La IO no deberá pretender desarrollarse como una rama de la ingeniería confinada dentro de límites definidos (sistema cerrado de conocimientos y prácticas). Por el contrario, deberá esforzarse en comprender la complementariedad y los enfoques epistemológicos que ofrecen otras disciplinas y ramas de la ingeniería a la hora de abordar problemas sociales complejos (por ejemplo, antropología, sociología, psicología, ciencias ambientales, TIC, otras tecnologías). Continuará así la larga tradición de la IO de incorporar pragmáticamente conocimientos útiles de otros campos, dejando al margen toda estéril discusión narcisista sobre qué es y qué no es IO. Como ya hizo en el pasado (por ejemplo, cuando incorporó la investigación operativa o la informática), la IO será cada vez más una rama de la ingeniería de identidad «mestiza» y vocación interdisciplinar/ transdisciplinar.
- En consecuencia, la IO tratará de establecer conversaciones multidisciplinares, orientadas a desarrollar tramas conceptuales, metodologías compartidas y experiencias valiosas para abordar problemas sociales complejos, enmarañados.
- A diferencia de las etapas precedentes, la IO deberá involucrarse en el diseño y evaluación de políticas públicas orientadas al logro de los ODS, en particular, de aquéllas cuya puesta en práctica requieran de la colaboración de diversos tipos de actores, públicos y privados.
- Ante situaciones problemáticas concretas, la IO deberá fomentar la formación de equipos que integren investigadores, profesionales, personas relevantes de la población local y conocedores del ecosistema local.
- Respecto de problemas persistentes, deberá promover la formación de alianzas (en consonancia con el ODS 17) que comprometan el esfuerzo continuado de actores diversos (universidades, empresas, ONG, gobiernos, organismos internacionales), orientados a abordarlos y que aseguren que las lecciones aprendidas en las primeras experiencias se escalen, en extensión y en ambición de objetivos, para llegar a formar «plataformas» y «movimientos» focalizados, en línea con el planteamiento a largo plazo de los ODS.
- Para todo ello, la IO deberá promover la formación de ingenieros de organización con visión integradora, capacidad de diseño y vocación de liderazgo, agentes de cambio y facilitadores de la configuración, acuerdo y funcionamiento de alianzas y equipos, orientados a objetivos de sostenibilidad y definidos a corto y largo plazo, para lo que habrán de ser conscientes de la importancia de las distintas percepciones y actitudes de las personas.

- Estos ingenieros de organización deberán estar preparados para trabajar en y con diversos tipos de organizaciones públicas y privadas, en diversos contextos socio-culturales; y no sólo con empresas, sino también con organizaciones de las administraciones públicas, servicios sociales, educación y salud.

En esta etapa emergente y mediante sus actividades (docencia, investigación, consultoría, gestión de organizaciones, influencia en políticas públicas), la IO deberá promover activamente un cambio de enfoque en la gestión de las organizaciones que se adecúe al nuevo contexto y sea efectivo en el tratamiento de la problemática «enmarañada» que tratan de afrontar los ODS.

En particular, es preciso superar la visión gerencial habitual, que Hater y Baas (1988) polarizan en la disyuntiva «liderazgo transaccional vs. liderazgo transformacional» y que tantos éxitos ha cosechado hasta el presente en la gestión de organizaciones competidoras. En efecto, los ODS reclaman cooperación y el desarrollo de ecosistemas multiactor focalizados (Scharmer, 2012) mediante el impulso y la creatividad de todos, lo que requiere el desarrollo de un «liderazgo relacional», distribuido y generador de confianza dentro y fuera de la propia organización (Matheus y Illes, 2016).

Con respecto a problemas complejos y de amplio alcance, la IO deberá incorporar y desarrollar conceptos y aportaciones tales como «teoría de sistemas complejos» (Midgley, 2003); «perspectiva multi-nivel» (Geels *et al.*, 2017), «transiciones para el desarrollo sostenible» (Loorbach, 2009); «gobernanza para el desarrollo sostenible» (Zejl-Rozema *et al.*, 2008); «metagobernanza» (Meuleman, 2008). Asimismo, deberá desarrollar nuevos métodos y técnicas, si bien ya dispone de referentes apropiados: «gestión e ingeniería en situaciones complejas» (Kovacic *et al.*, 2013); «embedded case studies» (Schol *et al.*, 2002); «mapeado cognitivo» (Kitchin, 1994); «creación de sentido» (Weick, 1995); «procesos de formación de consenso» (Innes *et al.*, 1999); «métodos de estructuración de problemas» (Kato, 2011).

