

MISCELÁNEA: INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y SOCIEDAD II

ISIDORO MARÍN
Academia Nacional de Ingeniería - ARGENTINA
imarin@arnet.com.ar

RESUMEN

El autor busca complementar diferentes aspectos de la Conferencia Inaugural del XXV ENDIO, considerando que cuestiones que han sido citadas en la misma merecen aclaraciones. Un énfasis significativo es puesto en la cita de aplicaciones de la investigación operativa en el pasado, a fin de desvirtuar la creencia de que hace décadas existía poco interés de nuestras materias en el tratamiento de problemas vinculados con objetivos sociales. Por el contrario existe gran importancia que los cultores de nuestras disciplinas presten no sólo atención al tratamiento de cuestiones sociales sino que también participen activamente en la solución de problemas que hacen al bienestar de la humanidad.

“El trabajo va a ocupar gran parte de vuestra vida y la única forma de estar realmente satisfechos es hacer lo que consideren un trabajo extraordinario. Y el único camino para lograrlo es amando lo que hacen. Si no lo han descubierto aún, sigan intentando. No se conformen.” (2005).

Steve Jobs

1. AMPLIANDO UNA CONFERENCIA

Una conferencia puede señalar puntos esenciales elegidos por el expositor pero también dejar sin desarrollar algunos de los mismos que quedan para interpretación o investigación del oyente. Generalmente esto es consecuencia del tiempo asignado a la conferencia o bien del deseo de que los oyentes, por sí mismos, relacionen las ideas del expositor con otras existentes en cursos, seminarios, artículos o libros disponibles a los cuales normalmente todos pueden acceder.

En el caso de mi exposición inaugural de la XXV ENDIO del 30 de mayo del corriente año, que denominé “Después del XXV Encuentro”, siento la necesidad de efectuar una ampliación de algunos de los tramos de la misma. Quiero hacerlo de manera concreta relacionando lo dicho con lo pensado oportunamente. En esta parte me refiero a tres de esos párrafos de interés. Otros aspectos serán considerados en las siguientes partes del este artículo.

1. “El presente que seguimos disfrutando es, realmente, muy atrayente pero a la vez altamente desafiante. Pues sin que casi hayamos podido apreciarlo y sin que nosotros queramos, se están cambiando nuestras vidas al modificar la forma de ver y sentir el mundo que nos rodea y a la obligación de seguir viviendo y actuando en él, con nuevos recursos, pautas y principios, muchos de los cuales no están aún bien definidos”.

Un refrán chino expresa: “¡Ojalá te toque vivir una época interesante!”. Yo lo sustituí por atrayente; podría haber sido una época seductora, fascinante, maravillosa o cualquiera de otros sinónimos porque todos se adecuan perfectamente a esta época. Recuerde, por lo menos, las creaciones informáticas que han tenido aparición y desarrollo durante nuestras vidas.

Es importante apreciar que el momento actual resulta, además de atrayente, altamente desafiante, es decir fuertemente provocador por cuanto origina la presencia de cosas no previstas por nosotros y nos crea nuevas e impensadas obligaciones para resolverlas u operarlas.

2. “Para los docentes y profesionales las responsabilidades y tareas del futuro son las que vinieron teniendo y realizando, hasta ahora, pero dentro de contextos dramáticamente diferentes que aumentarán las exigencias de su preparación e, incluso, pueden desviarlos del rumbo de sus propios objetivos actuales. Por ello es que será cada vez más complicada la tarea universitaria y, en general, la de todos los profesionales”

Indudablemente el docente seguirá enseñando pero ¿en qué consistirá ‘el proceso de enseñar’ dentro de unos años? ¿Qué nuevos conceptos y herramientas intelectuales tendrá el docente a su disposición? ¿Qué nuevas cosas deberán ser aprendidas y enseñadas para poder vivir en un medio evolucionado y, por ahora, sólo inciertamente conocido?

El profesional seguirá desarrollando su profesión pero ¿qué criterios usará para poder hacer frente a nuevas situaciones provocadas por los cambios producidos en el medio? ¿Cuáles serán las consecuencias de la real introducción de nuevos conceptos y la generalización de los sistemas en el tratamiento de nuevas realidades? ¿Cuál será la tecnología de que dispondrán y que obligará a modificar operaciones en las tareas del pasado?

