

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS



Sistematicidad del Desarrollo de la Ingeniería

&

Un Modelo Posmoderno de Organización Empresarial basada en la información

TESIS PARA OBTENER LOS TITULOS DE

***Ingeniero de Sistemas e
Ingeniero Industrial***

Bachilleres:

**Wilder Ramírez Cáceres
Carlos Clavijo Zárate**

LIMA-PERU

2,001

INDICE

DESCRIPTORES TEMATICOS	5
SUMARIO	6
INTRODUCCION	8
HIPÓTESIS	13

CAPITULO I

REFERENCIA HISTÓRICA

1.1. <u>Los orígenes de la Ingeniería</u>	17
1.2. <u>Historia del Método Científico</u>	23
1.3. <u>Periodo pre-digital</u>	34
1.4. <u>Aparecen ciencias y técnicas complementarias</u>	36
1.5. <u>Surgimiento de un poderoso movimiento intelectual</u>	36
1.6. <u>Surgimiento de las sociedades post-industriales</u>	38
1.7. <u>Revoluciones anteriores</u>	39
1.8. <u>La ya marchita Revolución Industrial</u>	40
1.9. <u>El impacto social: Más allá de los inventos.</u>	41
1.10. <u>El Boom inmobiliario</u>	42
1.11. <u>Tamaño de la empresa</u>	42

CAPITULO II

LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

2.1. <u>Un cambio fundamental en el concepto de tecnología</u>	43
2.2. <u>La revolución de la información</u>	45
2.3. <u>La era de la información</u>	45
2.4. <u>La redefinición de la información</u>	46
2.5. <u>La tecnología como instrumento de estos cambios</u>	47
2.6. <u>La victoria de la tecnología sobre el horizonte humano</u>	47
2.7. <u>La información es transnacional</u>	48
2.8. <u>El poder de la información</u>	48
2.9. <u>¿Qué pasará con la comunicación?</u>	50
2.10. <u>La información y sus fallas</u>	51
2.11. <u>Qué es la información y desde cuando se informa</u>	52
2.12. <u>Actualidad y libertad en la información</u>	53
2.13. <u>Información e información</u>	54

CAPITULO III

FUNDAMENTOS DEL CAMBIO

3.1. <u>La “ invención” y “ la innovación”, se han vuelto más sociales y a la vez científicos</u>	55
3.2. <u>La presencia de nuevas figuras del postmodernismo, a pesar de todo la ingeniería...</u>	56
3.3. <u>La necesidad de un nuevo Paradigma</u>	56
3.4. <u>La transición: del “Modernismo” al postmodernismo</u>	56
3.4.1. Hay nuevas fronteras	57
3.4.2. Nuevas disciplinas	57
3.5. <u>La Visión cartesiana</u>	58
3.6. <u>Conozco lo que puedo medir</u>	60
3.7. <u>El todo está determinado por las partes</u>	60
3.8. <u>Cada una de nuestras disciplinas ha avanzado de la “Causa” a la Configuración”</u>	60
3.9. <u>Los Nuevos Principios pos-modernos</u>	62
3.10. <u>El mundo cartesiano fue: mecánico y estático.</u>	64
3.11. <u>Midiendo el movimiento como un número infinito</u>	65
3.12. <u>Por lo visto: “Los Ingenieros hemos resultado más cartesianos que Descartes”</u>	65
3.13. <u>Hacia una nueva visión</u>	66
3.14. <u>Cambios en la estructura del pensamiento</u>	67
3.14.1. Tú tienes que aprender a pensar.	67
3.14.2. Herramientas de percepción	68
3.15. <u>Cambios en los métodos de formación</u>	72
3.15.1. El perfil del ciudadano latinoamericano en los próximos veinte años.	75
3.15.2. El futuro exige una nueva pedagogía:	75

CAPÍTULO IV

EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

4.1. <u>Una nueva visión de la naturaleza</u>	81
4.2. <u>Surgen métodos de síntesis e integración</u>	81
4.3. <u>El Paradigma Sistémico - Cibernético.</u>	81
4.3.1. Introducción a la teoría general de los sistemas	83

