

## Sección de Ingeniería de Sistema

### I. LOS COMPUTADORES Y LA INVESTIGACION

Por: Iván Restrepo Lince  
Profesor Depto. de Matemáticas

#### ¿Cómo nos afectan los Computadores?

Es difícil señalar los efectos más importantes de la "revolución tecnológica" que nos corresponde —por suerte— vivir. Tomándolos desde el punto del Investigador, me atrevo a señalar tres:

Primero citemos la capacidad de cálculo: Hoy poseemos en cualquier modesta oficina, capacidad de calcular que, si la refiriéramos a un equipo de Ingenieros o Estadísticos de hace diez años, habremos de estimarla en 100.000 veces superior.

Problemas que hace diez años serían un asunto académico por imposibilidad de resolución, como sistemas de ecuaciones de diversos grados de mil o más incógnitas, son casi un juego. Un acueducto completo de una ciudad se resuelve, hoy en día, con precisión y reduda en importantes economías.

Hay que anotar que el efecto de esta capacidad es mucho más profundo que la simple economía en horas—hombre ante cálculo similar. Donde aparece una profunda transformación es en la actitud audaz ante alternativas de diseño, en la capacidad y voluntad del Ingeniero y del Investigador, de profundizar y de penetrar en el problema, al verse libre del lastre del numérico.

Al librarlo del temor a la "carpintería", como familiarmente denominábamos la etapa tediosa y limitante del cálculo numérico, el computador se ha convertido en una extensión de la mente. Apenas estamos empezando a comprender en qué medida el temor al cálculo nos impedía investigar.

En segundo lugar debemos situar la información: El Computador y su forma especializada — el equipo de comunicaciones — nos han obligado a calcular (medir) la información de un mensaje, la capacidad de información de un canal, el potencial de información de una fuente.

Esta teoría, nacida en y para telefonía, ha probado ser uno de los más fecundos logros humanos. Hoy comprendemos la actividad gerencial como ciclo de información: todo lo referente a una Empresa, y su medio ambiente, desde el balance hasta la Investigación de Mercados, son realimentación (Feed—Back) de información que recibe la gerencia, y ésta las transforma en órdenes o acciones para que la organización transforme bienes (que pudieran ser solo información). Esta rama del ciclo se conoce hoy como M.I.S. (Management Information System) y es el corazón mismo de la gestión empresarial.

En las contribuciones por la información no podemos omitir la Recuperación de Información. La investigación, en cualquier campo, ha sido relativamente estéril y redundante: cuántas veces se ha repetido una investigación por no saber que ya se hizo o, peor aún, por no poder encontrar un estudio anterior. La capacidad de consulta, ordenación, impresión almacenamiento del computador, ha dado nueva vida a la hemeroteca.

En tercer lugar vale citar el uso extensivo de los Modelos Simbólicos. La capacidad de simular con gran detalle y mínimo costo, ha transformado totalmente la investigación: hoy todos hablamos del modelo, de hacer el modelo, de evaluar los resultados del modelo.

Aunque la simulación "sobre el seso" como en sus tiempos los Libros de Caballería, al punto de que se ha definido a los economistas como "aquellos que media vida diseñan Modelos y la otra media explican por qué fallaron", es un punto culminante en el desarrollo, el poder probar una teoría, el poder investigar relaciones de causa—efecto, el poder anticipar resultados, así sea en los límites de un modelo.

Y precisamente por olvidar esos límites, por olvidar que un modelo es una abstracción de la realidad y no la realidad misma, se ha hecho "rey de burlas" y fuente de conclusiones disparatadas.

Pero si el investigador recuerda que el modelo es una abstracción que solo contiene algunos factores, que difiere de la realidad en muchísimos otros que pudieran resultar relevantes en un momento, comparará los resultados con los obtenidos intuitivamente o por experiencia, buscará explicación a las diferencias y sabrá cuándo faltan parámetros en su modelo y cuándo la respuesta intuitiva era la errada.

Y ya que mencionamos la experiencia como una de las piedras de toque para el modelo Simbólico, anotemos que las fallas en la simulación se deben, primordialmente, a falta de diálogo: a no comunicarse el científico con quienes poseen la experiencia en lenguaje que estos pueden entender. La normal resistencia al cambio se ha visto agudizada por esta omisión.

En cuanto a la aplicación de modelos, me permito una palabra de advertencia: ser cautos con las formas normativas o sea, aquellos que pretenden decir directamente qué ha de hacerse. Son más modestos y seguros los simplemente predictivos, los que dicen "si se hace esto ocurrirá aquello", ya que dan lugar al juicio humano en la evaluación intuitiva de la utilidad, mucho más confiable que una expresión formal de costos.

Veamos dos ejemplos:

1.— Que se puede diseñar una carretera "óptima" directamente? Sí, cuando haya una fórmula que relacione el costo de un metro de vía (construcción y uso), de un metro cúbico de excavación, de un metro<sup>4</sup> de acarreo, de un 1 0/0 más de pendiente o un metro menos de radio en una curva, y lo haga en forma confiable en muy distintas condiciones, ese día operará el tal Programa.

2.- Que la mezcla óptima de producción, por programación lineal, es fuente de conflictos entre producción y ventas? Es normal si el entusiasmo se lleva hasta ordenar las ventas qué debe vender, lo cual supone una elasticidad total de la demanda. Pero si más que las cantidades óptimas se miran los costos de oportunidad de las restricciones de mercado, ventas sabrá:

- Si se puede cambiar un artículo, cuales otros resultan ventajosos.
- Qué artículos crean cuellos de botella en la producción y por tanto no debe fomentarse su venta.
- Que artículos se deben promover con comisiones, crédito, premios, etc.
- Producción sabrá qué actividades se justifican incrementar (horas extras, ampliaciones).
- Además, la gerencia sabrá, cuando los costos de oportunidad sean triviales, que la polémica producción - ventas es también trivial.

### La Investigación más Importante

Este es, por supuesto, un concepto muy personal. La más importante investigación es el empleo de las Estadísticas (Análisis Factorial) en la psicología y Sociología:

- Qué necesita realmente el ser humano?
- Por qué "grandes" logros, cómo las urbes gigantes, se han vuelto contra el hombre y en lugar de realizarlo lo aniquilan?
- Qué locura se ha desatado, que nos lleva a destruir las poblaciones, a gran costo, para hacer metrópolis, según el horrendo modelo Neoyorkino?
- Para decirlo en forma muy colombiana: "El poder para qué? "

Un mejor conocimiento de la realización humana, nos permite regresar a la escala de valores y orientar la capacidad productiva para proporcionar:

1. Atención de las necesidades básicas (higiénicas), que cuando faltan producen la mayor insatisfacción, pero que cuando sobran no producen satisfacción.
2. Seguridad, estabilidad, protección.
3. Afiliación, pertenencia a un grupo, ser "aceptado".
4. Auto-estima y estima de otros.
5. Autorealización, logro de potenciales e intereses.

Haber requerido los autovalores y autovectores de la matriz de regresión, para descubrir con sorpresa que, satisfechos los dos primeros puntos, que atendido el "pan diario", lo restante es amor; que el énfasis en la riqueza, la sociedad de consumo, los símbolos de estatus (el carro de "mafioso", por ejemplo), no son más de una forma pueril de buscar prestigio, respeto, compañía o identidad!

Y cuando lo pensamos de nuevo, nos inquieta haber llamado sorprendente a la verdad anterior (a ese primer postulado, si algo merece este nombre). Cómo pudo el progreso alienarnos en tal grado hasta hacernos extraños a nosotros mismos?