

EXPRESIÓN ECONÓMICA

ENERO-JUNIO 2021 / NÚMERO 46

EXPRESIÓN ECONÓMICA. Año 24, No. 46, Enero-Junio 2021, es una publicación semestral editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Departamento de Economía, por la División de Economía y Sociedad, del CUCEA. Av. Periférico Norte 799, Col. Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México, Tel: 33 3770 3300 Ext. 25213 y 25361, <http://expresioneconomica.cucea.udg.mx>, expresioneconomica@cucea.udg.mx, Editor responsable: Salvador Peniche Camps. Reserva de derechos al uso exclusivo del título No. 04- 2017-120818583500-102, E-ISSN: en trámite, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de éste número: Departamento de Economía, por la División de Economía y Sociedad, del CUCEA. Av. Periférico Norte 799, Col. Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México, Pedro Chávez Gómez. Fecha de la última modificación: 01 de enero de 2021.

La propiedad intelectual y responsabilidad de las opiniones expresadas es de sus autores, no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción de las ideas siempre y cuando se cite la fuente.

Los derechos de publicación son de la Universidad de Guadalajara, por lo tanto, sin su previa autorización queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes.

Expresión Económica aparece listada o indexada en: Catálogo del sistema de información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX), CLASE Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades, DOAJ (Directory of Open Access Journals) y Econbiz (German National Library of Economics).

Los artículos presentados en esta publicación han sido evaluados por pares de manera anónima por académicos de prestigio en cada una de sus áreas. Con esto se pretende mantener y garantizar la calidad de los trabajos inéditos aquí presentados. Así mismo se pretende con esto cumplir con los estándares de calidad exigidos por programas académicos y de investigación como el PRODEP (Programa de Desarrollo Profesional Docente de la Secretaría de Educación Pública) y del SNI (Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt).

Producción: Ediciones de la Noche.

■ Salvador Peniche Camps
Director



■ Jorge Alberto Pérez Torres
Coordinador Ejecutivo

Consejo Editorial y Científico/*Editorial and Scientific Council*

Dr. Charles A.S. Hall	SUNY (State University of New York) / College of Environmental Science and Forestry
Dra. Edith Miriam García Salazar	Catedrática CONACYT, El Colegio de Hidalgo.
Dr. Jorge I. Villaseñor Becerra	CUCEA/ Universidad de Guadalajara
Dra. Aleida Azamar Alonso	UAM / Unidad Xochimilco, Departamento de Producción Económica
Dr. José Héctor Cortés Fregoso	CUCEA / Universidad de Guadalajara
Dr. Paul C. Sutton	University of Denver / Department of Geography
Dr. Daniel Tagle Zamora	Universidad de Guanajuato / Campus León, Departamento de Estudios Sociales
Dr. Martín Guadalupe Romero Morett	CUCEA / Universidad de Guadalajara
Dr. Darío A. Escobar Moreno	Universidad Autónoma Chapingo / Centro Regional Zacatecas
Mtro. Joel García Galván	CUCEA / Universidad de Guadalajara
Dr. Mario Alejandro Pérez Rincon	Instituto Cinara, Universidad del Valle, Cali, Colombia
Dra. María Beatriz Abaca	Universidad Nacional de Villa María, Córdoba, Argentina.
Dr. Sergio Gabriel Ceballos Pérez	Catedrático CONACYT.

Contenido ■ Contents

Sección Especial / Special Section

Breves consideraciones sobre la naturaleza compleja de la ciencia económica	<i>Brief Considerations On The Complex Nature Of Economic Science</i>	9
JOSÉ HÉCTOR CORTES FREGOSO		
Los sistemas complejos como herramienta para la sustentabilidad. Una visión desde la perspectiva de la Teoría Crítica	<i>Complex systems as a tool for sustainability. A view from the perspective of Critical Theory</i>	21
SALVADOR PENICHE CAMPS		
Competencias de sostenibilidad ambiental para los alumnos del CUCEA	<i>Environmental Sustainability Competences for CUCEA students</i>	29
MARÍA ELENA PEYRO BELTRÁN		
Totalidad y complejidad. Notas sobre la concepción del pensamiento complejo.	<i>Totality and Complexity. Notes on the Conception of Complex Thinking</i>	37
JORGE ARTURO HURTADO LÓPEZ		
Propuesta de mejora en la calidad del aire: caso Zona Metropolitana de Guadalajara	<i>Proposal to improve air quality: the Guadalajara Metropolitan Area case</i>	47
JOEL GARCÍA GALVÁN, MARTIN G. ROMERO MORETT Y MA. MAGDALENA VELÁZQUEZ CONTRERAS		
Seminario de Prospectiva, sostenibilidad y transdisciplina	<i>Prospective, sustainability and transdisciplinary seminar</i>	55
MARIA BEATRIZ ABACA		
Repensando la enseñanza de la sustentabilidad	<i>Rethinking The Teaching Of Sustainability</i>	63
MARTHA VIRGINIA GONZÁLEZ MEDINA		
ARTÍCULOS	<i>ARTICLES</i>	
Inversión de tecnología en habilidades laborales y crecimiento de la producción en el sector industrial	<i>Technology Investment in Job Skills and Production Growth in the Industrial Sector</i>	73
JONATHAN ANDREY BARRANDEY CHAVIRA		
Criterios de planeación para instrumentar políticas y estrategias en un proceso de reingeniería empresarial	<i>Planning Criteria to Instrument Policies and Strategies in a Business Reengineering Process</i>	93
FRANCISCO MORÁN MARTÍNEZ Y ALEJANDRA URIBE RAMOS		
SUPLEMENTO	<i>SUPPLEMENT</i>	
La maldición de la redes fantasma	<i>The Curse of the Phantom Fishing Nets</i>	113
PEDRO CHÁVEZ GÓMEZ Y CUITLÁHUAC FERNÁNDEZ URIBE		

Editorial

En el marco de la pandemia provocada por el Coronavirus (COVID-19 por SARS-CoV-2), la cual a la fecha ha causado millones de infectados y miles de muertos por país, el Dr. Pablo Sandoval Cabrera y el Cuerpo Académico UDG-CA-116 “Teoría Económica y Desarrollo Sustentable” del Departamento de Económica del CUCEA de la Universidad de Guadalajara, haciendo uso de las tecnologías de la información organizaron el seminario titulado “Prospectiva, Pensamiento Complejo y Transdisciplina”. Esto con el propósito de enseñar sustentabilidad y ecología en las carreras de la Universidad de Guadalajara, desde un enfoque multidisciplinario. Con miras a formar profesionistas responsables con el medioambiente y la sustentabilidad. Buscando tener profesionistas mas socialmente responsables y solidarios en las comunidades que interactúan. Al día de hoy los profesionistas que se forman tanto en escuelas públicas como privadas, no son del todo conscientes de estos problemas, y en especial la ciencia económica, la cual tiene años peleada con todo lo que sea ecología y sustentabilidad. Enseñando erróneamente durante décadas que el crecimiento y la actividad económica no tiene limites, ni físicos ni ecológicos. Y además se les ha enseñado que crecimiento económico es igual a bienestar, lo cual en casos como el de México se ha demostrado todo lo contrario.

Por eso en este numero, la revista *Expresión Económica* decidió publicar los trabajos de los académicos que participaron en este seminario. Con la intención de dar a conocer las propuestas y soluciones de investigadores, que, con muchos años de experiencia en conjunto, y de diferente formación académica (transdisciplina), nos proponen para mejorar el aprendizaje de los educandos que se encuentran en las aulas de clases y buscar una mejora para las generaciones futuras de profesionistas.

Para apoyar esta visión de estudiantes comprometidos y conscientes de su entorno, presentamos como un suplemento un cuento elaborado por los estudiantes *Pedro Chávez Gómez (Premio INCIDE Zapopan 2020)* y *Cuitláhuac Fernández Uribe* destacados estudiantes de la *Licenciatura en Gestión y Economía Ambiental* del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara titulado “*La maldición de las redes fantasma*”. En este, ambos estudiantes nos tratan de enseñar de los problemas medioambientales que esta causando la forma en que pescamos hoy en día. Intentan que tomemos conciencia al respecto y cambiemos nuestros métodos de producción pesquera que tanto daño hacen a nuestro medio ambiente. Esperamos que esta sea la primera de muchas participaciones de este tipo en nuestra revista por parte de alumnos tanto del CUCEA como de otros Centros Universitarios o Universidades. Queremos que los jóvenes se atrevan a proponer soluciones para mejorar las comunidades en las que habitan. Quedan invitados a participar con nosotros, nuestra publicación siempre estará abierta a sus propuestas.

En la sección de artículos presentamos dos artículos, el primero titulado “Inversión de tecnología en habilidades laborales y crecimiento de la producción en el sector industrial” del alumno del Doctorado en Estudios Económicos del CUCEA y profesor del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Jonathan Andrey Barrandey Chavira, quien, como profesor de economía, enseña como se da la inversión y el crecimiento productivo en el sector industrial. El segundo, escrito por los Profesores Francisco Moran Martínez y Alejandra Uribe Ramos titulado “Criterios de planeación para instrumentar políticas y estrategias en un proceso de reingeniería empresarial”, ambos profesores del Departamento de Economía y del Departamento de Administración del CUCEA respectivamente, con el propósito de unir fuerzas desde dos ciencias diferentes pero que se complementan entre si para elaborar una propuesta que ayude a la mejora empresarial.

Esperamos que este *Número 46 (Enero - Junio 2021)* sea de su agrado, y mas que nada, el equipo editorial de *Expresión Económica* desea que este 2021 sea de grandes éxitos.

Queda a sus ordenes el correo electrónico *expresioneconomica@cucea.udg.mx* y en la pagina web <http://expresioneconomica.cucea.udg.mx/> para dudas, comentarios, o si así lo desea hacernos llegar sus trabajos que desean ser publicados. Nuestra convocatoria esta abierta todo el año. En caso de existir un numero especial o temático se publicará previamente una convocatoria especial. Los lineamientos se encuentran en la pagina antes mencionada o si lo requiere con mucho gusto se lo haremos llegar a su correo electrónico.

LIC. JORGE A. PÉREZ TORRES

Coordinador Ejecutivo y Editor de *Expresión Económica. Revista de Análisis.*

SECCIÓN ESPECIAL
Trabajos del Seminario
"Prospectiva, Pensamiento
Complejo y Transdisciplina"

Breves consideraciones sobre la naturaleza compleja de la ciencia económica

JOSÉ HÉCTOR CORTÉS FREGOSO¹

Resumen

Es reconocido que la ciencia económica debe responder a fundamentos teóricos más apegados a la realidad, lo que implica, para buen número de economistas, un cambio de paradigma, una revolución científica. Desde hace algunos decenios, en diferentes partes del planeta se discuten las limitaciones teórico-empíricas de la corriente principal y de su instrumento econométrico. En los ámbitos universitarios se siguen enseñando los principios microeconómicos y macroeconómicos asentados en conceptos como equilibrio estático, estático comparativo y, en algunas ocasiones, el dinámico.

¿Por dónde se pueden encontrar caminos filosóficos alternativos para que surja el cambio paradigmático de la ciencia económica con una base de supuestos más realistas? Tradicionalmente, las matemáticas clásicas han sido el instrumento formal para abordar la complejidad de los fenómenos económicos. Sin embargo, la misma naturaleza compleja de la problemática económica exige enfoques diferentes y complementarios para una mejor aprehensión de los sucesos económicos, dadas sus relaciones no lineales entre sus componentes, su capacidad de autoorganización, sus comportamientos circulares y sus características emergentes, entre otras características.

Los procesos pedagógicos de la docencia y discencia de la ciencia económica se verán mejorados sustancialmente al fundamentar los procesos de enseñanza-aprendizaje en enfoques de naturaleza compleja de la ciencia económica. Por lo tanto, la modelación basada en agentes y en la teoría de redes se convierte en el estuche de instrumentos empíricos del economista profesional. El pensamiento complejo, como filosofía del núcleo de la ciencia económica, puede aportar elementos sumamente

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

1 Profesor e investigador de tiempo completo titular “C”, Departamento de Economía. CUCEA. Miembro del Cuerpo Académico No. 116 “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Seminario “Prospectiva, pensamiento complejo y transdisciplina”. Correo Electrónico: cortesfregoso@hotmail.com.

útiles no sólo para mejorar la formación de economistas sino también para el ejercicio profesional de la economía.

Palabras clave: economía compleja, modelo basado en agentes, no linealidades, comportamientos circulares, propiedades emergentes, economía cuántica.

Introducción

A raíz de la necesidad de replantear los fundamentos de la ciencia económica, tanto el área microeconómica como la macroeconómica han sido objeto de diversas aproximaciones que tratan de aportar elementos que hagan posible el replanteamiento ontológico, epistemológico y metodológico de la economía. Así, autores como Elsner, Heinrich y Schwardt (2015) y Orrell (2019), entre otros, han propuesto formas alternativas que pueden propiciar realmente un avance significativo en la estructura de los contenidos temáticos de la economía desde las perspectivas compleja y cuántica, respectivamente.

La obra de Elsner *et al.* (2015), más bien un libro de texto de microeconomía con peculiares características, ofrece un conjunto de enfoques evolutivos, institucionales, neoclásicos y complejos. Su contenido es muy amplio y su objetivo es presentar los principios microeconómicos de economías complejas. Puede afirmarse que el texto puede servir de base para un curso típico de microeconomía en cualquier facultad, escuela o departamento de economía de cualquier universidad, pública o privada, del país.

Por supuesto, la literatura sobre la perspectiva compleja de la ciencia económica es muy amplia actualmente. De la literatura citada en este mismo artículo se pueden nombrar los trabajos de Elsner (2017), Martínez Solano (2016), Bruno, Faggini y Parziale (2016), Sánchez Alcázar (2014), Arthur W. Brian (2013), y Terna (2013), como algunas de las aportaciones de diversos autores que han contribuido, desde hace algunos decenios, al estudio de la ciencia económica a partir del enfoque de la complejidad. Cabe aclarar que actualmente la literatura disponible sobre la temática aquí tratada es sumamente amplia, tanto en español como en inglés, sobre todo en este último idioma. Aquí se van a enfatizar dos aportaciones: la obra de Elsner *et al.* (2015) y el artículo de Bruno, Faggini y Parziale (2016), ambas con licencia libre en la red.

Además de la introducción precedente, en la sección siguiente se da a conocer un panorama muy general sobre cierta literatura que ha aparecido como antecedente de la economía de la complejidad, sobre todo enfatizando las aportaciones de autores del área. La última parte cierra con las conclusiones logradas y, finalmente, se dan a conocer las referencias consultadas.

Complejidad y pensamiento económico

¿Se han interesado los economistas clásicos y neoclásicos por el desarrollo de la economía de la complejidad? ¿El avance de la economía de la complejidad ha quedado

en manos de los economistas heterodoxos? ¿Quiénes son los economistas que han hecho aportaciones al análisis complejo de la ciencia económica? El capítulo 12 del texto de Elsner *et al.* (2015) está dedicado enteramente a llevar a cabo un recuento de los temas de la complejidad a lo largo del desarrollo histórico del pensamiento económico, tema escasamente tratado en los cursos al respecto en la formación de economistas profesionales. Una síntesis de dicho capítulo proporciona una panorámica de lo que han sido las aportaciones de economistas críticos constructivos en el sentido de la economía de la complejidad, hayan pertenecido a la escuela que haya cobijado sus intenciones; lo importante consiste en conocer la forma en que han aportado ideas al desarrollo de la economía de la complejidad.

De acuerdo con un esquema de la estructura del texto de Elsner *et al.* (2015), que se encuentra en la página xviii, es necesario cubrir primero los capítulos 10 (Complejidad I) y 11 (Complejidad II) como antecedentes del susodicho capítulo 12. En efecto, el capítulo 10, titulado “Un universo de economías: Interdependencia y complejidad, trayectorias de los sistemas, caos y autoorganización”, lo dedican los autores al planteamiento de los siguientes cuatro tópicos: 1) Algunas bases de economía de la complejidad frente a la teoría económica neoclásica: topología, procesos evolutivos, y límites y barreras de la racionalidad perfecta. 2) Información local y global, los enfoques de la economía neoclásica y de la complejidad, y la dinámica de sistemas complejos. 3) Un modelo de equilibrio perfecto cuasi-neoclásico basado en información global e interdependencia directa. 4) Una solución de política y la solución de instituciones emergentes. De esta forma, los autores discuten los conceptos centrales de dinámica, evolución y complejidad, muy necesarios para el posterior desarrollo de la obra.

Para abundar aún más en los conceptos anteriores, el capítulo 11 amplía la visión de la economía de la complejidad, cuyo título es “Dinámica, complejidad, evolución y emergencia: El papel de la teoría de juegos y de los métodos de simulación”. A lo largo de cinco secciones y una conclusión, en estos temas se discuten los siguientes puntos: 1) El cuadro se hace más complejo. 2) Aspectos formales de los sistemas dinámicos y complejos. 3) Los orígenes del orden, la turbulencia y la complejidad. 4) Modelación de la complejidad. 5) Por qué importa: la lucha del agente con su ambiente complejo. En este punto es necesario hacer mención de la importancia que tiene para los autores la teoría de juegos. No es ésta una rama de la teoría matemática aplicada solamente, ni tampoco la consideran como una alternativa única para explicar ciertas interdependencias en estructuras de mercado oligopólicas como única alternativa de aplicación en el mundo de la microeconomía. El empleo de la teoría de juegos en el contexto de la economía de la complejidad va mucho más allá. Sean juegos cooperativos, no cooperativos, simétricos, asimétricos o de cualquier naturaleza, la teoría se convierte en un elemento clave para entender ciertas conductas de parte de los agentes económicos a lo largo de todo el texto.

Con los antecedentes conceptuales de los dos capítulos anteriores, el capítulo siguiente, el 12, como queda establecido líneas arriba, gira en torno de la evolución histórica de lo complejo en el pensamiento económico. Titulado “Temas sobre complejidad en la historia del pensamiento económico: Vistazos a A. Smith, T. B. Veblen,

J. A. Schumpeter y otros”, el capítulo muestra, por principio, las aportaciones al estudio de la complejidad económica de 13 economistas que han enriquecido el pensamiento económico: 1) Adam Smith: el modelo clásico de los orígenes y emergencia de las instituciones, y el significado moderno del enfoque clásico. 2) Thomas R. Malthus: introducción de los principios biológicos básicos. 3) Karl Marx: los principios de la evolución sistémico-histórica y la capacidad de la acción colectiva. 4) Carl Menger: el enfoque temprano del enfoque evolutivo individualista de los austriacos. 5) Alfred Marshall: “la economía biológica” como la “Meca” de la economía. 6) Thorstein B. Veblen: fundación de la economía evolutivo-institucional. 7) John M. Keynes: los microfundamentos complejos de la macro —nivel de precios, tasa de interés y el empleo bajo incertidumbre— y la hipótesis post-keynesiana de la inestabilidad financiera. 8) Joseph A. Schumpeter: el proceso complejo mediante la innovación del “empresariazgo” —vinculación de la corriente principal neoclásica y la evolución—. 9) Karl Polanyi: la economía de “mercado”, la desincorporación del mercado y su caída. 10) Gunnar Myrdal: desarrollo de la dependencia de trayectoria de los sistemas complejos —causaciones acumulativas circulares—. 11) Herbert A. Simon: complejidad, racionalidad acotada y la “satisfacción”. 12) Nicolas Georgescu-Roegen: la economía como sistema abierto y su entropía. Y 13) Karl W. Kapp: el enfoque de sistemas abiertos, la entropía y los “costos sociales de la empresa privada”.

Hasta aquí las principales referencias; pero se antoja la siguiente pregunta: ¿son todos realmente, o hay más economistas que han influido el pensamiento complejo de la economía? En este mismo capítulo se encuentra la respuesta. En la última sección del capítulo, titulada “Más contribuciones a la microeconomía de la complejidad”, los autores traen a colación la mención de otras contribuciones a la economía de la complejidad, en donde se citan las siguientes: 1) Posterior desarrollo de la modelación clásica y marxista: Piero Sraffa. 2) Posterior desarrollo del institucionalismo vebleniano: John Commons y Clarence Ayres. 3) Posterior desarrollo de la macroeconomía y el keynesianismo: Michal Kalecki, Nicholas Kaldor, Luigi Pasinetti, Richard Goodwin y Hyman Minsky. 4) Desarrollo de la economía neoclásica hacia una mayor complejidad: Vilfredo Pareto. Se completa, así, una visión más integrada de la evolución del pensamiento económico complejo. Cabe hacer notar que el economista en ciernes, el futuro profesional de la ciencia económica, nunca es expuesto a un panorama semejante sobre la evolución de las principales ideas de la economía de la complejidad, ya sea porque no se dispone del tiempo apropiado o debido a las estructuras curriculares rígidas. En este aspecto, queda aún mucho por hacer en las facultades, escuelas y departamentos de economía de las universidades del país.

Sin embargo, todavía se pueden encontrar aportaciones a la economía de la complejidad de economistas importantes y que los autores agrupan en un cuadro al final del capítulo 12. Sin embargo, advierten los autores que los grandes fundadores de la economía de la complejidad fueron no sólo profundos teóricos sino también profundos epistemólogos. Asimismo, son conscientes de lo que ofrecen los listados, pues aceptan que tales listados se pueden ampliar con la introducción, por ejemplo, del enfoque histórico que se deriva de la escuela histórica alemana o de la escuela aus-

tríaca (von Hayek), y así con otras aportaciones importantes. Concluyen los autores que la obra no apunta a ese objetivo. Las características del cuadro se plasman en la tabla siguiente.

Tabla 1

<i>Sistema paradigmático</i>	<i>Representantes originales (los no mencionados antes están entre paréntesis)</i>	<i>Representantes posteriores (los no mencionados antes están entre paréntesis)</i>
Economía política clásica	Smith, Malthus, (Ricardo), Marx, (Mill)	Sraffa
Economía marxista/economía política radical	Marx	Kalecki, Sraffa, Goodwin
Escuela(s) histórica(s) (alemana)	(Schmoller)	(M. Weber)
Institucionalismo evolutivo	Veblen, Commons, Ayres	Myrdal, Polanyi, Georgescu-Roegen, Kapp, Minsky, Simon
Keynes, economía keynesiana, economía post-keynesiana	Keynes, Sraffa, Kalecki, (Robinson)	Kaldor, Goodwin, Pasinetti, Minsky
Desarrollo evolutivo, neo schumpeterianos, economía schumpeteriana	Schumpeter	Polanyi, Myrdal, Kapp, Simon
Economía evolutiva austriaca	Menger	(Hayek)
Vuelco de la complejidad en la economía neoclásica	Marshall, Pareto	(...)

En el artículo sobre la complejidad en la ciencia de la economía, Martínez Solano (2016) lleva a cabo un análisis detallado de las aportaciones de von Hayek y Simon al estudio y la comprensión de la complejidad en el contexto de la economía. Específicamente, la sección dedicada a von Hayek, con el título de “Orden espontáneo y complejidad”, Martínez Solano la desarrolla en tres partes. 1) Las ciencias de los fenómenos complejos: consideración de la complejidad. 2) Orden espontáneo y competencia: el papel del mercado. 3) Crítica de la planificación y el diseño. El texto profundiza en el pensamiento de von Hayek en relación con la complejidad y su enfoque en la teoría económica.

Todo el mundo identifica al término “racionalidad limitada” como una de las aportaciones importantes de H. A. Simon en contraposición a la racionalidad ilimitada del agente económico al momento de tomar una decisión. Martínez Solana cita a Simon al afirmar que la racionalidad limitada es “lo que quiere decir la racionalidad en situaciones donde la complejidad del medio es inmensamente más grande que las capacidades de computación del sistema adaptativo”, lo cual da lugar a la incertidumbre como parte esencial del concepto de racionalidad limitada. Para Martínez Solano, el modo particular de Simon de abordar el tema de la complejidad descansa sobre la idea de jerarquía, tanto desde una perspectiva ontológica como desde una vertiente epistemológica y metodológica. De esta manera, la descomponibilidad casi completa es la propiedad ontológica que todas las jerarquías tienen en los sistemas complejos.

Por otra parte, la cuestión epistemológica reside en cómo los científicos pueden investigar los sistemas complejos que muestran una estructura casi-descomponible. Se puede considerar al artículo de Simon de 1962 como un antecedente de fundamental importancia para la docencia, discencia e investigación sobre la complejidad de la ciencia económica.

Microeconomía de la complejidad

Por naturaleza, el sistema económico es complejo. La complejidad se halla de forma omnipresente en el ámbito de las operaciones económicas, independientemente del nivel considerado. ¿Cómo entender la complejidad? ¿Qué se entiende por sistema complejo? No existe una definición concisa que defina el término “complejidad”. Se puede, sin embargo, enunciar una serie de características que ayuden a concretar lo que significa complejidad.

Bruno *et al.* (2016) consignan cinco aristas que caracterizan a los sistemas complejos: 1. Número grande de componentes. 2. Emergencia. 3. Sistemas abiertos. 4. Dependencia de trayectoria. 5. Leyes de potencia. Al primer componente lo subdividen las autoras en no linealidad, bucles retroalimentadores y autoorganización. Cabe señalar que, a diferencia de otros investigadores sobre el tema que no prestan importancia a las leyes de potencia, el artículo hace referencia explícita al tema. No se hará mayor referencia a este tema en este trabajo, pero sí se pone énfasis en la utilidad del concepto en la formación de economistas desde el punto de vista práctico. Mayor información, así como ejemplos relacionados con el tamaño de las ciudades, con el tamaño de las empresas y con los movimientos del mercado bursátil, se encuentran en el magnífico trabajo sobre el tema de X. Gabaix (2016).

En el artículo titulado “Modelación de la complejidad en economía: el estado del arte” de Bruno *et al.* (2016) se enlistan, como se deja claro antes, cinco elementos que se asocian con los sistemas complejos: gran número de componentes, emergencia, sistemas abiertos, dependencia de trayectoria y leyes de potencia. Estas economistas dividen su artículo en secciones que proporcionan una visión exacta de los principales aspectos de cómo debe entenderse la complejidad económica, su modelación y, sobre todo, de qué forma se pueden diseñar políticas públicas en sistemas económicos complejos.

Para estas autoras:

[...] el propósito de la teoría de la complejidad consiste en explicar, desde una perspectiva multidisciplinaria, cómo puede surgir el comportamiento complejo y adaptativo en los sistemas compuestos por un gran número de componentes relativamente simples sin control central y con interacciones complicadas.

Esta visión corresponde a la externada por muchos estudiosos de la complejidad en general. Sin embargo,

[...] en economía, la teoría de la complejidad plantea un reto a los supuestos fundamentales de la ortodoxia (equilibrio, agentes representativos, decisiones racionales) y busca ir más allá de ellos, al enfatizar la potencia de las redes, los mecanismos de retroalimentación y la heterogeneidad de los individuos.

Como se mencionaba en párrafos anteriores, la alternativa de la economía de la complejidad tiene su punto de partida en los puntos clave de la ortodoxia neoclásica, pero va más allá al incorporar los principales conceptos que la caracterizan, como son la emergencia, la adaptación, la autoorganización, los patrones de comportamiento, los agentes, las redes, la totalidad, las interacciones interdependientes entre partes divergentes pero conectadas, el aprendizaje y la memoria, el cambio y la evolución, el holismo y la sinergia.

Al profundizar aún más en la teoría de la complejidad, Bruno, Faggini y Parziale dejan dicho que la “teoría de la complejidad es un programa de investigación sumamente interdisciplinario que comprende un amplio campo de teoría, trabajo empírico y métodos”. Obsérvese cómo las autoras enfatizan, de una forma u otra, la naturaleza multidisciplinaria e interdisciplinaria de la teoría de la complejidad; no obstante, no discuten lo que quieren significar con ambos términos, más allá de una idea que integra diversas disciplinas y profesiones varias. No sorprende que quien escribe sobre teoría compleja, relacione sus conceptos con la idea de sistema y discuta el concepto de sistema complejo, lo cual no se ve soslayado por estas autoras. De esta forma, para ellas un sistema complejo “se compone de muchas partes que interactúan y se adaptan unas con otras, lo que afecta sus ambientes individuales propios y, por lo tanto, sus propios futuros”. Una conclusión importante tiene que ver con que la complejidad no surge solamente de las propiedades de los componentes individuales, sino de sus interrelaciones, que es lo que da forma al comportamiento complejo.

¿Qué tipo de características podemos asociar con los sistemas complejos? Algunas de ellas ya han sido mencionadas en párrafos anteriores; la pregunta tiene que ver con la pertinencia de las mismas para el caso de la ciencia económica. Bruno, Faggini y Parziale llevan a cabo una interesante síntesis de un conjunto de cinco particularidades que distinguen a los sistemas complejos. La primera tiene que ver con un gran número de componentes; en esta primera característica incluyen las relaciones no lineales (el principio de la superposición no funciona), los bucles de retroalimentación (una parte de un sistema recibe retroalimentación cuando sus vecinos interactúan con él, en etapas posteriores depende de cómo interactúa con ellos en una etapa anterior) y la autoorganización (cuando un sistema se caracteriza y actúa mediante muchos elementos adaptativos). La segunda se refiere a la propiedad de la emergencia (naturaleza dinámica de las interacciones entre los componentes del sistema). La particularidad de sistema abierto es la tercera (sistemas que interactúan con otros sistemas o con el ambiente exterior). La cuarta hace referencia a la dependencia de la trayectoria (en donde se está hoy es resultado de lo que sucedió en el pasado) y, finalmente, la quinta tiene que ver con las leyes potenciales (los pequeños sucesos son extremadamente comunes, en tanto que los grandes son raros).

En resumidas cuentas,

[...] los sistemas complejos son dinámicos, son sistemas no lineales con equilibrios múltiples, evolucionan en el tiempo y el espacio, se autoorganizan a partir de interacciones locales y se hallan fuertemente caracterizados por dependencias históricas, dinámicas complejas, umbrales y equilibrios múltiples (Bruno et al., 2016).

En consecuencia, se han desarrollado nuevas metodologías para abordar la naturaleza de los sistemas complejos: la modelación basada en agentes (también conocida como simulación computarizada), los autómatas celulares, la teoría de catástrofes, los sistemas complejos adaptativos, la minería de datos, la teoría de los sistemas dinámicos (conocida como teoría del caos), la geometría fractal, los algoritmos genéticos, las redes neuronales artificiales (conocidas como inteligencia artificial distribuida), las leyes potenciales, las redes con escala libre, la criticalidad autoorganizada y la sinérgica.

Por supuesto que lo dicho para sistemas complejos en general tiene validez para estudiar la complejidad del sistema económico. Para hacer posible su conocimiento, es necesario utilizar los modelos apropiados. A lo largo del pensamiento económico los modelos utilizados se pueden ubicar en tres categorías: los modelos visuales, los modelos matemáticos o teóricos y los modelos empíricos. En los últimos decenios se ha desarrollado un cuarto tipo de modelo: el modelo basado en la simulación por computadora, al cual se le considera ser la forma natural para manejar la complejidad de los sistemas económicos, sobre todo el modelo basado en agentes (MBA).

¿Qué implicaciones tiene la consideración del sistema económico como un sistema complejo para la adopción de políticas públicas? Con base en todo lo que se discutido hasta ahora, las políticas públicas no se podrán diseñar con los parámetros teóricos y prácticos sugeridos por la teoría económica de la corriente principal; es necesario ahora adoptar una perspectiva totalmente diferente que arroje nuevas formas para el diseño y la implementación de las políticas públicas para que se puedan generar mejores resultados, basados en políticas públicas más integradas y con una visión holística.

Más sobre microeconomía de la complejidad

Es un hecho, aceptado por todos en la profesión, que la docencia y la discencia de la ciencia económica requieren, como se afirma líneas arriba, de un cambio de paradigma, de una revolución que nos lleve a reflejar más la realidad económica en el estudio de su naturaleza. En este contexto, la aportación de W. Elsner *et al.* (2015) representa no sólo un libro de texto novedoso en su capitulado, sino un instrumento académico que puede estar llamado a revolucionar el proceso docente y los mecanismos discen-tes alrededor de lo que ha significado la microeconomía; en el título mismo se aprecia la idea básica: *La microeconomía de las economías complejas*, con un fundamento realmente de alto contenido pedagógico-didáctico.

En un largo y profuso prefacio, titulado *Una microeconomía “post-crisis” de la complejidad*, los autores describen a grandes rasgos los puntos más importantes de las cinco partes de la estructura global de la obra y la distribución de los 18 capítulos en

cada una de ellas. La parte I (Bases de la economía interdependiente y sus procesos) contiene cuatro capítulos: “Las ideas básicas”, “La teoría de juegos I”, “Estructuras problemáticas” y “Mundo real”. La parte II (Mercados: teoría del equilibrio general y las estructuras de los mercados del mundo real) contiene tres capítulos: “Teoría del equilibrio general neoclásica”, “Crítica de la teoría del equilibrio general” y “Los mercados del mundo real”. La parte III (Más herramientas y análisis de las economías complejas) se desarrolla a lo largo de cuatro capítulos: “La teoría de juegos II”, “La simulación”, “La complejidad I” y “La complejidad II”. La parte IV (Historia del pensamiento y modelos contemporáneos en la economía de la complejidad) tiene tres capítulos: “Historia del pensamiento”, “Los modelos centrales” y “Mesoeconomía”. Finalmente, la parte V (Más aplicaciones: información, innovación, políticas y metodología) presenta cuatro capítulos: “Recursos abiertos”, “Sistemas de innovación”, “Las políticas” y “Cómo trabajar con el conocimiento de la microeconomía compleja: teorías, empírica, aplicaciones y acciones”.