4.4.	Primer Período	86
	LUDWIG VON BERTALANFFY	86
	<i>GREGORY BATESON</i>	89
4.5.	Teoría de la Comunicación	93
4.5.1.	Cibernética	98
4.5.2.	Cibernética "0 orden"	99
4.5.3.	Cibernética de 1er. Orden	99
4.5.4.	Cibernética de segundo orden	101

CAPITULO V

“SISTEMATICIDAD DE LA INGENIERÍA”

5.1.	<u>Sistematización de la ingeniería como profesión</u>	108
5.1.1.	El establecimiento de tecnologías como disciplinas sistemáticas	108
5.2.	<u>Sistémica del desarrollo de la ingeniería</u>	109
5.3.	<u>La Ingeniería como un Sistema Complejo</u>	110

CAPITULO VI

ORGANIZACIÓN POS MODERNA

6.1.	<u>La Propuesta</u>	120
6.2.	<u>Un modelo Posmoderno de Organización basada en la información</u>	122
6.3.	<u>La solución a la desocupación nacional:</u>	123
6.4.	<u>La Sociedad en Red</u>	124
6.5.	<u>Los tres sectores fundamentales: Comunicación, Electrónica y Contenido</u>	127
6.6.	<u>Cambio radical en la organización</u>	129
6.7.	<u>Descentralización del trabajo</u>	129
6.8.	<u>Rasgos principales de la economía del siglo XXI</u>	130
6.9.	<u>El recurso crucial de la nueva economía: El Conocimiento</u>	131
6.9.1.	<u>¿Economía de Escala? Ya no es el caso</u>	131
6.9.2.	<u>La nueva forma de competir</u>	131

<u>CONCLUSIONES</u>	132
<u>RECOMENDACIONES</u>	141
<u>ANEXO 01</u>	
PROYECTO:“APRENDER HACIENDO”	146
<u>ANEXO 02</u>	
PERCEPCIÓN E ILUSIÓN; SISTEMA NERVIOSO Y COGNICIÓN.	153
AUTOPOIESIS	153
CONSTRUCTIVISMO	157
BRINGFORTHISMO	159
GLOSARIO	160
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>	177

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

- Génesis de la Ingeniería.
- Las Revoluciones anteriores.
- Cambio fundamental en el concepto de Tecnología.
- La redefinición de la información.
- La necesidad de un nuevo paradigma.
- Transición del Modernismo al Postmodernismo.
- La visión Cartesiana.
- Los nuevos principios Posmodernos,
- Paradigma Sistémico-Cibernético.
- Sistematización de la Ingeniería como profesión.
- La Ingeniería como sistema complejo.
- Cambios en la estructura del pensamiento.
- Un modelo Posmoderno de Organización basada en la información.

SUMARIO

◆ Presentación del problema

1. Alineación

El ingeniero se ha acostumbrado a respetar ortodoxias (Paradigmas) sin discusión alguna por considerarlos totalmente aceptables y/o verdaderos (cartesiano).

2. Alienación

El ingeniero ha perdido su **identidad** (como tecnólogo desarrollador) y se ha convertido en un científicista absurdo (que cree explicarlo todo con la ayuda de la ciencia). Considera que su única tarea es **razonar y no pensar**, o cree que pensar es tener la razón

3. Dependencia

El ingeniero peruano cree que los libros y manuales lo hacen los otros países, mientras que los ingenieros extranjeros creen que los libros los hacen los científicos y filósofos (como fue la primera enciclopedia que dio origen a nuestra profesión). El ingeniero peruano considera que necesita de un capital(dinero) o una empresa ajena para ejercer su trabajo. No es consciente de su rol de entrepreneur(generator de empleos), y menos aún de ser un transformador de algunos aspectos de la realidad social

4. Desocupación

El ingeniero sufre de desocupación prematura debido a dos “hechos”:

- ◆ Al ser desplazado por los ingenieros más jóvenes, y
- ◆ Por la discontinuidad en su aprendizaje (obsolescencia).

- **Procedimientos adoptados**

Se ha escogido el enfoque de sistemas como método de análisis.