- 3 El crecimiento de la EPIO se basa esencialmente en la seria comprensión de sus miembros sobre la necesidad de una permanente adaptación al ritmo de los requerimientos futuros del medio, cumpliendo ampliamente con todas las exigencias que establece su Estatuto.

Entre tanto, una de las cuestiones importantes para docentes y profesionales es alcanzar la capacidad de ver los problemas con antelación y de poder encontrar muy buenas respuestas para superarlos”.

EPIO crecerá siempre y cuando sus miembros propongan y realicen progresivamente todos los cambios indispensables para ir adaptando las capacidades de los docentes y profesionales a las modificaciones que se producirán en el medio. Este proceso adaptativo no puede dejar de lado, mientras tanto, la necesidad de advertir y solucionar convenientemente, los nuevos problemas que se vayan presentando con motivo de tal proceso evolutivo..

A semejanza con las ideas expresadas por Steve Jobs, la gente de la EPIO debería estar satisfecha solamente **haciendo trabajos extraordinarios** en la docencia y la profesión. Ellos comprenderán actividades que pueden no encontrarse bien definidas o tal vez, todavía, no han sido ideadas.

2. INVESTIGACION OPERATIVA Y CUESTIONES SOCIALES EN EL PASADO

Deberíamos preguntarnos los motivos por los cuales **pareciera que recién hace pocos años** es cuando, en nuestras disciplinas, se verifica un serio interés por la consideración de los aspectos sociales, en los problemas en tratamiento por las mismas.

Los lectores jóvenes podrían tener tal apreciación, **que deseamos desvirtuar**; otros lectores podrían **mostrar olvido de trabajos** que vieron la luz hace casi medio siglo como es el caso de *“Los límites del crecimiento”*, del que hablaré más adelante.

En mi afán de mostrar relaciones del pasado de la I. O. con los aspectos sociales procedí a extraer de mi biblioteca dos publicaciones de las que me resultará interesante enumerar brevemente su contenido. Una de ellas es la **“OPERATIONAL RESEARCH AND THE SOCIAL SCIENCES”**, de 669 páginas, **editada en 1966** por J. R. Lawrence, basada en los artículos de la Conferencia Internacional de Investigación Operacional y Ciencias Sociales, organizada en Cambridge en 1964 por la Sociedad Británica de I. O.

Algunos de los capítulos y de los temas tratados pueden dar una idea más clara del contenido que se presenta. La importancia de los temas en relación con el asunto tratado, corre por cuenta del lector.

I. Introducción.

- ✓ La conferencia de Cambridge.
- ✓ Notas iniciales. La búsqueda de la efectividad de las organizaciones comprende cada vez más a empresarios, especialistas y científicos. Las ciencias sociales y la investigación operativa ayudan a las organizaciones a alcanzar sus objetivos bien sea en función de variables tangibles, como la productividad, o menos tangibles, como la moral, o ambas.

II. Organización y control.

- ✓ Sobre la pluralidad de los sistemas sociales.
- ✓ Simulación de hombre – máquina de sistemas administrativos.
- ✓ Artefactos, automatización y habilidades humanas.
- ✓ Formulación de decisiones en un sistema universitario.
- ✓ Evaluación de la efectividad en los sistemas de apoyo a la dirección.
- ✓ Historia y uso del laboratorio de sistemas logísticos.
- ✓ Problemas teóricos y computacionales en la toma de decisión.

III. Efectos sociales de políticas y su medición.

- ✓ Análisis de costo – beneficio en el planeamiento de ciudades: posibilidades y problemas.
- ✓ Planeamiento de largo plazo e implementación de inversiones de transporte.
- ✓ Comparación de distintos planes de transporte para una ciudad.
- ✓ Funciones de bienestar social en el análisis de costo – beneficio.

IV. Resolución de conflictos y control.

- ✓ Conflictos industriales y democracia industrial.
- ✓ Conflictos estructurales dentro de una organización.
- ✓ Método para estimación y resolución de conflictos.
- ✓ Estudios de laboratorio sobre conflicto y cooperación.
- ✓ Activar el planeamiento a nivel nacional.