Cuando los autores discuten algunos puntos en particular en la página xvii, de los cinco puntos es necesario resaltar el referido al capítulo 9 sobre la simulación, por la importancia que tiene este tema con la DS y la economía cuántica. En efecto:

[...] al discutir la preparación de este libro también consideramos el capítulo sobre simulación (capítulo 9) como uno de los puntos centrales de la parte metodológica (parte III) del libro. Pero los profesores deben saber exactamente lo que pueden aquí esperar. Hacemos un recuento de modelos con base en la literatura. También, habilitamos a los estudiantes para recrear simulaciones, pero de manera muy concisa y corta. Así, estudiantes y profesores necesitarán emplear recursos adicionales, muchos de los cuales están, sin embargo, disponibles en la red de forma libre, ya que no podemos, por supuesto, cubrir detalladamente la programación en un libro de texto de economía. Hemos codificado, en el lenguaje Python, el cual está disponible gratuitamente y es usado ampliamente (Elsner et al., 2015).

A lo largo de las páginas xxvii, xxviii y xxix W. Elsner *et al.* ofrecen lineamientos didácticos para trabajar con el libro de texto en los niveles introductorio (¿licenciatura?), intermedio (¿licenciatura?) y avanzado (¿maestría?, ¿doctorado?), y en diferentes tipos de cursos, con una programación de contenidos para los diferentes formatos. Asimismo, este libro de texto, a diferencia de los materiales que se conocen, da a conocer largas listas de referencias pertinentes en cada capítulo de autores que no forman parte de la corriente principal pero sí de autores que a lo largo del desarrollo del pensamiento económico han aportado al estudio de la complejidad, la visión evolutiva y el institucionalismo, o sea, autores de la heterodoxia, lo cual hace de la obra un material realmente útil para la formación de economistas profesionales. También se encuentran materiales complementarios en sitios de la red tanto para profesores (manual) como para estudiantes.

Dos aspectos del libro de texto de W. Elsner *et al.*, que vale la pena resaltar, tienen que ver con la forma de considerar la teoría de juegos complejos (capítulos 2 y 8) y la consideración de la “mesoeconomía” (capítulo 14), término desconocido por cual-

quier estudioso de la ciencia económica, ya que todo economista está familiarizado con los conceptos de microeconomía y macroeconomía.

Es común que el tema de teoría de juegos se imparta en cursos sobre el tema como una rama aplicada de las matemáticas; la única relación con los fundamentos teóricos de la economía tiene que ver con los modelos duopólicos de Cournot (basados en la asignación de cantidades) y Bertrand (basado en la precificación). Se considera un tema alejado de la teoría económica, lo cual no sucede en el texto de W. Elsner *et al.* (2015): la teoría de juegos es un componente indispensable para analizar los procesos decisivos de agentes económicos interdependientes en estructuras complejas, evolutivas e institucionales.

Conclusiones

Es un hecho la existencia de abundante literatura que aborda la ontología, la epistemología y la metodología de la ciencia económica desde su naturaleza compleja. Si bien el enfoque neoclásico ha aportado elementos teóricos y prácticos que han permitido el avance del desarrollo de la economía como ciencia social, se reconoce que se requiere de la evolución de la economía hacia una mayor profundización de la economía desde la perspectiva del análisis de su complejidad, con todo lo que el término significa. Antecedentes y aportaciones de diversos economistas están disponibles de forma gratuita en la red.

Asimismo, el análisis de las aportaciones de diversos autores realizado en el presente trabajo deja claro que es urgente el cambio de metodologías en la investigación, docencia y discencia en el ámbito de la ciencia económica. No significa esta posición un rechazo tajante de la corriente principal: no es la forma en que, según el enfoque kuhiano avanza el pensamiento científico, tanto en la ciencias naturales como en las sociales, la economía incluida. Son muchas alternativas y escuelas que han aportado, históricamente, al conocimiento de la economía de la complejidad, tanto teórica como empíricamente.

En este último aspecto vale la pena destacar, entre otros elementos, los modelos basados en los agentes y aquellos que toman en consideración la teoría de redes, así como la gran cantidad de paquetes informáticos disponibles para realizar las aplicaciones necesarias. En este sentido, además del lenguaje *python* enfatizado en la obra de Elsner *et al.* (2015), Pavón Mestras *et al.* (2012), para procesos de simulación en la economía de la complejidad, mencionan una larga lista de paquetes informáticos disponibles para la investigación, la docencia y la discencia de la economía de la complejidad y los mecanismos de simulación del comportamiento de los agentes económicos. Los programas informáticos citados van desde el Swarm del Instituto de Santa

Fe, hasta el MASS (Multi-Agent Simulation Suite), pasando por el Repast, el Netlogo, el AnyLogic² y otros más.

Referencias bibliográficas

- Arthur, W. Brian. (2013). *Complexity Economics: A Different Framework for Economic Thought*. SFI Working Paper 2013-04-012, pp. 1-22.
- Bruno, Bruna, Faggini, Marisa, y Parziale, Anna. (2016). Complexity Modelling in Economics: The State of the Art. *Economic Thought*, 5(2): 29-43.
- Elsner, Wolfram. (2017). Complexity Economics as Heterodoxy: Theory and Policy. *Journal of Economic Issues*, 11(4), diciembre, pp. 939-978.
- Elsner, Wolfram, Torsten, Heinrich, y Henning, Schwardt. (2015). *The Microeconomics of Complex Economies. Evolutionary, Institutional, Neoclassical, and Complexity Perspectives*. Amsterdam: Academic Press is an imprint of Elsevier, pp. i-xxxi, y 1-566.
- Epstein, Joshua M. (1999). Agent-Based Computational Models and Generative Social Science. *Complexity*, 4(5): 41-60.
- Gabaix, Xavier. (2016). Power Laws in Economics: An Introduction. *Journal of Economic Perspectives*, 30(1), febrero, pp. 185-206. doi: 10.1257/jep.30.1.185.
- Martínez Solano, José F. (2016). La complejidad en la ciencia de la economía: De F. A. Hayek a H. A. Simon. En: González, Wenceslao J. (Ed.), *Las ciencias de la complejidad: Vertiente dinámica de las ciencias de diseño y sobriedad de factores* (pp. 233-266). Serie de Filosofía y Metodología de la Ciencia. La Coruña, España: Netbiblo. <http://eprints.lse.ac.uk/65791/>
- Olmedo Fernández, Elena, Valderas, Juan Manuel, y Mateos de Cabo, Ruth. (2004). La economía en el marco de la ciencia compleja. *Encuentros Disciplinarios*, núm. 17, mayo-agosto, pp. 1-6.
- Pavón Mestras, Juan, López Paredes, Adolfo, y José Ordax, Manuel Galán. (2012). Modelado basado en agentes para el estudio de sistemas complejos. *Novática*, núm. 218, pp. 13-18.
- Sánchez Alcázar, Eugenio José. (2014). *Economía y complejidad: Algunas implicaciones para el diseño de las políticas de desarrollo internacional y de cooperación*. Universidad de Murcia-Departamento de Economía Aplicada. https://www.uhu.es/iicied/pdf/4_13_econom.pdf
- Simon, H. A. (1962, diciembre 12). The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106(6): 467-482.

2 Profesor-investigador de tiempo completo titular “C”, con estudios doctorales en economía (PhD) y en educación. Departamento de Economía. Miembro del Cuerpo Académico 116: “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Seminario “Prospectiva, Pensamiento Complejo y Transdisciplina”. Departamento de Economía. Curso virtual, septiembre 18 – octubre 16 de 2020. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: cortesfregoso@hotmail.com. Tel. 3337703300 Ext. 25293, abril 2020.

- Terna, Pietro. (2013). A Complex Lens for Economics, or: About Ants and Their Ant-hill. *Spazio Filosofico*, pp. 167-177.
- Turrell, Arthur. (2016). Agent-based models: Understanding the economy from the bottom up. *Quarterly Bulletin*, núm. Q4, pp. 173-188.

Los sistemas complejos como herramienta para la sustentabilidad. Una visión desde la perspectiva de la Teoría Crítica

SALVADOR PENICHE CAMPS¹

“La ciencia no puede resolver el misterio último de la naturaleza. Y esto es porque en el último análisis, nosotros somos parte de la naturaleza y, por lo tanto, parte del misterio que estamos tratando de resolver”

Max Planck

Resumen

El objetivo del ensayo que se presenta consiste en discutir la naturaleza de la metodología de los sistemas complejos como herramienta útil para el análisis y la gestión de la sustentabilidad. Se concluye que la construcción de un modelo de sistemas complejos socialmente sensibles es un objetivo pendiente y urgente para enfrentar el colapso ambiental que sufre la sociedad contemporánea.

Palabras clave: metodología de análisis para la sustentabilidad, teoría de la ciencia.

1. Introducción

Planteamos un contexto crítico sobre los alcances y limitaciones de la herramienta metodológica de los sistemas complejos, entendidos como un instrumento útil para abordar el colapso socioambiental que vive la humanidad en nuestros tiempos.

Nos proponemos contextualizar el modelo de análisis e intervención que ofrecen los sistemas complejos en uno de los debates más significativos sobre el acceso al

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

1 Profesor e Investigador. Departamento de Economía. CUCEA. Universidad de Guadalajara. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel I. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8490-4178>. Correo electrónico: peniche@hotmail.com

conocimiento científico, es decir, la confrontación epistemológica entre el neopositivismo o positivismo lógico y la Teoría Crítica.

Concluimos que la utilidad del modelo de sistemas complejos es incuestionable, sin embargo, su potencia, la posibilidad de su transformación de metáfora analítica a instrumento de política pública para la sustentabilidad depende de trascender el enfoque neopositivista que lo ha caracterizado en la práctica y los ámbitos académicos.

2. Alcances de la sistémica compleja como instrumento para la investigación científica y la intervención: colapso ambiental y ecología profunda.

Un sistema es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí, generando un comportamiento emergente. La historia de la perspectiva de sistemas es muy fecunda e inicia formalmente con los planteamientos de Bertalanffy quien propuso, a mediados del siglo pasado, el edificio lógico conceptual de la sistémica. El legado del biólogo alemán consiste en haber planteado de manera rigurosa la idea de la transdisciplina y la apertura metodológica como precondiciones para entender la vida y los ecosistemas.

“De aquí que adelantemos una nueva disciplina llamada Teoría general de los sistemas. Su tema es la formulación y derivación de aquellos principios que son válidos para los «sistemas» en general. El sentido de esta disciplina puede ser circunscrito como sigue. La física se ocupa de sistemas de diferentes niveles de generalidad. Se dilata desde sistemas bastante especiales como los que aplica el ingeniero a la construcción de un puente o una máquina, hasta leyes especiales de disciplinas físicas como la mecánica o la óptica, y hasta leyes de gran generalidad, como los principios de la termodinámica, aplicables a sistemas de naturaleza intrínsecamente diferente --mecánicos, calóricos, químicos o lo que sean.

Nada prescribe que tengamos que desembocar en los sistemas tradicionalmente tratados por la física. Podemos muy bien buscar principios aplicables a sistemas en general, sin importar que sean de naturaleza física, biológica o sociológica. Si planteamos esto y definimos bien el sistema, hallaremos que existen modelos, principios y leyes que se aplican a sistemas generalizados, sin importar su particular género, elementos y <<fuerzas>> participantes.

La consecuencia de la existencia de propiedades generales de sistemas es la aparición de similitudes estructurales o isomorfismos en diferentes campos (Bertalanffy, 1989:33)

Los sistemas complejos se diferencian radicalmente de los sistemas mecánicos emanados de la ciencia clásica. Las máquinas “newtonianas”, pueden ser consideradas sistemas jerárquicos y ordenados que producen resultados predecibles. Tal es el caso de un automóvil o una computadora los cuales pueden ser vistos como sistemas mecánicos con estructuras complicadas. En cambio, en los sistemas complejos, los elementos no se ordenan de manera jerárquica y son impredecibles. El clima, entendido como un sistema complejo cásico, puede referirnos a la probabilidad de lluvias en un territorio, pero no sobre su lugar o intensidad exactos.

Los problemas socioambientales de la actualidad son, por antonomasia, sistemas complejos por ser inciertos y no jerárquicos. Debido a que no es posible entender el funcionamiento de un sistema complejo con visiones parciales o mecánicas, la incorporación de la enseñanza y práctica de la metodología de los sistemas complejos se vuelve una prioridad social.

Según García:

“Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son separables y por lo tanto no pueden ser estudiados aisladamente” (García, 2006: 21).

El colapso ambiental que vive la humanidad es el resultado del comportamiento emergente del sistema que se ha construido a lo largo de la evolución del sistema capitalista. El proceso, que en su etapa actual ha recibido la denominación de “La gran aceleración”, se ha acercado a la etapa terminal. Aspectos fundamentales que permiten el mantenimiento de la vida en el sistema “Planeta Tierra”, como la biodiversidad, el ciclo del nitrógeno o el cambio climático, parecen haber cruzado el umbral de la recuperación, del punto de no retorno.

La gran aceleración puede definirse como una etapa característica del Antropoceno (era geológica que se caracteriza por el efecto transformador de la sociedad humana):

“El crecimiento exponencial de las actividades humanas está aumentando la preocupación de que una mayor presión sobre la Tierra. El sistema podría desestabilizar la biofísica crítica sistemas y desencadenan abruptos o irreversibles cambios ambientales que serían perjudiciales o incluso catastrófico para el bienestar humano. Esto es un profundo dilema porque el predominante paradigma de desarrollo social y económico permanece en gran parte ajeno al riesgo de desastres ambientales inducidos por humanos en continentes y escalas planetarias” (Stern 2007). (Citado de Rockstrom, et al, 2009:32)

La idea detrás del imperativo de la utilización de la sistémica compleja consiste en entender el funcionamiento del sistema “sociedad-medio ambiente” para que, con la ayuda de ese conocimiento, se intente revertir o atemperar deterioro acelerado y permanente. Para ello, es menester situar en el centro de la cultura en su sentido más amplio, el concepto del colapso y el riesgo de la destrucción de los principales sistemas de soporte de la vida en el planeta y considerar la posibilidad de la extinción de la especie. Posicionar el imperativo de la supervivencia de la sociedad humana como prioridad impostergable en la vida pública, en la academia y en los programas de gobierno, es lo que Capra llama la adopción de la “ecología profunda”.

“El nuevo paradigma podría denominarse una visión holística del mundo, ya que lo ve como un todo integrado más que como una discontinua colección de partes. También podría llamarse una visión ecológica, usando el término «ecológica» en un sentido mucho más amplio y profundo de lo habitual. La percepción desde la ecología profunda reconoce

la interdependencia fundamental entre todos los fenómenos y el hecho de que, como individuos y como sociedades, estamos todos inmersos en (y finalmente dependientes de) los procesos cíclicos de la naturaleza. (Capra, 1996: 28).

3. Positivismo lógico versus teoría crítica: el contexto del debate sobre la metáfora de los sistemas

La teoría de sistemas no es una “receta” para la solución de los problemas socio-ambientales. Se concibe más bien como una metáfora, una visión ideal del funcionamiento de los sistemas complejos que conforman la realidad objetiva. Sin embargo, en la práctica, el incremento de la complejidad de los modelos y el gran avance de la matemática utilizada en su construcción han revivido el debate añejo entre el positivismo lógico o neopositivismo y la Teoría Crítica en torno a las posibilidades teleológicas de la ciencia en general y de esta herramienta en particular.

El positivismo lógico constituye un movimiento filosófico que pone énfasis en las capacidades cognitivas del intelecto y señala que el conocimiento sólo puede ser resultado de la práctica de la razón y la aplicación del método científico. Desde esta perspectiva, la comprobación empírica es el único criterio de la verdad.

“Las observaciones que hacemos en la vida cotidiana, así como las observaciones más sistemáticas de la ciencia, revelan ciertas repeticiones o regularidades en el mundo. El día siempre sigue a la noche; las estaciones del año se repiten en el mismo orden; el fuego siempre se siente caliente; los objetos caen cuando los soltamos, y así sucesivamente. Las leyes de la ciencia no son más que declaraciones que expresan estas regularidades de manera tan precisa como sea posible. (Carnap, S/A: 5)

Los filósofos del Círculo de Viena entre los que se encuentran Rudolf Carnap, Otto Neurath y Kurt Goedel plantearon en los años 20 del siglo pasado, los principales axiomas del positivismo lógico con lo cual, desde los campos de las ciencias duras, se apartaron de cualquier manifestación no empírica, adoptando una posición mecanicista en la interpretación del funcionamiento de los sistemas. Los filósofos del círculo de Viena consideraban que existía una verdad “objetiva”, es decir, independiente de intereses o ideologías y que esta era asequible a través del método científico.

Por su parte, la Teoría Crítica, acercamiento filosófico de la ciencia propuesto por intelectuales pertenecientes a la llamada Escuela de Frankfurt (Theodor Adorno, Max Horkheimer y Herbert Marcuse), desarrollaron una dura crítica a la moral y la cultura occidental. Para la escuela de Frankfurt, la ciencia viene determinada por la estructura social que la contiene, por lo que la objetividad científica es imposible.

“En la realidad social, a pesar de todos los cambios, la dominación del hombre por el hombre es todavía la continuidad histórica que vincula la Razón pre-tecnológica con la tecnológica. Sin embargo, la sociedad que proyecta y realiza la transformación tecnológica de la naturaleza, altera la base de la dominación, reemplazando gradualmente la dependencia personal (del esclavo con su dueño, el siervo con el señor de la hacienda, el señor

con el donador del feudo, etc.) por la dependencia al «orden objetivo de las cosas» (las leyes económicas, los mercados, etc.). Desde luego, el «orden objetivo de las cosas» es en sí mismo resultado de la dominación, pero también es cierto que la dominación genera ahora una racionalidad más alta: la de una sociedad que sostiene su estructura jerárquica mientras explota cada vez más eficazmente los recursos mentales y naturales y distribuye los beneficios de la explotación en una escala cada vez más amplia. Los límites de esta racionalidad, y su siniestra fuerza, aparecen en la progresiva esclavitud del hombre por parte de un aparato productivo que perpetúa la lucha por la existencia y la extiende a una lucha internacional total que arruina las vidas de aquellos que construyen y usan este aparato. (Marcuse, 1968: 171)

El planteamiento de los teóricos críticos nos lleva a la discusión sobre el alcance y las limitaciones de la metodología de los sistemas complejos pues pone en el centro del debate no sólo la potencia de sus conclusiones sino la metodología de su construcción.

Así, el análisis del impacto de la sistémica en la construcción de la sustentabilidad se ha constituido como un campo fértil para la objetivación del debate epistemológico entre las dos escuelas filosóficas. La interpretación convencional de la sistémica en amplios sectores académicos, su fuerte formalización asentada en las posibilidades que ofrece la cibernética y la WWW, ha fortalecido la visión positivista hasta el grado de posicionarla como la dominante.

En la práctica de la política pública y en la academia, las posiciones se dividen entre aquellos metodólogos que estudian las posibilidades formales de la herramienta, la capacidad de establecer vínculos causales y futuros (la modelización de la realidad objetiva) y aquellos que enfatizan el carácter socialmente determinado tanto de las premisas, como de la construcción y funcionamiento de los modelos.

La construcción de una ciencia de la sistémica desde la perspectiva de la complejidad sugiere la profundización de la exploración teórica expuesta con el objetivo de establecer un claro deslinde de posiciones mecanicistas que limitan su utilidad. La objeción de la Teoría Crítica a las posiciones neopositivistas en el sentido del establecer un divorcio entre el “sujeto que conoce y el objeto conocido” es hoy más pertinente que nunca y se plantea como el más importante obstáculo de la utilidad de la sistémica en la política pública. El objetivo es evitar la inocuidad de clase que sugiere el neopositivismo en la práctica de la ciencia en general y en la utilización de los sistemas complejos en particular.

La construcción de un modelo sistémico socialmente sensible es una tarea pendiente y en construcción. Se podría pensar que, dado el colapso ambiental y el riesgo real de la desaparición de la especie, se generarían condiciones políticas e ideológicas propicias.

Lo que se observa es, sin embargo, el desmembramiento del tejido social a escala global. La hipótesis avanzada por Mossadeq nos habla de las repercusiones sociales del agotamiento de las reservas de petróleo barato.

“Esta inevitable transición energética de los combustibles fósiles de alta calidad a formas de energía más caras y de calidad, que se completarán mucho antes de la a finales de este

siglo, y posiblemente mucho antes, forzará un cambio de paradigma en la organización de la civilización. El siglo XXI, en este contexto, es fundamental para la humanidad a medida que la civilización industrial pivota a través de un proceso de transición, impulsada por la compleja interacción entre las sociedades humanas y las realidades biofísicas” (Mosaddeq, 2017: 1)

La disyuntiva que enfrenta la sociedad contemporánea está en escoger uno de los dos caminos que plantea el colapso socioambiental y decidir su derrotero. O se construye un sistema autopoyético, es decir se socializa una visión eco centrista en donde el papel de la sociedad sea determinado por los límites biofísicos existentes en el sistema mundo o se continúa con el modelo actual caracterizado por la lucha tribal por la supervivencia, en condiciones de escasas acelerada de recursos y trasgresión de los límites biofísicos del desarrollo.

Como líneas estratégicas de trabajo para avanzar en la dirección de la construcción de una metodología sistémica socialmente sensible y útil en la tarea de la construcción de la primera estrategia, se podría pensar inicialmente en dar mayor peso específico a la incertidumbre existente en el tipo de relación de los elementos integrantes del sistema y entre sus actores, es decir, desarrollar modelos de evaluación cualitativa de impactos socioambientales y la incorporación de la valoración subjetiva de las resistencias políticas e ideológicas.

4. Conclusiones

La sistémica constituye una poderosa herramienta para abordar los graves problemas socioambientales que caracterizan a la sociedad contemporánea. El origen del aumento en flecha de la importancia de los sistemas complejos como instrumento de análisis y gestión socioambiental consiste en la aceleración del deterioro socioambiental y el fracaso de los modelos existentes para enfrentarlo. Lo conducente, sugerimos, es entender y difundir la idea de la realidad del colapso socioambiental y, consecuentemente, comunicar la imperiosa necesidad de abordar la problemática con un instrumento que permita entender las relaciones complejas entre los factores que dan como resultado el colapso ambiental.

Sin embargo, la práctica de la sistémica en la actualidad se caracteriza por una interpretación neopositivista que sostiene la objetividad de los modelos, tanto en los principios en los que se basa su construcción, como en los mecanismos que posibilitan su funcionamiento y, lo más importante, la interpretación de conclusiones que llevan a la elaboración de las políticas socioambientales.

Con la visión de la de la Teoría Crítica se pretende incorporar el factor social e ideológico en el análisis y reconocer la imposibilidad de la objetividad dados los condicionamientos sociales de cualquier planteamiento científico.

Referencias bibliográficas

- Bertalanffy, L. (1989). Teoría General de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: FCE.
- Carnap, R. (S/A). Una introducción a la filosofía de la ciencia. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/Colecciones/ReinaCiencias/_docs/Introduccion_filosofia_ciencia.pdf
- Capra, F. (1996). La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos. España: Anagrama.
- García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. España: Gedisa
- Marcuse, H. (1968). El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada. España: Planeta
- Mossadeq, N. (2017). Failing states. Collapsing systems. Biophysical triggers of political violence. EE:UU: Springer
- Stromberg, et al (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating system of humanity. Ecology and society. 14(2).

Competencias de sostenibilidad ambiental para los alumnos del CUCEA

MARÍA ELENA PEYRO BELTRÁN¹

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en encauzar el desarrollo de competencias en sostenibilidad ambiental en los alumnos del CUCEA con la finalidad de que adquieran conocimientos, habilidades y aptitudes para generar propuestas de intervención en contextos diferenciados dentro del marco de las crisis ambientales contemporáneas. Para lograr tal objetivo, se propone hacer uso de las cinco competencias aplicadas por Evans en un contexto universitario: competencia de sistemas; crítica y analítica; interpersonal y de comunicación; creativa y estratégica; y transdisciplinaria.

En consecuencia, se busca presentar una propuesta de práctica docente con ejemplificación de actividades pedagógicas con un giro transdisciplinario para la formación de tales competencias en materia de desarrollo sostenible.

Palabras clave: formación de competencias y pedagogías en sustentabilidad, educación para el desarrollo sostenible.

Introducción

Ante las crecientes crisis ambientales en el territorio mexicano, nos enfrentamos a diversos retos en materia de desarrollo sostenible, tales como: conservar la biodiversidad de fauna y flora; asegurar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico; reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero; avanzar en la adaptación a los efectos del cambio climático; y mejorar la calidad del aire en gran cantidad de zonas urbanas del país; entre otras (Semarnat, 2018; López-García y Manzano, 2016).

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

¹ Profesora e Investigadora. Departamento de Estudios Regionales INESER. Presidenta de la Academia de Desarrollo y Medio Ambiente Correo electrónico: maria.p@ucea.udg.mx

En este contexto, los grandes desafíos alrededor de los problemas ecológicos y de desigualdad social demandan la toma de conciencia de diversos actores, entre ellos las instituciones de educación superior. Dado que, como espacios de formación de futuros profesionistas, su rol pedagógico resulta imprescindible para apuntalar competencias en materia de sostenibilidad de una manera estratégica. Por su parte, Nieto y Medellín (2005) señalan que:

El conocimiento que se construya en las instituciones de educación superior mexicanas, y la formación de profesionistas críticos y creativos, son indispensables para contribuir a una mejor comprensión de nuestras realidades, así como a generar propuestas concretas de cambio hacia la sustentabilidad y construcción de visiones alternativas de futuro (p. 40).

Por lo tanto, en este trabajo se muestra una propuesta de práctica docente universitaria con ejemplificación de competencias sostenibles y actividades pedagógicas con el fin de formar alumnos aptos para enfrentar diversas problemáticas ambientales en contextos situados con una perspectiva sistémica y transdisciplinaria.

Para lograr tal cometido, hago uso de la rigurosa investigación realizada por Evans (2019) sobre las competencias en desarrollo sostenible aplicadas en un contexto pedagógico de educación superior. A continuación presento la fundamentación detrás de tales competencias para consecuentemente exponer una propuesta práctica docente con orientación en desarrollo sostenible en el CUCEA.

1. Competencias en desarrollo sostenible

Sobre el concepto de competencia en materia educativa, Bronckart y Dolz (2007) refieren que su significado puede ser entendido como “*toda capacidad adquirida por el saber o la experiencia*” (p. 151). Así, la formación académica brinda a los alumnos conocimientos en competencias que son validados por el Estado, cuya certificación otorgada a los sujetos posibilita la adquisición de cierto cargo laboral. La variabilidad dentro del contexto profesional requiere una progresiva adaptación a nuevas metas, instrumentos e informaciones. Asimismo, de acuerdo con dichos autores, los conocimientos “estáticos” ya no bastan para formar a los próximos profesionales; en lugar de eso se puede concebir que se les forme desde capacidades generales y flexibles que les posibiliten adaptarse a los desafíos y tareas que puedan encontrar.

Por otro lado, Murga-Menoyo (2015) expone que debido a las demandas sociales urgentes derivadas de las problemáticas socioambientales, es de vital importancia que las competencias desarrolladas en los programas de educación formal incluyan estrategias pedagógicas transversales y diversificadas que permitan afrontar la crisis actual desde sus manifestaciones contextuales. De manera que la UNESCO (2014) manifiesta que la formación de tales competencias debe incluir la orientación del desarrollo sostenible:

La eds [educación en desarrollo sostenible] se refiere a los aspectos medioambientales, sociales y económicos del desarrollo sostenible de una manera integrada, equilibrada e integral. Se relaciona asimismo con una agenda global para el desarrollo sostenible como la que figura en el documento final de la Conferencia Río+20 que comprende, entre otras cosas, cuestiones interrelacionadas como la reducción de la pobreza, el cambio climático, la reducción de los riesgos de desastre, la biodiversidad y el consumo y la producción sostenibles. Responde a especificidades locales y respeta la diversidad cultural (p. 33).

Sobre la implementación de tales competencias en un contexto de educación superior, en el siguiente apartado se expone el modelo pedagógico en desarrollo sostenible de Tina Lynn Evans, cuyos avances se configuran como una ruta para diversos contextos institucionales.

2. Modelo pedagógico de sostenibilidad de Evans

A partir de una revisión extensa y rigurosa en producción académica, combinando el enfoque de teoría fundamentada para analizar temas/conceptos desde la interpretación hermenéutica, Evans (2019) propone un marco de referencia basado en competencias para los estudios de sostenibilidad, junto con pedagogías potenciales para enseñar tales habilidades efectivamente en las universidades.

En seguida se muestran los hallazgos resultantes de un mapeo transversal de las competencias centrales en la enseñanza de sostenibilidad, así como los enfoques pedagógicos aplicados en la Licenciatura de Artes en Estudios de Sostenibilidad de *Colorado Mountain College*.

2.1. Niveles de competencias

Evans (2019) propone la articulación de cinco competencias en constante convergencia dinámica para la promoción de conocimiento, habilidades y actitudes/orientaciones en sostenibilidad:

Competencia de sistemas:

“Capacidad para analizar colectivamente sistemas complejos en múltiples dominios (cultural, ambiental, económico, político, etc.) y en diferentes escalas (local a global) mediante la consideración de efectos en cascada, inercia, ciclos de retroalimentación, emergencia y otras características sistémicas para desarrollar conocimientos relacionados con problemas, desafíos y oportunidades de sostenibilidad (pasado, presente y futuro)” (p. 7).

Competencia crítica y normativa:

“Capacidad para crear, descubrir, experimentar, negociar, comunicar y activar colectivamente principios y objetivos orientados a la sostenibilidad” (p. 8).

Competencia interpersonal y de comunicación:

“Capacidad para habilitar, facilitar y motivar el aprendizaje, el pensamiento y la acción de sostenibilidad colaborativa y participativa” (p. 8).

Competencia creativa y estratégica:

“Capacidad para visualizar, desarrollar, implementar y evaluar colectivamente intervenciones transformadoras para la sostenibilidad” (p. 9).

Competencia transdisciplinaria:

“Capacidad para basarse, de manera crítica e integradora, en múltiples marcos disciplinarios para informar el pensamiento y las acciones orientadas a la sostenibilidad. Implica alfabetización epistemológica: comprensión de múltiples formas de conocimiento, incluidas sus respectivas metodologías, aplicaciones, beneficios y limitaciones. Además, conlleva competencias de sostenibilidad de forma colaborativa e inclusiva para fomentar el cambio social” (p. 9).

2.2. Pedagogías para el desarrollo de competencias

Referente a los enfoques pedagógicos para enseñar las competencias previamente enlistadas, Evans (2019) propone los siguientes:

1. Aprendizaje basado en proyectos/problemas (en una organización/comunidad).
2. Aprendizaje integrativo (interdisciplinario y transdisciplinario).
3. Aprendizaje basado en proyectos/problemas (en clase).
4. Aprendizaje activo (en clase).
5. Aprendizaje de servicio.
6. Aprendizaje basado en la investigación.
7. Análisis/interpretación crítica de textos/información.
8. Aprendizaje reflexivo.
9. Aprendizaje colaborativo.

En consecuencia, un programa profesionalizante en las competencias de sostenibilidad, previamente desarrolladas, con tales pedagogías, se configuraría de la siguiente manera:

[...] un curso de aprendizaje activo basado en proyectos con un enfoque en la creación de conocimientos/aprendizajes integrativos; la colaboración intensiva en equipos de proyectos; y el compromiso de las partes interesadas. El curso también representaría una forma de aprendizaje de servicio, ya que atendería las necesidades de una organización, y requeriría una extensa investigación, así como análisis e interpretación de la información y las comunicaciones. El curso también requeriría una reflexión sobre las contribuciones propias y de los demás a los procesos colaborativos de gestión de proyectos (Evans, 2019: 18).

3. Competencias de sostenibilidad en los alumnos de las diversas carreras del cucea

Las competencias en sostenibilidad que propone el modelo de Evans (2019), es una ruta para dar inicio a la formación de competencias en sostenibilidad en los alumnos del CUCEA.

Estas competencias implicarán una educación transversal de enseñanza en *desarrollo sustentable* en todas las licenciaturas del CUCEA de las carreras como Economía, Gestión y Economía Ambiental, Turismo, Administración, Negocios Internacionales, Políticas Públicas, etc., a través de la identificación, análisis y resolución de problemas ambientales por medio de la transdisciplinariedad en ámbitos nacionales y locales.

La siguiente propuesta de competencias de sostenibilidad ambiental para los alumnos del CUCEA sería el inicio para elaborar una estrategia conjunta en colaboración con los profesores del Centro interesados en formar alumnos con habilidades, competencias y actitudes en sostenibilidad ambiental a través de la impartición de la materia de Desarrollo Sustentable.

En seguida se muestra la ejemplificación de actividades pedagógicas orientadas al desarrollo de las competencias del modelo de Evans:

Competencia de sistemas:

- Habilidad: analizar sistemas complejos considerando diversos dominios (social, económico, político y ambiental).
- Actividad pedagógica.
- Análisis sistémico de un problema ambiental en lo social, económico, político y ambiental (contaminación y escasez de agua, contaminación atmosférica, incendios, deforestación, residuos urbanos, residuos peligrosos, basura, etcétera).
- Investigación/proyecto problemática ambiental global y su efecto local (cambio climático, escasez de agua, pandemias, migraciones, etcétera).
- Elaboración de escenarios ambientales (agua, aire, suelos, deforestación, desechos peligrosos, biodiversidad (ecosistemas, especies), etc., país, estatal, local, o comunitaria).

Competencia crítica y normativa:

- Habilidad: formular preguntas sobre las causas de los problemas para resolverlos.
- Actividad pedagógica.
- Debates problemas ambientales.
- Trabajo en equipos transdisciplinarios para análisis y gestión de problemáticas ambientales.