Después de percibir la triste realidad del ingeniero (alienado, alineado, dependiente y desocupado), hemos considerado necesario adoptar el enfoque sistémico para comprender y plantear alternativas de solución. Es decir, expresar el “contexto ingenieril” como un sistema abierto viviente y auto-organizado. En otras palabras: el fracaso está en nuestras mentes y en nuestras organizaciones.

- **Conclusiones y Recomendaciones**

Después de la investigación realizada para el desarrollo de esta tesis y, aplicando el enfoque de sistemas, se llegó a la conclusión expresada en los problemas arriba indicados. Sin embargo, es necesario recalcar que el ingeniero es co-responsable, además, de la desocupación nacional.

La recomendación más importante sería la de señalar que el ingeniero peruano sea consciente de su verdadero rol: interpretador y transformador de la realidad social. Pero, esto exige de una nueva mentalidad, o nueva forma de ver al mundo(cambio de paradigma), de cartesiano a posmoderno y, una nueva visión del futuro(nuevos horizontes).

En otras palabras: tenemos que cambiar al ingeniero y crear un sistema o disciplina de aprendizaje continuo. Ver conclusiones y recomendaciones detalladas al final.

INTRODUCCIÓN

Cuando uno de nosotros buscaba tema para su tesis, un tema que aparte de ser un aporte basado en su larga experiencia, demuestre, además, que estaba en excelentes condiciones académicas de titularse, siempre encontraba tentativo tratar el tema del

“Desarrollo de la ingeniería peruana”

Igualmente, resultaba interesante tratar sobre la problemática peruana:

*el subempleo y la desocupación prematura del ingeniero,
el problema de la miseria,
la desocupación y subempleo nacional.*

Pero cuando abordaba el asunto siempre caía en las clásicas preguntas:

*¿Por qué el ingeniero peruano no se preocupa del desarrollo de su profesión?
¿Por qué el ingeniero peruano antes de los cuarenta años es despedido y
reemplazado por otro ingeniero recién egresado?
¿Por qué el ingeniero peruano termina siempre siendo sólo un empleado más?
¿Por qué el ingeniero peruano no es capaz de generar su propio empleo?
¿Por qué el ingeniero peruano no culmina su carrera siendo un tecnólogo?
¿Por qué no desarrollamos ingeniera peruana?,
¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué?*

Es decir: siempre terminaba buscando

los ¿Por qué?, las “verdades”, las “causas”, los “culpables”, etc.

Pero, estas preguntas parecían -y de hecho lo son- muy cartesianas¹ y, por lo tanto, no conduce a resolver problema alguno, y menos aún contribuía a descubrir nada nuevo, siguió investigando sobre nuevos enfoques y abordar los asuntos de una manera más actualizada, es decir, usando nuevos pensamientos y herramientas, esta vez *pos-cartesianos*.

Conversando el asunto con otro colega tesista, descubrimos juntos que andábamos en lo mismo. Y entonces, decidimos asociarnos para investigar, para intercambiar ideas, etc. Luego de un tiempo nos volvimos hacia lo nuestro y cada uno empezó a desarrollar lo relativo a su especialidad; sin embargo, después de unos meses volvimos a reunirnos y descubrimos que las dos habíamos coincidido en que la ingeniería no es una ciencia natural, con sus propios fenómenos naturales, habíamos descubierto que los fenómenos ingenieriles son artificiales, o sea no manejables por las personas, como es el caso de la medicina. Es por eso que la medicina cuando se sale de su mundo natural para generar tejidos, cartilagos, huesos, etc. la llamamos “Ingeniería de tejidos”.