V. El concepto de sistemas como un marco de referencia.

- ✓ Modelo regulatorio para diseño y operación de un sistema.
- ✓ Capacidad individual y demandas sociales.
- ✓ Conceptualización de un sistema como un modelo matemático.

VI. Modelos, decisiones e investigación operativa.

- ✓ Aplicación de la teoría de los juegos a los procedimientos de un comité.
- ✓ Factores determinantes del tamaño de un hospital.
- ✓ Actitudes de personal hospitalario y comunicaciones.
- ✓ Clasificación de una población en grupos homogéneos.

La otra publicación que rescaté fue “**OR69- PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONAL RESEARCH**”, realizada en Venecia en **1969**. De ésta puedo considerar el contenido de un par de capítulos dedicados al tema, por cuanto la Conferencia estaba dedicada al tratamiento de toda clase de aplicaciones de la investigación operativa.

Parte 3. I. O. en el sector público.

- ✓ I. O. en la empresa Electricidad de Francia.
- ✓ Técnicas para la preparación de decisiones de carácter político.
- ✓ Simulación en computadora de ubicaciones residenciales.
- ✓ I. O. en un gobierno local británico.

Parte 4. Ciencias sociales y políticas.

- ✓ Un concepto extendido de modelo.
- ✓ Hacia una teoría del conflicto.
- ✓ Actividades de detección y prevención de crímenes.
- ✓ La estabilidad de países según su dimensión.
- ✓ Siete años de proyecto de investigación operativa en un distrito legislativo.

El lector podrá buscar otras publicaciones, por lo menos, de hace cuarenta años y en todas apreciará una permanente tendencia a considerar en ellas los aspectos sociales con el apoyo de conceptos, modelos y técnicas de investigación operativa.

3. DINAMICA DE SISTEMAS Y CIENCIAS SOCIALES

Jay Wright Forrester nacido en 1918 en Nebraska, después de haber obtenido el título de Ingeniero Electricista en la Universidad de su ciudad natal, continuó sus estudios en el MIT. Fue un pionero del desarrollo de la informática, que participó hacia 1950 en la invención de la memoria de acceso aleatorio RAM. Por otra parte se lo considera el creador de la dinámica de sistemas que constituye una extensión a sistemas complejos de conceptos originalmente aplicados en ingeniería, aunque estudios similares ya existían como los modelos de poblaciones, de la M.I.T. Sloan School of Management con el establecimiento del M.I.T. System Dynamics Laboratory.

El aporte personal de Forrester fue significativo por su aplicación a problemas del área de las ciencias sociales, inicialmente a través de la modelización de la organización empresarial y es también el autor de una de las formalizaciones más empleadas en la formulación de modelos cibernéticos, el llamado diagrama de Forrester.

Los problemas sociales son sistemas con una gran cantidad de variables y sumamente complicados, a cuya clarificación aporta ese tipo de diagrama.

Dos publicaciones vinculadas con el tema son su “**INDUSTRIAL DYNAMICS**” (The M.I.T. Press, Massachusetts, **1961**) y “**URBAN DYNAMICS**” (The M.I.T. Press, Massachusetts, **1969**). Mi recomendación a los lectores: ambos libros deberían ser conocidos, en detalle, por estudiantes de cursos de nuestras asignaturas. Si no es posible ello, resultaría interesante la realización de seminarios tomando como base a una u otra de esas publicaciones; la primera de ellas la considero la más conveniente.

Después de los trabajos citados sobre dinámicas industrial y urbana, Forrester publicó el modelo **World-2** en su obra “**DINÁMICA MUNDIAL**” (1971). El modelo *World-2* trataba de definir y prever la realidad mundial basándose en un sistema de 45 ecuaciones básicas relacionando seis sectores fundamentales: población, inversión de capital, espacio geográfico, recursos naturales, contaminación y producción de alimentos.

4. LOS LIMITES DEL CRECIMIENTO

En abril de 1968 se reunió en Roma un reducido grupo de empresarios, científicos y políticos, que provenían de diferentes países, invitados por el economista y empresario italiano Aurelio Peccei y el escocés Alexander King, para intercambiar ideas sobre las variaciones que se estaban produciendo en el planeta: 1) como consecuencia de fenómenos naturales no controlables por el hombre, y 2) especialmente por el impacto de acciones humanas, posiblemente controlables por acciones establecidas mediante acuerdos políticos de países.[□] Dos años más tarde el “Club de Roma” estaría oficialmente creado y legalizado bajo legislación suiza.