Competencia Interpersonal y de comunicación:

- Habilidad: capacidad para colaborar y negociar.
- Actividad pedagógica.
- Comunicación y negociación con los diferentes actores (Estado, empresas, sociedad, academia) de proyectos ambientales o resolución de problemas socioambientales.

Competencia creativa y estratégica:

- Habilidad: identificar factores que permiten o impiden un cambio orientado a la sostenibilidad y formular estrategias en torno a éstas.
- Actividad pedagógica.
- Elaboración de proyectos colectivos ambientales y de intervención.

- Creación de estrategias creativas y de innovación para la resolución de problemáticas ambientales.

Competencia transdisciplinaria:

- Habilidad: integrar grupos multidisciplinarios para abordar la complejidad de una problemática socioambiental.
- Actividad pedagógica.
- Conformación de equipos multidisciplinarios para resolución de problemas ambientales locales y nacionales.
- Análisis de estudios de casos.

Reflexión final

Con este trabajo se buscó encauzar una iniciativa de desarrollo de competencias sostenibles en los alumnos del CUCEA, con el fin de que adquirieran conocimientos, habilidades y actitudes para generar propuestas de análisis, investigación, intervención y solución a problemas ambientales locales, estatales y nacionales con una perspectiva sistémica y transdisciplinaria. Ello implicaría la enseñanza de desarrollo sustentable y sustentabilidad en las diversas carreras de nuestro Centro Universitario.

Para lograr tal objetivo se propuso hacer uso de las cinco competencias aplicadas por Evans en un contexto universitario: competencia de sistemas; crítica y analítica; interpersonal y de comunicación; creativa y estratégica; y transdisciplinaria a través de un ensayo de práctica docente con ejemplificación de actividades pedagógicas.

El mayor reto sería la creación de una cultura ambiental en CUCEA, ya que se necesitaría del consenso y participación de los profesores, coordinadores y del apoyo institucional del Centro y la misma Universidad.

Así, la formación de competencias propuestas requiere la capacitación de los profesores en su práctica docente en sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

- Bronckart, J. P., y Dolz-Mestre, J. (2007). La noción de competencia: Su pertinencia para el estudio del aprendizaje de las acciones verbales. *Desarrollo del lenguaje y didáctica de las lenguas* (pp. 147-165). Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Evans, L. T. (2019). Competencies and Pedagogies for Sustainability Education: A Roadmap for Sustainability Studies Program Development in Colleges and Universities. *Sustainability*, 11(19): 5526. doi: 10.3390/su11195526.
- López-García, T. G., y Manzano, M. G. (2016). Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: Percepciones en una región semiárida del noreste de México. *Madera y Bosques*, 22(2): 105-117.
- Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: Las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda Glo-

bal post-2015. *Foro de Educación*, 13(19): 55-83. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004>.

Nieto, L. M., y Medellín, P. (2007). Medio ambiente y educación superior: Implicaciones en las políticas públicas. *Revista de la Educación Superior*, 36(142): 21-42.

Semarnat. (2018). *Informe del medio ambiente en México*. Recuperado de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>

UNESCO. (2014). *Hoja de ruta la ejecución del Programa de Acción Mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514>

Totalidad y complejidad. Notas sobre la concepción del pensamiento complejo

JORGE ARTURO HURTADO LÓPEZ¹

Introducción

Debido al interés que despiertan las ideas de los autores de la teoría del pensamiento complejo para el desarrollo de la investigación científica, especialmente la dedicada a las ciencias de la sociedad, consideramos que el examen de algunos de sus conceptos puede contribuir al esclarecimiento de sus planteamientos; debido a ello es que nos proponemos en este ensayo analizar los conceptos de *complejidad* y *totalidad* bajo la perspectiva de Edgar Morin, tal y como aparecen expuestos principalmente en su texto *Introducción al pensamiento complejo* (Morin, 2008 [1990]). Las tesis expuestas en este ensayo son una aproximación inicial a la obra de este pensador.

En el encuentro de Lisboa, Edgar Morin recibió una serie de observaciones críticas, de cuyo carácter y sentido podemos darnos cuenta por las respuestas que les da el mismo autor (Morin, 2008: 136 ss.). Dichas observaciones se refieren a su “espíritu sintetizador” en relación con su concepción de la complejidad, la “rapidez” de su escritura” y el adjetivo de “confucionista” en el terreno político; y estas críticas no fueron las únicas. En el texto, como queda dicho, no se encuentran publicadas las observaciones, pero él las reconoce todas como inteligentes; sin duda, fueron agudas, puesto que apuntaron a aspectos clave de su obra. Por su parte, Rolando García (2006) dirige su propia crítica a la concepción de Morin respecto de la ciencia clásica y la complejidad, misma que coincide, en parte, con las críticas antes mencionadas, especialmente por su desdén por la obra de Jean Piaget; la relación Morin-Piaget merecería un trabajo aparte, que no es nuestro propósito abordar. De los temas de estas observaciones de García, dada su amplitud, sólo nos ocuparemos en la medida en que nos avoquemos a elaborar las nuestras a algunos conceptos centrales, necesarios para aproximarse al

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

¹ Profesor en Investigador. Departamento de Economía. CUCEA. Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: ahurtado@cucea.udg.mx

entendimiento de los planteamientos de Edgar Morin. Por lo demás, a lo largo del trabajo y especialmente al final, exponemos nuestras propias observaciones.

1. El concepto de complejidad. Complejidad y mundo fenoménico

El de complejidad es, sin duda, un concepto fundamental. ¿Qué es la complejidad? La pregunta la formula el propio Morin y la responde de la siguiente manera:

A primera vista la complejidad es un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico [todas las cursivas con subrayados son mías: J. H.]. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre... De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar [...] Pero tales operaciones, necesarias para la inteligibilidad, corren el riesgo de producir ceguera si eliminan a los otros caracteres de lo complejo; y, efectivamente, como ya lo he indicado, nos han vuelto ciegos (Morin, 2008: 32).

Antes de comentar este pasaje, permítasenos previamente citar la siguiente definición de complejidad, en donde Morin enfatiza su diferencia respecto al pensamiento “reductor” o “simplificador”, pero también del pensamiento “globalista”:

Por lo demás, en el segundo volumen de *El método*, he dicho que la complejidad es la unión de la simplicidad y de la complejidad; es la unión de los procesos de simplificación que implican selección, jerarquización, separación, reducción, con los otros contra-procesos que implican la comunicación, la articulación de aquello que está dissociado y distinguido; y es el escapar de la alternativa entre el pensamiento reductor que no ve más que los elementos y el pensamiento globalista que no ve más que el todo (Morin, 2008: 143 y 144).

Debe destacarse el aspecto principal de la definición de complejidad del primer texto, como un *conjunto de elementos constitutivos del mundo fenoménico*. En efecto, el mundo de las apariencias se presenta como un todo caótico, como una representación caótica del conjunto, cuyas determinaciones y relaciones se le aparecen al observador como un conjunto abigarrado y abstracto (Marx, 1982). El conocimiento occidental cartesiano busca, según Morin, poner orden y certidumbre en esta complejidad que es el mundo complejo, por lo que él lo considera reduccionista. Pero ¿qué es ese orden y certidumbre?, es decir ¿en qué consiste ese reduccionismo?

Vivimos bajo el imperio de los principios de disyunción, reducción y abstracción, cuyo conjunto constituye lo que llamo el “paradigma de simplificación” (Morin, 2008: 29).

Pero la complejidad ha vuelto a las ciencias por la misma vía por la que se había ido. El desarrollo mismo de la ciencia física, que se ocupaba de revelar el Orden impecable del mundo, su determinismo absoluto y perfecto, su obediencia a una Ley única [N. B., J. H.] y su constitución de una materia simple primigenia (el átomo), se ha abierto finalmente a la complejidad de lo real. Se ha descubierto en el universo físico un principio hemorrágico de degradación y de desorden (segundo principio de la termodinámica); luego, en el supuesto lugar de la simplicidad física y lógica, se ha descubierto la extrema complejidad microfísica; la partícula no es un ladrillo primario, sino una frontera sobre una complejidad tal vez inconcebible; el cosmos no es una máquina perfecta, sino un proceso en vías de desintegración y, al mismo tiempo, de organización (Morin, 2008: 32 y 33).

2. Simplificación: desentrañar la esencia detrás de la apariencia

Deben notarse en este texto las expresiones “revelar un orden del mundo” y “obediencia a una ley única”, puesto que constituyen nociones fundamentales. Si la *complejidad* es el *mundo fenoménico* y el pensamiento reduccionista o simplificador busca revelar el “orden del mundo”, esto es, revelar la *ley del fenómeno* (“ley única”), expresión ésta de la *esencia* de las cosas, cuya develación constituye el objeto principal de la labor de la ciencia, entonces ¿qué es lo que propone el pensamiento complejo? Lo que propone es “sustituir al paradigma de disyunción/reducción/unidimensionalización por un paradigma de distinción/conjunción que permita distinguir sin desarticular, asociar sin identificar o reducir” (Morin, 2008: 34). ¿Pero en qué consiste, a su vez, este último paradigma? Antes de responder a esta pregunta se tiene que determinar aún más lo que caracteriza al “paradigma simplificador”. Podría pensarse que la interpretación del pasaje aludido más arriba es forzada, en el sentido de que el paradigma “simplificador” buscaría desentrañar (“reducir”) la esencia de las cosas, enunciando la ley del fenómeno, pero aquélla se ve confirmada en el siguiente texto en donde Morin define la complejidad:

Es, efectivamente, el combate con el ángel. Hoy, yo agregaría esto: la complejidad, no es solamente la unión de la complejidad con la no-complejidad (la simplificación); la complejidad se halla en el corazón de la relación entre lo simple y lo complejo porque una relación tal es, a la vez, antagonista y complementaria.

Creo profundamente que el mito de la simplicidad ha sido extraordinariamente fecundo para el conocimiento científico que quiere ser un conocimiento no trivial, *que no busca a nivel de la espuma de los fenómenos, sino que busca lo invisible detrás del fenómeno*. Bachelard decía: “No hay otra ciencia que la de lo oculto”. *Pero, buscando lo invisible, encontramos, detrás del mundo de las apariencias //145/ y de los fenómenos, el tras-mundo de las leyes que, en conjunto, constituyen el orden del mundo* [J. H.]. Si seguimos este proceso, llegamos a la visión de *un tras-mundo más real que el mundo real porque está fundado sobre el orden, y nuestro mundo real tiende a devenir un poco, como en la filosofía hinduista, el mundo de las apariencias* [Nota Bene, J. H.] de *maya*, de las ilusiones, de los epifenómenos (Morin, 2008: 144 y 145).

El verdadero problema, al que volveré, es que ese mundo de las apariencias, de los epifenómenos, del desorden, de las interacciones es, al mismo tiempo, nuestro mundo, y que, en el tras-mundo, no existe el orden soberano, sino otra cosa (Morin, 2008: 145).

Así pues, el pensamiento científico “simplificador” se propone desentrañar el orden del mundo, la ley del fenómeno, la esencia detrás de la apariencia; este “mito de la simplicidad” reconoce Morin que ha sido “extraordinariamente fecundo para el conocimiento científico”, pero su razonamiento consiste en que, como el mundo de las apariencias es nuestro mundo, detrás de ellas no existe “otra cosa”, es decir, no existe la esencia, sea ésta compleja o simple:

Nuestro universo, en el cual todas las cosas están separadas en y por el espacio es, al mismo tiempo, un universo en el que no hay separación. Esto muestra que, en nuestro universo de la distinción, hay una otra cosa (¿por detrás?) en la cual no hay distinción. En el plano de la complejidad, eso quiere decir que en el tras-mundo no hay ni complejidad, ni simplicidad, ni orden, ni desorden, ni organización. Ahora bien, algunos podrían reconsiderar, desde este ángulo, las ideas taoístas sobre el vacío insondable considerado como realidad única y fundamental (Morin, 2008: 145).

El plano de la complejidad es el mundo fenoménico, el plano de la representación caótica del conjunto, pero en el tras-mundo, es decir, detrás de las apariencias, dice Morin, no existe *nada*. El resultado de todo esto, pues, es que el pensamiento complejo rechaza la idea misma de la esencia, sea ésta compleja o simple, la esencia misma “es inconcebible”: No obstante, la complejidad es definida como la contradicción (“la dialógica”) ¿entre qué? entre el orden y el desorden, entre la esencia “inconcebible” (i) y la apariencia. Pero detrás de la complejidad, es decir, en la contradicción, las distinciones, esto es, la contradicción misma no se niega/asume, es decir, no se supera (*aufheben*), sino que “se esfuma”. A la “reducción” del fenómeno a su ley por la ciencia clásica, opone entonces el pensamiento complejo, entendido de esta manera. Así dice:

Para mí, la idea fundamental de la complejidad no es que la esencia del mundo es compleja y no simple. Es que esa esencia es inconcebible [N. B., J. H.]. La complejidad es la dialógica orden/desorden/organización. Pero, detrás de la complejidad //146/, el orden y el desorden se disuelven, las distinciones se esfuman [N. B., J. H.]. El mérito de la complejidad es el de denunciar la metafísica del orden. Como lo dijera muy bien Whitehead, detrás de la idea de orden hay dos cosas: la idea mágica de Pitágoras de que los números son la realidad última, y la idea religiosa todavía presente, tanto en Descartes como en Newton, de que el entendimiento divino es el fundamento del orden del mundo. Ahora bien, cuando uno ha retirado al entendimiento divino y a la magia de los números, ¿qué queda? ¿Las leyes? ¿Una mecánica cósmica autosuficiente? ¿Es la realidad verdadera? ¿Es la naturaleza verdadera? A esa visión débil, yo opongo la idea de la complejidad (Morin, 2008: 145 y 146).

Al margen de cuál es la concepción de Descartes y de Newton respecto a la cuestión (el cual es un tema aparte), aquí el punto en discusión es la propia concepción de Mo-

rin acerca de su concepto de realidad. Pero precisamente en relación con las ideas de Morin expuestas en su obra *El método* (Morin, 1983 y 1986), y aquí reiteradas, acerca de la ciencia clásica, dice Rolando García:

El gran prestigio de Morin en su propio campo no parece transferible a otros dominios. Las afirmaciones que hemos citado [de El método] bordean una posición oscurantista y no se justifican frente al desarrollo histórico de la ciencia. En primer lugar, no hubo una tal “ruina de la física clásica”. En segundo lugar, “la complejidad de la física nueva” no se caracteriza por “el oscurecimiento, desorden, incertidumbre y antinomia”. Dicho de otra manera, ni la física de Newton está en ruinas, puesto que se sigue aplicando para lanzar un misil que destruya una casa de un supuesto terrorista, ni “la física nueva” (suponiendo que Morin se refiera a la relatividad y a la mecánica cuántica) “emergió como oscurecimiento y desorden” (García, 2006: 209).

En el mismo tenor, le hubieron de dirigir críticas en el mencionado encuentro de Lisboa, puesto que tuvo que reconocer la complejidad de hecho de la ciencia moderna (cf. Morin, 2008: 147 y 148).

No puede quedar duda, entonces, de la exactitud de nuestra interpretación, expuesta más arriba, puesto que Morin reitera la idea de que el pensamiento “complejo”, en oposición al pensamiento “simplificador”, no se propone revelar la “esencia del mundo”:

Dentro de ese marco, yo diría que acepto plenamente relativizar la complejidad. Por una parte, ella integra a la simplicidad y, por otra parte, se abre sobre lo inconcebible. Estoy totalmente de acuerdo con esas condiciones para aceptar la complejidad como principio del pensamiento que considera al mundo, y no como el principio revelador de la esencia del mundo (Morin, 2008: 146).

La complejidad no es un fundamento, es el principio regulador que no pierde nunca de vista la realidad del tejido fenoménico en la cual estamos y que constituye nuestro mundo (Morin, 2008: 146).

3. La esencia y la apariencia

Naturalmente, no se puede negar la importancia de exponer las categorías y relaciones del mundo fenoménico. Pero el mundo de las apariencias es incomprensible si no se comprende la ley del fenómeno, es decir la *esencia que se aparece*. De otra manera no se comprende ni lo uno ni lo otro. Claro está que la ciencia no sólo debe proponerse encontrar las determinaciones esenciales, sino exponer también las *formas de aparición*. La *realidad efectiva* constituye el contenido de la ciencia, y de la realidad efectiva debe saberse que:

Wirklichkeit [realidad efectiva] no es una realidad cualquiera, sino una realidad cualificada como unidad de fenómeno y esencia. En otras palabras, se trata de una realidad fenoménica que no es mero fenómeno o apariencia, sino una realidad que por adecuarse al concepto

es verdadera, plenamente racional y eficaz o efectiva (Hegel, 1999, nota 86 de Valls Plana al §6, p. 105).

Rechazar el concepto de esencia es rechazar la relación interna entre fenómeno y esencia. Es establecer un bátratro infranqueable entre fenómeno y esencia y es también negar el concepto de contradicción como una determinación de la reflexión, es decir, esencialidad, en la que la esencia es puesta como apariencia, reflexión.

4. El concepto de totalidad

Para Morin la totalidad es una “unidad compleja” (2008: 81), pero debe diferenciarse de la “completud” (Morin, 2008: 100), puesto que si bien es verdad que “no podemos aislar los objetos unos de otros. En última instancia, todo es solidario. Si tenemos sentido de la complejidad, tenemos sentido de la solidaridad. Más aún, tenemos sentido del *carácter multidimensional de toda realidad*” (Morin, 2008: 100) La visión compleja de las ciencias sociales implica pensar cada realidad conteniendo a las otras dimensiones, es decir, de manera multidimensional, de otra manera el aislar una esfera de la otra es parcial, pobre, unidimensional (Morin, 2008: 100). Es necesario que cada dimensión sea relacionada con las otras; “de allí la creencia de que podemos identificar la complejidad con la completud” (Morin, 2008: 100):

En un sentido, yo diría que la aspiración a la complejidad lleva en sí misma la aspiración a la completud, porque sabemos que todo es solidario y multidimensional. Pero, en otro sentido, la conciencia de la complejidad nos hace comprender que no podremos escapar jamás a la incertidumbre y que jamás podremos tener un saber total: “la totalidad es la no verdad” (Morin, 2008: 100 y 101).

Esta última cita de Adorno es matizada por Morin; sin embargo, en el sentido de que la totalidad es, a la vez, la verdad y la no verdad, puesto que “la aspiración a la totalidad es una aspiración a la verdad y que el reconocimiento de la imposibilidad de la totalidad es una verdad muy importante” (Morin, 2008: 137).

Respecto a la categoría de totalidad concreta, por supuesto que la totalidad no es todos los hechos, sino la realidad como un todo estructurado y dialéctico (Kosík, 1983: 55). El concreto real se encuentra fuera de nosotros, pero en el mundo pensado se parte de una representación caótica del conjunto, es el concreto representado. El proceso analítico de la investigación científica arriba a determinaciones abstractas. Éste es el camino de lo concreto a lo abstracto. El camino de regreso es de lo abstracto a lo concreto, mediante el cual se reproduce por la vía del pensamiento ese concreto, pero como concreto pensado, como totalidad orgánica.

El conocimiento de los hechos no es posible como conocimiento de la realidad más que en ese contexto que articula los hechos individuales de la vida social en una totalidad como momentos del desarrollo social. Este conocimiento parte de las determinaciones naturales, inmediatas, puras, simples (en el mundo capitalista), recién caracterizadas, para avanzar

desde ellas hasta el conocimiento de la totalidad concreta como reproducción intelectual de la realidad (Lukács, 1969: 10).

Esta consideración dialéctica de la totalidad, que tanto se aleja, aparentemente, de la realidad inmediata que la realidad parece tan “acientíficamente” construida, es verdaderamente el único método que permite reproducir y captar intelectualmente la realidad. La totalidad concreta es, pues, la categoría propiamente dicha de la realidad [realidad efectiva] (Lukács, 1969: 11).

La categoría de realidad responde a la pregunta más general de *¿qué es la realidad?* La realidad es una totalidad articulada que está creándose. Pero el concreto real, lo empírico morfológico, es el mundo de la pseudoconcreción, el fondo de las apariencias, en donde las cosas aparecen invertidas. Mediante el proceso de la investigación científica debe irse más allá de esa apariencia y desentrañar la esencia de las cosas, pero además exponer la razón de ser de las formas de aparición y éstas mismas.

El mundo de la pseudoconcreción es un claroscuro de verdad y engaño. Su elemento propio es el doble sentido. El fenómeno muestra la esencia y, al mismo tiempo, la oculta. La esencia se manifiesta en el fenómeno, pero sólo de manera inadecuada, parcialmente, en algunas de sus facetas y ciertos aspectos. El fenómeno indica algo que no es él mismo, y existe gracias a su contrario. La esencia no se da inmediatamente; es mediatizada por el fenómeno y se muestra, por tanto, en algo distinto de lo que es. La esencia se manifiesta en el fenómeno. Su manifestación en éste revela su movimiento y demuestra que la esencia no es inerte y pasiva. Pero, igualmente, el fenómeno revela la esencia. La manifestación de la esencia es la actividad del fenómeno (Kosík, 1983: 27).

Pero en todo momento debe asumirse que la esencia determina la apariencia:

[...] la esencia es la verdad del ser en tanto ser que ha ido adentro de sí o ser que está-siendo dentro de sí; la distinción de la esencia respecto del ser inmediato la constituye esa reflexión, su parecer [o brillar] dentro de sí, y ésta [la reflexión] [y, ulteriormente, el fenómeno, J. H.] es la determinación propia de la esencia (Hegel, 1999: 211).

La apariencia, es el aparecer de la esencia misma. La apariencia es determinación de la esencia. Suprimir la esencia y atenerse al puro fenómeno es una abstracción violenta, puramente unilateral, puesto que no existe aparición sin esencia que haya que aparecer y, por otra parte, la esencia no aparece desnuda, sino como apariencia o fenómeno.

En virtud de que la esencia —a diferencia de los fenómenos— no se manifiesta directamente, y por cuanto que el fundamento oculto de las cosas debe ser descubierto mediante una actividad especial, existen la ciencia y la filosofía. Si la apariencia fenoménica y la esencia de las cosas coincidieran totalmente, la ciencia y la filosofía serían superfluas (Kosík, 1983: 29).

5. La aplicación del método de la complejidad al análisis de los movimientos sociales

La teorización sobre la complejidad desarrollada en el texto de la *Introducción* es sumamente abstracta. De ahí que su aplicación a la investigación concreta plantee dificultades al investigador. Por eso, la indicación que hace Morin en relación con la aplicación concreta del método de la complejidad en sus trabajos que involucran un análisis empírico, particularmente el de los acontecimientos de 1968 en París, constituyen un referente de interés para ver en acción el mencionado método. Éste es contrapuesto al método de otros “científicos” pretenciosos, dice Morin, a quienes, hay que decirlo, no identifica expresamente.

El único ideal era el de aislar las variables en juego en las interacciones permanentes en un sistema, pero nunca el de considerar con precisión las interacciones permanentes del sistema. Así, paradójicamente, los estudios ingenuos, en la superficie de los fenómenos, eran mucho más complejos, es decir, en última instancia, “científicos”, que los pretenciosos estudios cuantitativos sobre estadísticas inmensas, guiadas por pilotos de poco cerebro. Así lo eran, digo con falta de modestia, mis estudios fenoménicos que intentaban aprehender la complejidad de una transformación social multidimensional en una comunidad de Bretaña o, los estudios en vivo del florecimiento de los acontecimientos de mayo del 68. Yo no tenía por método nada más que tratar de aclarar los múltiples aspectos de los fenómenos, e intentar aprehender las relaciones cambiantes. Relacionar, relacionar siempre, era un método más rico, incluso a nivel teórico, que las teorías blindadas, guarnecidas epistemológica y lógicamente, metodológicamente aptas para afrontar lo que fuere salvo, evidentemente, la complejidad de lo real (Morin, Lefort y Castoriadis, 2009: 59, nota 7).

Debe notarse que Morin caracteriza sus estudios, no sin ironía, como “ingenuos”, mismos que se realizan en “la superficie de los fenómenos”, los cuales considera más complejos que aquellos hechos sobre “estadísticas inmensas”. Su método lo define como “nada más que tratar de aclarar los múltiples aspectos de los fenómenos, e intentar aprehender las relaciones cambiantes”, lo que está en todo congruente con su definición de complejidad, pues se mantiene en el plano del mundo fenoménico.

La crítica a Morin de Rolando García se refiere en este contexto, a su dificultad, en el plano metodológico, de la aplicación de su análisis de la complejidad:

Sin embargo, su crítica no ofrece una formulación precisa de los problemas que enuncia (problemas que el cartesianismo dejó pendientes y que corresponden al campo de la teoría del conocimiento) como para conducir a una metodología de trabajo aplicable a las situaciones concretas que él considera como “complejas” (García, 2006: 21).

Es en este plano en el que se debe profundizar más en el estudio de la propuesta teórica de Morin, puesto que su contribución al análisis social es un aspecto de especial interés.

Algunas observaciones finales

El estilo expositivo de Morin es abstracto en el sentido de no deducir sus categorías, sino sólo aseverarlas o enunciarlas. Deja muchas puertas abiertas a la indeterminación, en un afán pretendidamente “abierto” en la teorización. Es declamación en prosa. Las referencias a quienes se refiere son oscuras, quedan en la indeterminación. Cuando es lo suficientemente preciso en sus referencias, sus interpretaciones son cuestionables (véanse las observaciones de Rolando García respecto a la ciencia clásica) y no necesariamente por una supuesta heterodoxia. Existe ambigüedad y confusión en la formulación de sus conceptos. Sus expresiones son paradójales, y no siempre necesaria o genuinamente (auténticamente) dialécticas. Su pensamiento es confuso puesto que, no obstante reivindicar la contradicción, se mantiene en el ámbito del mundo fenoménico y se establece en él o lo ensalza.

En relación con la dialéctica de Hegel como idea de la complejidad, es una exageración de Morin identificar los males que le atribuye al paradigma “simplificador”, con el pensamiento occidental como un todo. Podría denominarse *francocentrismo* el “reducir” el pensamiento occidental a la cultura filosófica francesa (cartesianismo y clericalismo). Esto lo reconoce al decir que en la dialéctica de Hegel, indiscutible representante del pensamiento occidental, está formulada la “idea de la complejidad”.

La idea de complejidad estaba mucho más diseminada en el vocabulario común que en el científico. Llevaba siempre una connotación de advertencia al entendimiento, una puesta en guardia contra la clarificación, la simplificación, la reducción demasiado rápida. De hecho, la complejidad tenía también delimitado su terreno, pero sin la palabra misma, en la filosofía: en un sentido, la dialéctica, y en el terreno lógico, la dialéctica hegeliana, eran su dominio, porque esa dialéctica introducía la contradicción y la transformación en el corazón de la identidad (Morin, 2008: 58).

Rinde tributo, además, a la filosofía de Hegel y no niega las imputaciones de hegelianismo, atribuyéndose una filiación al mismo:

He leído un texto que decía que hay un hegelianismo disimulado [N. B., J. H.] en mis concepciones. Mi concepción en relación con ello, es a la vez, compleja y clara. Lo que me fascina en Hegel, es la confrontación de las contradicciones que se presentan sin cesar al espíritu, y es el reconocimiento del rol de la negatividad. No es la síntesis, el Estado absoluto, el Espíritu absoluto (Morin, 2008: 137).

Sin embargo, si bien Morin emplea y discute las categorías de la ontología y la lógica expuestas en la filosofía de Hegel: tales como las de totalidad, causalidad, sujeto, objeto, devenir, identidad, contradicción, simple, complejo, etc., etc., debe decirse que expone su peculiar y propia concepción de ellas. Decir, por otra parte, que la complejidad tenía delimitado su terreno en la filosofía pero sin la palabra o término, es un desatino pues ¿qué es la dialéctica de Hegel, sino un sistema de la ciencia, de la “complejidad”, un círculo de círculos? Los tres principios que expone en su texto, son en su esencia tomados de Hegel: 1) el dialógico, es la relación de causalidad; 2) el

recursivo, es la acción recíproca, y 3) el hologramático, es tomado de la lógica de la reflexión (cf. Morin, 2008: 105 ss.). Podría parecer que Morin defiende la dialéctica y la “idea” de contradicción como puntal de su reflexión, pero la fuerza, la potencia de la contradicción se “esfuma” en sus manos. Pero hay que exculpar a Morin de la acusación de hegelianismo (por lo menos en los conceptos discutidos en este texto). La suya no es una dialéctica genuina, puesto que al negar la esencia y, por lo tanto, en el poner de la esencia, la génesis de la contradicción, niega el motor de la dialéctica. No comprende la relación entre esencia y apariencia. La dialéctica, despojada de bases materialistas, es bien vista por los intelectuales de la burguesía [y el mundo académico oficial]. La dialéctica, como un *juego artificioso* de conceptos es aceptable en el campo de la concepción burguesa de la sociedad y del mundo. La dialéctica *materialista* es vista como “arrogante” y “reduccionista”. Si bien se afirma que la contradicción es una idea central de su discurso. Así pues, si bien Morin reivindica el concepto de contradicción, niega la esencia, la estructura íntima de la realidad, y se mantiene, en la investigación de la complejidad, en el mundo fenoménico, en el terreno de la inversión y de la realidad fetichizada.

No obstante, debe decirse que al considerar el contexto del predominio del pensamiento positivista, la propuesta teórica de Morin es una contribución a la reflexión y al esfuerzo de comprensión del desarrollo de la ciencia actual. Su reivindicación de la dialéctica y de la idea de contradicción como uno de sus ejes de razonamiento es bienvenida y es estimulante, dado el páramo en el que aparece el pensamiento dominante.

Referencias bibliográficas

- García, R. (2006). *Sistemas complejos, conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Buenos Aires: Gedisa.
- Hegel, G. W. F. (1999). *Enciclopedia de las ciencias filosóficas en compendio* (trad. Ramón Valls Plana). Madrid: Alianza Editorial.
- Kosik, K. (1983). *Dialéctica de lo concreto* (trad. Adolfo Sánchez Vázquez, 9ª edición). México: Grijalbo.
- Lukács, G. (1969). *Historia y conciencia de clase* (trad. Manuel Sacristán). México: Grijalbo.
- Marx, K. (1982). *Introducción general a la crítica de la economía política/1857* (trad. José Aricó y Jorge Tula, 15ª edición). México: Cuadernos de Pasado y Presente, núm. 1.
- Morin, Edgar. (1983). *El método. 2. La vida de la vida* (trad. Ana Sánchez). Madrid: Cátedra.
- . (2006 [1986]). *El método. 3. El conocimiento del conocimiento* (trad. Ana Sánchez, 5ª edición). Madrid: Cátedra.
- . (2008 [1990]). *Introducción al pensamiento complejo*. Buenos Aires: Gedisa. (Barcelona 1995).
- Morin, Edgar, Lefort, Claude, y Castoriadis, Cornelius. (2009). *Mayo del 68: La brecha* (trad. de Ricardo Aguilera). Buenos Aires: Nueva Visión.

Propuesta de mejora en la calidad del aire: caso Zona Metropolitana de Guadalajara

JOEL GARCÍA GALVÁN¹

MARTIN G. ROMERO MORETT²

MA. MAGDALENA VELÁZQUEZ CONTRERAS³

Resumen

Este ensayo tiene como objetivo analizar los diversos escenarios en las actividades económicas y la relación que se da entre el Sector Público y el Sector Privado, al proponer trabajar de manera coordinada en un proyecto de inversión con enfoque medioambiental. Para este caso, sobre una disminución en la contaminación del aire en una parte de la Zona Metropolitana de Guadalajara (Jalisco, México). Con base a la información vista en el Seminario “Prospectiva, pensamiento complejo y transdisciplina”, y como parte de las actividades indicadas, se elaboró material didáctico que ejemplifica el desarrollo de conceptos, metodología y herramientas económicas y financieras de análisis utilizadas en la materia de Formulación y Evaluación de Proyectos impartida en la Licenciatura de Economía de la Universidad de Guadalajara. Se utiliza la metodología de marco lógico, en la que se articula la relación entre el Sector Público y el Sector Privado, como vínculos que se dan de manera sistémica ante un entorno complejo, como es la contaminación del aire en las ciudades y que afecta la salud pública de la población. En los resultados se presenta el análisis de las decisiones e indicadores dados por instituciones y dependencias gubernamentales, se plantea la viabilidad del proyecto y la rentabilidad y se concluye que, debido al proce-

Fecha de Recepción: 18 de octubre de 2020 Fecha de Aceptación: 10 de diciembre de 2020.

- 1 Profesor Inv. Asociado B. Departamento de Economía. Miembro del UDG-CA-116 “Teoría Económica y Desarrollo Sustentable” Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: joel.garcia@cucea.udg.mx
- 2 Profesor Inv. Titular C. Departamento de Economía. Miembro del UDG-CA-116 “Teoría Económica y Desarrollo Sustentable” CUCEA. Universidad de Guadalajara.
- 3 Licenciada en Educación. Universidad Virtual (UDG) y Candidata a Maestra. Maestría en Políticas de la Educación Superior (CUCEA-UDG) Correo electrónico: maestriamagda@gmail.com

so electoral se deberá consensar la disponibilidad y uso de los recursos económicos, dando prioridad a: la salud, la economía y el medioambiente.

Palabras clave: educación, salud, medioambiente.

Resume

This essay aims to analyze the various scenarios in economic activities and the relationship that exists between the Public Sector and the Private Sector, by proposing to work in a coordinated manner on an investment project with an environmental focus. For this case, about a decrease in air pollution in a part of the Guadalajara Metropolitan Area (Jalisco, México). Based on the information seen in the Seminar: “Prospective, complex thinking and transdiscipline”, and as part of the activities indicated, didactic material was developed that exemplifies the development of concepts, methodology and financial analysis tools used in the subject of Formulation and Evaluation of Projects taught in the Economics Degree of the University of Guadalajara. The logical framework methodology is used, in which the relationship between the Public Sector and the Private Sector is articulated, as links that occur in a systemic way in a complex environment, such as air pollution in cities and that affects the public health of the population. In the results, the analysis of the decisions and indicators given by institutions and government agencies is presented, the viability of the projects and the profitability are considered and it is concluded that, due to the electoral process, the availability and use of economic resources must be agreed upon, giving priority to: health, economy and environment.