La ingeniería, lo vemos nosotros -y esto es nuestro aporte-- como un:

“Sistema Complejo”²

¹ Entendemos por cartesianismo al *mundo-visión cartesiano*. Como sabemos más que Galileo o Calvino, Hobbes, Locke o Rousseau, mucho más aún que Newton, *Descartes determinó, para trescientos años, cuáles problemas aparecerían como importantes y aun pertinentes, el alcance de la visión del hombre moderno, sus supuestos básicos acerca de él mismo y de su universo, y sobre todo, su concepto de lo que es racional y plausible. Descartes contribuyó con una doble influencia: Primeramente, dio al mundo moderno su axioma básico acerca de la naturaleza del universo y su orden.* La formulación más conocida es aquella en la que -- una generación después de la muerte de Descartes-- la Académie Française, *definió a la “ciencia”: como “el conocimiento cierto y evidente de las cosas por razón de sus causas”.* Expresado con menos elegancia y sutileza, esto dice: “El todo es el resultado de sus partes” *En segundo lugar,* Descartes nos dejó el **MÉTODO** para hacer efectivo su axioma en el conocimiento organizador, y en la búsqueda del mismo. Cualquiera sea la significación de su *geometría analítica* para las matemáticas, ella *estableció una lógica universal y cuantitativa referida a la relación existente entre los conceptos, y capaz de servir como símbolo universal y lenguaje universal. El cartesiano suele decir: sólo conozco lo que puedo medir.*

² Su paradigma, es el paradigma de la complejidad, es decir, su concreción práctica. es la **Sistémica o Ciencia de los Sistemas**, y su puesta en obra es también un ejercicio de la humildad, ya que un buen sistémico ha de partir del reconocimiento de su propia limitación y de la necesidad de colaborar con otros hombres para llegar a captar la realidad en la forma más adecuada para los fines propuestos. Es a través de esta posibilidad de integración como la sistémica, el paradigma de la complejidad, mezcla de arte, ciencia, intuición y heurística, que permite modelar sistemas complejos, (**Ingeniería de los Sistemas Complejos**), es hoy un sistema y una filosofía de pensamiento en plena expansión en cuanto a las ciencias que confluyen en él: desde los campos del conocimiento tradicionalmente asociados a ella, como son la **ciencias de la ingeniería y la organización**, a las que, aunque no tan jóvenes, se van incorporando, como

Sí, en efecto, la “Ingeniería” como un sistema complejo. La ingeniería es una práctica, por cierto, pero también es un conjunto de disciplinas, sujetos, herramientas, etc. Tiene su propio entorno. Y cuando hablamos de “la Ingeniería”, nos referimos a todas las especialidades en su conjunto. Hoy, podemos hablar de Ing. Simultánea, Ing. de Calidad, Ing. del Consumidor, Ing. del Conocimiento, Ing. Matemática, Ing. de Procesos, etc., etc. Un cartesiano, por su puesto, no entendería estas nuevas disciplinas, ya que él sigue concibiendo que la ingeniería es aquella que resuelve problemas con ayuda de las matemáticas.

En este sentido, no debemos estudiar cada ingeniería por separado. ***Seríamos cartesianos al dividirlo para entenderlo.***

Como sabemos, todos los sistemas concebidos como complejos dan lugar a un modelo de universo, una cosmovisión cuya clave es la convicción de que cualquier parte de la creación, por pequeña que sea, que podamos considerar, juega un papel y no puede ser estudiada ni captada su realidad última en un contexto aislado.

En otras palabras, los dos tesisas veníamos descubriendo que es necesario interpretar la “Ingeniería” usando ***el pensamiento sistémico y complejo***³, es decir, la “ingeniería” como un todo, como un sistema que tiene propiedades emergentes

las ciencias políticas, económicas y morales, la sociología, la biología, la psicología y la psiquiatría, la lingüística y la semiótica, o las que por su juventud han sido integradas casi desde su nacimiento, como ocurre con la informática, la inteligencia artificial o la ecología

³ ***EL PENSAMIENTO SISTÉMICO*** es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera incompleta. ***El pensamiento sistémico*** es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como “sistema”, así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo (del griego holos – entero). Bajo la perspectiva del enfoque de sistemas la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su “realidad” es producto de un proceso de co-construcción entre él y el objeto observado, en un espacio tiempo determinados, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque tradicional, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí. Las filosofías que enriquecen el pensamiento sistémico contemporáneo son la fenomenología de Husserl y la hermenéutica de Gadamer, que a su vez se nutre del existencialismo de Heidegger, del historicismo de Dilthey y de la misma fenomenología de Husserl.

surgidas gracias a la interacción de las demás especialidades, propiedades que no lo tienen cada una de las especialidades de la ingeniería, no porque sean incapaces de poseerlas, sino porque cada una de ellas son componentes de un “Sistema Complejo”.