La problemática ambiental bajo análisis contemplaba las interdependencias existentes entre distintos aspectos técnico - políticas como energéticas, alimentarias y demográficas entre otros, proyectada hacia escenarios posibles con horizontes que se extendían 50 años a partir de 1970.

El siguiente inventario de problemas detectados en esa época resultó particularmente certero y ostensible durante las siguientes décadas y el lector podrá apreciar la similitud que posee si lo compara con un inventario para la situación actual.

- deterioro del medioambiente físico,
- crisis de las instituciones,
- burocratización,
- enajenación de la juventud,
- violencia,
- educación inadecuada,
- brecha creciente entre países o regiones pobres e industrializadas,
- crecimiento urbano incontrolado,
- inseguridad en el empleo,
- satisfacción decreciente obtenida en el trabajo,
- impugnación de los valores de la sociedad,
- indiferencia ante la ley y el orden,
- inflación y disrupción monetaria.

Por encargo del Club de Roma en 1970, bajo la dirección de Dennis L. Meadows, dos años más tarde se presentaba el primer volumen de los trabajos realizados en el System Dynamics Laboratory, bajo la denominación **“LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO”**.

Siguiendo la misma metodología de Forrester, el equipo de Dennis L. Meadows, integrado entre otros por Donella H. Meadows, Jorgen Randers y Williams W. Behrens III, preparó un nuevo modelo, **World-3**, con 77 ecuaciones básicas que relacionan cinco variables fundamentales: población, producción agrícola, recursos naturales, producción industrial y contaminación. Se recopilaron datos sobre la evolución que esas variables habían tenido en los primeros setenta años del siglo XX; se diseñaron fórmulas que relacionaban las variables entre sí y comprobaron que esas ecuaciones servían para describir con fidelidad las relaciones de los datos calculados con los valores numéricos que se habían presentado en la realidad.

World-3 en sus conclusiones mostraba que la tendencia del mundo a partir de 1972, llevaba inevitablemente a un colapso que debería producirse antes de un siglo, provocado principalmente por el agotamiento de los recursos naturales. Para remediarlo, proponía siete medidas correctoras a iniciar desde el año 1975, basadas fundamentalmente en la reducción de la producción industrial, la reorientación de las actividades humanas hacia los servicios educativos y sanitarios, la mejora en la producción de alimentos básicos y el fomento de una política de reciclado de los residuos.

Treinta años más tarde, el Club de Roma contaba entre sus filas con más de 100 "especialistas" de 52 países, había publicado más de 21 informes de "sumo interés" ambiental y mantenía una posición importante, reconocida internacionalmente. Varios países tienen una filial local del Club de Roma; recomiendo que el lector explore, a través de Internet, la filial Argentina del Club de Roma.

Un nuevo informe de 2012, es el titulado “**2052: Una proyección para los próximos cuarenta años**”, que trata sobre las posibilidades de mantener el aumento de temperatura por debajo de los 2° C en base al control del anhídrido carbónico que se produce y libera en las atmósfera.

5. UN PLANETA AMENAZADO

Con este título rescato un artículo debido a Fernando Diez (La Nación, 27.03.2012), que suministra una interesante información. Algunas cifras aproximadas podemos admitirlas porque permiten la realización de comparaciones de gran utilidad, sin provocar distorsiones significativas dado el significado que poseen.

- En 1810 el mundo tenía 1.000 millones de habitantes.
- En 2011 tenía 7.000 millones. En 200 años había experimentado un significativo incremento. Sin embargo este aumento es sólo parte de un problema más complejo, como veremos ahora.

Ramón Folch es un conocido biólogo español, titular de la cátedra de Metatecnia Ambiental y Socioecología del Institut Català de Tecnologia. Considera que “el consumo de energía y recursos naturales actuales de un ser humano es enormemente mayor que el de hace doscientos años. Además calcula que el habitante promedio de Estados Unidos consume energía equivalente a la energía de subsistencia de 200 seres humanos”.