ALGUNOS PROBLEMAS RELEVANTES

La tarea que conlleva la aprobación de la Agenda 2030 es ingente. La IO puede contribuir significativamente a su tratamiento desde la perspectiva esbozada en el epígrafe anterior. Sin pretensión de exhaustividad, veamos algunos ejemplos relevantes.

Configuración de redes de suministro circulares

Los problemas de agotamiento de recursos naturales, eliminación de residuos y descarbonización de la energía que enfrentan los ODS, requieren transformar los modelos de consumo y los procesos de producción implantados con éxito por las economías desarrolladas y que se están extendiendo globalmente hacia modelos y procesos sostenibles a largo plazo. Idealmente, esto supone: tomar de la naturaleza determinados recursos materiales y energéticos para, tras su utilización por la sociedad, devolverlos a la situación original; es decir,

cerrando el círculo, dejarlos disponibles para las generaciones futuras. Se entiende que la tarea transformadora va a ser enorme, pero hay que empezar y, de hecho, ya se ha empezado (ver, por citar sólo un ejemplo, WBCSD, 2017).

A este respecto, la IO cuenta con notable experiencia, desde su etapa «consolidada», en configurar y hacer funcionar redes de suministro. Ahora el problema se complica significativamente con la «circularidad», pero ya se ve que no se trata de un reto inabordable.

Mayor dificultad tendrá, sin duda, contribuir a cambiar los modelos de consumo, así como a redefinir y asumir valores y nociones sostenibles de prosperidad, equidad y bienestar social.

Transformación energética

Los acuerdos de París 2015, implican descarbonizar la producción de energía evitando un calentamiento global que supere 1.5 a 2°C. Esto requiere importantes inversiones financieras, pero más allá requiere una movilización de esfuerzos de múltiples actores focalizados en un propósito común; entre otros: reducción de consumo por personas y organizaciones; mejora de eficiencia; desarrollo de nuevas tecnologías de producción, almacenamiento, transporte, interconexión y control de energía; desarrollo tecnológico de sectores usuarios de energía (transporte de personas y mercancías, desalación de agua de mar, etc); sistemas de gestión de agricultura, ganadería y bosques; cambio legislativo y planificación en los niveles estatal y supraestatal de las transiciones sistémicas; desarrollo de instrumentos financiero-fiscales y planes de inversión.

Complementariamente, es preciso facilitar la transferencia de tecnologías disponibles a países con menor nivel tecnológico de modo que sus procesos de desarrollo se hagan «saltando etapas» hacia la sostenibilidad (ver como ejemplo itdUPM, 2016).

En síntesis, se trata de promover una transformación de amplio espectro de los correspondientes sistemas socio-técnicos.

Atención a migrantes involuntarios

Diversos conflictos sociopolíticos y catástrofes (naturales o inducidas por la acción de las personas) están produciendo un incremento dramático de las migraciones involuntarias. Se trata del tipo de problemas «enmarañados» antes referidos. Prácticamente todos los ODS tienen relación con la migración involuntaria y su progresivo logro puede contribuir a una reducción cuantitativa del problema y a una mejora de la calidad de vida de los migrantes.

Un ejemplo, limitado pero significativo, de aplicación de los enfoques de la IO en esta etapa emergente, puede apreciarse en el trabajo de la Alianza Shire enfocada a suministrar energía eléctrica en campos de refugiados (ver itdUPM, 2017).

Promoción y difusión de tecnología e innovación sostenibles

En el Synthesis Report (UN, 2014), apartado 4.2 titulado «la Tecnología, la Ciencia y la Innovación para un desarrollo sostenible», Ban Ki Moon expone los medios necesarios para la puesta en práctica de la Agenda 2030 y señala tres aspectos esenciales en la creación, transferencia y adaptación de tecnologías que respondan a las aspiraciones de un desarrollo sostenible:

- Alineamiento de fondos públicos, para que el desarrollo tecnológico y la innovación estén guiados por la sostenibilidad.
- Acceso a tecnologías sostenibles (*vital and environmental sound technologies*), mejorando los mecanismos de transferencia hacia los países menos desarrollados.
- Participación y democratización de los procesos tecnológicos, generando condiciones que promuevan nuevas fórmulas de innovación social.

En el capítulo 7 del informe de Alonso *et al.* (2015) se desarrollan estas líneas de actuación. Se trata en los tres casos de problemas multiactor complejos, enmarañados, en los que la IO puede hacer contribuciones significativas.