- Hemos descubierto que *durante trescientos años, desde la mitad del siglo XVII en adelante, Occidente vivió en la Edad Moderna; y durante el siglo XIX este Occidente moderno se convirtió en la norma de la filosofía y de la política, de la sociedad, de la ciencia en todo el globo, se convirtió en el primer orden mundial verdaderamente universal.*
- Hemos descubierto que durante el transcurso de los últimos sesenta años, a partir de cierto punto inadvertido hemos comenzado a salir de la Edad Moderna y a penetrar en una era nueva, aún sin nombre. Sin embargo:

Nos encontramos, ahora, en plena transición, en una era de superposición.

*Nuestra visión del mundo está cambiando;
estamos adquiriendo una nueva percepción
y con ella nuevas aptitudes.*

A pesar de ello, los ingenieros seguimos siendo más cartesianos que el mismo Descartes⁴

Igualmente, habíamos descubierto que los ingenieros dejamos que los científicos o filósofos desarrollen la ingeniería, porque creemos que son ellos los llamados a hacerlo y que nosotros solamente somos aplicadores. Y es que, desde la génesis de nuestra profesión, hemos permitido que sean ellos lo que entiendan el conocimiento ingenieril desde la óptica científica, o filosófica, y, sean los

⁴ Descartes en su libro “Discurso del método” nos dice: “Sin embargo, es posible que me equivoque, y que tal vez sea sólo un poco de cobre y vidrio lo que tomo por oro y diamantes. Se de qué manera estamos sujetos a equivocarnos en aquello que nos afecta, y también cómo es preciso que sospechemos de los juicios de nuestros amigos cuando esos juicios no son favorables. Pero me sería muy agradable poner de manifiesto en este discurso cuales son los caminos que yo he seguido, y representar en el mi vida como en un cuadro, de tal manera que cada cual pueda formar juicio de ello y que, de ese modo, al tomar yo conocimiento, por la voz pública, de las opiniones formadas, sea ese un nuevo medio de instruirme, que añadiré a aquellos de los que ya ahora tengo costumbre de servirme.

Por esta razón, mi propósito no es enseñar aquí el método que cada uno ha de seguir para conducir bien su propia razón, sino tan sólo permitir ver de qué manera he tratado de conducir la mía”.

inventores o innovadores los que elaboren los manuales. Y, cosa más curiosa, desempeñamos actividades para lo que no fuimos preparados, ejemplo la función de “Gerente”. En realidad, como no llevamos ningún curso de ingeniería pura, los ingenieros no llegamos nunca a comprender nuestro verdadero “Rol”. En Argentina, por ejemplo, los estudiantes de ingeniería llevan el curso de “Epistemología de la Ingeniería”, esto les permite entender la misión del ingeniero.

No es necesario ser científico, filósofo o escritor para entender y escribir sobre ingeniería. Y hasta podríamos pensar que estas especialidades muy poco podrían entender el mundo ingenieril, si es que no la profesan.

En la nueva sociedad del conocimiento, en la que estamos entrando, es totalmente necesario entender la utilidad del conocimiento para ser buenos profesionales; esto no quiere decir que tengamos que ser eruditos en una materia, pero sí entender lo que estamos haciendo si deseamos ser útiles durante nuestra vida profesional y no obsoletarnos fácilmente por dejar de estudiar de manera continúa después de salir de la universidad.

Estos y otros asuntos trataremos en el interior de nuestra tesis.

HIPÓTESIS

“El Ingeniero es transformador --en algunos aspectos-- de la realidad social y por lo tanto muy comprometido con la “Crisis” y el “Desarrollo” de su país. Esto lo convierte en co-responsable de “la pobreza”, sobre todo la causada por la falta de “Colocación”; sin embargo, no es conciente -- el ingeniero peruano-- de esta triste realidad por que no está preparado para percibirla”.