“Los consumos energéticos anuales por habitante son bien diferentes entre los países:

- ✓ Estados Unidos: 12.000 watts.
- ✓ Europa: 6.000 watts
- ✓ En China (promedio): 1.500 watts
- ✓ En la India: 1.000 watts.
- ✓ En Bangladesh es sólo de 300 watts”

Las disparidades que se presentan en estos números hacen que cualquier proyección futura de consumo energético debe, para el promedio de la población, calcular un número que contemple esas diferencias. Estudios realizados, entre otros los del Instituto Tecnológico Federal Suizo, han permitido establecer como objetivo 2.000 watts de consumo por habitante para una posible sociedad de fines del siglo, sin por ello perder la calidad de vida. “En 2.008 los votantes de Zurich se propusieron desarrollar un proyecto denominado ‘**2.000 WATT SOCIETY**’ que les permita alcanzar esa cifra a partir de los 6.000 actuales. En 2001 este proyecto comenzó a aplicarse en Basilea”.

La necesidad de disponer de un escenario futuro es indispensable para poder trabajar, desde hoy, a fin alcanzar los objetivos diseñados. Se requiere un buen conocimiento de la numerosa cantidad de variables, sobre las cuales debe actuar la sociedad, así como las interrelaciones que presentan las mismas. Un trabajo propio de grupos interdisciplinarios de excelente nivel de capacidad, creatividad y conocimientos generales.

6. HACER BIEN CON BUENA INVESTIGACION OPERATIVA

En Informaciones de la EPIO de 2008 cité, por vez primera, el propósito presidencial de Cynthia Barnhart, (en 2007 presidenta de INFORMS), expresado en la reunión anual de esa sociedad como tema central para su presidencia: **“DOING GOOD WITH GOOD O. R.”**

Es interesante complementar esa intención con las razones que la motivan, expuestas por Peter Horner, el editor de ORMSToday. “Barnhart está interesada en la próxima generación de investigadores operativos – actualmente en la escuela media o en las facultades – que desean hacer algo bueno por el mundo aunque todavía no pueden conectar sus sueños con las herramientas esenciales de la profesión de I.O.” Por otra parte el plan de tareas busca “Incrementar el conocimiento de los investigadores operativos para tratar problemas de importancia para la sociedad y **comprometerlos seriamente en la tarea de resolver importantes problemas sociales**”.

En el número anterior de esta Revista cité “Dos artículos para leer en detalle”, que deberían ser motivo de análisis por nuestros lectores y que están vinculados con el título de este párrafo. Se referían a **“Community-Based Operations Research”** de Michael P. Johnson y Karen Smilowitz y **“Adventures in policy modeling! Operations Research in de community and beyond”** de E. H. Kaplan. Insisto en la necesidad de la lectura de ambos artículos para poder comprender mejor el alcance e importancia de lo que estamos tratando, aún cuando realicé un breve resumen sobre los mismos en dicha revista.

Con posterioridad a esa recomendación recibí el Nº 3 del Vol. 41 (mayo – junio 2011) de la revista Interfaces. Es un número especial sobre **“APLICACIONES HUMANITARIAS”** y posee un subtítulo atrayente: **“Hacer bien con buena Investigación Operativa”**, donde se presentan ocho trabajos cuya lectura también podrá ser de gran orientación para nuestros lectores interesados en este tema.

El primero de los artículos es una interesante introducción al contenido total de ese número, debido a O. Ergun, P. Keskinocak y J. Swann (Georgia Institute of Technology, Atlanta), donde se justifica tanto la presentación de la revista como el alcance de los artículos que la integran.

Las aplicaciones de los trabajos presentados se relacionan con la posibilidad de aportar soluciones vinculadas con el bienestar general. Cita inicialmente los diez temas más importantes para la humanidad dentro de los próximos 50 años cuyos problemas, para su solución, pueden requerir apoyo de nuestras disciplinas. Los temas considerados son los siguientes:

- ✓ Energía – Agua -.Alimentos – Ambiente - Pobreza – Terrorismo – Salud - Educación - Sistema de gobierno - Población.

Sin embargo las oportunidades de aplicación no se reducen a los temas citados. En efecto los autores indican que: “Del mismo modo la investigación dirigida al planeamiento y la respuesta a los desastres puede tener también un favorable impacto reduciendo pérdida de vidas, paliando los sufrimientos y promoviendo la dignidad humana, todo lo cual son objetivos de las aplicaciones humanitarias”.