Reorganización de las universidades

La ingente transformación que demandan los ODS requiere esfuerzos y voluntad política por parte de múltiples actores; pero además requiere nuevo conocimiento. De forma no exclusiva, pero sí extremadamente relevante, el nuevo conocimiento en nuestras sociedades se genera en universidades y otros centros de investigación. Además, en las universidades se forman las generaciones de jóvenes que habrán de hacer de los ODS la «aventura épica» de su vida. Es, por ello, crítico potenciar la contribución de las universidades a ambas facetas –investigación y formación– y remover las barreras que obstaculizan el pleno despliegue de su enorme potencial.

A este respecto, una barrera crítica (y que suele pasar inadvertida) proviene de la forma en que tradicionalmente están organizadas las universidades: los departamentos mono-disciplinares. Ello conlleva que los criterios que se aplican para la selección, evaluación del rendimiento y promoción del profesorado siguen una lógica mono-disciplinar (que controlan los profesores de mayor nivel jerárquico). Esta práctica organizativa está tan consolidada que raramente se visualiza su inconveniencia para contribuir a los ODS.

Pues bien, como se ha señalado previamente, los problemas de sostenibilidad son complejos, «enmarañados» y requieren la aportación de conocimiento interdisciplinar y transdisciplinar (Bursztyn y Drummond, 2014). Existen muchos jóvenes universitarios que no ven debidamente valorada su involucración en problemas de sostenibilidad y, de hecho, resultan punidos. En efecto,

es más difícil conseguir financiación para propuestas de sostenibilidad, los proyectos duran más tiempo, los resultados de investigación interdisciplinar son más difíciles de publicar, los distintos evaluadores suelen considerarlos poco relevantes para sus respectivas disciplinas. Por ello, es necesario emprender un cambio proactivo como expresa René Schwarzenbach, director de UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN) en ISCN (2017):

«We need a cultural change to reward, not punish, academics engaged in inter and transdisciplinary research, particularly young scientists. This does not infer by any means that disciplinary research should become less valued, but it requires that universities expand and broaden their evaluation and incentive system. However, this can only be accomplished when the top universities in the world jointly agree to foster this cultural change».

Ante esta situación predominante, la IO se encuentra bien dotada desde un punto de vista argumental. Es preciso que se implique en la correspondiente tarea de promover el cambio de perspectiva y de experiencias prácticas. A este respecto, la Universidad Politécnica de Madrid emprendió en 2012 una experiencia significativa con la creación del Centro de Innovación en Tecnologías para el Desarrollo Humano (itdUPM) cuyos logros están siendo alentadores (Mataix *et al.*, 2017), (<http://www.itd.upm.es/>).

Desarrollo de conocimiento sobre organizaciones para la sostenibilidad

Para afrontar problemas de sostenibilidad, tales como los antes apuntados, se requiere desarrollar y transformar los conceptos y prácticas establecidos que informan actualmente la actividad de las organizaciones. Por una parte, en lo que respecta a empresas y otras entidades jurídicas que constituyen el referente teórico habitual de los estudios organizacionales. Por otra parte, en lo que respecta a formas organizativas más complejas y menos definidas que incluyen una diversidad de actores con propósito convergente e interrelaciones variadas, como puede ser el caso de redes de suministro, consorcios, alianzas, plataformas o movimientos.

En cuanto a empresas y otras organizaciones habituales, se cuenta con una larga tradición de investigación y de generación de modelos que tratan de adaptar sus estrategias (Porter y Kramer, 2011) para asegurar el éxito de las mismas en diferentes contextos. Por otra parte, distintos autores proponen guías para la transformación avanzada de las organizaciones que requiere el contexto actual (Nelson y Stolterman, 2012; Scharmer; 2012; Laloux, 2014).

En cuanto a organizaciones multiactor, se dispone de un buen nivel de conocimiento acerca de organizaciones más formalizadas (como redes de suministro), pero hay mucho que desarrollar en organizaciones menos definidas y más fluidas (como plataformas o movimientos).

En todos los casos, la aprobación de los ODS está dando lugar a un rápido realineamiento de las estrategias de todo tipo de actores y a nuevas formas de interrelación y cooperación entre actores. Es un campo muy dinámico que requiere observación, análisis y conceptualización de las nuevas tendencias y fenómenos, así como la implicación de los investigadores de IO y de otras disciplinas en procesos proactivos de investigación colaborativa (investigación-acción).