Keywords: education, health, environment.

Introducción

El proyecto como respuesta a un problema social para la asignatura de Formulación y Evaluación de Proyectos, llevada en la Licenciatura de Economía de la Universidad de Guadalajara.

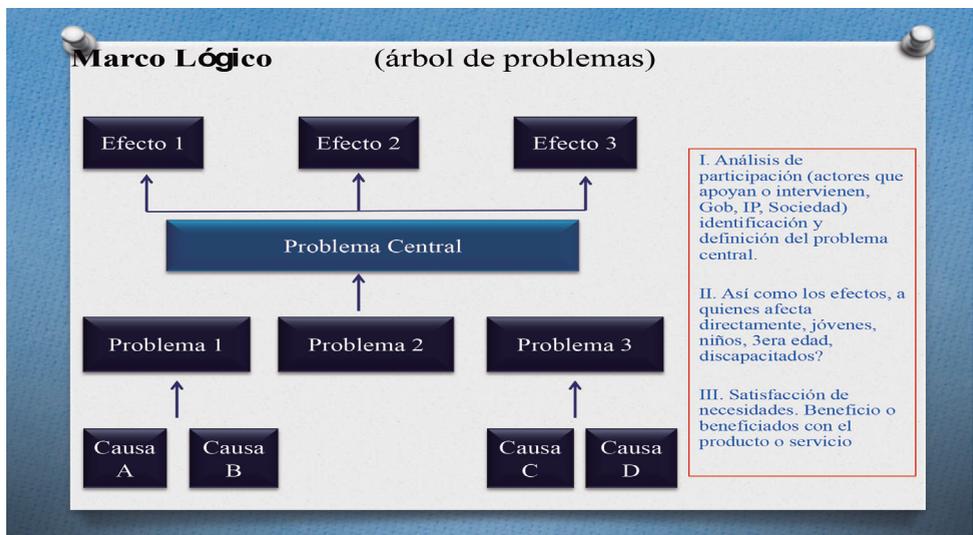
Los valores que alcanzan los indicadores de la “variable problema” al momento de su identificación es la línea base. Es deseable que la identificación y caracterización técnica de los problemas sociales sean equivalentes a las demandas efectivas de la población. No se debe confundir un problema social con la ausencia de cobertura o falta de entrega de un servicio específico. Circunscribir el problema social a la gestión, calidad o cantidad de la oferta existente limita el campo de intervención y la posibilidad de alcanzar los objetivos perseguidos.

Por ello, como herramienta que “permite estructurar los procesos esenciales de un proyecto como la conceptualización, el diseño, el seguimiento de la ejecución y evaluación” (OBS Business School, s/f), utilizaremos la metodología de marco lógico para intervenir en un problema medioambiental, como es la contaminación del aire a causa de la generación de Co2.

La metodología del marco lógico, como un sistema de procedimientos e instrumentos para una planificación de proyectos orientada a objetivos (Agencia de cooperación alemana para el desarrollo [GTZ], 1987). Esta metodología con su árbol de objetivos y su árbol de problemas, ayuda a la clarificación del proceso de planificación del proyecto en todas sus etapas, así como a comunicar información esencial sobre el mismo.

En el caso de la técnica del árbol de problemas, se identifica un problema central para posteriormente analizar las problemáticas que de éste se derivan y las relaciones causa-efecto entre sí mismas (UNESCO, 2017). Se presenta a continuación el esquema 1: Árbol de problemas.

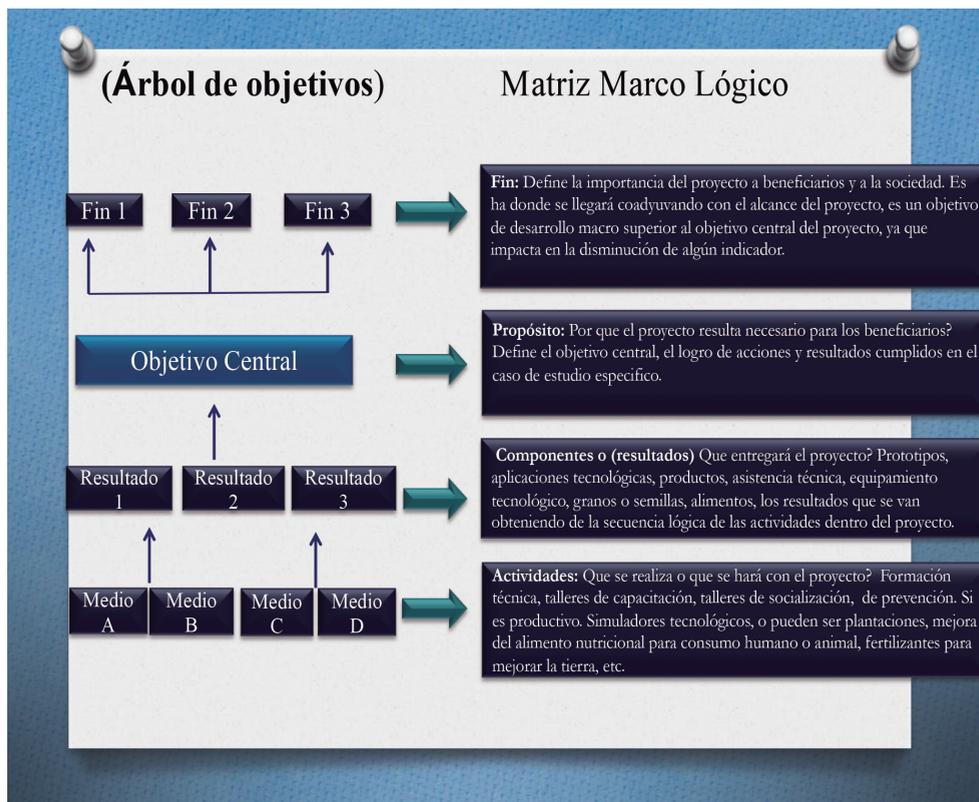
Esquema 1
Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia.

Una vez elaborado el árbol de problemas, se analizarán las posibles soluciones a cada una de las problemáticas, de manera que éste se transforme en el árbol de objetivos, mismos que se analizarán para determinar las estrategias a seguir.

Esquema 2 Árbol de objetivos



Fuente: Elaboración propia.

¿Qué son los Medios de verificación?

Son las evidencias: Conceptos: los indicadores y medios de verificación deben ser prácticos y económicos (también la inversión puede ser a fondo perdido y se debe administrar el recurso económico escaso y con la certeza de alcanzar el máximo beneficio social). No tener subejercicios ni desvíos. Los medios de verificación proporcionan las bases para supervisar y evaluar el proyecto.

¿Qué son los Supuestos?

Cada proyecto comprende riesgos ambientales, financieros, institucionales, sociales, políticos, climatológicos u otros factores que pueden hacer que el mismo fracase. La

matriz de marco lógico requiere que el equipo de diseño de proyecto identifique los riesgos en cada etapa: actividad, componente, propósito y fin. Los supuestos deben situarse en el nivel indicado de acuerdo a su planteamiento. Deben ser realistas y adecuados al contexto del proyecto. Proporcionar las bases para supervisar y evaluar el proyecto.

Propuesta para la mejora de la calidad del aire.

Ejemplo: Problema central por contaminación Co₂

Objetivo central, proyecto verificatorio vehicular.

Material didáctico.

Antecedente:

Según las estaciones de monitoreo ambiental llevamos 20 años contaminando de forma ascendente. En 2013 uno de cada tres días del año (123) fueron de mala calidad en la ciudad repercutiendo en la salud de 4.6 millones de habitantes en la ZMG. Según SEMADET se estima que 85% de las emisiones a la atmósfera son causa de los automotores.

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que dio a conocer el Clean Air Institute (Instituto de Aire Limpio) en un informe de 2013, en esta ciudad por año, alrededor de 3 mil personas mueren debido a exposición crónica o aguda con aire contaminado, lo que la iguala con Monterrey y solo debajo de la Cd. México.

Guadalajara (Jalisco, México) fue en 2011 la Ciudad Latinoamericana de más de 1 millón de habitantes que encabezó la lista de concentraciones de ozono (69,3 microgramos por metro cúbico); fue segundo lugar en concentraciones de PM₁₀ (partículas suspendidas menores a diez micras) con 70.1 mg/m³; segundo lugar para dióxido de nitrógeno (57.2 mg/m³) y cuarto lugar para dióxido de azufre (13.1 mg/m³).

Realizando la investigación y recabando información, se tiene que la propuesta para paliar el problema de contaminación del aire sería el crear e implementar un programa de verificación vehicular para la Zona Metropolitana de Guadalajara, que lleve a la evaluación y el generar los datos necesarios en la medición del impacto y comprobar una posible disminución en los indicadores.

Matriz de Marco Lógico



Esquema 3

Conceptos: separar la causa efecto, usar frases sencillas y breves, eliminar múltiples objetivos.

Cual es la finalidad del proyecto? (beneficios, impacto a nivel sectorial)	Fin: Jalisco Sustentable ZMG.	Indicadores: erradicar la contaminación por Co2 al 100% 2016-2018.	Medios de verificación: estadísticas, recibos, facturas. paginas transparencia.	Supuestos: Mejora de la calidad de vida en la sociedad
Por que se lleva a cabo el proyecto? Impacto directo, resultado de utilizar los componentes)	Propósito: reducir la emisión de Co2 en el municipio de GDL-Tlaquepaque-Salto	Reducir emisión de Co2 en un 30% en 1 año en GDL-Tlaquepaque-Salto	SENER SEMARNAT, SEMADET, SEFIN, Ong's, Auditoria Superior, Camara Dip. CCE.	Campana informativa de concientización para verificación vehicular en la ZMG población en general.
Que debe ser producido por el proyecto?	Componentes: Centros de verificación de emisiones Co2 y Capacitación continua.	Unidades 100% Acreditadas como Verificentro en el primer año.	SENER SEMARNAT, SEMADET, SEFIN, Ong's, Auditoria Superior, Camara Dip. CCE.	Dotar de equipo a los talleres acreditados y capacitar. Campana de verificación vehicular en todos los niveles de transporte.
Como se producirán los componentes?	Actividades: Implementación de 5 Centros, con equipo y sistema de verificación de emisiones Co2, así como Formación técnica.	Inversión de 20'000,000.00 en 2016	SENER SEMARNAT SEMADET, SEFIN, Ong's, Auditoria Superior, Cámara Dip. CCE.	Eficiencia y eficacia en la aplicación y comprobación del presupuesto ejercido (año fiscal).

Si lo podemos medir, lo podemos administrar. Los indicadores deben expresar términos de cantidad, calidad y tiempo o plazo

Fuente: Elaboración propia. 2016

Rentabilidad del proyecto

Según lo requerido por el Instituto Mexicano del Petróleo (2016), establece invertir según sus cálculos **\$3 millones 864 mil por línea o Centro de Verificación.**

- Autos en ZMG alrededor de 2 millones 18 mil unidades.
- 3 millones de pesos en infraestructura (500 metros cuadrados).
- 864 mil pesos en equipamiento y tecnología, para una 1 línea.
- Costo \$420 pesos por auto. Se estarían verificando 200 autos por semana, proyectando 8 mil 800 verificados al año, el retorno de inversión a 18 meses sería de 46.6 %
- Por lo que se generarían \$3 millones 696 mil anuales, a 18 meses nos da una cantidad de \$5 millones 544 mil pesos, alcanzando con esto en el mes trece la recuperación de la inversión.
- En diez años generaría ingresos por 37 millones de pesos.

Conclusiones

Dadas las proyecciones, se establece que el proyecto es viable y resulta rentable para su operación. Se deberá tener en cuenta que en su implementación el modelo de negocios será decisión del Poder Ejecutivo. Dicho programa de verificación vehicular, sus espacios e instalaciones pueden ser llevados por el estado en su totalidad o, también podría contemplarse la participación de la iniciativa privada. Ahora bien, se especifica el año y periodo de estudio porque fue la última vez que se propuso una estrategia conjunta, del 2018 a la fecha ya no se contempló la posibilidad de llevarla a cabo por parte del nuevo gobierno y la iniciativa privada.

Debe tomarse en cuenta que, en el mes de julio de 2015, se contempla por parte del Instituto Nacional Electoral el proceso de elecciones federal y local, por lo que para el uso de los recursos económicos deberían contemplar el consenso de las fuerzas políticas y predominar los intereses de la sociedad por encima de los particulares partidistas.

Referencias

- Instituto Mexicano del Petróleo [IMP]. (2016). Informe de Autoevaluación Institucional. Ejercicio 2015. Recuperado de https://www.imp.mx/transparencia/Inf_autoevaluacion.pdf
- OBS Business School. (s/f). El marco lógico en la gestión de un proyecto, una herramienta esencial. Universitat de Barcelona. Recuperado de <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/el-marco-logico-en-la-gestion-de-un-proyecto-una-herramienta-esencial>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2017). Expresiones culturales. Árbol de problemas. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/%20cultural-diversity/diversity-of-cultural%20expressions/tools/policy-guide/planificar/diagnosticar/arb-ol-de-problemas/>

Seminario de Prospectiva, sostenibilidad y transdisciplina

MARÍA BEATRIZ ABACA¹

El Seminario “Prospectiva, sostenibilidad y transdisciplina” de la Ecocucea fue un excelente “*kairos*” de reflexiones y diálogo de saberes a partir de los cuales realizó una sencilla reflexión articulando tales saberes con los campos de la filosofía y la pedagogía, en relación con el cuestionamiento sobre las grandes problemáticas que entran en juego en este contexto de “colapso socioambiental”: la pérdida de biodiversidad y el tiempo en su carácter de “*run out of time*” necesarios para una re-existencia ecológica post-pandemia.

1. Prospectiva superadora de las posibilidades del desarrollo sostenible para la restitución de la biósfera. El tiempo como determinante para la restitución de la biodiversidad integral

Desde la problemática pandémica por el Covid-19 de origen zoonótica en la cual nos encontramos, es fundamental replantearnos el juego entre prospectiva, restitución de la biodiversidad y el concepto de tiempo; podríamos esbozar la problemática planteándonos: ¿Tendremos la posibilidad de una prospectiva a partir de la cual logremos recrear el tiempo para la restitución de la biodiversidad? Para la profundización de la problemática que arroja una enorme preocupación personal, parto de un esbozo atrevido de diálogo de saberes entre algunas temáticas trabajadas en el seminario, el teorema de Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química, y Enrique Dussel, creador de la filosofía de la liberación latinoamericana.

Partiendo de Godet y Durand (2009),² los conceptos de prospectiva, estrategia y planificación manifiestan que están íntimamente relacionados, en los cuales cada uno apela a los otros y define a la prospectiva como:

1 Doctoranda en Pedagogía Ecosocial de la universidad de Villa María, Córdoba, Argentina.

2 Goyeneche, Guadalupe. (s/f). *Introducción a la prospectiva: Síntesis metodológica*. Tomás Parodi, capítulo 1: “Definiciones de la prospectiva y su relación con el pensamiento estratégico de largo plazo”.

“A este fin, se trata de investigar futuros posibles, de explorar posibilidades; pero también *que se denominan los futuros probables —y explorar aquellos que dentro de los probables son los preferibles— y que se conocen como los futuros deseados*”.

Retomando la fundamental consideración del concepto de tiempo para la prospectiva, si realizamos un paralelo con el teorema de Prigogine podemos articular:

1. *Los probables son una restricción del campo de los posibles* y cuentan con mayor potencial de realizarse, a partir de su confrontación con los hechos, los datos, las percepciones calificadas de los decisores y los expertos; son los normalmente considerados por la ciencia clásica dentro de un relativismo temporal o el modelo newtoniano más reduccionista aún, a partir del cual se plantea un solo modelo de futuro³ según Prigogine.
2. *Los futuros posibles, todos aquellos que pueden acaecer*, pero que sin embargo podrían ser atraídos por detractores y multiversidad de variables, en el caso de los sistemas complejos; tal ejemplo de la mecánica cuántica.
3. *Los futuros deseables* consultan los valores, las expectativas y las aspiraciones de las personas, remiten al deseo de proyectarse hacia el encuentro del futuro, dentro de un contexto social e históricodeterminado de antemano. El salto al modelo de los futuros deseables se encuentra en sintonía con la “nueva alianza” planteada por Prigogine que consiste en la relación “ciencia y naturaleza”. Una prospectiva desde esta perspectiva se resignifica entramándose en el “tiempo creador” de las narrativas posibles, *abriendo posibilidades* al sistema, multiversidad de probabilidades que a manera de sistema orgánico, abierto a la energía y la materia, participe de la reversibilidad temporal en cuanto “tiempo en el corazón” de la experiencia.
4. Esta perspectiva de la prospectiva entramada en la narrativa, se abre a la *evolución* de las leyes fundamentales de la naturaleza, cambiando la clasificación de las ciencias antes duras: Newton, Einstein, Shoundinger, que hablaban de certezas, y las ciencias humanas como la economía, sociología y filosofía que hablaban de posibilidades, en el universo complejo de la incertidumbre, todas remiten a las “posibilidades”, convocándonos a “pensar lo incierto”, ya la razón no es más un sinónimo de certeza y las probabilidades un sinónimo de ignorancia. Recobra un significado muy importante la filosofía como narrativa superadora del dualismo, del relativismo y lo automático hacia la construcción en este sentido de la “nueva alianza”.⁴
5. Esta “nueva alianza” permite que la prospectiva se transforme y pase de ser un acontecimiento individual a ser global de las poblaciones, como la biología de Darwin ha pasado a ser biología de las poblaciones. Este futuro que no está dado, sino que está haciéndose, introduce la “narrativa” en la evolución de las leyes fundamentales de la naturaleza, destacando el protagonismo de la humanidad

3 <https://www.youtube.com/watch?v=tuqrvPQ7nAk>. *Grandes pensadores del siglo XX*. Consultado 19/10/2020.

4 Prigogine, Ilya. (s/f). *Fin de las certidumbres*. https://www.academia.edu/29714772/Prigogine?email_work_card=view. Consultado 20/10/2020 Ilya Prigogine, autor belga nacido en 1917, Premio Nobel en 1977 por la introducción del concepto de “estructuras disipativas”.

en la creación de la nueva realidad”; de aquí la reinención de la filosofía en la filosofía de la liberación, la “ética de la liberación”, una narrativa es irreductible a una sola trayectoria ya que hay que considerar las diversas posibilidades y la probabilidad de los sistemas humanos y ambientales abiertos a las novedades, a la innovación de la creatividad que supera el determinismo y nos devela la implicancia “ética”.

En este mismo sentido, mirar al futuro transforma el presente, o sea que la previsión invita a la acción. La prospectiva es estratégica; si no lo es por los resultados, lo es por sus intenciones, y la estrategia apela a la prospectiva para aclarar las decisiones que comprometen el futuro (Berger, 1959).

Prospectiva como “ética liberadora” de los territorios de conquista

En cuanto a la inserción en la realidad cotidiana y la movilización de la inteligencia colectiva, partiendo del aporte de Bourbon-Busset (1959) en cuanto a la importancia del tiempo de dilucidación de la prospectiva y a la profundización del *sentido general y profundo de los hechos observados para luego planificar las acciones*:

Maurice Blandel insistía en que “no se debe prever el futuro, hay que prepararse para él”. Así, reflexionar es un paso previo a la acción. Por lo tanto, para serle útil al hombre de acción y para ser eficaz, la prospectiva debe dilucidar el sentido general y profundo de los hechos observados, elaborar planes y programas, recomendaciones de aplicación inmediata, mostrar ideas de acción, fijar objetivos alcanzables.

[...] la forma de “concebir un futuro deseado así como los medios reales para alcanzarlo”. Por su parte, Carlos Matus (1993) concibe la planificación estratégica como un instrumento para gobernar y para actuar; la entiende como una herramienta que se alimenta de un proceso prospectivo de construcción de caminos posibles que permite lidiar con la incerteza, afrontar problemas críticos, negociar con multiplicidad y diversidad de actores, intervenir en el juego social, y conducir y liderar el proceso de planificación a largo plazo. Estos elementos están en constante retroalimentación y sutransformación dinámica es un desafío para la puesta en marcha de acciones. Así, la prospectiva estratégica es fundamental para construir acuerdos, para generar alianzas orientadas a la acción y para consolidar rumbos estratégicos que permitan ejecutar políticas (Bourbon-Busset, 1959).

Podremos realizar un paralelo en sintonía con el aporte de la *Ética de la liberación*⁵ de Enrique Dussel y el rol de la filosofía como disciplina de las “posibilidades” que consiste en la defensa de la vida humana en comunidad y la defensa de la biósfera. El gran aporte de sus 14 tesis y de sus tres principios desde y para un horizonte mundial planetario son fundamentales para generar metodologías de territorialización

5 Albán A., Adolfo, y Rosero, José R. (2016). *Colonialidad de la naturaleza: ¿Imposición tecnológica y usurpación epistémica? Interculturalidad, desarrollo y re-existencia*. Col. Nómadas, núm. 45, octubre, pp. 27-41. Bogotá, Colombia: Universidad Central. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105149483004>

geopolítica, hacia la construcción de los cuidados. El principio material a partir del cual se fundamenta la defensa de la vida en comunidad como principio de inclusión y la defensa de la biósfera, tal cual una brújula que nos orienta a la construcción de los principios siguientes a manera de recursividad. El principio formal, partiendo de que la construcción de los cuidados debe partir de las voces de todos y el aprendizaje de la inclusión de todas y todos a manera de metodología que se hace experiencia territorial para la recursividad en la construcción del pensamiento liberador y latinoamericano. La construcción del consenso compartido mediante debate, manifestando que todos tienen una voz y el alcance del consenso que le da la validez formal mediante los argumentos racionales, sin violencia con el objetivo del avance en el cuidado y restitución de la biósfera con sus diversidades y dentro de ella, la vida humana y su derecho a la vida comunitaria. Por último, el principio de factibilidad la construcción de los consensos debe tender a la factibilidad de poder construirse. Ello implica que las discusiones y aportes a la construcción de la ética de la liberación no queden en constructos teóricos sino más bien sean productos de una praxis territorial es decir aplicables en campos prácticos de manera que el mundo haya más justicia, más paz y restitución del medio ambiente. Principios fundamentales a partir de los cuales se concretiza la corresponsabilidad por el “Otro” superando la negación del ser humano y de la naturaleza como objetos del sistema capitalista y la colonialidad del poder. La afirmación de la vida en comunidad que es también la biósfera en la construcción del proyecto de liberación.

Esta dimensión de la ética liberadora es la novedad del tiempo creador, que destaca la superación del determinismo y las certezas del rol creador, responsable de la humanidad, entramado con el tiempo desde la perspectiva de las *posibilidades*.

2. Del paradigma de la moral científica al paradigma de la ética trans-sistémica o ciencia digna

El aporte de Prigogine en cuanto al protagonismo de la humanidad en la participación “ética” en la construcción de un “tiempo creativo”, para un mundo en construcción ampliando el concepto de las leyes de la naturaleza en el cual se incluyen la irreversibilidad de los sistemas cerrados y la reversibilidad de los sistemas abiertos, logrando la posibilidad de construcción de la nueva alianza de la ciencia con la naturaleza.

Las relaciones de las *problemáticas territoriales socioambientales*, como “estructuras disipatorias” según la teoría de Prigogine, son de la tercera realidad originada a partir del sistema abierto con una alta entropía, sujeto a una gran posibilidad aleatoria de clinamen.⁶

6 Término latino acuñado por Lucrecio (Titus Lucretius Carus), seguidor de la filosofía de Epicuro, para traducir el griego *parénklesis* con el que Epicuro se refería a la desviación espontánea de la trayectoria rectilínea que experimentaban los átomos para explicar su agregación con otros átomos. El clinamen es, pues, la espontánea desviación de la trayectoria de los átomos, que rompe la cadena causal, determinista, de su movimiento, introduciendo así un fundamento físico para justificar la

En resumen, “una ciencia disruptiva”⁷ del doctor Andrés Carrasco o el concepto de “ciencia digna”, del que habla el doctor Damián Verseñazzi, de la Facultad de Medicina de Rosario, podemos ver el momento de la “ética en sentido trans-sistémico”, ya que los científicos realizan la opción de ponerse en el lugar de las víctimas, en este caso del glifosato y en función epistémica, ya que en su criticidad cuestionan el sentido de la ciencia misma, remitiendo a la pregunta: ¿ciencia para qué? ¿Ciencia para quiénes?, sosteniendo la valoración absoluta de la vida humana, *superando la moral del sistema*. Hoy el espacio de salud socioambiental como de la UNR, liderado por Verseñazzi, se manifiesta como experiencia intercultural *abierto al diálogo de saberes*. Considero muy valorable este espacio ya que manifiesta una experiencia de territorio, epistémica y de descolonización de la naturaleza colonizada y que convoca desde su *praxis* territorial a la construcción de la “ética en sentido trans-sistémico” en forma continua. La problemática ambiental que desarrolla Albán y Rosero devela de la misma manera la raíz ontológica de la problemática en cuanto al concepto de naturaleza, su diversidad y al concepto de hombre separado, escindido en relación con la naturaleza y con ello el alejamiento de la mirada del “nosotros” y la raíz colonizadora eurocéntrica del falso concepto de desarrollo que imprime el capitalismo, generando la monocultura del consumo mediante la explotación y el extractivismo despiadados de biodiversidad, que es diversidad biológica y diversidad cultural.

3. De las competencias a la construcción comunitaria de saberes complejos. ¿Qué enseñar y aprender, para qué, para quiénes y cómo?

Tina Evans, en sintonía con Prigogine coincide con la perspectiva superadora de la realidad de la física clásica, como la mecánica cuántica y se adhiere al concepto de conjuntos interconectados, sistemas abiertos, como organismos vivos:

[...] reconozcamos lo que muchas culturas tradicionales e indígenas han reconocido durante milenios: que lo social está incrustado en lo ecológico y que nosotros, como individuos y comunidades, somos sólo partes de conjuntos profundamente interconectados.

Del teorema de Prigogine sobre las “estructuras disipativas” se desprende la idea de irreversibilidad de la entropía planteada por la segunda ley de la termodinámica, la concepción del mundo en evolución que se va realizando con aumento de entropía, por lo cual indica una realidad de desequilibrio y caos.

Ciertamente, ésta es una concepción del mundo en evolución. Pero entonces, ¿cómo encaja en la descripción fundamentalmente atemporal que proporcionan “las

acción libre, en los seres humanos, y el azar. <https://www.webdianoia.com/glosario/display>. Consultado 28/10/20.

7 <https://www.youtube.com/watch?v=u9BSb8fDgTADr>. Andrés Carrasco. Última intervención pública de un indispensable que se nos fue.

leyes de la naturaleza? Prigogine destaca un reciente informe de C. K. Biebricher, G. Nicolis y P. Schuster, quienes escriben:

El mantenimiento de la organización de la naturaleza no se consigue —ni se puede conseguir— con una dirección central; el orden sólo se puede mantener mediante la autoorganización. Los sistemas autoorganizativos. Permitir las condiciones externas. Hay que destacar la superioridad de los sistemas autoorganizativos sobre la tecnología humana convencional [...]. Un ejemplo que ilustra esta superioridad son los sistemas biológicos en los que se pueden formar productos complejos con el máximo de precisión, eficacia y rapidez.⁸

Esta diferenciación que plantea destacando la superioridad de los sistemas “autoorganizativos”, tomando como ejemplo los biológicos para los cuales sólo es necesario crear un mínimo de condiciones externas, desde las microestructuras a las macroestructuras, y en la medida que las estructuras disipativas aumentan su orden interno, Prigogine afirma repetidamente, a diferencia de las predicciones de la termodinámica tradicional, que el sistema autoorganizado disminuye su entropía.⁹

Nos focalizaremos en una de las competencias educativas planteadas por Tina Evans:

“La sostenibilidad va más allá de la crítica y la comprensión para crear e implementar estrategias para el cambio personal, social y organizacional; requiere *competencia creativa y estratégica*.”

Esta competencia creativa participa de la acción restitutiva de la biodiversidad ambiental, tal cual sistema biológico, abierto de intercambio de materia y energía con capacidad de autoorganización de los diferentes territorios *rurales y urbanos*.

4. La Universidad de Guadalajara como sistema biológico, autoorganizado para la reconstitución de la biodiversidad entramada en el tiempo de la creación

La universidad como espacio urbano no es estructura edilicia, sino oportunidad para convertirse en sistema abierto biológico con fronteras permeables y flexibles con sus interacciones, redes, flujos y dinámicas. Es portadora de espacios propios, comunes en el marco de la justicia ambiental de acceso a los beneficios de ésta y a sus recursos: suelo, agua, calidad ambiental. La universidad como sistema social, ecológico, económico y político en su territorio definido por un patrón poblacional con una administración y actividades de formación pedagógica y de construcción de subjetividades. Es una convocatoria al desafío de la construcción comunitaria de saberes vinculados a la alfabetización ecológica integral de manera que la riqueza del diálogo de saberes pueda construirse mediante la permeabilidad de las fronteras académicas con los territorios. La construcción de una universidad para todas y todas.

8 <https://www.academia.edu/29714772/Prigogine>. Recuperado 20/10/20.

9 <http://filoexactas.exactas.uba.ar/olimpia/papers/prigoginebiologia.pdf>

A continuación realizaré el esbozo de algunas líneas a manera de propuesta de acción transformadora socioambiental con el objetivo de “empoderar a la Universidad como centro de alfabetización ecológica integral”.

- Construcción de una “Universidad abierta a las comunidades y a los territorios”, permear las fronteras (construcción de una ciencia digna).
- Empoderar a la Universidad como centro cultural socioambiental donde todas y todos puedan acceder al diálogo de saberes (conocimiento como bien común mundial).
- Fundar una “cátedra abierta socioambiental” de carácter transdisciplinar como acción estratégica de microsistema que se despliegue recursivamente a los diversos espacios y estamentos universitarios.
 - a. Cátedra abierta como espacio de educación formal y transdisciplinar mediante la elaboración de propuestas socioambientales entramadas en el currículum universitario.
 - b. Cátedra abierta como espacio de educación popular abierto a la comunidad.
- Conformación del “Centro de Estudiantes Socioambiental” y su participación en el Consejo Socioambiental comunitario.
- Impulsar la transformación curricular, transdisciplinar y sistémica como modelos pedagógicos de apertura a las comunidades y territorios con la modalidad del aprendizaje situado y de servicio socioambiental.
- Elaboración de una propuesta “proyecto fin de carrera” para los estudiantes en sus últimos años con acción de voluntariado socioambiental en diversos territorios.
- Propuesta de campamento estudiantil “fin de carrera” con el objetivo de brindar servicio a las comunidades.
- Experimentar como Centro Universitario la construcción comunitaria de la transformación del intersticio rural y urbano. Iniciar la construcción de las ciudades del futuro desde el corazón universitario: “Universidades verdes”, resignificando el uso de los espacios y el suelo, jardines, techos, convirtiéndose en una metodología innovadora, que puede contribuir de manera significativa a la regulación del entorno urbano directo, comprendiendo el funcionamiento metabólico de esa ciudad, reducir sus demandas energéticas y mejorar su “flujo metabólico”; será fundamental tener en cuenta:
- Promover proyectos curriculares transversales con las comunidades para la promoción de:
 - Sistemas de recuperación de predios, racionalizar el uso del agua. Fomentar campañas de educación ambiental. Crear sistemas de incentivos. La cuestión energética: la utilización eficiente y el ahorro energético.
 - Tratamiento de los residuos y elaboración de compostaje: la materia orgánica debe volver a la tierra para evitar su progresivo empobrecimiento y el uso de abonos artificiales.
 - Promover nuevos sistemas de producción de alimentos: implementación de cultivos agroecológicos como sistema reconstituyente.

- Promover el consumo responsable: en particular de los alimentos. Impulsar los intercambios entre consumidores y productores, facilitar canales alternativos de consumo, disminuir las distancias de intercambio: fomentar por todos los medios posibles el acercamiento de las distancias y los desplazamientos. Impulsar la existencia de huertas y predios productivos dentro de la ciudad. La creación de parques comestibles no sólo recupera servicios ambientales sino también las relaciones entre el que produce y cómo lo hace, y el que consume.
- Promover el derecho por la tierra. Denunciar los procesos de especulación inmobiliaria.
- Promover la participación ciudadana en temas ambientales y sociales.¹⁰

10 Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables Walter A. Pengue y Andrea F. Rodríguez Editores. ENTIDADES GEPAMA. Buenos Aires y Santiago 2018.

Repensando la enseñanza de la sustentabilidad

MARTHA VIRGINIA GONZÁLEZ MEDINA¹

Introducción

El compromiso social de educar y enseñar bajo el enfoque de la sustentabilidad exige un cambio: dejar de reducir a la naturaleza a una simple mercancía y qué cambios, estrategias y recursos utilizar para formar a los futuros profesionistas bajo un enfoque multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar y crítico.

La Universidad de Guadalajara enfrenta un gran reto: como institución deberá asumir compromisos y acciones conjuntas como institución de educación superior para formar un nuevo tipo de profesionistas; llevar a cabo modificaciones en todos los planes de estudio de las diferentes carreras; formar a sus profesores, lo cual implica hacer frente a las barreras institucionales e interpersonales apoyándose en el trabajo colaborativo con otras universidades, empresas, gobierno y ONG bajo un compromiso social.