Usando el enfoque sistémico⁵ y, a propósito de nuestro problema⁶ podríamos decir que el fracaso está en nuestras mentes y en nuestras

⁵ El enfoque sistémico o llamado también enfoque de sistemas nace en este siglo como el clamor por concebir y estudiar los fenómenos como "sistemas" y no como "meros agregados de partes". Este clamor se opone al método reduccionista de la ciencia moderna, según el cual los fenómenos son estudiados mediante su descomposición analítica en elementos simples, y son explicados como la suma de las propiedades de tales elementos.

Este tema fue inaugurado por Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), considerado como el padre del enfoque de sistemas.

Rene Descartes (1596-1650) es considerado como el precursor del método de la ciencia moderna.

En oposición a esto, el enfoque de sistemas muestra que los fenómenos presentan una característica especial de la que carece la mera reunión de sus partes. Esta característica especial es la unidad (el carácter sistémico o sentido holístico) de cada fenómeno, es decir, el hecho de que sus partes conforman "una" cosa. Dado que tal unidad va "más allá" de la mera reunión de partes, se puede decir que los fenómenos manifiestan trascendencia holística.

Esto no sólo significa que los fenómenos no pueden ser reducidos a la suma de sus partes sino que, además, tal reducción pierde de vista lo más importante del fenómeno: su unidad, lo que lo hace ser lo que es.

Cuando vemos una silla, ésta se presenta inmediatamente como "una" y como "silla".

Pero si viéramos sus partes desconectadas unas de otras, apiladas desordenadamente en un rincón, no veríamos ni "una" ni "silla".

No es, pues, la simple reunión de las partes lo que da la unidad. ¿Qué es lo que da unidad, entonces?

Pero el movimiento de sistemas, sin antes medir el alcance de su propia crítica a la ciencia moderna, se apresura a conceptualizar la trascendencia holística en términos de la Teoría de la Propiedad Emergente. Según esta teoría, el sentido holístico de los fenómenos es producto de las relaciones que establecen entre sí sus partes. En otras palabras, un conjunto de elementos se presentará o no como unidad dependiendo de su organización interna. Esta teoría, sin embargo, presenta una serie de deficiencias.

El ejemplo anterior parece indicar que las partes de la silla se presentarán o no como "una silla" dependiendo de si están o no organizadas (u ordenadas) de un modo particular.

Según esto, la unidad "emerge" de las relaciones entre las partes.

Un primer problema es que la "emergencia" misma no logra ser explicada satisfactoriamente ¿Por qué y cómo una cierta organización particular de elementos tendría la facultad de "crear" unidad?

Por otra parte, dado que las partes de los fenómenos también son unidades, es de suponer que ellas emergen, a su vez, de la organización de sus partes (y así sucesivamente). Siendo así, o bien hay que suponer que los fenómenos se componen de unidades elementales e indivisibles, o bien que son puras relaciones. Si son lo

organizaciones. Porque muestra parálisis paradigmática (por muestra miopía cartesiana) no nos deja ver claramente el problema. Nosotros creemos que si enfocamos a la ingeniería como un sistema complejo, entonces y sólo entonces, entenderíamos nuestras fallas y daríamos algunas luces de solución.

Tal vez el lector esté pensando que exageramos al decir que el ingeniero tiene que ver con el desarrollo de su país. En verdad, los que están haciendo economía en el mundo, no son los economistas, los políticos o los gobiernos, son los empresarios los que están haciendo que los precios bajen y que la competencia no sea por precios bajos sino por satisfacción del cliente, gracias a la “innovación” y a la “Creatividad de los ingenieros” o del ingeniero-empresario. Veamos por que.

Como nos dice P. Drucker: “No existe país subdesarrollado sino mal gerenciado”. En el verdadero sentido de la palabra gerencia, para este caso, se entiende que son las empresas y no el gobierno los que hacen el desarrollo, sobre todo en lo que respecta a la generación de “Riqueza”. Entendiéndose esta última como generación no sólo monetaria sino de “valor”.