CONCLUSIONES

La IO ha recorrido una larga trayectoria de contribución efectiva a la mejora de la organización de la sociedad, tanto mediante el desarrollo y la acumulación de conocimiento, como mediante su experiencia de adaptación a las condiciones cambiantes del entorno. Esta trayectoria se puede articular en tres etapas: «tradicional», «consolidada» y «emergente», estando esta última en los primeros pasos de su desarrollo.

El entorno actual está caracterizado por cambios persistentes en sus principales facetas, lo que le confiere un carácter marcadamente turbulento. Pero además, la humanidad ha tomado conciencia de que los modelos de consumo y los procesos de producción predominantes no son compatibles con la disponibilidad de recursos naturales y con el funcionamiento de los ecosistemas que posibilitan la vida sobre el planeta.

La aprobación de la Agenda 2030 ha venido a establecer un conjunto de objetivos, ODS, que ha de guiar los procesos de transformación de las actividades humanas con objeto de asegurar su sostenibilidad. Estos procesos requieren una creciente coordinación de fines y cooperación en actividades entre diferentes tipos de actores (personas, organizaciones, estados, organismos internacionales). De este modo, la Agenda 2030 aporta un faro de referencia y un surco de convergencia para la actuación de los distintos actores, lo que puede facilitar la gestión de las organizaciones y reducir la incertidumbre asociada a la turbulencia.

La IO, por su tradición y por el conocimiento que acumula, está plenamente capacitada para adoptar una perspectiva coherente con el entorno presente y los ODS; y contribuir así, mediante sus actividades de investigación, investigación-acción, formación y asesoramiento a los procesos de transformación de las organizaciones hacia la sostenibilidad que determina la Agenda 2030.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff RL (1979, a) «The Future of Operations Research is Past». *J. Opl. Res. Soc.* Vol. 30, Nº 2, pp 93-104.
- Ackoff RL (1979, b) «Resurrecting the Future of Operational Research», *J. Opl. Res. Soc.* Vol. 30, Nº 3, pp 189-199.
- Alonso JA *et al* (2015) *Movilizando los recursos y los me-*

dios de apoyo para hacer realidad la Agenda de Desarrollo Post-2015, SGCID, MAEC.

Bursztyn M; Drummond J (2014) «Sustainability science and the university: Pitfalls and bridges to interdisciplinarity». *Environmental Education Research*, 20(3), 313-332.

Carrasco J, Mataix C, Carrasco-G R (2017) «Organizational Engineering: The Emerging Stage of Industrial Engineering», *Engineering Systems and Networks*, Springer pp 347-354.

Castells M (2000) *The Rise of the Network Society*, Wiley.

Castells M (2009) *Comunicación y Poder*, Alianza.

Churchman, C., 1967. *Wicked Problems*. *Management Science*, 4/14: B141-142.

Corbett CJ, van Wassenhove LN (1993) «The Natural Drift: What Happened to Operations Research?» *Operations Research*, 41(4), Jul. - Aug., pp. 625-640.

Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000). «The «Anthropocene»». *Global Change Newsletter* 41: 17-18.

DBR (2006) *Measures of well-being*, Current Issues, 08.09.2006, Deutsche Bank Research

<https://www.dbresearch.com>

Drucker P (1962) «Economy's Dark Continent», *Fortune*, April 1962.

Emery FE, Trist EL (1965) «The Causal Texture of Organizational Environments», *Human Relations*, Vol. 18, pp. 21-32.

Fayol, H (1916) *Administration Industrielle et Générale*.

Geels F W, Sovacool B K, Schwanen T, Sorrell S (2017) «Sociotechnical transitions for deep decarbonization» *Science*, 22 Sept 2017, vol 357, issue 6357.

Ghoshal S (2005) *Bad management theories are destroying good management practices*. *Academy of Management Learning & Education*.

Hater JJ, Baas BM (1988) «Superior's Evaluation and Subordinate Perceptions of Transformational and Transactional Leadership», *Journal of Applied Psychology*, 73 (4), pp 169-78.

Herzberg F (1968) «One More Time: How Do You Motivate Your Employees?» *Harvard Business Review*, Jan-Feb, pp. 53-62.

IIE (2015) «About IIE», Institute of Industrial Engineers website. Available online at: <https://www.iienet2.org/Details.aspx?id=282> [consulted 21 Apr 2015]

Innes JE, Booher DE (1999) *Consensus Building and Complex Adaptive Systems*, *Journal of the American Planning Association*, 65:4, 412-423.