Aunque se reconoce la necesidad de esos cambios y se desea hacerlo, falta diseñar la ruta de acción para llevarlo a cabo.

El reciente *Seminario Prospectiva, pensamiento complejo y transdisciplina* contribuyó a replantear diversas problemáticas y dar cabida a la discusión de nuevos temas y/o novedosos abordajes, pero lo que es más importante, transitar de la teoría al terreno de la realidad y sus problemáticas. Para ello se requiere desarrollar una serie de competencias para la sostenibilidad (Evans, 2009): pensamiento sistémico, anticipatoria, normativa, estratégica e interpersonal con las que se espera que el alumno resuelva los problemas de sostenibilidad y también para fomentar el desarrollo sostenible. Pero por otra parte, más importante aún, es entender que la sustentabilidad es un tema vasto y complejo.

El presente documento tiene como propósito establecer algunos elementos que ayuden a abordar la sustentabilidad como multidisciplinaria y que, por lo tanto, se rela-

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

1 Profesora e Investigadora. Departamento de Estudios Regionales INESER. CUCEA. Miembro del Cuerpo académico Desarrollo Regional e Integración Económica. UDG-CA-118. Correo electrónico: martha.g@cucea.udg.mx

ción con otro concepto, el desarrollo sustentable. De esta forma puede servir para enriquecer los contenidos de la materia de desarrollo sustentable que imparto. Ya que para hablar de desarrollo sustentable se requiere reconocer que las empresas, las industrias y hasta las ciudades son entidades que adquieren o compran el derecho a destruir y/o degradar a la naturaleza. En este sentido, ¿qué papel podría ejercer la escuela y la defensa de la salud en lapreservación de la naturaleza y del medio ambiente?

Algunas aportaciones: la prospectiva

De acuerdo con Godet y Durance (2007: 10), el concepto prospectiva se refiere a la acción de anticipar con el fin de esclarecer una acción, con una visión voluntaria global, de lejos, alargo plazo y profundamente para dar sentido a la acción. Significa ver de lejos, de manera profunda y completa haciendo uso de la innovación. Otra definición del término prospectiva hace referencia al futuro en “las investigaciones y exploraciones que se llevan acabo con la intención de anticipar lo que está por venir en una cierta materia” (<https://definicion.de/prospectiva/>).

Por lo cual el término prospectiva se entiende como el estudio de las causas posibles de un fenómeno determinado, un objeto de estudio o problema construido, así como las posibles situaciones que podrían generarse cuando estas causas se conjugan. La prospectiva implica planificación, ya que a través de ésta se prefigura un futuro deseado así como los medios requeridos para alcanzarlo.

En tal sentido la prospectiva podría cumplir un papel decisivo en la formación para lasustentabilidad a través de la educación ambiental. Como bien lo señala el doctor Pablo Sandoval Cabrera: “existe un solo futuro posible: el futuro sustentable, con vida en el planeta”. Y para pasar a la acción se requieren seguir tres pasos: 1° anticiparse desde una reflexión prospectiva; 2° actuar, con voluntad estratégica, y 3° apropiarse, mediante la motivación y movilización (Sandoval, 2020).

Algunas aportaciones: ¿la dinámica de sistemas para modelar sistemas sociales complejos?

Uno de los puntos centrales del texto de Castillo *et al.* (2009) es precisamente que concibenla microeconomía como una economía sistémica que utiliza la simulación de fenómenos económicos con base en la dinámica de sistemas. Sin embargo, cabe señalar que una limitante a tomar en cuenta en todo modelo de simulación es que su efectividad y capacidadde explicación está en función del tipo y número de variables consideradas, y de tener bien definido aquello que se pretende estudiar y medir. En tal sentido, la modelación económica vista como una interpretación de la simulación dinámica de sistemas, parte de concebir la microeconomía con su modelo de equilibrio parcial de oferta y demanda.

Sin embargo los autores construyen una vía alternativa para el estudio de modelación y simulación de situaciones reales siempre y cuando se incluyan una gran

variedad de circunstancias dinámicas que les permitan conectarse con las complejas relaciones de la realidad económica con ayuda de los paquetes computacionales.

Entonces, el gran reto sigue siendo ¿cómo modelar los fenómenos esenciales del entorno económico que permitan explicar un fenómeno, dada la vasta complejidad de la realidad? En la cual participan una gran variedad de actores con intereses propios y la más de las veces opuestos entre sí. Más específicamente, ¿cómo incorporar de manera objetiva estas decisiones e interrelaciones en la simulación de estos modelos propuestos?

Algunas aportaciones: rescatando a K. E. Boulding

Boulding (1956 [2007]: 197) demostró el desarrollo insuficiente de las ciencias para abordar los distintos niveles de la realidad empírica y destacó la importancia que tiene la teoría general de sistemas para la configuración de nuevos marcos de un conocimiento adecuado.

Si consideramos los distintos niveles del análisis sistémico o del discurso teórico citados por Boulding éstos responden a: 1) la estructura estática; 2) sistema dinámico simple; 3) el mecanismo de control o sistema cibernético; 4) el sistema abierto o estructura con auto mantención; 5) nivel genético-societal; 6) el nivel animal, caracterizado por una creciente movilidad, un comportamiento teleológico y la autoconciencia; 7) el nivel de lo humano, del ser humano individual considerado como un sistema; 8) nivel: el de las organizaciones sociales; 9) los “incognoscibles”. Señala que los estudios llegan a lo sumo al nivel 3.

Indica que la economía refiere que “Su base teórica y matemática está diseñada ampliamente a partir del nivel de la teoría del equilibrio simple y de los mecanismos dinámicos” (Boulding, 1956 [2007]: 115), ubicándose apenas en el nivel 2, caracterizado por ser un sistema dinámico simple, con movimientos necesarios predeterminados, de las exactas predicciones, de movimientos o mecánica simple. Esto es, la economía se incorpora en los sistemas dinámicos que tienden al equilibrio simple o estabilidad. La referencia a dos clases de métodos importantes: el de la estadística comparada y el del equilibrio estacionario (Boulding, 1956 [2007]: 110).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la teoría general de sistemas hay que concebirla como la estructura interna de la ciencia, vista como una estructura de sistemas donde se inscriben todas las disciplinas particulares y sus objetos de estudio de forma coherente y que permite ordenar el conocimiento (Boulding, 1956 [2007]: 115).

Pero, recurrir a los distintos niveles del análisis sistémico o del discurso teórico citados por Boulding, ¿no representa el peligro de querer fragmentar o dividir en nuestro pensamiento lo que en la realidad es complejo, en una sola unidad? Y por lo tanto no podríamos apoyarnos en este discurso teórico para abordar los temas de sustentabilidad y desarrollo sustentable.

¿Qué se hace por preservar la naturaleza y el medio ambiente?

¿Sería posible hacer compatibles los intereses y leyes de la naturaleza con el desarrollo sustentable? ¿Sería posible que los intereses de los empresarios sean compatibles y respetuosos de la naturaleza? (Sánchez, 2020). Tomando en cuenta que los empresarios dejen de perseguir la ganancia por el afán de preservar la naturaleza o hacerlo en la medida de lo posible, el menor daño posible. ¿Que hay detrás de la huella ecológica?

Sólo hay una y única responsabilidad social de las empresas: usar sus recursos para participar en actividades diseñadas para incrementar sus beneficios, siempre y cuando se mantenga dentro de las reglas del juego, es decir, se dedica a la competencia libre y abierta, sin engaño o fraude (Friedman, 1962: 133).

Hace casi 60 años Friedman (1962) ya había visualizado el conjunto de estas exigencias. Hablando de México, ¿es posible intentar conjuntar los intereses económicos de los empresarios con los intereses de preservación de los pueblos indígenas y campesinos en las llamadas zonas naturales protegidas, coartando y reglamentando, en medida de lo posible, el daño ecológico que pudieran infligirle a la naturaleza? La realidad nos muestra que no. Ya que la industria turística y parques ecológicos vinieron a demostrar, por un lado, que destruyeron vastas zonas de manglares y flora protegidas, privatizaron playas y modificaron la sociedad, la estructura social y económica de estos pueblos.

En México los antecedentes de una política ambiental data de los años cuarenta, cuando se promulgó la Ley de Conservación de Suelo y Agua; después se promulgaría la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971). En 1972 aparecería la Subsecretaría para el Mejoramiento del Ambiente en la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en 1982 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), en 1989 la Comisión Nacional del Agua (CNA). En 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEEGEPA). En 1992 la Sedue se convirtió en la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y se crearon el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa). En 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), desapareciendo la Secretaría de Pesca (Sepesca). En 2000 surgió la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). En 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA) (CEDRSSA, 2018).

Vemos cómo fueron apareciendo dependencias federales y estatales para la preservación del medio ambiente, surgen leyes federales, estatales y reglamentos, normas mexicanas para el control de los residuos ambientales así como la construcción de indicadores para medir la contaminación. Entre los indicadores está el Índice metropolitano de la calidad del aire (Imeca) diseñado en 1982 para medir el estado de la calidad del aire y ver los posibles efectos en la salud. Pero también se han aprobado otros indicadores de contaminación y normativas, por ejemplo para la industria minera, el uso de los residuos industriales, etcétera.

Más recientemente, en diciembre de 2015 se adoptó el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático en la Conferencia sobre el Clima de París (COP21). En ellos se

establecían los parámetros permitidos de contaminación que permitieran evitar un calentamiento global irreversible y peligroso.

Pero, ¿qué vemos en la realidad? Durante los primeros días de la administración de Donald Trump, éste ya había logrado que Estados Unidos saliera de los Acuerdos de París, reactivando entre otras cosas, las emisiones de carbono y se abolieran diversos decretos presidenciales firmados por el ex presidente Obama contra la industria minera, petrolera y automotriz.

En nuestro país es hasta la actual administración federal cuando se han revelado los intereses empresariales que incursionaron y dominaron las decisiones de las anteriores administraciones federales y de corte neoliberal, para que las diversas normas oficiales, las leyes y hasta los reglamentos locales no se aplicaran debidamente.

En cambio, Mario Molina a través del Instituto de Investigación Mario Molina para medir la calidad del aire, demostró a partir de un estudio de caso sobre la calidad del aire de la ciudad de Monterrey, que los Imecas de modo alguno incluían el rastreo de las micropartículas altamente riesgosas para los pulmones del ser humano y de otras especies. Y que lo mismo sucedía en la Ciudad de México. Más recientemente se presentaron proyectos de reforma restrictivos para las normas oficiales a fin de actualizar los estándares nacionales de calidad del aire (Enciso, 2020).

Hemos visto que lo ambiental tiene relación con la salud. Pero en este renglón se requieren también grandes esfuerzos. Recientemente, la actual administración federal otorgó una prórroga hasta el mes de diciembre del presente año para que las empresas privadas de alimentos y bebidas endulzantes impongan las etiquetas de advertencia en sus productos donde se informe del alto contenido en azúcares, sales, grasas, cafeína y calorías en los alimentos prefabricados e industrializados; lo mismo para el caso de las bebidas endulzantes y/o con sabores artificiales. Con ello se persigue el control y la vigilancia de las enfermedades crónico-degenerativas asociadas al sobrepeso y la diabetes en la población mexicana.

Repensando la sustentabilidad desde una visión social

¿Cómo enseñar sustentabilidad a nuestros estudiantes? De forma distinta y acorde con la realidad actual a partir de los nuevos saberes y resoluciones a los problemas elementales del país. Ello requiere el cambio del actual paradigma que antepone las ciencias duras a las sociales, que privilegia el análisis cuantitativo y el uso de modelos que sólo cuantifican fracciones de la realidad, bajo una lupa de “objetividad” donde lo “no medible” simplemente “no existe”. Por el contrario, se deben incluir nuevos saberes, en particular los sociales y de contenido humano a favor de la población y de sus necesidades.

De ahí la urgencia de un cambio que priorice lo humano, lo social. En este sentido el doctor Víctor Manuel Toledo, ex titular de la Semarnat, sostiene que la ecología política debe entenderse como el conflicto vivo entre la *sociedad*, las *empresas* y el *Estado* por la disputa de los recursos naturales. Disputa en mucha medida la estaba perdiendo la sociedad debido a las enredosas relaciones entre las empresas y el Estado y su des-

gastada cosmovisión “sustentable” que indicaba que era posible el respeto de la naturaleza a partir de acuerdos internacionales y nacionales apegados a la Ley que señalan hasta dónde es “tolerable” el daño ecológico provocado por las empresas favorecidas por la pérdida de autonomía y soberanía de los Estados nacionales, apropiándose de sus recursos naturales, económicos e institucionales (TV UNAM, 18 de agosto, 2020).

Reflexiones críticas a partir de la ecología y el desarrollo sustentable y la realidad mexicana

Se enlista lo siguiente:

- Las empresas se apropian de los recursos naturales con plena autorización de los gobiernos, particularmente en América Latina. Éstos parecen no tener otra opción debido a que están atados a los intereses internacionales y acuerdos de cooperación en los que los países o entes “donantes” les brindan los apoyos financieros.
- Las empresas son causantes de graves accidentes ecológicos, y no se hace un seguimiento del daño ecológico permanente que ocasionan.
- *Reducir, reutilizar y reciclar* parece la fórmula perfecta de la actuación sustentable; sin embargo, no queda a la vista que con cada nueva transformación o proceso industrial se generan micropartículas que terminan en los lechos marítimos, de aquí a los peces y de los peces al hombre mismo por medio de la pesca.
- La geografía propone el tipo de crecimiento económico al que puede aspirar una sociedad; pero es la sociedad quien a través de sus conocimientos científicos y tecnológicos se impone y termina por dominar y transformar el entorno geográfico acorde a sus propios intereses. Pero detrás de la sociedad están los intereses de quienes detentan el poder político, así como de empresarios.
- Con el dominio irrestricto de los modelos matemáticos en algunas carreras, como único rector del saber científico (conocimiento “objetivo”) se excluyen las propuestas y las resistencias de las sociedades explotadas por los grupos empresariales que no sólo se apropian de los recursos naturales, de los medios sociales de la producción y de los gobiernos, sino que *reducen* a la naturaleza y sus recursos a meras materias primas con un precio y un rendimiento económico.
- Para abordar el desarrollo sustentable ya *no* se debe concebir como posible la explotación racional de la naturaleza y qué por tal *no* es suficiente referirnos a la huella ecológica como indicador para medir el grado de impacto de la sociedad sobre el ambiente, y de dar cumplimiento a las normas oficiales, sino que se deben poner al descubierto los intereses que están detrás de la elaboración de dichos indicadores y normas.
- En el supuesto de que se cumplan a cabalidad las normas e indicadores anticontaminantes propuestos por las autoridades federales e internacionales, ello no puede contener el daño provocado por las empresas y la sociedad a la naturaleza, como lo sustenta el trabajo colectivo de Arroyo *et al.* (2020).

- El artículo de Yoly Castillo Sánchez y Elizabeth Leticia Souza acerca de los delitos ambientales resalta la importancia del análisis institucional, evidenciando que las leyes, códigos y reglamentos aprobados para el manejo racional de los recursos naturales contienen contradicciones, lagunas y contenidos laxos (Castillo y Souza, 2014). En ese renglón podemos reflexionar sobre los montos de las sanciones económicas a las que estaban sujetas las empresas transgresoras o que cometen el delito ambiental. Un ejemplo emblemático de esta situación lo fueron las multas federales a la que estuvo sujeto el Grupo México, cubiertas desde el dinero que estaba dirigido al pago de utilidades para los obreros y que dichos pagos a su vez fueron presentados como deducibles de impuestos por parte de la propia.
- ¿Cómo medir y ponerle un valor numérico y social al daño que las empresas privadas provocan a la naturaleza y a la sociedad? En este aspecto, podrán existir modelos matemáticos que busquen acercarse a una cuantificación precisa; sin embargo, ninguno pretenderá hacer justicia, sólo y en el mejor de los casos determinarán qué es legal y qué no.

Conclusiones generales

- A pesar de todo, está en nuestras manos crear el mundo que imaginamos y deseamos.
- Se debe evaluar críticamente el papel que ejerce (esconde) el Estado y las decisiones de los intereses privados, sobre todo de las corporaciones multinacionales y del capital financiero que construyen, modifican, transforman, colapsan la funcionalidad y armonía de las ciudades y de las poblaciones rurales y/o autóctonas.
- La transformación de la naturaleza en pos de la modernidad y civilización tiene un elevado costo en las ciudades, donde los bienes inmuebles suben de precios, provocando entre otras cuestiones el desplazamiento y/o desalojo de los más desposeídos, quienes terminan en las zonas periféricas, sin servicios públicos ni de transporte.
- Urge un cambio en busca de reestablecer el equilibrio con la naturaleza y restituirle lo robado, ya que a fin de cuentas constituye el único hábitat de la especie humana.
- No todo está perdido.

Referencias bibliográficas

- Arroyo, *et al.* (2010). *Regiones en desarrollo insostenible*. Serie Ciclos y Tendencias en el Desarrollo de México, núm. 40. Guadalajara/Los Ángeles/México: Universidad de Guadalajara/UCLA Program on Mexico/Profmex-World/Juan Pablos Editor.
- Boulding, Kenneth E. (1956). General Systems Theory: The Skeleton of Science. *Management Science*, 2(3): 197-208.

- Castillo Sánchez, Y., y Souza, E. S. (2014). Delitos ambientales. En: Roberto Ramírez Espitia, Margarita Anaya Corona, Ana Isabel Ramírez Quintana, Perla Cristal HermosilloNúñez y Blas Ramos Caro (coords.), *Ambiente reflexivo. Escrituras que inspiran conciencias*, pp. 277-286. México. Consultado el 30 de octubre de 2020: <https://ecodatosdaem.files.wordpress.com/2015/08/libro-ambiente-reflexivo.pdf>
- Castillo Soto, M., Sánchez Daza, A., y Venegas Martínez, F. (2009). *La modelación económica. Una interpretación de la simulación dinámica de sistemas*. México: UAM-A/Ediciones y Gráficos Eón. Consultado el 18 de octubre de 2020: <https://core.ac.uk/download/pdf/83079903.pdf>
- CEDRSSA. (2018, 7 de septiembre). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/post_secretarn-a_de-medio_ambiente_y_recursos_naturales_-_n-semarnat-n.htm
- Definición de prospectiva. Consultado el 18 de octubre de 2020: <https://definicion.de/prospectiva/>
- Enciso L., A. (2020, 21 de octubre). En proyecto, normas oficiales con límites de contaminantes más restrictivos. *La Jornada*. Consultado el 30 de octubre de 2020: <https://www.jornada.com.mx/2020/10/21/politica/017n1pol>
- Evans, T. L. (2020, 18 de septiembre). *Teaching for Sustainability in a Complex World: Competency Development and Transdisciplinarity in Higher Education* [Diapositiva Power Point].
- Friedman, M. (1962). *Capitalismo y libertad*. Chicago: University of Chicago Press.
- Godet, M., y Durance, P. (2007). Prospectiva estratégica: Problemas y métodos. *Cuadernos de LIPSOR*, núm. 20. Disponible en: https://www.academia.edu/12706135/La_prospectiva_estragica_Michael_Godet_Philippe_Durance
- <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/10/29/atencion-ambiental-global-es-tarea-de-todos-jose-sarukhan-9414.html>
- Sánchez Jiménez, A. (2020, 6 de junio). Refuta titular de la Semarnat manifiesto de exsecretarios. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2020/06/06/politica/015n1pol>
- Sandoval Cabrera, P. (2020, 24 de septiembre). *Prospectiva, pensamiento complejo y transdisciplina. Elementos teóricos y metodológicos referenciales para la comprensión de fenómenos económicos desde múltiples enfoques y criterios* [Diapositiva PowerPoint].
- TV UNAM. (2020, 18 de agosto). *Diálogos por la democracia con John M. Ackerman y Víctor Toledo*. Disponible en: <https://youtu.be/emjklb3fwkq>
- . (2020, 13 de octubre). *Diálogos por la Democracia UNAM*. Sesión 3: Víctor Toledo, “Democracia y medio ambiente”. Consultado el 26 de octubre de 2020: <https://youtu.be/az-yfpf7ziu>

Artículos / Articles

Inversión de tecnología en habilidades laborales y crecimiento de la producción en el sector industrial

JONATHAN ANDREY BARRANDEY CHAVIRA¹

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un modelo de crecimiento endógeno que describe los efectos que tiene la inversión en tecnología incorporada en el aprendizaje de la mano de obra sobre el crecimiento de la producción en el sector manufacturero. Se parte del hecho de que la acumulación de habilidades de los trabajadores es una mejora de la productividad que tiene lugar cuando se asignan recursos tecnológicos que mejoran el proceso de producción, lo cual influye en el aprendizaje, y a su vez hace más eficiente el trabajo por el incremento de habilidades. Los resultados muestran que el crecimiento de la producción por trabajador en el sector es afectado de manera positiva por la eficiencia del aprendizaje de la mano de obra. Así, cuanto mayor es la capacidad tecnológica en la empresa, el trabajador adquiere mayores habilidades que impactan en el crecimiento de la producción. También se observa que hay una relación directa positiva entre salarios y adquisición de aprendizajes.

Palabras clave: aprendizaje, crecimiento de la producción, habilidades laborales, inversión en tecnología.

Clasificación JEL: C61, E22, E23, J21, L60 O33, O41.

Fecha de Recepción: 5 de Marzo de 2020. Fecha de Aceptación: 15 de Agosto de 2020.

1 Estudiante del programa del Doctorado en Estudios Económicos del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Egresado de la Maestría en Economía por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, y con Licenciatura en Economía en la misma universidad, profesor de la misma Universidad en el Departamento de Economía (UACJ). Correo electrónico: jonathanbarrandey@gmail.com

TECHNOLOGY INVESTMENT IN LABOR SKILLS AND PRODUCTION GROWTH IN THE INDUSTRIAL SECTOR

Abstract

This paper develops an endogenous growth model that describes the effects of investment in embedded technology on labor learning on production growth in the manufacturing sector. It is based on the fact that the accumulation of workers' skills is an improvement in productivity that occurs when technological resources are allocated that improves the production process, which influences learning, and in turn, makes more efficient the work for the increase in skills. The results show that the growth of production per worker in the sector is positively affected by the efficiency of technological learning of the workforce. Thus, the greater the technological capacity in the company, the worker acquires greater skills that impact the growth of production. Also, it is noted that there is a direct positive relationship between wages and learning acquisition.

Keywords: learning, production growth, job skills, technology investment.

Introducción

El capital humano en la actualidad sigue siendo fundamental para entender el crecimiento económico de los países, las regiones y localidades. Los conocimientos y la adquisición de nuevos aprendizajes son elementos imprescindibles de la vida productiva de los individuos y las empresas. La inversión en aprendizajes por las empresas, según la Organización Internacional del Trabajo (2018: 13) son actividades que favorecen la rentabilidad de los negocios y los trabajadores, contar con fuerza laboral capacitada, “aumenta la productividad y los beneficios que acumulan”, porque los empleados al recibir “supervisión y entrenamiento” obtienen habilidades que les permiten ser relativamente más productivos, lo cual se ve reflejado cuando las empresas empiezan a recuperar los “costos de capacitación” en términos de los “beneficios netos”.

La definición de aprendizaje que se desarrolla en el presente estudio es aquel que los individuos adquieren cuando las empresas asignan recursos en capacitación de la mano de obra, y a nivel industria, cuando se realizan inversiones en tecnología que hacen que las habilidades de los trabajadores se incrementen. En un estudio realizado por Arrow (1962: 155), el autor menciona que el “aprendizaje” es aquello que los individuos obtienen a lo largo de su vida “producto de la experiencia”, y la adquisición de conocimiento es lo que comúnmente se ha denominado “aprendizaje”. En este sentido, una persona que acumula conocimiento tiene la capacidad para desarrollar habilidades y resolver problemas, tanto laborales, académicos, como de la vida cotidiana.

En el presente trabajo se está interesado en analizar el concepto de inversión en tecnología que pueda favorecer a que la mano de obra adquiera mayores habilidades por la adquisición de aprendizajes, ya que desde la perspectiva de la industria manufacturera, que es un sector donde potencialmente se realizan cambios tecnológicos,

los trabajadores requieren de cierto nivel de habilidades, lo cual continuamente contribuye de forma eficiente en el crecimiento de la producción.

La importancia para la empresa de asignar recursos en capacitación de los trabajadores consiste en que aprenden a desempeñar nuevas tareas y rutinas de trabajo; además esto les permite reforzar los conocimientos, destrezas, capacidades y habilidades que son adquiridas por la experiencia en el pasado, destrezas que dependen en cierta medida de la capacidad de las tecnologías puestas a disposición de los negocios en beneficio de los empleados.

La hipótesis que se prueba es que el cambio tecnológico, cuando aumenta el trabajo en habilidades laborales, al hacer más productivo el proceso de producción, impulsa el crecimiento de la producción en la industria, lo cual hace que a su vez se requiera de una mayor demanda laboral con estas características.

Algunos estudios, como el de Prakash y Sandeep (2013) sobre inversión en tecnología por parte de las empresas, destacan que en la actualidad las inversiones en conocimiento y habilidades que se realizan en personal son tan importantes como las inversiones que se efectúan en capital físico; esto resulta favorable para la industria, porque ambas inversiones pueden ser complementadas, esto es, ante los retos de la competencia económica, para las empresas no puede excluirse una inversión de la otra, cuando el objetivo es la búsqueda de beneficios debido al crecimiento de la producción, y el crecimiento de la inversión depende de la inversión en capital.

A diferencia de la realización de inversiones en tecnología vinculada con el entrenamiento y capacitación directamente dentro de la empresa, de manera externa, éstas también recurren al mercado laboral para demandar trabajo con ciertas habilidades requeridas, situación que por la difusión del conocimiento en la industria, en muchos casos en las empresas los trabajadores vuelven a ser capacitados para el manejo de nuevas tareas y rutinas. En este sentido las habilidades continuamente se incrementan.

El planteamiento anterior se refuerza por lo que ya han explicado Aghion, Akcigit y Howitt (2013) y Lin (2009), quienes sostienen que cuando las empresas requieren de nuevos conocimientos, como mano de obra cualificada, lo hacen vía el mercado de trabajo, por lo que con el paso del tiempo, con la capacitación y el reforzamiento de las habilidades de los trabajadores estas cualificaciones pueden difundirse por los sectores de la economía y generar un círculo beneficioso de conocimientos en la industria, por el hecho de que las tecnologías que demandan los negocios se adaptan y generan economías de aglomeración, y que gracias a que las empresas se concentran en términos geográficos, de nuevo la tecnología y habilidades del trabajo se difunden, esto incentiva el crecimiento económico, los ingresos de los individuos y las economías locales.

Una de las razones de la demanda de trabajo cualificado en parte se debe a que el cambio tecnológico está sesgado hacia los trabajadores con mayores “destrezas observadas”, aunque también en aquellos que tienen “habilidades innatas no observadas”, como mencionan Aghion, Akcigit y Howitt (2013: 34). Es decir, la tecnología se adapta a los individuos que ya poseen ciertas habilidades, por tanto aumenta la demanda de trabajo de aquellos que mejor se adaptan a las nuevas tecnologías en que se ha invertido.

Puede decirse entonces que a medida que crece la capacidad tecnológica disponible en el proceso de producción a lo largo del tiempo, la trayectoria de las habilidades de los trabajadores será mayor, y por lo tanto el efecto que tiene la intensidad tecnológica en la productividad del trabajo va a tener implicaciones importantes en términos de la productividad, la eficiencia laboral, la disminución de los costos y la adopción de nuevas tecnologías que fomentan el crecimiento de la producción (Cascio y Montealegre, 2016).

El objetivo de este trabajo es proponer un modelo endógeno que describa la relación entre la inversión en tecnología y la mejora de las habilidades de la mano de obra, y las implicaciones que esto tiene en el crecimiento de la producción industrial.

Además de esta introducción, en la segunda sección se muestra el marco conceptual, en la tercera parte se definen los supuestos y las variables que se van a utilizar en el modelo, en la cuarta sección se presentan las soluciones de las ecuaciones construidas, en la sección quinta se plantea la estática comparativa de las principales ecuaciones encontradas, y en la sexta parte se presenta una simulación numérica con base en las ecuaciones, y finalmente las conclusiones.

2. Marco conceptual

Romer (1990) plantea que la inversión en conocimiento es aquella situación en la que las personas adquieren habilidades cuando gastan recursos en la obtención de nuevos conocimientos, lo cual es una vía para alcanzar mayores ingresos. Por ejemplo, la inversión en educación conlleva a un mayor capital humano, y éste a su vez contribuye al incremento de la productividad y a un mayor ingreso, situación que hace que el ingreso regrese de nuevo a la formación de capital humano adicional (Flabbi y Gatti, 2018).

En un caso particular, Lucas (1988) menciona que el conocimiento que acumulan las personas es porque lo aprenden de otras; por ejemplo, en la educación la inversión se realiza al aceptar pagar la matrícula a algunos maestros a cambio de alguna disminución del salario. De la misma manera, Aghion y Howitt (1992) enfatizan que la acumulación de habilidades puede obtenerse por los canales de la educación, la capacitación en el trabajo, la educación científica básica y las innovaciones tanto de producto como de proceso. Estas últimas están relacionadas con la mejora y calidad de los bienes y servicios y la aplicación de nuevos métodos de producción en las empresas. Así, la educación, la adquisición de conocimientos y habilidades es una cuestión que tiene que ver con la inversión de recursos tanto humanos como económicos por los individuos y las empresas.

Por otra parte, el concepto de habilidad que proponen Kumpikaite y Ciarniene (2008) permite establecer la idea aquí planteada. Desde el punto de vista de la empresa, mencionan que las habilidades están relacionadas con la capacitación laboral, como aquel “esfuerzo planificado por una empresa para facilitar el aprendizaje de los empleados por las competencias relacionadas con el trabajo; estas competencias incluyen: conocimiento, habilidades, o comportamientos que son críticos para el desempeño laboral exitoso” (p. 156), sin dejar de lado las tecnologías de la información y

la comunicación que cumplen un papel fundamental en las habilidades² de la mano de obra para el mejor desempeño de las tareas dentro de las empresas.

La Organización Internacional del Trabajo (2018: 22) ha planteado que las empresas al realizar inversiones en “aprendizaje de calidad” para los puestos laborales, pueden “recuperar los costos” que se incurren en la capacitación de empleados cuando logran aprender las tareas al hacerse relativamente más “productivos”, esto es, porque el beneficio de la mejora de la calidad del aprendizaje al hacer productivo el proceso de trabajo impacta en un mayor crecimiento de la producción. También refiere que los negocios pueden ahorrar en el proceso de reclutamiento, ya que el personal capacitado puede presentar menores tasas de rotación, y de esta manera pueden aprovechar los beneficios de contar con fuerza de trabajo capacitada.

Lerman (2014), por su parte, destaca la importancia que tiene la inversión de equipos modernos sobre el aprendizaje, como aquellas nuevas tecnologías e innovaciones que sirven al desarrollo del aprendizaje de la mano de obra, las cuales regularmente están a disposición de los trabajadores más cualificados en las empresas, como aquellos trabajadores técnicos o profesionales experimentados brindan el apoyo y soporte suficiente en la capacitación de aquellos nuevos puestos de trabajo que así lo requieren, esto con el objeto de hacer productivo el proceso de producción. Es decir, la inversión en tecnología ayuda a los entrenadores a poseer competencias técnicas sólidas en el área laboral, en la cual la empresa al capacitar a los empleados para ser más productivos, puede permitir recuperar la inversión realizada una vez que la mano de obra adquiere mayor experiencia. Asimismo, como menciona Lerman (2014), durante el periodo de aprendizaje, para los empleadores los costos de llevar a cabo esta actividad pueden resultar ser elevados, pero una vez que el trabajo adquiere experiencia, los beneficios económicos empiezan a verse reflejados en la misma. Aunque cabe mencionar que la mejora de la cualidad del aprendizaje va a depender de las nuevas tecnologías invertidas puestas a disposición de los técnicos profesionales, lo que finalmente va a tener una contribución importante en la senda de expansión de la producción en la industria.

En las últimas décadas, debido a la expansión del progreso tecnológico, las empresas han realizado mayores inversiones en tecnologías de la información y comunicación (TIC) debido a la hipótesis de la disminución del costo del capital en relación con la mano de obra (Autor, Dorn, Katz, Patterson y Van Reenen, 2019), lo cual ha impulsado una caída de los precios de equipos de capital vinculados con las TIC; esto ha permitido a las empresas tener mayor acceso a las mismas. Esto ha hecho posible, como mencionan Benedikt y Osborne (2003), que durante los últimos años la disminución de los precios de las tecnologías (computadoras, robots industriales, tecnologías digitales, maquinaria de control numérico informático, etc.) ha hecho que las empresas alrededor del mundo ahora tengan un mayor acceso, lo que hace que

2 Es necesario aclarar, de acuerdo a los autores y teorías revisadas, que el aprendizaje, es un medio para adquirir mayores habilidades laborales, por lo que, el interés general es estudiar el concepto de habilidad y su relación con el aprendizaje.

continuamente esté mejorando la productividad del trabajo. Esto ha propiciado la realización de inversiones en tecnologías que están siendo incorporadas a los procesos de producción, para el desarrollo de habilidades de los trabajadores, esto ha hecho que la experiencia de la fuerza de trabajo cambie cuando se invierte en capacitación del personal. En este sentido, esto ha permitido manipular con mayores destrezas el proceso de trabajo, lo que conduce a que las habilidades de la mano de obra crezcan en proporción a la inversión destinada en nuevas tecnologías.