Un ejemplo muy claro de que el ingeniero peruano se encuentra discapacitado para gerenciar lo encontramos justamente cuando éste confunde el término gerencia con administración. Pues, el Management posmoderno establece que mientras el administrador se preocupa por controlar a su gente, o a los recursos a su cargo, el gerente “es responsable de su propia contribución a los resultados de la empresa”. La experiencia nos demuestra que después de unos años el ingeniero siempre termina ocupando un cargo de gerente, y sin embargo no fue formado para ejercerlo. En nuestros cursos de pregrado no aparece el “Management”. Usamos este término en su calidad de neologismo porque no se

primeró, ¿cómo pueden ser estas unidades sin partes? Si son lo segundo, ¿cómo puede haber relaciones sin unidades que se relacionen?

Finalmente, esta teoría contradice la elemental intuición de que la unidad de los fenómenos, lo que los hace ser lo que son, depende del sentido que ellos tienen para nosotros. Personas de distintas culturas verán distintas cosas en un “mismo” lugar. La unidad de una cosa depende, pues, de la perspectiva particular desde la cual mira el observador y de los fines y valores asociados a ella. Esta perspectiva sitúa lo que aparece en un contexto, dándole o no sentido dentro del mismo. Y tal perspectiva, a su vez, es constituida por el cúmulo de experiencias previas que él.

⁶ *Nos referimos al desarrollo ingenieril y al problema ocupacional: **a los cuarenta años los ingenieros en el Perú ya fuimos dados de baja en el mercado laboral***

⁷ *La mente humana lleva en sí más de lo que ella misma puede reconocer a cada instante. No acaba nunca de estar delante de sí misma. Jean Ladriere.*

puede traducir al castellano con una sola palabra ya que el concepto del Management es muy amplio. No hay traducción exacta al italiano, al alemán, al ruso, al japonés, ni al mismo inglés. Y es que la gerencia en Inglaterra no tiene la misma acepción conceptual que en América. El “manager”(gerente) americano no tiene el mismo estilo que el inglés. Nos referimos en términos globales porque hoy es una necesidad la globalización conceptual del ingeniero. En la globalización, el mercado es uno sólo y debemos conocer el estilo de nuestros pares.

En otras palabras, el ingeniero debe entender la verdadera realidad económica y tener una mentalidad globalizada por que los efectos de la globalización no solo afectan a los que trabajan a escala internacional, sino también al verdulero y al chino de la esquina para no ser desplazado por “Santa Isabel” o “Metro”. Aquí los gobiernos poco o nada podría hacer sobre el manejo de los mercados, ni siquiera los locales. La transnacionalización es evidente y los gobiernos ni siquiera se han dado cuenta. Pero el ingeniero si está obligado a percibirlo y actuar en ese sentido.

Los ingenieros somos más cartesianos que el mismo Descartes⁸, y lo mas triste es que no lo sabemos, creemos que pensar es sólo tener razón⁹, somos tan “simplistas” y “generalistas” que estamos seguros que para resolver un problema basta con encontrar la fórmula apropiada y ¡Zas! Problema resuelto. El ejemplo de acción que simplifica todo lo aporta la espada de Alejandro que corta el nudo gordiano que nadie había sabido desatar con sus manos. Sin embargo, el dominio de la acción es muy aleatorio, muy incierto. Nos impone la reflexión sobre la complejidad.

⁸ *Mi propósito no es enseñar aquí el método que cada uno ha de seguir para conducir bien su razón, sino tan sólo permitir ver de que manera he tratado de conducir la mía - DESCARTES: "Discurso del método" 1637.*

⁹ *"Generalmente, los únicos que están satisfechos con su capacidad de pensamiento son aquellos pobres pensadores que creen que el objetivo de pensar es probar que tienen RAZÓN para su propia satisfacción" Edward de Bono "Seis sombreros para pensar"*

La complejidad no es una receta para conocer lo inesperado. Pero nos vuelve prudentes, atentos, no nos deja dormirnos en la mecánica aparente y la trivialidad¹⁰ aparente de los determinismos.