Conviene transcribir partes del artículo porque reafirman ideas que he desarrollado en números anteriores.

- ✓ “Los sectores público y privado tienen muchas responsabilidades que requieren el análisis de situaciones complejas en las cuales el uso de investigación operativa y ciencia de la administración pueden tener un positivo impacto social en la adopción de decisiones”.
- ✓ “El impacto de desastres sobre la economía es también significativo, como hemos podido apreciar en estos últimos años”.
- ✓ “Nuestro planeta se enfrenta cada vez más a más fuertes desastres naturales cuando se mueve hacia el futuro. Ellos impactarán más y más gente en parte a causa de la presencia de centros de alta densidad de población en zonas vulnerables. La investigación para mejorar nuestras respuestas a los desastres, pueden tener un efecto real e inmediato”.
- ✓ “Prevención de desastres y mitigación, respuesta, recuperación, problemas humanitarios de largo plazo relacionados a necesidades básicas para la vida y aplicaciones del sector público, todos participan de características comunes. Ellos comprenden, a menudo, múltiples profesionales y otras personas y se requieren y presentan desafíos de colaboración y coordinación por las implicancias que poseen las acciones de mediano y largo plazo”.
- ✓ “Aunque es importante avanzar sobre la solución de estos problemas con una perspectiva científica e ingenieril, es todos los casos es indispensable considerar las componentes humanas, sociales y de comportamiento”.

7. LA LOGISTICA DE 2050

Todos sabemos que disponer de proyecciones hacia el futuro es muy importante para poder planificar la evolución de las actividades.

En el caso logístico la Deutsche Post DHL ha diseñado cinco posibles escenarios para responder a “¿cómo será el mundo en 2050?”.

Cuarenta y dos profesionales de muy diversa formación participaron en la elaboración de estos estudios. Sin citar nombre de esas personas se puede tener una idea de su importancia a través de las funciones que ejercen o han ejercido: un ex ministro alemán de Medio Ambiente y director del programa de Naciones Unidas del mismo tema, el economista principal de la Agencia Internacional de la Energía, el director general del Instituto Alemán de Flujo de Materiales y Logística; representantes de organizaciones como el Foro Económico Mundial, el Instituto de Estudios de Futuro de Copenhague, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, etc. La enumeración que he realizado tiene por objeto señalar la seriedad con que ha debido encararse el estudio de referencia.

Los cinco escenarios planteados son los que enumero a continuación, y “se basan en un análisis de los factores más críticos como modelos de comercio y consumo, tendencias tecnológicas y sociales, cambio climático y su impacto probable en el comportamiento y los valores de la población del año 2050”.

- ✓ Economía descontrolada
- ✓ Grandes metrópolis
- ✓ Estilos personalizados
- ✓ Proteccionismo paralizante
- ✓ Resistencia global

En sus descripciones surgen las diferencias. La Nación, (Comercio Exterior, 13 de marzo de 2012), resume esos escenarios, lo cual puede ser altamente ilustrativo para el lector. Sin embargo “todos los escenarios tienen un elemento en común: la profunda transformación del papel de los servicios de logística y el incremento de la demanda global”.

Indudablemente la logística es una de las aplicaciones interdisciplinarias relacionadas con nuestras asignaturas. Esto obliga a los especialistas a conocer estudios que hagan a la posible actualización en un futuro incierto, a fin de colocarnos anticipadamente en la respuesta a posibles cambios a nivel mundial.

8. CONCLUSIONES

- ✓ El lema: “Hacer bien con buena Investigación Operativa” sugerido y aplicado por Cynthia Barnhart, señala el camino a seguir por parte de quienes pretendan realizar un trabajo extraordinario satisfactorio con el empleo de nuestras disciplinas.
- ✓ No existe duda tanto sobre la posibilidad como de la necesidad de la aplicación de las mismas para el tratamiento de los problemas que hacen al bienestar de la humanidad.
- ✓ Es indispensable interesar a los docentes, profesionales y actuales alumnos no sólo en el conocimiento de la variedad de problemas sociales de posible consideración sino, además, participar activamente en la solución efectiva de los mismos.