Así pues, cuando las empresas invierten en nueva tecnología, como innovaciones de proceso, que hacen mejorar los métodos de producción, ello hace que la inversión en tecnología permita a las empresas obtener “externalidades naturales” (Romer, 1986). No obstante, este proceso es posible sólo si se invierte en mecanismos para que los trabajadores conozcan, aprendan y desarrollen las nuevas tareas creadas por la nueva tecnología implementada en la producción. A nivel organizacional, mencionan Prakash y Sandeep (2013) que estas inversiones en tecnología que son realizadas en aquellas actividades como investigación y desarrollo (IyD), tecnologías de la información y la comunicación, la educación, y otras como la movilización del capital humano entre las regiones, son variables fundamentales que ayudan a entender el crecimiento económico.

En el sector industrial, con el desarrollo tecnológico, como lo es la automatización, de manera continua, así como ha destruido algunos puestos de trabajo, ha creado nuevas tareas de producción que se asignan al capital y al trabajo, lo cual ha tenido cambios importantes en la demanda de mano de obra y la productividad, como sostienen Acemoglu y Restrepo (2019) bajo el argumento de que la tecnología al crear nuevas tareas, nuevos puestos laborales, la fuerza de trabajo va a seguir teniendo ventajas comparativas en la medida en que la mano de obra siga capacitándose y poniéndose a la vanguardia del manejo de tales tecnologías que les permita tener un dominio y control sobre ellas, por el hecho de que las empresas al estar incentivadas por la búsqueda de mayor valor agregado, el trabajo cualificado y el uso de tecnología es determinante en ello.

También la inversión en nuevas tecnologías ayuda a reforzar las tecnologías pasadas, de tal manera que en la industria continuamente el capital busca reforzarse en términos tecnológicos, acumulación en *stock* de capital nuevo, lo cual significa que en su trayectoria temporal el capital basado en tecnología moderna se está complementando con nuevas habilidades y destrezas de la mano de obra, y al estar asociado esto con la fuerza de trabajo, siempre se están potenciando las habilidades de la mano de obra cuando las empresas invierten en innovaciones que promueven las cualidades del trabajo (Autor, Levy y Murnane, 2003).

Existen algunos estudios, como el de Mankiw, Romer y Weil (1992) que construyen modelos que incluyen el capital humano como una variable determinante sobre el crecimiento económico, en el que modelan la inversión en capital físico y humano en funciones de producción para observar la evolución de la economía. Muestran que la producción *per cápita* depende principalmente del capital físico y humano. Lucas (1988), por otro lado, desarrolla un modelo en el que relaciona las habilidades de un

trabajador con el gasto en educación; de igual forma esta variable afecta el crecimiento de la producción de la economía de Estados Unidos.

En estos modelos el capital humano está definido por inversión en educación por parte de los individuos, a diferencia de lo que se plantea aquí; es inversión en tecnología por parte de las empresas lo que favorece las habilidades de los trabajadores, teniendo esto implicaciones positivas en la producción por trabajador en la industria.

3. Supuestos del modelo

En el modelo se plantea una economía competitiva donde el tiempo es continuo, por lo que la economía dispone en cualquier momento del tiempo de los factores de producción. Las empresas son homogéneas en el sector industrial y producen un bien final (Y). Cada empresa contrata una cantidad de trabajadores homogéneos que ofrecen sus servicios del trabajo (L) y disponen de una cantidad de capital (K); por simplicidad, no hay depreciación del capital; además, cada empresa en la industria cuenta con un nivel de tecnología (A) que refleja la productividad de los factores.³ Se considera que los trabajadores adquieren habilidades (Z) que aumentan el trabajo, donde (Z) es una función del factor trabajo (L). El modelo supone rendimientos constantes a escala, en el sentido de que si se duplican los factores de producción, se duplica la producción en la misma proporción; los coeficientes (α) están entre cero y uno, las empresas⁴ están compuestas de $i = 1, \dots, n$. Haciendo uso del enfoque Cobb-Douglas, la función de producción es la siguiente:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)Z(t))^{\alpha-1} \quad (1)$$

En esta economía competitiva los ingresos de los factores se pagan por los productos marginales de los mismos, que son la tasa de interés real (r) pagado por el producto marginal del capital y los salarios (w) que se pagan por el producto marginal del trabajo. Las empresas obtienen beneficios económicos (π) por la diferencia entre el ingreso de las ventas del bien final y los costos de los factores de producción de acuerdo con la ecuación correspondiente:

$$\pi(t) = pF(K(t), A(t)L(t)) - w(t)L(t) - r(t)K(t) \quad (2)$$

Las empresas en esta economía realizan inversiones en capital con contenido tecnológico (I) puesto a disposición de la mano de obra. La tasa de inversión en tecnología

3 En esta economía se considera una función de producción del tipo $Y=F(K, AL)$ en el que, la tecnología A es aumentador de trabajo como lo hace Solow en su modelo de crecimiento económico. Donde A es el remanente de Y , K y L siendo este la productividad total de los factores.

4 Por simplicidad, se va a considerar construir el modelo para el conjunto de las empresas, tomando en cuenta que la industria está compuesta por cada una de las empresas $i = 1, \dots, n$, sin considerar el subíndice en el agregado que está representado por una empresa en el sector industrial.

es realizada porque afecta a la tasa de producción de la industria en cada periodo del tiempo. Así, los cambios en (I) tienen efectos directos en los cambios de producción del bien final (Y) , en el sentido de que la producción crece cuando se incrementa la tasa de inversión. Se considera que las empresas dedican una proporción de la producción a la inversión en nuevas tecnologías que aumentan el aprendizaje (N) de cada trabajador (L) en el sentido de que (N) multiplica la inversión, (N) es constante en el tiempo, se establece que $0 < N < 1$. Se incluye una variable (M) que mide la cualidad del aprendizaje (N) . (M) está relacionada con la producción por trabajador (Y/L) , de esta manera una alta producción por trabajador eleva la cualidad del aprendizaje.⁵

Se considera que las habilidades (Z) del trabajo son una función del aprendizaje acumulado (N) en el tiempo que llegan a adquirir los trabajadores durante el proceso de trabajo, además de los conocimientos que han obtenido a lo largo de su vida. De esta manera, cuando las empresas invierten en tecnología, como en tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un trabajador llega a alcanzar niveles altos de destreza que lo hacen ser más hábil en el proceso de producción, porque adquiere mayor experiencia en tareas que constantemente integran estas tecnologías, lo cual lo hacen relativamente más productivo, esto favorece a la empresa en la producción. La función de habilidades del trabajo es:

$$Z(t) = G(N(t)) \quad (3)$$

donde (Z) son las habilidades y (N) es una fracción del producto que se invierte en capacitar a la mano de obra para la adquisición de aprendizajes. De esta manera, se va a contar con el flujo de inversión en capital $I(t)$ en las TIC que forma parte de la formación del capital de la empresa, esto es porque aumenta el *stock* dado de capital en el tiempo. Aquí, el argumento es que la inversión es el cambio del *stock* de capital en el tiempo $I(t) = \frac{dK}{dt}$. De tal manera, que estableciendo una tasa de formación de capital $\frac{dK}{dt}$ éste es igual a la tasa de flujo de inversión en tecnología en el tiempo $I(t)$. Como ya se ha hecho mención, el cambio de la tasa de inversión en tecnología $I(t)$ afecta en la misma proporción al cambio de tasa de producción en el sector industrial; entonces esto se puede expresar como:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI}{dt} \cdot \frac{1}{N} \quad (4)$$

donde $N \neq 0$, el cociente $1/N$ va a multiplicar la tasa de inversión en tecnología que hace que sea proporcional a la tasa de producción (Y) en la trayectoria temporal.

5 La cualidad del aprendizaje (M) tiene que ver con aquella situación en la que la inversión en tecnología esta puesta a disposición de personal técnico y profesional que utilizan las tecnologías; como técnicos, ingenieros, trabajadores cualificados, personal de recursos humanos, etc. que ya alcanzaron un alto nivel de aprendizajes, enseñan e incentivan a que los empleados alcancen un mayor nivel de habilidades.

Se considera que la tecnología tiene el potencial de incrementar la producción en un valor de θ , cuando $\theta > 1$. Así, cuanto mayor es θ la producción siempre será mayor. Este parámetro tiene que ver con la magnitud o capacidad para que la tecnología contribuya al mantenimiento de una producción elevada. Es decir, el capital es potencialmente capaz de aumentar la producción a un ritmo elevado.

Por otro lado, el parámetro τ va a medir la capacidad de la tecnología en el proceso de producción, que está dada por:

$$\tau = \frac{\theta}{K} \quad (5)$$

donde: τ mide la capacidad tecnológica del capital. Este parámetro crece a una tasa constante y es mayor que la unidad. De esta forma tenemos:

$$\theta = \tau K \quad (6)$$

Por (6), el capital τK de la empresa tiene la capacidad de llevar a cabo una mayor producción de bienes finales contenidos en tecnología. Con esto, al tomar diferenciales en ambos lados de (6) se tiene:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{dK\tau}{dt} \quad (7)$$

O lo que es igual,

$$\frac{d\theta}{dt} = \tau I \quad (8)$$

La estabilidad en la industria se alcanza cuando hay una capacidad de producción elevada en general para todas las empresas. Esto es así porque el producto potencial es obtenido con una capacidad tecnológica elevada que hace se realice una mayor producción en un periodo de tiempo determinado. En este caso, el potencial tecnológico va a hacer que $Y = \theta$, que es un punto de máxima capacidad de la producción, es decir, la producción de manera continua se expande. Por tanto, por los cambios en la capacidad de producción en el tiempo se puede cambiar a la siguiente expresión:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{d\theta}{dt} \quad (9)$$

Esta proporción va a medir la producción potencial alcanzada por la capacidad de la tecnología que se obtiene por la inversión para aumentar la producción en el tiempo.

4. Solución del modelo

El modelo primero se resuelve para la inversión, para obtener el punto de estabilidad de la inversión en tecnología, y luego en la siguiente sección se resuelve para el modelo de producción; el objetivo es obtener la tasa exponencial de la variable de aprendizaje para encontrar un balance en la inversión, para finalmente encontrar la producción por trabajador que es afectada por la eficiencia del aprendizaje de los trabajadores en la industria. Posteriormente se va a tomar esta última ecuación de producción por trabajador para evaluar la cualidad del aprendizaje del trabajo.

4.1. Solución de la inversión en tecnología

Para obtener la trayectoria del aprendizaje del trabajo por la inversión en tecnología, se toman las ecuaciones (4) y (8) anteriores para obtener el nivel de equilibrio:

$$\frac{dI}{dt} \cdot \frac{1}{N} = \tau I \quad (10)$$

La trayectoria de inversión en tecnología se obtiene solucionando el equilibrio siguiente:

$$\int \frac{1}{I} \frac{dI}{dt} dt = \int \tau N dt \quad (11)$$

Integrando, se llega al siguiente resultado:

$$I(t) = I(0)e^{\tau N t} \quad (12)$$

Esta expresión mide la trayectoria de inversión en capital con contenido tecnológico en el tiempo; por suposición se toma a $I(0)$ como la inversión inicial en la industria. Así por ejemplo, en el periodo de un año, cuando $t = 1$ la inversión es $I(1) = e^{\tau N}$. En el nivel en el que la producción es igual a la capacidad tecnológica de esta economía, la inversión crece exponencialmente a la tasa $\tau N t$ a lo largo del tiempo. Así, cuanto mayor es la capacidad de tecnología en el proceso de trabajo τ y los recursos dedicados al aprendizaje (N) mayor es la tasa de crecimiento de la tecnología requerida para llevar a cabo el proceso de producción.

4.2. Solución de la producción

Una vez que se ha encontrado la manera de medir la tasa exponencial del aprendizaje $\tau(N)$, se puede establecer una forma funcional del aprendizaje partiendo de la función de habilidades del trabajo $Z = G(N)$. Como ya se ha hecho mención, las habilidades de un trabajador representativo están en función de los aprendizajes que se adquieren

por los recursos que se dedican al mismo en la empresa, y los que son adquiridos a lo largo de la vida. Ahora, si se multiplica el trabajo $L(t)$ por la tasa de inversión en tecnología⁶ (12), se obtiene:

$$Z(t) = e^{\tau(N)} L(t) \tag{13}$$

En esta última expresión $\tau(N)$ va a reflejar una medida de eficiencia del trabajo con t años de (N) aprendizajes en relación con dos casos opuestos: con alto aprendizaje $\tau(0.99)$ y con muy pocos aprendizajes $\tau(0.01)$. En este sentido, un trabajador se vuelve más eficiente en términos laborales a medida que adquiere nuevas habilidades a lo largo del tiempo. El crecimiento de la eficiencia del aprendizaje por trabajador cuando $t = 1$ es $e^{\tau(N)}L = e^{\tau(N)}L$. Asimismo, cabe mencionar que la expresión (13) al reflejar la medida de habilidades adquiridas por el trabajo, se debe principalmente a la inversión en tecnología que realizan las empresas en la industria en adquisición de nuevo aprendizaje.

En esta economía el propósito es producir un bien final (Y) con contenido tecnológico empleando los factores de producción capital (K) y trabajo (L) y la eficiencia del aprendizaje de cada trabajador $e^{\tau(N)}L$ como ya se ha argumentado. Ahora, sustituyendo (13) en (1) se obtiene la función siguiente:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t)e^{\tau(N)})^{1-\alpha} \tag{14}$$

En esta expresión la producción (Y) depende del capital físico (K), la medida de productividad (A) aumentador de trabajo y la medida de eficiencia del aprendizaje $\tau(N)$. Se asume que el trabajo (L) es homogéneo en toda la industria y que una unidad de trabajo ha recibido (N) aprendizajes en t años. Puede notarse en (14) que si $\tau(N) = 0$ para toda (N) sin ningún aprendizaje, o $N = 0$, la función de producción sigue siendo la función de producción Cobb-Douglas estándar, sin que se diferencie el trabajo, por lo que ahora las habilidades de cada trabajador dependen del aprendizaje adquirido por cada uno de ellos, el cual es aumentador de trabajo en esta economía.

Al resolver para la producción, se considera que los factores de la producción se pagan de acuerdo con sus productos marginales; así, el producto marginal del capital es:

$$r(t) = \alpha K(t)^{\alpha-1} (A(t)L(t)e^{\tau(N)})^{1-\alpha} \tag{15}$$

La condición de equilibrio para la empresa, y en conjunto para la industria, es que la tasa de interés r es igual a su producto marginal. De igual manera se resuelve para el producto marginal del trabajo:

$$w(t) = \frac{(1 - \alpha)K(t)^\alpha (A(t)e^{\tau(N)})^{1-\alpha}}{L(t)^\alpha} \tag{16}$$

6 El lado derecho de la expresión (12) se ha obtenido de la forma que $R = \frac{I(t)}{I(0)}$, siendo $Z = R(L)$.

Donde (w) es el salario que reciben los trabajadores por su producto marginal. Puede notarse que el salario en esta economía depende de la eficiencia de las habilidades adquiridas por el trabajador. Si se resuelve para encontrar la cantidad óptima de trabajo para ver las variables y los parámetros inmersos en (L) en esta economía, se tiene:

$$L(t) = \left(\frac{1 - \alpha}{w} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(A(t)e^{\tau(N)} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} K(t) \quad (17)$$

De tal forma que la demanda de trabajo (L) depende de su inversa el salario (w), lo que implica que la demanda de trabajo aumenta cuando disminuye el salario; también es una función de la tecnología o del residuo de Solow (A), el capital (K), los parámetros del modelo (a) y la eficiencia del aprendizaje de los trabajadores $\tau(N)$. Es posible saber que la demanda de trabajo depende de qué tantos conocimientos y habilidades tengan los trabajadores en la industria, es decir, que aumentos de las habilidades del trabajo lleven a una mayor demanda del mismo en el sector; esto se muestra en la sección 5.

Ahora bien, para encontrar el nivel de producción (Y) que es obtenido por la capacidad de la tecnología, se resuelve para $K(t)$ en (15) y se sustituye en (14) y se obtiene:

$$Y(t) = \left(\frac{r}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} A(t)L(t)e^{\tau(N)} \quad (18)$$

Donde $Y(t)$ es el nivel de producción que depende de la tecnología (A) dada en la economía multiplicada por trabajo (L) veces el exponencial $\tau(N)$, que mide la trayectoria del aprendizaje. Ahora, si se divide entre $L(t)$ y se transforma a logaritmo natural la expresión (18) se logra obtener la producción por trabajador en el sector en términos de las variables establecidas, se tiene:

$$\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = \left(\frac{\alpha}{\alpha-1}\right) \ln\left(\frac{r}{\alpha}\right) + \ln(A(t)) + \tau(N) \quad (19)$$

Si se deja que $\frac{Y(t)}{L(t)} = y(t)$ se puede expresar de nuevo la ecuación como:

$$\ln(y(t)) = \left(\frac{\alpha}{\alpha-1}\right) \ln\left(\frac{r}{\alpha}\right) + \ln(A(t)) + \tau(N) \quad (20)$$

En esta última expresión (y) mide el crecimiento de la producción por trabajador, $\left(\frac{r}{\alpha}\right)$ es el crecimiento de la tasa de interés real que se paga por el capital dividida entre la participación del capital (α). Nótese que aquí como $0 < \alpha < 1$ entonces $\left(\frac{\alpha}{\alpha-1}\right) < 0$ por tanto $\left(\frac{r}{\alpha}\right) < 0$, entonces se tiene una relación negativa entre la producción por trabajador y la tasa de interés, lo cual concuerda con el análisis económico de que si sube la

tasa de interés, disminuye la inversión y por lo tanto la producción disminuye. Puede observarse además que (y) depende positivamente del crecimiento de la productividad (A) y de la eficiencia del aprendizaje del trabajo $\tau(N)$.

En general, puede mencionarse que la producción por trabajador depende de forma positiva en relación con la tecnología y el aprendizaje del trabajo con la que cuenta el sector industrial para hacer crecer potencialmente la producción en su trayectoria temporal, como ya se ha inferido, y de manera negativa, con la tasa de interés. Lo cual puede justificarse por el hecho de que la inversión en capital con contenido tecnológico que favorece las habilidades del trabajador decrece a medida que la tasa de interés (r) se incrementa.

4.3. Solución sobre la cualidad del aprendizaje

Una vez que ya se ha encontrado la ecuación (19), la cual describe la producción por trabajador en el sector industrial, que como ya se ha hecho mención, está relacionada con la tasa de interés, la productividad y con la eficiencia del aprendizaje, ahora se construye una ecuación que describa la cualidad del aprendizaje que esté relacionada con la producción por trabajador; con base en la descripción que se dio en las secciones 2 y 3 anteriores se puede establecer la siguiente ecuación:

$$M(t) = Q(t) \left(\frac{Y(t)}{L(t)} \right)^\eta \quad (21)$$

Donde (M) es la cualidad del aprendizaje; mide el nivel del aprendizaje; en este caso cuando es alto, la tecnología invertida puesta a disposición del proceso de trabajo es utilizada por profesionales o personal altamente cualificados que se encargan de la capacitación de la mano de obra para que alcancen mayores habilidades; (Q) es una proporción de la productividad que es positiva, siempre $Q > 0$, Y/L es la producción por trabajador y η es un parámetro que mide la magnitud de la producción por trabajador en determinada empresa en la industria; así $0 < \eta < 1$, entre más grande es η , el efecto de la producción por trabajador sobre la cualidad del aprendizaje es mayor. La expresión (12) indica que cuanto mayor es la producción por trabajador, más alta es la cualidad del aprendizaje que recibe un trabajador.

Ahora bien, si se hace abstracción del capital, y se supone que la producción del sector depende solamente del factor trabajo para observar los efectos de la cualificación del aprendizaje sobre la producción por trabajador, podrá observarse que la cualidad del aprendizaje (M) puede multiplicar las habilidades del factor trabajo (Z); así la ecuación (1) puede escribirse:

$$Y(t) = A(t)M(t)e^{\tau N} L(t) \quad (22)$$

En esta expresión la eficiencia del aprendizaje del trabajo $e^{\tau N} L(t)$ está relacionada con la cualidad del aprendizaje $M(t)$ y la tecnología $A(t)$. Ahora, si se sustituye (21) en (22) resulta:

$$Y(t) = A(t)Q(t) \left(\frac{Y(t)}{L(t)} \right)^\eta e^{\tau N} L(t) \quad (23)$$

Puede notarse que ahora la eficiencia del aprendizaje del trabajo multiplica la producción por trabajador. Ahora bien, una relación que interesa mostrar es la contribución del aprendizaje y todos los demás elementos sobre la producción por trabajador, para ello la expresión (23) se divide entre $L(t)$; lo que resulta es lo siguiente:

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = A(t)Q(t) \left(\frac{Y(t)}{L(t)} \right)^\eta e^{\tau N} \quad (24)$$

Lo que describe esta expresión es que una alta producción por trabajador está relacionada con la cualificación de la eficiencia del aprendizaje por trabajador en el sector. Esta última ecuación también puede ser transformada de la siguiente manera:

$$\ln(y(t)) = \left(\frac{1}{1-\eta} \right) [\ln(A(t)) + \ln(Q(t)) + \tau N] \quad (25)$$

Esta expresión resulta similar a la ecuación (20). El crecimiento de la producción por trabajador depende del crecimiento de la productividad A , la constante Q y la eficiencia del aprendizaje de la mano de obra τN y el parámetro de magnitud de la producción por trabajador η . Puede notarse que como $0 < \eta < 1$, $\left(\frac{1}{1-\eta}\right) > 0$ lo que resulta que $\left(\frac{1}{1-\eta}\right)^{\tau N} > 0$. Este término indica la importancia relativa que tiene la cualidad del aprendizaje vinculada con intensidad tecnológica sobre la producción por trabajador en el sector industrial. Es fácil saber, derivando la ecuación (25), que cuanto más alto sea η la producción por trabajador $\ln(y(t))$ aumenta; del mismo modo, incrementos en la eficiencia del aprendizaje del trabajo τN hacen que la producción por trabajador $\ln(y(t))$ aumente para todo el sector industrial.

5. Estática comparativa

Empleando las ecuaciones (16), (17) y (20) se puede hacer un análisis de estática comparativa de los valores óptimos para obtener los signos de las tasas de cambio y ver las implicaciones cualitativas que tienen los parámetros del modelo sobre las variables correspondientes a dichas ecuaciones. En la tabla siguiente se muestran los resultados de las derivadas parciales de las ecuaciones correspondientes.

Tabla 1
Estática comparativa de las ecuaciones principales

<i>Variable dependiente</i>	ΔN	$\Delta \tau$	Δr
Δw	(+)	(+)	0
ΔL	(+)	(+)	0
Δy	(+)	(+)	(-)

Fuente: elaboración propia basada en los cálculos de las ecuaciones.

En la tabla se pueden observar los cambios de las variables dependientes en la primera columna, y los cambios en los parámetros, y variables independientes en las siguientes tres columnas a la derecha, con los signos esperados respectivos. Puede observarse que cuando $0 < \alpha < 1$, un aumento del aprendizaje del trabajador (N) lleva a un aumento del salario (w) de los trabajadores, por el hecho de que la industria paga mayores salarios a medida que los trabajadores están mayormente cualificados.

Por su parte, el aumento del aprendizaje de los trabajadores (N) aumenta la demanda de trabajo (L). Es un hecho que las empresas tienen incentivos por demandar trabajo cualificado cuando requieren aumentar la productividad. Asimismo, el aumento del aprendizaje de los trabajadores (N) aumenta la producción por trabajador (y) como ya se había inferido. Puede notarse también que la producción por trabajador en el sector crece en proporción inversa a la tasa de interés, porque disminuye la inversión.

6. Simulación sobre la trayectoria de inversión de tecnología en habilidades laborales en el sector industrial

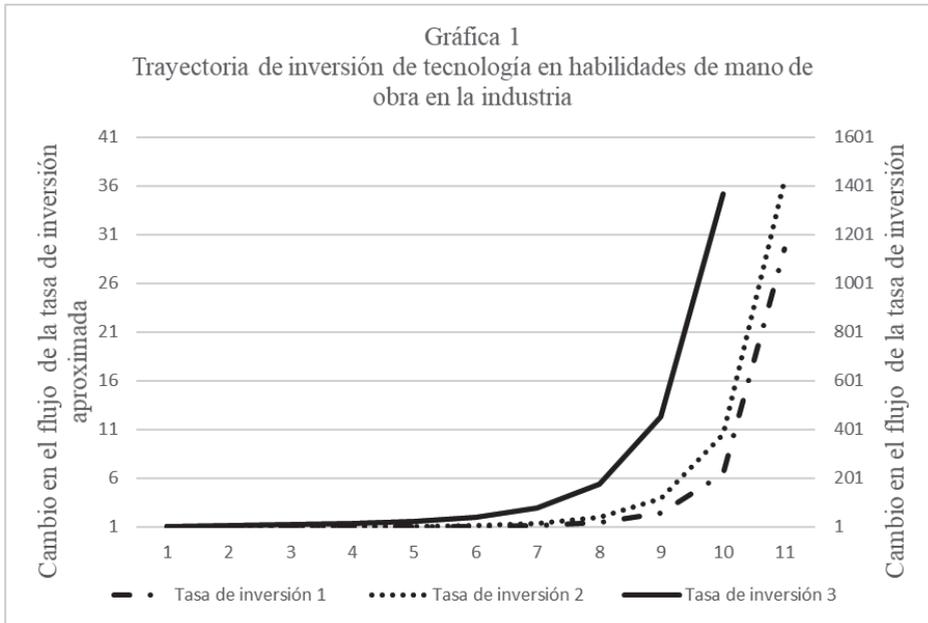
Con la ecuación de la tasa de inversión en tecnología $I(t) = I(0)e^{\tau Nt}$ para la industria obtenida en (12), se definen valores numéricos y aproximados en los parámetros: capacidad de la tecnología en la producción τ y para N la proporción del producto que se asigna a la inversión en aprendizajes de la mano de obra para observar el comportamiento que tienen sobre la proporción del flujo de inversión en tecnología $I^{(t)}/I(0)$ en su trayectoria. Se sabe que $\tau > 1$ y $0 < N < 1$, se toma un periodo de una década. En la tabla 2 se muestran los valores asignados a estos parámetros:

Tabla 2
Trayectoria de inversión en tecnología en la industria ($h = 0.02$ en N)

<i>Tiempo</i>	<i>Valores de τ</i>	<i>Valores de N</i>	<i>Cambio de flujo de la tasa de inversión anual (1)</i>
0	1.2	0.02	1.00
1	1.4	0.04	1.06
2	1.6	0.06	1.21
3	1.8	0.08	1.54
4	2.0	0.10	2.23
5	2.2	0.12	3.74
6	2.4	0.14	7.51
7	2.6	0.16	18.39
8	2.8	0.18	56.37
9	3.0	0.20	221.41
10	3.2	0.22	1141.39

Fuente: elaboración propia. Valores de los parámetros capacidad del capital tecnológico y proporción de inversión en aprendizaje durante $t = 0,1,2,\dots,10$.

En la tabla se puede observar que los valores de τ la capacidad de la tecnología en la producción, en el año 0 es de 1.2 y en el décimo año tiene un valor de 3.2, el cual aumenta a una razón de 0.2. De igual forma N la inversión en aprendizaje crece a una razón $h = 0.02$, que multiplicados estos valores por el tiempo en años t , se obtiene el cambio de flujo de la tasa de inversión anual (1) en la tabla 1 para el sector industrial, el cual crece a una tasa exponencial. Se observa en la tabla que cuando τ aumenta en proporción en valores de 0.2, y N en 0.2, la trayectoria de inversión que se necesita para la producción crece a una tasa exponencial cada vez más alta a medida que aumenta el tiempo, como también se observa en la gráfica 1, la tasa del flujo de inversión crece a la tasa exponencial τN , esto implica que el crecimiento de la tasa de inversión debe crecer a un ritmo elevado igual al que crece la eficiencia del aprendizaje de la mano de obra τN a lo largo del tiempo.



Fuente: elaboración propia con datos de las tablas 1 y 2.

Ahora, con la misma ecuación de inversión (12), ahora se elige mantener constante τ la capacidad del capital tecnológico en un valor de 1.1 durante los 10 años, mientras que N aumenta a una razón de 0.06, que es tres veces más grande que la tasa $h = 0.02$ anterior, como se observa en la tabla 2, la trayectoria de inversión, que en la gráfica 1 representa la curva de la tasa de inversión 2, crece a una tasa exponencial mucho más rápido que la tasa de inversión 1 anterior, lo que pudiera significar que aunque la capacidad del capital permanezca constante en la industria, a medida que crecen las habilidades de la mano de obra, la trayectoria de inversión que requiere el sector debe crecer a la tasa exponencial τN para que el sector alcance una producción potencial elevada.

Hasta ahora se ha utilizado la ecuación exponencial exacta (12); si se realiza una curva de solución numérica o aproximación de la ecuación exacta con la misma información de la tabla 2, comenzando por los valores iniciales $t = 0$, $N = 0.06$ y $\tau = 1.1$, el cambio de flujo de la tasa de inversión aproximada (3) en el periodo 0 es igual 1, como se esperaba; véase la tabla 3.

Tabla 3

Trayectoria de inversión en tecnología en la industria ($h = 0.06$ en N)

Tiempo	Valores de τ	Valores de N	Cambio de flujo de la tasa de inversión anual (2)	Cambio de flujo de la tasa de inversión anual (Aproximación) (3)	Error absoluto	Error porcentual
0	1.1	0.06	1.00	1.00	0.0	0.0
1	1.1	0.12	1.14	1.06	0.1	7.1
2	1.1	0.18	1.49	1.13	0.4	24.1
3	1.1	0.24	2.21	1.22	1.0	44.8
4	1.1	0.30	3.74	1.33	2.4	64.5
5	1.1	0.36	7.24	1.55	5.7	78.5
6	1.1	0.42	15.99	1.99	14.0	87.6
7	1.1	0.48	40.29	2.95	37.3	92.7
8	1.1	0.54	115.82	5.37	110.4	95.4
9	1.1	0.60	379.93	12.31	367.6	96.8
10	1.1	0.66	1,422.26	35.11	1,387.1	97.5

Fuente: elaboración propia. Valores de los parámetros capacidad del capital tecnológico y proporción de inversión en aprendizaje durante $t = 0, 1, 2, \dots, 10$. La cuarta columna representa el valor real de la ecuación (12) y la quinta columna la ecuación aproximada de la misma ecuación (12).

Utilizando el método numérico de aproximación,⁷ en el que el resultado del periodo anterior se suma a la información del periodo siguiente y así sucesivamente, se obtiene la tasa de inversión (3) de manera aproximada como se observa en la gráfica 1; la inversión crece a una tasa menor, pero más estable, la cual depende del tamaño de la razón de cambio a la que crecen las habilidades por los aprendizajes en la trayectoria temporal $h = 0.06$.

Los resultados de la tabla 3 establecen que entre la tasa de inversión aproximada (3) y la tasa de inversión exacta (2), durante este periodo siempre hay una diferencia, esto es, va a indicar un error que aumenta a medida que crece la razón de h ; la proporción de la producción que se destina a la capacitación de los trabajadores o aprendizaje, el error tiende a disminuir a medida que h también disminuye, pero esto hace que también disminuya la trayectoria de la tasa de inversión. La interpretación va en el sentido de que el sector para alcance de una producción potencial a lo largo del tiempo, la tasa de inversión debe crecer en relación con la capacidad del capital tecnológico veces las habilidades de la mano de obra τN a lo largo de la trayectoria temporal.

7 El lado derecho de la expresión (12) se ha obtenido de la forma que $R = I(t) / I(0)$, siendo $Z = R(L)$. El método de Euler es un proceso simple pero claro de aproximar mediante rectas tangentes la solución de la ecuación diferencial (12) que aquí se está empleando, el cual define de manera recursiva y por medio de la fórmula $y_{t+1} = y_t + hf(x_t, y_t)$ donde $x_t = x_0 + th$, $n = 0, 1, 2, \dots, 10$ la precisión de la ecuación aproximada, obteniendo así un error absoluto por la diferencia entre la ecuación exacta y la ecuación aproximada, el cual depende de los valores que se le den a h . Esta ecuación se observa en la tabla 2.

Es decir, para que la producción continuamente esté creciendo se tienen que dedicar recursos a la inversión de capital que favorezcan a las habilidades de la mano de obra en el sector industrial y a la capacidad del capital tecnológico, pero esto significa que siempre hay plena utilización de la capacidad de los recursos que se asignan en dicho sector, es por ello que se encuentra una diferencia creciente entre los flujos de la tasa de inversión τ y la tasa de inversión aproximada (2), como se muestra en la tabla 3.

Esto demuestra que al ser τ/N la eficiencia del aprendizaje, éste va a crecer exponencialmente en la medida que se dediquen suficientes recursos a esta actividad en el sector industrial a lo largo del tiempo; no obstante, si τ aumenta a un ritmo lento, y N es bajo, el crecimiento de la eficiencia del aprendizaje será menor y seguramente esto tendrá efectos significativos menores en la producción por trabajador, la cual va a crecer de manera lenta.

Conclusiones

Las implicaciones que tiene la inversión de capital en el proceso de producción concuerda con el hecho de que la inversión llevada a cabo por las empresas tiene como finalidad incrementar la producción por trabajador, cuando se asignan recursos que fomentan la eficiencia del aprendizaje que lleve a mayores habilidades de los trabajadores, sobre todo cuando se dedican suficientes recursos a aquellos rubros como capacitación de la mano de obra, va a contribuir al crecimiento de la producción en la industria de una manera mucho más significativa que cuando se dedican pocos recursos. Sin embargo, esto sólo es posible por la eficiencia de habilidades llevada a cabo por trabajadores que operan los procesos de producción haciendo uso de herramientas con contenido tecnológico, y cuando el aprendizaje de la mano de obra se refuerza con capacitación por parte de personal cualificado.