ISCN Secretariat, 2017. *Educating for Sustainability. Sustainable Campus Best Practices*. ISCN and GULF Universities, Boston.

itdUPM (2016). *Distribución de energía sostenible en América Latina. Estudio sobre redes de distribución inclusiva*.

itdUPM (2017) *Alianza Shire. Energy Access to Refugees*. www.alianzashire.org

Kato H (2011) «Problem-structuring methods based on a cognitive mapping approach», in Koriyama *et al.* (eds), *Sustainability Science*, United Nations Press, Tokio.

Kitchin RM (1994) «Cognitive Maps: What Are They and Why Study Them?» *Journal of Environmental Psychology* 14 (1): 1-19.

Kovacic SF, Sousa-Poza A (eds) (2013) *Managing and Engineering in Complex Situations*. Springer.

Laloux F (2014) *Reinventing Organizations*. Nelson Parker.

Lenzen *et al.* (2012) «International Trade Drives Biodiversity

Threats in Developing Nations». *Nature*, Vol.486, Jun. pp 109-112.

Lewin K (1936) *Principles of Topological Psychology*, McGraw-Hill.

Lewin K (1946) «Action research and minority problems» *J Soc. Issues* 2(4), pp. 34-46.

Loorbach D (2009) «Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework». *International Journal on Policy, Administration and Institutions*, 23(1), Jan 2010.

Magee J F (1968) *Industrial Logistics*, McGraw-Hill.

Manzini E (2015) *Design, When Everybody Design*, The MIT Press.

Maslow AH (1943) «A Theory of Human Motivation», *Psychological Review*, 50(4), 370-396.

Mataix C *et al.* (2017). «Working for Sustainability Transformation in an Academic Environment: The Case of itdUPM.» In *Handbook of Theory and Practice of Sustainable Development in Higher Education*, 391-408. Switzerland: Springer International Publishing.

Matheus M, Illes K (2016) «Leadership and Trust- How to Build a Trustworthy Company». In Stokes P *et al.* (eds.) *Organizational Management*, Kogan.

Meuleman L (2008) *Public Management and the Metagovernance of Hierarchies, Networks and Markets*, Physica-Verlag, Heidelberg.

Midgley G (ed) (2003) *Systems Thinking*. SAGE Publications .

Morgenstern O, von Neumann J (1947): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.

Naciones Unidas. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>;

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/en/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Nelson H G, Stolterman E (2012) *The Design Way: Intentional Change in an Unpredictable World*, MIT Press, 2nd ed.

Porter M, Kramer M (2011) «Creating Sheared Value», *Harvard Business Review*, Jan- Feb pp 62-77.

Rockström *et al.* (2009) «A Safe Operating Space for Humanity», *Nature* 461, pp 472-475.

Rogers DS, *et al.* A vision for human well-being: transition to social sustainability, *Curr Opin Environ Sustain* (2012), doi:10.1016/j.cosust.2012.01.013.

Scharmer C (2009) *Theory U*, Berret-Koehler Pub.

Scholz RW, Tietje O (2002) *Embedded Case Studies: Integrating Quantitative and Qualitative Knowledge*. Sage Publications.

Schultz M *et al.* (2013) *Human Prosperity Requires Global Sustainability*. Stockholm Resilience Centre, Stockholm University.

Standing G (2017) *Basic Income: And How We Can Make it Happen*, Pelican Books.

Stock JR (1992) *Reverse Logistics*. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.

Taylor FW (1911) *Principles of Scientific Management*, Harper and brother, NY and London

United Nations (2014) *The Road to Dignity by 2030*. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5527SR_advance%20unedited_final.pdf

WBCSD (2017). <http://www.wbcd.org/Clusters/Circular-Economy/Resources/8-Business-Cases-to-the-Circular-Economy>

Weick K (1995) *Sense Making in Organizations*, Thousand Oaks, Ca.

WEF (2016) *The Global Risks Report 2016*, World Economic Forum, https://www.mmc.com/content/dam/mmc_web/

[Global-Risk-Center/Files/world-economic-forum-global-risk-report-2016.pdf](http://www.weforum.org/reports/Global-Risk-Center/Files/world-economic-forum-global-risk-report-2016.pdf)

Whelan T, Fink C (2016) «The Comprehensive Business Case for Sustainability» *Harvard Business Review*, Oct.

WWF's Living Planet Report 2016, http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/lpr_2016/

Zeijl-Rozema A *et al.* (2008) «Governance for Sustainable Development: A Framework». *Sustainable Development*, 16, p 410-421.