Los resultados corroboran el hecho de que los salarios y la demanda de trabajo en la industria aumentan cuando crece la eficiencia del aprendizaje del trabajo. También, cuando hay un crecimiento de las habilidades, esto lleva a un aumento del crecimiento de la producción por trabajador en esta economía competitiva. Por ello es que el capital humano sigue teniendo una importancia mayor en el crecimiento de la producción en actividades industriales, sobre todo cuando las empresas dedican recursos tecnológicos vinculados con la capacitación de la mano de obra que los hace ser más productivos.

Estos resultados evidencian que aunque se dediquen recursos al aprendizaje (N) para que el trabajo adquiera mayores habilidades, si la capacidad tecnológica τ es baja, la eficiencia del aprendizaje que requiere la producción para llevar a cabo un producto potencial va a tener un nivel bajo.

El proceso de producción requiere que la capacidad de la producción sea elevada para tener un ritmo de aprendizaje mayor y esto tenga implicaciones mayores en el crecimiento del producto por trabajador en esta industria.

Referencias bibliográficas

- Acemoglu, D., y Restrepo, P. (2019). *Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor*. National Bureau of Economics Research. *NBER Working Paper Series*, No. 25684, 2-31.
- Aghion, P., Akcigit, U., y Howitt, P. (2013). *What do we learn from Schumpeterian growth theory?* National Bureau of Economic Research. *NBER Working Paper Series*, No. 18824, 1-42.
- Aghion, P., y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2): 323-351.
- Arrow, K. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic of Studies*, 29(3): 155-173.
- Autor, D., et al. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 1280-1333.
- Autor, D., et al. (2019). The fall of the labor share and the rise of superstar firms. *Quarterly Journal of Economics*, pp. 1-105.
- Axmann, M. (2018). *Aprendizaje de calidad: Una perspectiva práctica para América Latina y el Caribe*. Uruguay: Organización Internacional del Trabajo (OIT), pp. 2-51.
- Benedikt, C., y Osborne, M. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?* Oxford University Programme on the Impacts of Future Technology, pp. 1-72.
- Cascio, W., y Montealegre, R. (2016). How Technology is changing work and organizations. *Annual Rev. Organ. Psychol. Behav.*, núm. 3, pp. 349-375.
- Flabbi, L., y Gatti, R. (2018). *A primer on human capital*. World Bank Group. Policy Research Working Paper, No. 8309, pp. 2-35.
- Kumpikaite, V., y Ciarniene, R. (2008). New training technologies and their use in training and development activities: Survey evidence from Lithuania. *Journal of Business Economics and Management*, 9(2): 155-159.
- Lerman, R. (2014). Do firms benefit from apprenticeship investments? Why spending on occupational skills can yield economic returns to employers. *IZA World of Labor*, núm. 55, pp. 2-10.
- Lin, J. (2009). *Technological adaptation, cities, and new work*. Federal Reserve Bank of Philadelphia, Research Department, Working Paper, No. 09-17, pp. 1-44.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, núm. 22, pp. 3-42. University of Chicago.
- Mankiw, N., Romer, D., y Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 408-437. Massachusetts Institute of Technology.
- Prakash, Y., y Sandeep, G. (2013). Knowledge and skill key to economic growth. *Indian Journal of Management Science*, III(2231-279X): 28-37.
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5): 1002-1037.
- . (1990). Endogenous technological change. *The Journal of Political Economy*, 98(5): 71-102. The University of Chicago Press.

Criterios de planeación para instrumentar políticas y estrategias en un proceso de reingeniería empresarial

FRANCISCO MORÁN MARTÍNEZ¹
ALEJANDRA URIBE RAMOS²

Resumen

La empresa es una entidad que sustenta en organizar y desarrollar actividades económicas de una rama o sector productivo en un sistema económico. En la organización de la empresa como corporación, se presentan circunstancias que requieren de toma de decisiones para resolver situaciones que requieren obtener recursos económicos para efectuar una renovación tecnológica o una reingeniería total de la empresa.

Para ello, es fundamental clarificar cuáles son los criterios de planeación que debe tomar en cuenta una empresa si requiere realizar un proyecto de inversión, ya sea para una reconversión tecnológica o un proceso total de reingeniería de la entidad productiva.

En este documento se describe cómo deben tomarse como marco de referencia o criterio fundamental, las políticas y estrategias en materia de política económica establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, así como los planes sectoriales y regionales, para determinar el contexto en que se desarrollan las actividades de la entidad económica. Se enfatiza el proceso de las diferentes etapas de la evaluación de proyectos para una reingeniería que contribuye a una toma más eficiente de la mejor alternativa de inversión.

Fecha de recepción: 14 de Octubre de 2020. Fecha de aceptación: 14 de Noviembre de 2020.

1 Profesor-investigador en el Departamento de Economía, CUCEA-UDG. Maestro en Evaluación Social de Proyectos. Perfil Prodep. Correo electrónico: fmoranmtez@hotmail.com

2 Profesora en el Departamento de Economía, CUCEA-UDG. Maestra en Administración de Negocios. Correo electrónico: alejandra.uribe.msn@gmail.com

Se concluye que en la eficiencia de la utilización de los recursos, no basta la incorporación de tecnologías adecuadas, sino también la existencia de condiciones políticas e institucionales que favorezcan la eficaz utilización de recursos con fines productivos.

Palabras clave: plan, planificación, programas sectoriales, reingeniería, evaluación financiera, evaluación económica.

Introducción

Un sistema económico se encuentra ligado a otros sistemas tales como: político, social, cultural e institucional, sustentado en un modelo de planeación como instrumento de política económica orientado hacia la obtención de un máximo crecimiento del producto interno bruto (PIB);³ para cumplir este objetivo se deben de tomar en cuenta determinados criterios que permitan determinar cuándo y dónde se requiere realizar inversiones, de acuerdo con una estricta jerarquización de su aporte al mencionado indicador económico. En este ámbito, los proyectos de inversión deben conformar los programas sectoriales o regionales ya que no pueden ser considerados aisladamente; se requiere contar con un marco de referencia general, tanto a nivel sectorial como a nivel regional. De tal forma que la política económica debe estar sustentada en las políticas y objetivos que plantea el Plan Nacional de Desarrollo para la instrumentación de un proceso de desarrollo económico, este criterio es básico para la selección de alternativas de inversión, tanto del sector público como en las empresas, que deberán aplicar criterios generales a una coyuntura determinada.

En este ámbito los proyectos de reingeniería o reconversión tecnológica deben determinarse en el contexto de los programas sectoriales o regionales, ya que no pueden ser considerados aisladamente. Esta política puede fortalecer:

La asignación de recursos considerando un ámbito geográfico.

Los programas operativos anuales (POA) que deben integrar los siguientes elementos:

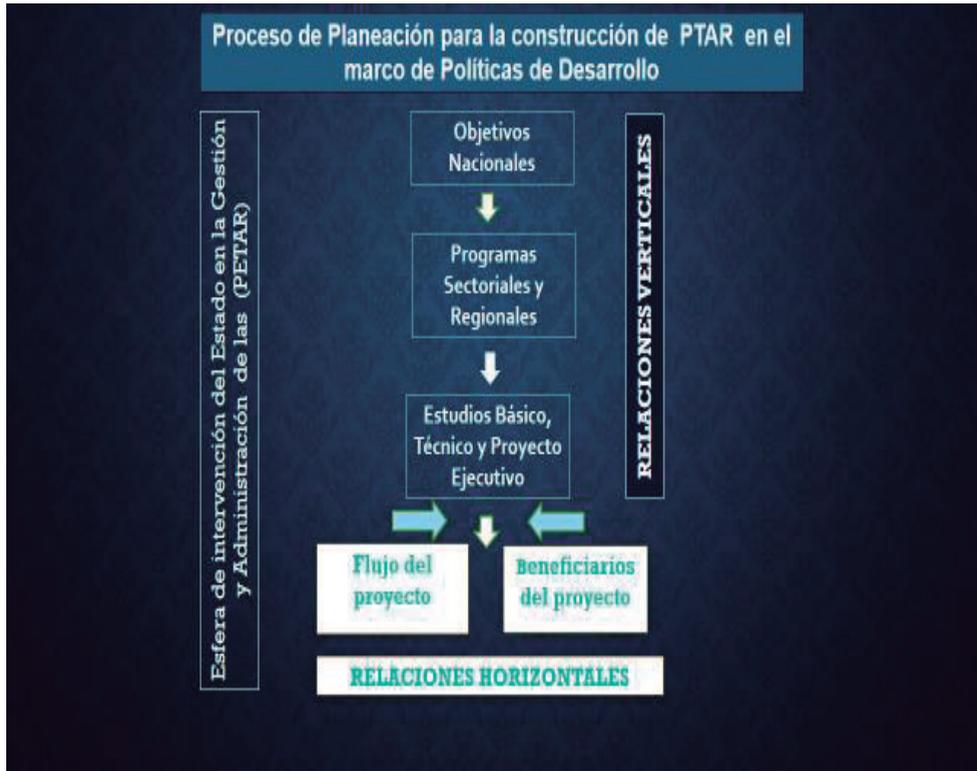
- Programas de estudios y proyectos.
- Programas de nuevas empresas.
- Propuestas de estrategias de reingeniería.

La eficiencia en la asignación de recursos radica en un esfuerzo de integración entre los aspectos conceptuales del desarrollo que van desde lo macroeconómico, hasta las fases ejecutivas y de operación, en lo microeconómico. Dentro de este marco están

3 Producto interno bruto (PIB). La producción de bienes y servicios del país, valorada en unidades monetarias en un periodo determinado, permite conocer el desempeño de los sectores que agrupan las actividades económicas. Esta variable es la base para medir la dinámica de la economía, tanto a nivel global como en forma desagregada para cada una de las actividades productivas. El crecimiento del PIB impacta favorablemente en el empleo, la recuperación de los salarios reales y el crédito doméstico. A través del PIB *per cápita* se determina la distribución del ingreso entre la población.

incluidos tanto las técnicas de programación global y sectorial como el estudio de integración de relaciones verticales y horizontales.

Figura 1



Fuente: elaboración propia, 2020.

El estudio y la integración de dichas relaciones permiten elegir los mejores proyectos de entre los que se han estudiado, contribuyendo de tal manera a los objetivos macroeconómicos. Es necesario entonces tener conocimiento adecuado del patrón adoptado de desarrollo, de las realidades políticas y económicas imperantes, y de las técnicas de análisis del proyecto.⁴

La planeación de estos programas no sólo corresponde al Estado, sino también al sector privado. El análisis de proyectos de reingeniería o reconversión tecnológica

4 El análisis de proyectos provee la interrelación necesaria entre los proyectos y los niveles factibles de actividad sectorial, para así tender a las metas en la actividad económica global de opciones concretas de inversión.

provee la interrelación necesaria entre los planes y los niveles factibles de actividad sectorial, para así tender a las metas en la actividad económica global.

I. Participación del Estado en la gestión de las empresas

La participación del Estado en la economía ha sido, sigue y seguirá siendo un tema muy debatido. El análisis macroeconómico pretende dar respuesta a preguntas tales como: cuáles deberían ser los volúmenes de inversión y de consumo. El análisis de programas y proyectos permite retroalimentar el estudio macroeconómico en cuanto a la factibilidad de alcanzar algunas de las metas propuestas.

Existen diferentes formas de intervención del Estado en la gestión de las empresas; el Estado deja que las empresas guíen y administren sus operaciones con criterios puramente financieros, aquellos que prevalecen en el sector privado. En el otro lado, donde se asume la política de mezcla de recursos, el Estado participa controlando mediante mecanismos de programación sus operaciones.⁵ Para cada sistema institucional y económico, sólo una de las alternativas de intervención será la apropiada.

En la alternativa de instrumentar un proyecto con un modelo de financiamiento de mezclas de recursos, por ejemplo: gobierno federal, cámaras industriales o en particular una empresa; en esta alternativa de mezcla de recursos es fundamental la participación de la banca de desarrollo, cuyo papel es precisamente el de fomentar el desarrollo económico del país vía el financiamiento de proyectos de los sectores tales como el agropecuario, industrial o de servicios. Desde el punto de vista económico, es considerado como el proceso de transformación estructural y a largo plazo del sistema económico, en función del aumento de los factores y/o su mejor utilización, buscando como objetivo un mayor ingreso *per cápita* de la comunidad, y en consecuencia, mejorar los niveles de consumo y del bienestar de la población.⁶

El Estado debe asumir la política de suministrar los objetivos de política económica y la banca de desarrollo debe asegurarse de que los proyectos aceptados para financiamiento cumplan con los estándares de evaluación y, por ende, sean los mejores para el país de entre todas las opciones consideradas.

Es tan ineficiente sólo considerar un proyecto sin sus alternativas, sólo hacer un examen técnico y financiero sin el económico, como que el Estado imponga proyectos a financieras sin sus correspondientes evaluaciones. La mejor medida para juzgar la eficiencia de la banca de desarrollo no es el número de proyectos financiados, lo cual no informa nada, sino el total de beneficios económicos de estos proyectos en relación con el total de recursos comprometidos. Con base en los resultados de las evaluaciones, el Estado puede guiarse para la asignación de prioridades sectoriales con los rendimientos por unidad de inversión en cada sector.

5 Entre dichos extremos existe un amplio rango de opciones de intervención que viran en cuanto a la forma y grado del control.

6 El sistema económico se encuentra permanentemente ligado al sistema político, al social, al cultural y al institucional.

Cuando un proyecto es financiado con una mezcla de recursos, el propósito fundamental de la empresa —independientemente del sector al que pertenezca— es coadyuvar al desarrollo del país en cuestión, mediante la labor eficiente de satisfacer su giro principal y específico. En estos casos los proyectos que se vean beneficiados con recursos fiscales o de la banca de desarrollo, de manera estricta deben apegarse a los objetivos de la política establecida en el Plan Nacional de Desarrollo (PND). Sin embargo, también se debe considerar que las empresas hagan su gestión y operación de su giro principal, sin importarle obligaciones ajenas. Además deben tener libertad de seleccionar tecnologías apropiadas económicamente, como a operar con precios competitivos.

En el caso de que los precios sean impuestos por el gobierno (generalmente por debajo de los costos de producción), la selección de proyectos, con base en criterios sociales, puede llevar a la empresa a requerir subsidios crecientes del Estado, reduciendo los fondos estatales que hubiera podido financiar otras actividades, posiblemente de mayor rendimiento social. Cuando el Estado considere en beneficio del interés popular que determinados productos o servicios públicos se otorguen a algunos grupos de usuarios a precios inferiores a sus costos, el Estado deberá asignar un subsidio por el monto correspondiente a la pérdida experimentada por la empresa y así no afectar su salud financiera.

Para evitar los problemas anteriores es necesario tener en cuenta que se deben usar criterios de eficiencia financiera. De tal forma que la selección de proyectos debe de cumplir dos tipos de pruebas: la financiera y la económica. Así, cada empresa debe tener su función objetivo y su giro específico, y mediante su gestión tiende a maximizar dicha función objetivo. Las empresas deben analizar con toda libertad sus opciones de inversión con base en las dos pruebas (la financiera y la económica), justificando, por un lado, su razón propia como empresa y la habilidad del proyecto de pagar sus costos, y por otro, la conveniencia de que no se utilicen los recursos en su proyecto y no en otro.

II. Enfoque global de unidad (empresa productiva)

La economía define a la empresa como un conjunto de recursos que se transforman en productos demandados por consumidores. Los costos con los que una empresa produce están regidos por la tecnología disponible, y la cantidad que produce y los precios a los cuales vende están influidos por la estructura de los mercados en los que opera.⁷

En un esquema de una unidad productiva todo está unido con todo y no debe variar la fuerza de los eslabones que une a una empresa en estudio, con la ejecución y con la operación.

7 Keat, Paul G. (2004). *La empresa y sus objetivos*, p. 27.

Figura 2



Fuente: elaboración propia, 2020.

Una empresa no se crea por generación espontánea. Así, pues, es recomendable llegar al periodo de instalación después de haber analizado con mucho cuidado los proyectos y estudios que justifiquen la mejor utilización de los recursos requeridos en una reingeniería o reconversión tecnológica.

En el proyecto de una reingeniería o reconversión tecnológica es conveniente adaptarse a los principios metodológicos del proceso de formulación y evaluación de proyectos de inversión, desde el punto de vista de una reingeniería o reconversión tecnológica.

El proyecto de ejecutivo debe contener un sistema de planeación y el lineamiento específico para se cumpla con las especificaciones de técnicas y su congruencia con las metas establecidas en la adjudicación de contrato de obra y los objetivos planteados en la ruta crítica de avances físicos y financieros.

La etapa de operación viene a corresponder al campo de la administración. La empresa debe hacer evaluaciones periódicas del tipo *ex-post* que sirve para hacer comparaciones con la evaluación *a priori* del proyecto original y en su caso determinar la conveniencia de establecer acciones de una reconversión tecnológica.

III. Estudio para el proceso de reingeniería

¿Cuándo iniciar un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica? Un proceso de reingeniería se debe implementar en los siguientes casos:

- a. Cuando exista la necesidad de: una implantación (instalación de una nueva unidad de producción), ampliación (por multiplicación o integración), modernización (por obsolescencia, mantenimiento de la misma capacidad), relocalización (por alteración de los precios de los factores).
- b. Cuando el empleo de determinada tecnología, método o proceso de trabajo para combinar los factores o utilizarlos en diferentes proporciones a fin de producir bienes y servicios, *resultan incosteables en unidades productivas*.
- c. Cuando el mercado de factores registra nuevas tendencias en el flujo de oferta o de demanda a raíz de un proceso de una apertura comercial.

El proceso de reingeniería se define como el establecimiento de objetivos y el diseño de un modelo de toma de decisiones, que permita seleccionar los medios adecuados para el logro de dichos objetivos. Las empresas en operación deben determinar la conveniencia de llevar a cabo una reconversión tecnológica o un proceso total de reingeniería.⁸

Esta disciplina surge con el objetivo de analizar las múltiples variables económicas, técnicas, financieras y administrativas. En la implantación (instalación de una nueva unidad de producción); en la ampliación (por multiplicación o integración); o en una conversión tecnológica (por obsolescencia).

El tipo de estudio es esencialmente práctico y de carácter interdisciplinario, que resulta de la combinación de principios básicos de economía, ingeniería, finanzas y administración. En la práctica, este proceso se debe sustentar en un diagnóstico de la situación actual de la entidad productiva, considerando el comportamiento histórico de los estados financieros. El proceso de estudio debe cumplir simultáneamente la conformación de los capítulos correspondientes: al estudio de mercado, aspectos técnicos, monto de inversiones, presupuestos de costos y gasto, alternativas de fuentes de financiamiento; así como la valoración sobre las implicaciones políticas e institucionales, las consideraciones ambientales y la organización de la empresa.⁹

Para valorar las acciones de un proceso de reingeniería se deberá considerar:

- La estimación del flujo de efectivo que resulta de las acciones consideradas a realizar y el costo de inversión, y en la etapa operativa las utilidades netas. Este proceso comprende las expectativas del diagnóstico de la demanda y precio del producto; la proyección de las utilidades futuras esperadas.

8 La elaboración de un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica se realiza aplicando un procedimiento técnico; o sea, un conjunto de relaciones científicas y responden a la selección de inversiones para lograr el óptimo crecimiento económico.

9 Los agentes que participen en un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica deben tener en cuenta qué política económica como parte de la selección de inversiones, que resulta de la aplicación de criterios generales de una coyuntura determinada.

- Las empresas deben asumir que la entidad productiva seguirá operando en el futuro. Es decir, la reconversión se lleva a cabo bajo el supuesto de continuidad. Los activos de la empresa se valúan considerando que seguirán siendo utilizados en el futuro y no se ajustan los valores a liquidación. Cabe señalar que los estados contables deben indicar claramente los criterios o bases seguidas para valorar los distintos renglones que conforman la estructura financiera de la empresa.
- Los estados financieros no sólo se utilizan como instrumentos de registro de operaciones con la finalidad de presentar la situación financiera de una empresa en un momento determinado. Es decir, a estos instrumentos se les deben dar un enfoque hacia el futuro, siendo el elemento auxiliar en la toma de decisiones de la planeación y control de todas las actividades de la empresa.
- En el proceso de reingeniería de una empresa, la proyección y análisis de estados financieros se enfoca en el registro y análisis de hechos que se producirán en el futuro; considerando para tal fin los criterios técnico-económicos sobre los cuales se piensa ejecutar un proyecto de reconversión tecnológica de la empresa. Para ello se deben integrar los siguientes elementos:

3.1. Diagnóstico financiero de la empresa

El análisis de estados financieros implica una comparación del desempeño de la empresa con el de otras compañías que participan en el mismo sector de negocios, el cual por lo general se identifica con base en la clasificación industrial de la compañía. Por lo común, el análisis se utiliza para determinar la posición financiera de la empresa, sus puntos fuertes y débiles actuales y sugerir acciones para que la empresa aproveche los primeros y corrija las áreas problemáticas en el futuro. Los estados financieros se pueden clasificar en estáticos o dinámicos; ejemplo de los primeros lo es el balance general, también conocido como estado de situación financiera. Los estados financieros dinámicos siempre se elaboran comprendiendo las operaciones realizadas en un periodo; muestra de éstos es el estado de resultados (o de pérdidas y ganancias), que se elabora comprendiendo las operaciones realizadas en un periodo.¹⁰

Un buen conocimiento de los aspectos esenciales de los estados financieros es deseable simplemente porque tales documentos y las cantidades que se derivan de ellos son el medio fundamental de comunicar información financiera tanto dentro de la empresa como fuera de ella.¹¹

El análisis financiero o diagnóstico de la empresa en el planteamiento de una reingeniería o reconversión tecnológica debe sustentarse en la evolución histórica de los estados financieros. En este análisis se planean generalmente varios objetivos. Uno

10 Besley, Scott. (2002). *Análisis de estados financieros*, pp. 95-97. Balance general muestra la posición financiera de una empresa en un punto específico en el tiempo. Indica las inversiones realizadas por una compañía bajo la forma de activos y medios a través de los cuales se financiaron los activos.

11 Los estados financieros son los documentos o reportes que se preparan con base en los registros contables y muestran el desempeño financiero de una empresa por un periodo determinado o la situación patrimonial a la fecha.

de ellos es evaluar desde el punto de vista privado las actividades productivas de una empresa llevadas a cabo por empresarios (análisis financiero privado), este proceso de análisis se debe desarrollar con el enfoque libre empresa; la participación de los empresarios se supone que estaría guiada por motivaciones de utilidad privada: Por otra parte, si los empresarios reciben crédito para la etapa productiva es importante saber si serán capaces de amortizar estos recursos. Este tipo de análisis es, también necesario, en el caso de agencias ejecutoras cuya evaluación financiera se realiza con estándares privados.

Como parte del diagnóstico de la empresa es conveniente incluir los métodos de evaluación simple. Entre ellos se encuentran: tasa promedio de rentabilidad (TPR), la cual no considera el valor del dinero en el tiempo y utiliza información derivada de estados financieros, como el balance general y el estado de resultados. Este método se basa en procedimientos contables y se define como la relación que existe entre el promedio anual de las utilidades netas y la inversión promedio de un proyecto.¹² Esto es:

$$\text{TPR} = \frac{\text{UNP}}{\text{IP}}, \quad \text{en donde:}$$

TPR = tasa promedio de retorno.
UNP = utilidad neta promedio.
IP = inversión promedio.

El diagnóstico de la situación actual debe mostrar la tendencia de los balances y estados de resultados consolidados. Este paso comprende la determinación del flujo de efectivo para determinar los beneficios, y en función de este parámetro se pueden tomar las decisiones de rubros y montos de inversión en un proceso de reingeniería.

3.2. Cuantificación del flujo de inversiones

Todas las erogaciones a realizar tienen características de inversión de capital. Suelen clasificarse en inversiones fijas, diferida y capital de trabajo. En algunos casos las inversiones se realizan solamente en el periodo inicial; en otros, se suceden a través de periodos más o menos largos. Toda inversión debe estar suficientemente detallada y justificada con cotizaciones.

La distinción fundamental entre inversión fija y capital de trabajo, se refiere a sus respectivas velocidades de circulación. El capital de trabajo circula dentro de un periodo corto, generalmente de un semestre a un año. En cuanto a la inversión fija, circula en un periodo más largo; ejemplo, en proyectos industriales, cinco o 10 o más años, tiempo necesario para que se cumpla la recuperación de la inversión.¹³

El flujo de inversiones en un proceso de reconversión tecnológica queda constituido por los siguientes rubros de inversión:

Inversión diferida. Evaluación de la idea de inversión, estudios básicos, estudios de prefactibilidad, estudio de factibilidad, gastos de organización y puesta en marcha.

12 Hernández Hernández, Abraham. (2005). *Evaluación financiera*.

13 Stanford Research Institute (1976).

Inversión fija. Terrenos, construcción de áreas de producción; maquinaria y equipo de producción; equipo de captación y planta de tratamiento de aguas residuales, subestación eléctrica, fletes y seguros, montaje e instalación, equipo de transporte, mobiliario y equipo de oficina.

Activo circulante (o) capital de trabajo. Se indican aquí las fuentes de fondos previstos, incluyendo aportes de capital. Se deben especificar los calendarios de los aportes y las contrataciones de préstamos y planes de amortización de estos últimos.

El capital de trabajo, desde el punto de vista de la reingeniería de una empresa, forma parte de la inversión. Esto es, para que un proyecto opere requiere contar al final del periodo de inversión de algunas de estas cuentas: caja, bancos, inventarios de refacciones. Asimismo durante la operación se generan cuentas por cobrar y por pagar. Al final de la vida útil proyectada recupera el capital de trabajo, esto es, los inventarios se liquidan, las cuentas por cobrar se hacen efectivas y se cubren las cuentas por pagar.¹⁴

Costo anual equivalente (CAE). En este módulo se deben analizar las alternativas de tamaño, localización; en este proceso debe incluirse la cuantificación de las inversiones, así como de insumos y costos asociados a la operación y mantenimiento. Del análisis de alternativas, se integrará la alternativa de mínimo costo, en la cual hay que diferenciar la más económica. Es necesario obtener el valor presente de las inversiones y después calcular su costo anual equivalente.

3.3. Evaluación del flujo de beneficios

Los beneficios directos en un proyecto de reingeniería están representados por una mayor disponibilidad de bienes o servicios en el mercado y/o por una mayor eficiencia en su producción (reducción de costos); para el primer caso se tiene que:

Desde el punto de vista privado o financiero, los beneficios del proyecto serían los ingresos en efectivo provenientes de la venta de los bienes o servicios producidos por los proyectos o los ahorros en los costos.

Desde una perspectiva económica, los beneficios se producen por un mayor consumo de los bienes o servicios.

Valor de rescate: monto que se asigna al activo fijo al final del periodo de estudio u horizonte de evaluación. El valor de rescate no corresponde al valor en libros de los activos, ya que un bien puede estar totalmente depreciado y tener un alto valor de mercado, producto del interés de terceras personas por su adquisición, o bien por su potencial de seguir generando recursos. Al final del periodo de análisis se requiere estimar el valor de rescate de las inversiones.

Durante la etapa de operación es necesario determinar los beneficios derivados de los volúmenes de producción y ventas, los ingresos y costos, los gastos de adminis-

14 De la Torre, Joaquín. (2002). *Evaluación de proyectos de inversión*, p. 52.

tración y mantenimiento. En este apartado es fundamental considerar los siguientes rubros:

- Ingresos por venta y por cualquier otro concepto para todo el periodo de vida útil del proyecto.
- Cálculo del presupuesto de costos. Desde el punto de vista de la evaluación privada de proyectos, los costos o egresos corresponden a la compra de insumos y pagos de factores. En términos contables convencionales, los costos se miden como las unidades monetarias (pesos) que deben pagarse por los bienes y servicios. Estos rubros se pueden clasificar como:

Costos fijos (CF). Su monto no varía con el volumen producido. Representan todas las erogaciones en que incurre una empresa y que son independientes del monto de la producción. Es decir, los gastos se hacen, aunque no se produzca. Por ejemplo: los gastos de administración (sueldos, renta, teléfono, depreciación).

Costos variables totales (CV). Su monto depende del nivel producido; corresponden a los costos directos de producción y representan las erogaciones en que incurre una empresa y que dependen del nivel de producción. Si no se produce no se hacen estos gastos y son el resultado de multiplicar el costo unitario por la cantidad producida. Ejemplo de estos costos son materia prima, salarios, y todos los insumos o elementos que intervienen en la producción.

Cabe señalar que el costo variable continuo es el que varía proporcionalmente con el volumen de producción por unidad. El costo variable discreto es el que aumenta cuando sobrepasa los niveles de producción preestablecidos.

De esta manera, desde el punto de vista de una evaluación del proceso de reconversión tecnológica de una empresa, los costos o egresos corresponden a la compra de insumos y pagos de factores. Los resultados de esta clasificación son factores clave que inciden sobre la rentabilidad de las operaciones.

3.4. Valoración de necesidades de financiamiento

El estudio de financiamiento tiene por objetivo determinar la viabilidad de su esquema financiero. Se indican aquí las fuentes de fondos previstos, incluyendo aportes de capital, créditos, fondos generados previstos en la etapa de operación. Se especificarán los calendarios de los aportes y contrataciones de préstamos y los de planes de amortización de estos últimos. Conviene colocar todo esto en un análisis de origen y aplicación de recursos.

De tal forma que deberá entenderse por financiamiento, el total de los recursos requeridos para llevar a cabo las inversiones. En general, el financiamiento puede ser crediticio cuando proviene de una institución financiera privada, o nuevas suscripciones de capital; con recursos ajenos cuando los fondos provienen de aportaciones federales a través de la banca de desarrollo.

3.5. Construcción de flujos de efectivo

Para la construcción del flujo de efectivo es necesario considerar: el horizonte de evaluación; los elementos que constituyen el flujo de inversiones (inversión diferida inversión fija, y el capital de trabajo) y en la etapa de operación los ingresos en efectivo provenientes de la venta de los bienes o servicios, considerando el comportamiento en el tiempo de los beneficios, costos y la certidumbre de las proyecciones realizadas, dependiendo del tipo de proyecto.

En un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica, la diferencia entre los beneficios y los costos determinan su flujo de caja o efectivo.

Una vez realizado el análisis financiero de un proyecto, se deberá efectuar el análisis correspondiente a su rentabilidad económica.

IV. Criterios de evaluación

Los criterios de la evaluación de un proyecto de reingeniería integran un análisis que muestre la existencia de un camino factible de la utilización de nuevos recursos que permitan reunir mayores elementos de juicios para fundamentar una decisión sobre la conveniencia de realizar una determinada inversión.

En la evaluación de este tipo de proyecto se anticipa a lo que va a ocurrir una vez hecha la inversión; esto es, los flujos que se generarán en el futuro, en comparación con la inversión inicial.¹⁵

La instrumentación de estos criterios es una materia esencialmente práctica y de carácter interdisciplinario, que resulta de la combinación de principios básicos de economía, ingeniería, finanzas y administración.

Para evaluar los proyectos de inversión hay que conocer la información siguiente:

- La inversión inicial requerida.
- El horizonte del proyecto (vida útil estimada del proyecto).
- El valor del salvamento de la inversión.
- Los flujos de fondos estimados para cada periodo, en el horizonte del proyecto.
- El rendimiento mínimo aceptable por la empresa o inversionista (costo capital).

Con objeto de determinar si por el hecho de realizar una inversión, el bienestar de su promotor se incrementa o disminuye, se fundamenta en la estimación de indicadores que tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Los criterios más recomendados para este análisis son los que dan valor al dinero a través del tiempo, como el valor actual (V_A), el valor actual neto (V_{AN}) la tasa interna de rendimiento (TIR), y el periodo de recuperación (PR); también se recomienda realizar análisis de sensibilidad. Estos

15 El propósito de la evaluación del proyecto es obtener los indicadores de beneficio económico, financiero y de rentabilidad, a fin de poder apreciar su conveniencia para el empresario en comparación con otras alternativas factibles.

criterios fueron sugeridos en el *Manual de proyectos de desarrollo económico* preparado en 1958 por el ingeniero Julio Melnik con un grupo de investigadores altamente calificados. El manual fue publicado por la CEPAL.

4.1. Evaluación financiera

El propósito de la evaluación financiera en un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica es calificar los méritos del proyecto de inversión de acuerdo con el objetivo de la empresa que lo lleva a cabo.¹⁶ Los flujos, por lo tanto, se estiman en función de los costos o beneficios que afectan a la empresa. La evaluación financiera o privada asegura que el proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica considera que usen los recursos financieros de la empresa de manera correcta. Ésta considera el marco de la propia unidad ejecutora, esto es: los precios que tiene que pagar por sus insumos, los precios a los que vende su producto, el interés que paga por su capital.

En esta etapa cuando se trate de una reingeniería o reconversión tecnológica es conveniente estimar el valor actual del beneficio neto de la etapa de operación de la empresa y la tasa interna de retorno, incluyendo los flujos de beneficios valuados a precios de mercado.

En esta etapa cuando se trate de una reingeniería o reconversión tecnológica es conveniente la construcción de los flujos económicos valuados a precios de mercado. Para obtener el valor económico de los flujos se calcula el valor económico del rubro de las utilidades antes de impuestos, agregándole además el importe de las depreciaciones de los rubros de los activos fijos.

Una vez que el proyecto pasa la evaluación financiera, se procede a calcular la evaluación económica, cuyo fin es mostrar que el proyecto contribuye a los objetivos de política económica y toma en cuenta la escasez relativa de los factores productivos.

IV.2. Evaluación económica del proyecto

Corresponde a la etapa final del proceso de evaluación del proyecto de inversión, ya sea que se trate de una ampliación de la empresa en plena actividad o para la creación de una nueva. Toda inversión debe estar sustentada en estudios profundos sobre el ambiente donde la empresa llevará a cabo sus actividades económicas. Con los resultados de estos estudios y la evaluación de la economía, los inversionistas pueden tomar decisiones racionales.

El objetivo básico de calcular la evaluación económica de un proyecto específico es calificarlo de manera tal que pueda recomendarse o no su realización, permitiendo la comparación con otros proyectos a fin de establecer un ordenamiento. Así, la cuan-

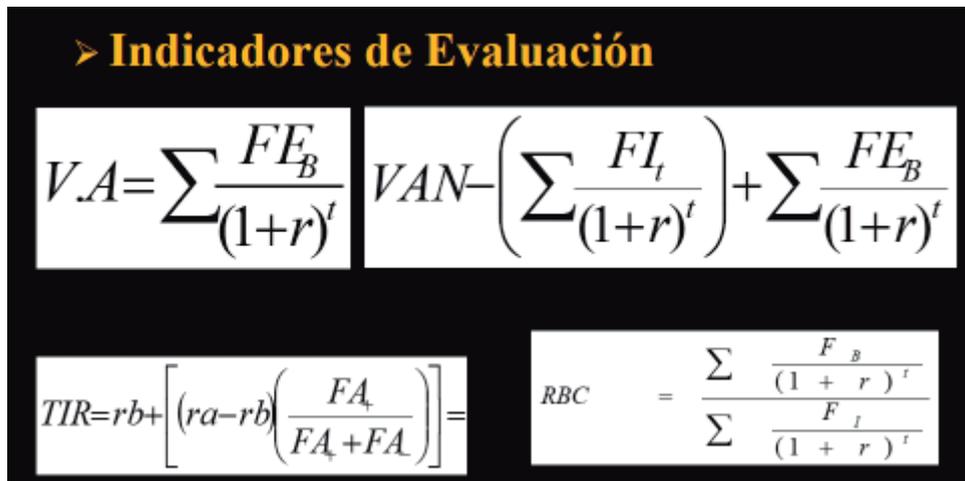
16 *Proyecto de inversión:* conjunto de informaciones útiles y objetivas, articuladas en forma metodológicamente satisfactoria y formando un contexto armónico y coherente, tan simple y conciso como sea posible, para fundamentar una decisión sobre la conveniencia de realizar una determinada inversión.

tificación de los indicadores (VAN, TIR, RB/C) de proyectos de inversión intenta resolver el problema de asignación de recursos escasos entre diversos usos o posibilidades de acción, de modo tal que se obtenga el máximo rendimiento por unidad de recurso invertido.

Los métodos denominados de evaluación compleja toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y se basan en información derivada de flujos de efectivo. Entre estos métodos se pueden considerar los siguientes:

- El valor presente (VA) o (VP), es la cantidad máxima que podría pagar un inversionista por la oportunidad de realizar la inversión sin demeritar su posición financiera. Desde otro punto de vista se puede argumentar que el VA muestra el valor que tendrían cantidades futuras de dinero, en este momento.
- Valor actual neto (VAN), conocido también como valor presente neto (VPN), este método consiste en restar el valor actual (VA) a la inversión inicial, de tal forma que si esta diferencia es cero o mayor de cero, el proyecto se considera viable y se acepta; en caso contrario, se rechaza.¹⁷

Figura 3



Fuente: elaboración propia, 2020.

El criterio de decisión para aceptar una inversión utilizando el valor actual neto, es aceptar todas las inversiones independientes cuyo VAN es igual o mayor que cero y descartar aquellas cuyo valor actual neto sea menor que cero. Este indicador se pue-

17 El criterio de decisión para aceptar una inversión utilizando el valor actual neto, es aceptar todas las inversiones independientes cuyo VAN es igual o mayor que cero, y descartar aquellas cuyo valor actual neto sea menor a cero.

de definir como la cantidad que un inversionista podría pagar por una inversión en exceso de costo.¹⁸

IV.3. Tasa interna de retorno (tir)

La tasa interna de rendimiento o de retorno es la tasa de descuento que hace el valor presente neto igual a cero. Este método consiste en igualar la inversión inicial con la suma de flujos actualizados a una tasa de descuento (r) que haga posible su igualdad. Si la tasa de interés que hizo posible la igualdad es mayor o igual al costo de capital (r), el proyecto se acepta.¹⁹ El criterio de aceptación al utilizar este método es aceptar aquellas inversiones independientes cuya TIR sea igual o mayor al costo de los recursos asignados a la inversión.

IV.4. Relación beneficio costo (RBC)

Para que un proyecto sea rentable, a valor presente los beneficios deben ser mayores al de los costos. Si se toma la relación entre éstos, se concluye que aquellos proyectos con una relación mayor que uno deben ser aceptados. Al efectuarse el cociente entre los beneficios y los costos se obtiene un número puro o índice, el cual permitiría clasificar proyectos independientes de acuerdo con dicho índice.²⁰

La relación de beneficios a costos se acostumbra utilizar en la evaluación económica de proyectos, mientras que en la financiera (privada) dicha relación se conoce como índice de valor presente. Si el resultado del cociente es mayor o igual a uno, el proyecto se considera viable y se acepta. En caso contrario se rechaza.

A manera de conclusión

Se tiene que considerar que el pasado no es objeto de decisiones, ni el presente tampoco; pues ambos no son susceptibles de modificarse. Decidir es tomar en el presente opciones a futuro, y es en este periodo (espacio de tiempo) donde se ubican los proyectos de inversiones. Esta imposibilidad de poder predecir con exactitud el futuro significará que toda decisión de inversión entrañará un riesgo, y la magnitud del tal riesgo dependerá de cuan impredecibles sean las variables que más inciden en los resultados del proyecto.

En este documento se han integrado algunos criterios de planeación que tienen por objeto facilitar el proceso de evaluación de un proyecto de reingeniería o reconversión tecnológica. La experiencia ha enseñado que la realización de un proyecto de este tipo de reingeniería o reconversión tecnológica, desde la selección de la idea de

18 De la Torre, Joaquín. (2002). *Criterios de rentabilidad*, p. 73.

19 Hernández Hernández, Abraham. (2005). *Evaluación financiera*.

20 Sapacc Chain Nassir (2007).

inversión, que le da origen hasta la instalación y operación, es un proceso continuo en el que se combinan o suceden constantemente eventos de orden técnico y económico. Además, se realiza en un cuadro de factores económicos, sociales, políticos e institucionales, así como dentro del marco de situaciones contingentes de todo orden, que influyen sobre las características técnicas, factibilidad económica y financiera.

El interés de economistas, ingenieros y administradores por el estudio y aplicación de la técnica para concebir proyectos obedece, entre otras cosas: a la inoperatividad del mercado para asignar los recursos o la expansión y remodelación de actividades existentes. La gama de aplicaciones es, por tanto, bastante amplia. Se debe de identificar muy bien si sólo se trata de un proyecto de reconversión tecnológica o si se requiere una reingeniería de la empresa. Cualquiera que sea el caso, los elementos de estos estudios deben ser armónicos entre sí, formando un conjunto homogéneo y coherente.

En la eficiencia de la utilización de los recursos, no basta la incorporación de tecnologías adecuadas, sino también la existencia de condiciones políticas e institucionales que favorezcan la eficaz utilización de recursos con fines productivos. Por lo general a los empresarios privados o paraestatales les corresponde la delicada tarea de reunir los recursos económicos, para volverlos productivos, adoptando una determinada tecnología, sustentando las decisiones en la selección de alternativas de inversión que den certeza a una decisión de establecer una estrategia de reingeniería o reconversión tecnológica.

Cabe señalar que en México en el ámbito de la empresa se observa una incipiente planeación apropiada. Hay una serie de intenciones y metas que se fijan año con año. Esta pseudo-programación generalmente sigue con mayor énfasis los problemas de coyuntura que los problemas estructurales. En la mayoría de los casos las metas son más extrapolaciones de tendencias, que metas propiamente dichas. Casi todas las decisiones, en cuanto a los niveles en el uso de los recursos, no se hacen con base en el análisis y evaluación de alternativas que guíen las decisiones de inversión.

En el entorno gubernamental, los planes y programas sirven más de declaraciones, principios y de intenciones. Se requiere de aplomo institucional, de mayor planeación y análisis para así lograr escoger, entre todos los cursos opcionales, el mejor, dando así una consistencia a la instrumentación de las políticas.

Es necesario realizar un análisis de los efectos ambientales del proyecto; a veces, muestran una situación totalmente diferente desde el punto de vista privado.

Establecer el impacto al medio ambiente y las acciones para prevenir y mitigar cualquier efecto adverso. Para eso es necesario elaborar la manifestación de impacto ambiental, ya que en la operación de las plantas generalmente muestra una situación totalmente diferente a lo plantado en los proyectos ejecutivos.

Referencias bibliográficas

- Blank, Leland, y Tarquin, Anthony. (2002). *Ingeniería económica*. (5ª edición). México: McGraw-Hill.
- De la Torre, Joaquín, y Zamarrón, B. (2002). *Evaluación de proyectos de inversión*. (1ª edición). México: Pearson Educación.
- García Colín, Juan. (2008). *Contabilidad de costos*. (3ª edición). México: McGraw-Hill.
- Gobierno de la República. (2019, julio). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. México: Gobierno de la República.
- Hernández H., Abraham, Villalobos, y Hernández Suárez. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. (5ª edición). México: Thomson.
- Keat, Paul G., y Young, Philip K. Y. (2004). *Economía de empresa*. (4ª edición). México: Pearson/Prentice Hall.
- Melnik, Julio. (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*.
- Morales Castro, Arturo, y Morales C., Antonio. (2009). *Proyectos de inversión: Evaluación y formulación*. México: McGraw-Hill.
- Morán M., Francisco. (1979). *La formulación y evaluación de proyectos, elemento fundamental para un sistema de planeación económica*. México.
- Nassir Sapac, Chain. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. (1ª edición). México: Pearson.
- Pacheco, Juan Francisco, y Roura, Horacio. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. (LC/L.2326-P;LC/IP/L.257). Santiago de Chile: CEPAL.
- Ross Westerfield, Jaffe Jordan. (2018). *Finanzas corporativas*. (11ª edición). México: McGraw-Hill.
- Scott, Besley, y Brigham F., Eugene. (2012). *Fundamentos de administración financiera*. (14ª edición). México: McGraw-Hill.
- Stanford Research Institute. (1976). *Manual of Industrial Development with Special Application to Latin America*.
- Sullivan, William G., y Wicks, Elin M. (2004). *Ingeniería económica*. (12ª edición). México: Pearson/Prentice Hall.
- Van Horne C., James. (1997). *Fundamentos de administración financiera*. (13ª edición). México: Pearson Educación.

Suplemento / *Supplement*

La maldición de las redes fantasma

PEDRO CHÁVEZ GÓMEZ¹

CUITLÁHUAC FERNÁNDEZ URIBE²

Me llamo Tomás Rodríguez, mis amigos me dicen Tommy, tengo 13 años, nací y crecí en el puerto de Mazatlán, los primeros recuerdos que tengo de mi vida son en la playa construyendo castillos de arena y buscando conchitas entre la espuma de las olas. El mar y yo tenemos un vínculo enorme, recuerdo incontables albas y puestas de sol que contemplé desde el malecón, la exquisita gama de sabores de los alimentos que me brindan los mariscos, la relajación que siento con los granitos de arena en mi espalda mientras me tuestan la piel los rayos del sol y esa mística sensación de ingravidez cuando realicé buceo libre por primera vez observando paisajes que parecen de otro planeta.

Hoy tuve un día muy peculiar, mientras dormía tuve una pesadilla donde llovió tanto que toda la ciudad se inundó, al despertar noté que la única inundación ocurrió en mi cama, oriné los dos litros de horchata que bebí ayer durante la cena, fueron necesarios para acompañar la hamburguesa de marlin,³ por lavar las sábanas demoré bastante y perdí el autobús escolar, sentí pánico al pensar en regresar a casa para recibir los regaños de mamá, por lo que decidí visitar mi playa favorita Olas Altas, ubicada en el centro del puerto del Viejo Mazatlán, allí observé a los surfistas durante unos minutos y entre las rocas se encontraba un pescador, en ese instante pensé en mi padre, llevaba meses sin saber de él.

Aprendí a nadar gracias a mi papá Diego Rodríguez, él nació en La Paz y es el capitán de un barco camaronero, recorre todo el Golfo de California en busca del preciado crustáceo, sus técnicas de pesca son las más devastadoras en el océano, arrasan con todos los seres vivos del fondo a su paso. Sé que para la naturaleza su trabajo es horripilante, pero la tripulación y los comerciantes que venden mariscos lo consideran un héroe, un exitoso empresario, yo también lo creo, sus esfuerzos pagan mis estudios en un buen colegio y viajamos a otros países durante las vacaciones.

1 Estudiante de la Licenciatura en Gestión y Economía Ambiental del CUCEA. Premio INCIDE Zapopan, 2020. Correo electrónico: pechago90@gmail.com

2 Estudiante de la Licenciatura en Gestión y Economía Ambiental del CUCEA.

3 *Istiompax indica* (Cuvier, 1832).

Mi mamá también lo extraña a pesar de sus discusiones con él sobre el daño ecológico de su trabajo, son un excelente equipo, ella se llama Hillary Welling, nació en Portland y sus importantes estudios científicos sobre los efectos en los ecosistemas marinos por el cambio climático la trajeron a México. Ella quiere que papá cambie de trabajo porque sabe que esa técnica de pesca tiene un gran impacto negativo en la vida marina, por cada kg de camarón⁴ pescan 10 kg de especies no comerciales como las macroalgas, esponjas, hidrozoarios, moluscos, coral y muchas más que regresan al agua heridas o muertas.

Al llegar a casa pensé mucho en ese pescador que miré en el malecón, pasó horas entre las piedras lanzando una tarraya, en uno de sus lanzamientos batalló por sacar su red, trató de liberarla durante una hora sin obtener éxito y se retiró gritando maldiciones a todo pulmón. Ver a alguien con tanto tesón por recuperar su red fue inspirador e intrigante, por lo que pregunté a mamá:

—¿Las redes de pesca son costosas?

—Depende del tamaño de la red, las de uso industrial que usan los barcos camaroneros son mucho más caras que las que usan los pescadores artesanales.

—¿Cuánto cuesta una pequeña de pesca artesanal?

—No cuestan tanto cariño, el material para una red de ese tamaño puede costar 400 pesos, más un día de tiempo que le tomará tejerla, y si valoramos la cantidad de peces que puede atrapar un pescador artesanal, recuperará su inversión en dos días de trabajo duro aproximadamente. Ahora que lo pienso sí es muy costosa para él —me respondió ella.

Con razón el pescador se esforzó tanto por recuperarla, pensé, y continué con mi interrogatorio:

—Cuando los pescadores pierden sus redes en el mar, ¿qué pasa con ellas, se van a las profundidades?

—Si esa red queda atrapada entre las rocas o el coral, se convertirá en una red fantasma, se le llama así porque el nylon con el que las hacen es transparente, muchos animales marinos no la detectan, quedando atrapados sin poder alimentarse y mueren.

—Ahora entiendo por qué tienen ese nombre tan aterrador las “redes fantasma”.

—Lamentablemente eso es sólo el comienzo, existe algo más espeluznante, actualmente las redes de pesca se tejen con materiales plásticos que tardan cientos de años en degradarse, durante ese periodo de tiempo se desprenden pequeños trozos de la red, conocidos como microplásticos, que se mantienen suspendidos en el agua y los animales los ingieren, este material no lo pueden asimilar ni desechar, se bioacumula en sus tejidos y puede almacenar grandes cantidades que provocan enfermedades o la muerte.

—¿Quieres decir que cuando nos alimentamos de pescado estamos consumiendo plástico?

4 *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).

—Sí, no podemos verlo a simple vista, pero ahí está. Algunas partículas plásticas pueden causar cáncer en los humanos, son sustancias tóxicas.

—¿Por qué seguimos comiendo esos animales si son tan peligrosos?!

—Es difícil explicarlo, para muchas personas los alimentos marinos son su principal fuente de proteínas, es más complejo de lo que crees cambiar nuestras costumbres; tú tranquilo, todo estará bien cariño, ahora descansa.

Mi madre me arropó, apagó la luz del cuarto y salió; antes de dormir arrullado por el sonido de la lluvia en mi ventana, recordé la vez que acompañé a papá a su trabajo durante mis vacaciones de verano, él estaba en la proa mirando a siete vaquitas marinas⁵ que nadaban entre las olas que creaba el movimiento de la embarcación, fue un evento memorable porque probablemente ese grupo sea la mitad de la población actual, en uno o dos años más se extinguirán.

Una enorme red brotaba levantada por la grúa, se expandió dentro del barco y un enorme calamar⁶ se lanzó al rostro de mi padre, luchó por quitárselo mientras él gritaba a los tripulantes por ayuda, después de unos minutos de forcejeo lograron despegar sus ventosas y uno de ellos preguntó:

—Capitán, ¿quiere que lo cocinemos al ajillo?

—No, devuélvanlo por la borda, esto es una lección para mi hijo, tiene que aprender a pescar, no a ser pescado.

Cuando estaba por dormir un diluvio se desató, los relámpagos iluminaron el cielo, comencé a pensar en cómo se sacudía tan estrepitosamente el barco que dirige mi padre, el “Evelyn 1”, sabía que estaba navegando en el Mar de Cortés lanzando redes junto a su tripulación desde la tarde, él siempre quería capturar la mayor cantidad de toneladas para poder regresar al puerto y venderlas en el mercado, nada se lo impedía, ni los ciclones ni los huracanes, es un hombre de mar.

—¡Los mares no descansan y nosotros tampoco! —vociferó el capitán desde el timón a los seis hombres que integraban su tripulación.

—Ya lo oyeron, a trabajar —comentó el primer oficial.

—¡¡¡Síiiiiii!!! —gritaron al unísono los demás.

Continuaron durante varias horas más hasta que la llovizna cesó, estaban por lanzar la última red camino al puerto.

—Muy bien chicos, suelten la última —expresó el capitán.

Lo hicieron, cada uno de los seis hombres tomó su posición mientras esperaban que la red trabajara.

De pronto uno de los hombres que guardaba las cajas de camarón vio cómo la última red que habían puesto brotaba hacia la superficie.

—¡¡Capitán Diego, todos, vengan a ver esto!! —exclamó sorprendido el sujeto.

Los otros cinco caminaron a su lado y no podían creer lo que veían.

—¿Por qué tanto alboroto? —preguntó el capitán al salir de la timonera.

5 *Phocoena sinus* (Norris y McFarland, 1958).

6 *Architeuthis sanctipauli* (Vélain, 1877).

Al acercarse comprendió la sorpresa de los chicos, una ballena jorobada⁷ había elevado la red con su cola, provocando que las cuerdas se rompieran; el evento los paralizó al instante porque recordaron a la ballena blanca de Moby Dick de la historia de Herman Melville.

—¡Preparen los arpones! —coordinó el capitán.

La tripulación miraba atenta el horizonte esperando disparar al gigante mamífero, pero pronto el miedo les inundó más al observar unas aletas de tiburón,⁸ cuatro para ser exactos y estaban a punto de chocar con el barco.

—¡Disparen! —ordenó mi padre.

Los abatieron de inmediato; para su sorpresa, del otro costado venían dos orcas⁹ enormes que chocaron con el barco, dio la vuelta por completo, los hombres abismaron en la fría y oscura columna de agua.

Al siguiente día los noticieros divulgaron que el “Evelyn 1” se hundió, seis tripulantes se encontraban desaparecidos y sólo el capitán había sido rescatado por un barco de la Marina, que se dirigía a tierra firme para atenderlo de urgencias en un hospital.

Escuchar la narración del reportero me aterrorizó, corrí al puerto para estar con papá en su regreso; mientras esperaba vi a un par de chicos que practicaban apnea, después de varias inmersiones encontraron una red inmensa atorada en el fondo rocoso, había sido abandonada hace tiempo, la red cubría parte de un arrecife coralino, el cual no se veía sano, en su mayoría sufría de blanqueamiento por el impacto que causó la red, esto me lo había explicado mi madre. Mientras ellos admiraban el paisaje submarino, una sombra se proyectó detrás de ellos, los chicos se voltearon y vieron que era una raya,¹⁰ durante algunos minutos admiraron su nado hipnotizante y la forma de su puntiagudo aguijón, la raya se hundió en las profundidades y la perdieron de vista; unos segundos después voltearon de nuevo, la raya se desplazó a gran velocidad hacia uno de ellos, el aguijón del animal atravesó su yugular, perdió la vida en unos cuantos segundos. Su compañero entró en pánico, comenzó a nadar hacia la orilla a toda velocidad, pero su destreza acuática no se compara con la de la raya, rápidamente lo alcanzó y le provocó heridas en los brazos, las piernas y en el abdomen con su aguijón perfectamente diseñado: entraba como cuchillo en la mantequilla por su punta sumamente afilada, y al salir desgarró el tejido con sus orillas aserradas; el chico logró salir del agua, dio algunos pasos en la arena y murió desangrado.

—¡Tommy! ¿Qué haces aquí solo? Estoy preocupada buscándote por todos lados —mencionó mi mamá.

—Esperaré a papá.

—Él ya está en el hospital, vámonos.

En el camino, mientras ella conducía se soltó en llanto y me comentó:

7 *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781).

8 *Carcharodon Carcharias* (Linnaeus, 1758).

9 *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758).

10 *Dasyatis americana* (Hildebrand y Schroeder, 1928).

—Ayer por la mañana me encontraba en el laboratorio analizando muestras de tejido muscular en los atunes¹¹ de la bahía, observando el microscopio descubrí algo horrible: los químicos de los microplásticos estaban causando una mutación genética, ¡los animales se estaban convirtiendo en una especie de muertos vivientes!

Nos dirigimos a toda velocidad al sitio donde estaban atendiendo a mi papá, el hospital estaba lleno de pacientes que habían sido atacados por todo tipo de bestias, esto era el principio del Apocalipsis en las zonas costeras. Llegamos al área de urgencias preguntando por él; la enfermera llamó al médico que llevaba su caso y explicó:

—Lo siento mucho, hicimos todo lo posible, lamento informarles que el capitán Diego falleció.

En ese momento desperté. ¡Fue otra pesadilla!, pero esta vez sólo me empañé de sudor, el sueño había sido tan real, bajé a desayunar con mi madre y le conté todo. Me escuchó atenta y me respondió:

—Tu maestra me llamó, ya sé que no fuiste a la escuela por ir a la playa, te estás obsesionando con el mar y la pesca, por eso tienes tantas pesadillas. Eres un niño, debes concentrarte en tus deberes.

—Lo siento, todo parecía muy real.

—Ya sé que sucedió, es una premonición o quizá fueron las dos bolsas de suaves que te comiste ayer, ya no te compraré más dulces, prepárate para ir a la escuela —dijo sarcásticamente.

Durante mis clases no podía prestar atención, me invadió una sensación extraña, seguía pensando en la pesadilla que tuve. Al terminar mi día de clases tomé un atajo hacia la playa, quería asegurarme que todo estuviera bien; al llegar me repetí a mí mismo:

—Sólo fue un sueño, sólo fue un sueño, sólo fue un sueño, sólo fue un...

La bahía se encontraba llena de cadáveres, hombres, mujeres, niños, algunas personas heridas; el litoral se tiñó de rojo, aún había gente sufriendo ataques por todo tipo de especies marinas, era como una venganza, como una maldición.

Corrí de regreso a casa a toda velocidad, entré por la puerta trasera del jardín y a lo lejos percibí una silueta extraña que atrapó mi atención de inmediato, parecía una sirena varada a la orilla de la piscina; al acercarme me di cuenta de que era un cocodrilo¹² devorándose las piernas de mi madre hasta la cintura.

—¡¡Mamá, mamá!! —grité mientras corría a auxiliarla.

Ella gritó con un sonido demoníaco, sus ojos eran de color violeta y las venas de su rostro se marcaban demasiado; con sus manos tomó del hocico al lagarto y con una fuerza sobrenatural le arrancó la mandíbula.

Me quedé petrificado con esa escena, los microplásticos que ingirió le hicieron efecto.

—¡Reacciona, soy yo, tu hijo! ¡No! ¿Qué haces? ¡¡Suéltame!!

11 *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758).

12 *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807).

...Un apocalipsis de animales marinos zombis es sólo ciencia ficción; sin embargo, la realidad es más terrorífica que esta historia. Hasta el año 2017 se introdujeron 6,557 millones de toneladas de plástico al océano, incluidas las redes fantasma que suman a la estadística una tonelada cada 40 segundos, lo que ha contribuido a enormes daños a los ecosistemas marinos y la industria marítima. Por otro lado, el consumo de microplásticos afecta también la salud de la población humana, ya que liberan sustancias tóxicas que alteran los procesos fisiológicos. Es urgente que modifiquemos nuestros hábitos de producción y consumo de materiales plásticos.

Referencias bibliográficas

- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A., y Pope, J. G. (1994). *A global assessment of fisheries by-catch and discards*. FAO Fisheries Technical Paper No. 339. <http://www.fao.org/3/t4890e/T4890E00.htm>
- Elías, R. (2015). Mar de plástico: Una revisión del plástico en el mar. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, núm. 27, pp. 83-105. https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/10964/revinidep27_83.pdf
- Flanders Marine Institute. (2020). *World Register of Marine Species*. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=712905>
- López-Martínez, J., y Morales-Bojórquez, E. (2012). *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C./Fundación Produce Sonora. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1242/1/Efectos_de_la_Pesca_Cap%C3%ADtulo%203.pdf
- Melville, H. (1851). *Moby Dick*. Richard Bentley.
- Pereiras-Varela, M. (2019). *Contaminación marina por plásticos*. Tesis de pregrado. Universidad Da Coruña/RUC-UDC. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24187/pereirasvarela_manuel_tfg-2019.pdf.pdf?sequence=2&isallowed=y
- World Animal Protection. (2019). *Fantasmas bajo las olas*. (2ª edición). <https://sector-maritimo.es/wp-content/uploads/2019/03/Fantasmas-Bajo-Las-Olas-compressed.pdf>

Expresión Económica

Revista de Análisis

Lineamientos para autores de trabajos a publicar

Contenido de los artículos

1. *Expresión Económica* es una revista orientada, primordialmente, al análisis crítico de la política económica y soluciones, tanto a nivel regional, nacional e internacional.
2. El trabajo a publicar deberá ser inédito y no estar en otro proceso o en dictamen antes o durante o después del envío a *Expresión Económica*. En el entendido que en caso de omitir esto será rechazado de inmediato.
3. Todo trabajo debe contener al inicio un resumen del artículo, el cual no debe de exceder de 10 renglones. Este resumen deberá presentarse en español e inglés (Abstract).
4. Todo trabajo debe contener después del resumen del artículo las palabras clave que deberán presentarse en español e inglés. Así como la clasificación jcl correspondiente.
5. Adjuntar datos del contacto y su cuenta orcid.org en una semblanza curricular del o los autores que no exceda los 10 renglones.

Normas éticas

1. Es responsabilidad de los autores y autoras declarar la originalidad de su artículo, si el contenido enviado a *Expresión Económica* *NO* es de su propiedad, es responsabilidad de los mismos asegurarse de contar con la autorización de su uso y su correcta citación.
2. Los artículos enviados a *Expresión Económica* deben contener las referencias suficientes para citar y replicar su contenido; de la misma manera, los autores deben asegurarse de entregar los datos y referencias detallados para el uso y citación en otras publicaciones, de no ser así, el autor deberá explicar las razones del porqué no se puede proporcionar dicha información.
3. Con el objetivo de evitar prácticas fraudulentas, cada artículo enviado a *Expresión Económica* será sometido a la prueba de plagio, en el entendido de que si se encontrase plagio, el artículo enviado será rechazado.
4. *Expresión Económica* no hace cargos por envío, procesamiento de artículo, embargo o ningún otro tipo de APC.

Arbitraje

1. Todos los artículos recibidos son sometidos a evaluación y dictamen por parte de dos árbitros anónimos especializados. En caso de obtener resultados contradictorios, la contribución será enviada para su análisis a un tercer árbitro. Los resultados son inapelables.
2. Una vez recibido el dictamen correspondiente, se dará a conocer al autor el resultado del mismo. En caso de que el dictaminador recomiende algunas modificaciones, el autor deberá realizarlas a fin de que el artículo sea publicado; además, redactará una carta en la que explique el modo en que atendió a las recomendaciones, con el objeto de dar respuesta al trabajo realizado por los árbitros.

Formato de los artículos

1. Los trabajos a publicar deberán contar con una extensión de 25 a 30 cuartillas tamaño carta o A4 a espacio y medio, con un margen de 3 cm a cada lado y en letra Times New Roman a 12 puntos. Estas cuartillas incluyen cuadros, anexos y referencias bibliográficas.
2. Las referencias bibliográficas, hemerográficas, electrónicas o de cualquier tipo, deben cubrirse obligatoriamente en el sistema de la Asociación Estadounidense de Psicólogos, APA (American Psychological Association) en la última versión disponible (versión 7 octubre de 2020).
3. Los gráficos, cuadros, mapas, tablas o cualquier otro material ilustrativo, además de estar incluidos en el archivo principal del trabajo a publicar, deberán enviarse por separado, en el formato del programa en que fueron elaborados, especificando claramente su sitio de inserción en el texto. Todos los materiales ilustrativos deben contener título, número consecutivo, explicaciones sobre los conceptos y las referencias correspondientes. Si son gráficas, debe contenerse la tabla original de datos e indicar el programa y método. Los mapas pueden prescindir de la tabla de datos, pero no del método y del programa usado.
4. Los trabajos pueden ser enviados en los idiomas español, inglés y francés. Para el caso de trabajos en español e inglés, el resumen y las palabras clave deben estar en ambos idiomas. Para el caso de francés, el resumen y las palabras clave deben estar en francés e inglés.
5. Los trabajos que se presenten de manera incompleta o que no cumplan con alguna de las especificaciones anteriores, no serán aceptados hasta que cumplan con esas características.
6. Los formatos aceptados serán DOC, DOCX (Word), ODS (Writer) y LaTeX. El formato RTF será aceptado con algunas restricciones.

Envío de los artículos

1. Los artículos pueden enviarse por tres distintas vías:
 - a. Al correo electrónico expresioneconomica@cucea.udg.mx.
 - b. Directamente en CD, DVD, USB o algún otro medio no arqueológico y en los formatos mencionados en la coordinación de la revista, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), Departamento de Economía, edificio K, tercer nivel (K-302), cubículo de la Revista.
 - c. Directamente en CD, DVD, USB o algún otro medio no arqueológico y en los formatos mencionados a la dirección:

Revista *Expresión Económica*
C.P. 45100
Periférico Norte 799, Departamento de Economía, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), Edificio K, Tercer Nivel (K-302). Núcleo Universitario Los Belenes.
Zapopan, Jalisco, México.
Tel. (33) 3770 3300 Ext. 25213

Serán rechazados los trabajos que no se entreguen por los medios mencionados.

2. Todos los materiales para los artículos deben ir juntos. Estos son: gráficos, cuadros, mapas, tablas o cualquier otro material ilustrativo, además de estar incluidos en el archivo principal del trabajo a publicar, deberán enviarse por separado, en el formato del programa en que fueron elaborados, para conservar la calidad al editar.
3. Los artículos deben enviarse o entregarse con una hoja de datos personales debidamente llenada por cada uno de los autores en los formatos Rtf, Doc, Docx, Ods, Pdf, Jpg, Png o de manera física.
4. *La recepción de artículos permanece abierta durante todo el año*; la ubicación del trabajo en la revista atiende al orden de recepción y a la cantidad de trabajos requeridos para concretar el número a editar. Esto es, se acomodará el artículo en los números posteriores o del periodo de gestión.

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

Expresión económica

Revista de análisis

1. Título del artículo
2. Nombre completo del autor
3. Título con que desea aparezca en el artículo
4. Dirección*:
Calle: Núm.:
Colonia: CP: Cd.: Edo:
País
Núm. de Tels. Celular:
Correo electrónico:*
5. Actividad(es) que realiza actualmente:
6. Institución(es) en la que presta sus servicios o realiza sus estudios**:
7. Breve biografía (curriculum) del autor (que no exceda los seis renglones):

En el caso de la dirección, puede optar por su domicilio particular o el domicilio institucional, ya que serán necesarios para el envío del ejemplar de la revista en que se publique su trabajo.

- * Tanto el correo electrónico como la afiliación institucional aparecerán en la revista como medios de identificación y contacto.

Derechos de autor y derechos conexos

Expresión Económica, es una publicación semestral editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Departamento de Economía de la División de Economía y Sociedad del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Periférico Norte # 799, Módulo K-302, Núcleo Los Belenes, Zapopan, Jalisco, México, cp 45100, Tel. (33) 3770 3300 Ext. 25213 y 25352, <https://expresioneconomica.cucea.udg.mx>, expresioneconomica@cucea.udg.mx. Editor responsable: Salvador Peniche Camps. Reservas de derechos al uso exclusivo núm. 04-2017-120818583500-102,

issn electrónico: en trámite, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Departamento

de Economía, División de Economía y Sociedad, cucea, Periférico Norte # 799, Módulo K-302, Núcleo Los Belenes, Zapopan, Jalisco, México, cp 45100, por Jorge Alberto Pérez Torres, con un tiraje de 200 ejemplares. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación siempre y cuando se cite la fuente.

Universidad de Guadalajara

Doctor Ricardo Villanueva Lomelí
Rector general

Doctor Héctor Raúl Solís Gadea
Vicerrector ejecutivo

Maestro Guillermo Arturo Gómez Mata
Secretario general

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas

Maestro Luis Gustavo Padilla Montes
Rector

Doctor José María Nava Preciado
Secretario académico

Doctor Antonio Sánchez Bernal
Director de la división de Economía y Sociedad

Doctor Martín G. Romero Morett
Jefe del departamento de Economía