Ella nos muestra que no debemos encerrarnos en el contemporanismo, es decir, en la creencia de que lo que sucede ahora va a continuar indefinidamente. Debemos saber que todo lo importante que sucede en la historia mundial o la nuestra vida es totalmente inesperado, porque continuamos actuando como si nada inesperado debiera suceder nunca, sacudir esa pereza del espíritu es una lección que nos da el pensamiento complejo.

El pensamiento simple resuelve los problemas simples, el pensamiento complejo no resuelve en si mismo los problemas, pero constituye una ayuda para la estrategia que puede resolverlos.

Lo que el pensamiento complejo puede hacer, es darle a cada uno, una señal, una ayuda memoria, que le recuerde: “No olvides que la realidad es cambiante, no olvides que lo nuevo puede surgir y, de todos modos, va a surgir”.

La complejidad se sitúa en un punto de partida para una acción más rica, menos mutilante, nosotros creemos profundamente que cuanto menos mutilante sea un pensamiento, menos mutilará a los humanos. Hay que recordar las mi mas que las visiones simplificantes han producido, no solamente en el mundo intelectual, sino también en la vida. Suficientes sufrimientos aquejaron a millones de seres como resultado de los efectos del pensamiento parcial y unidimensional.

¹⁰ Los seres humanos, la sociedad, la empresa, son máquinas no triviales: es trivial una máquina de la que, cuando conocemos todos sus INPUTS, conocimos todos los OUTPUTS; podemos predecir su comportamiento desde el momento que sabemos, lo que entra en la máquina. De cierto modo, nosotros nos convertimos también en máquinas triviales, de las cuales se puede, con amplitud, predecir los comportamientos. En efecto, la vida social exige que nos comportemos como máquinas triviales. Es cierto que nosotros no actuamos como puros autónomas, buscamos medios no triviales desde el momento que constatamos que no podemos llegar a nuestras metas, lo importante, es lo que sucede en momentos de crisis, en momentos de decisión en los que la máquina se vuelve no trivial: actúa de una manera que no podemos predecir

CAPITULO I

REFERENCIA HISTÓRICA

1.1. Los orígenes de la Ingeniería

El HOMBRE, siempre ha dedicado mucho trabajo al desarrollo de dispositivos y estructuras que hagan más útiles los recursos naturales. Inventó el arado para hacer que el suelo fuera más productivo y pudiera rendir más alimentos; la sierra, para transformar la madera del árbol en objetos útiles; el molino de viento, para convertir en trabajo útil las fuerzas de los vientos; la máquina de vapor, para transformar en trabajos mecánico la energía latente de los combustibles. Estos y miles de otros aparatos, máquinas y estructuras, son los resultados de una incesante búsqueda. En los primeros tiempos, a medida que las diversas ocupaciones iban desarrollándose, aparecieron junto con los sacerdotes, médicos y maestros, los expertos dedicados a crear los dispositivos y obras mencionados. A esos primitivos ingenieros se debe la creación de armas, fortificaciones, caminos, puentes, barcos y otras obras y artefactos. Su actividad puede rastrearse fácilmente hasta la época de los antiguos imperios, y las evidencias de sus notables obras persisten todavía, especialmente las calzadas, acueductos y obras de defensa construidas por los romanos.

Tales hombres fueron los predecesores del ingeniero de la era moderna. La diferencia más significativa entre aquellos antiguos ingenieros y los de nuestros días es el conocimiento en que se basan sus obras. Los primitivos ingenieros diseñaban puentes, máquinas y otras obras de importancia sobre la base de un conocimiento práctico o empírico, el sentido común, la

experimentación y la inventiva personal. El “saber hacer” era una acumulación de experiencias adquiridas principalmente por medio del sistema de aprendizaje, y a la cual contribuía cada individuo. En contraste con los ingenieros de nuestros días, los antiguos practicantes carecían casi por completo del conocimiento de la ciencia, lo que es explicable: la ciencia prácticamente no existía.

La ingeniería permaneció esencialmente en ese estado durante muchos siglos. En el Renacimiento el nivel de refinamiento aumentó, pero aún durante el período del desarrollo de la máquina a vapor, en el siglo XVIII, los creadores de máquinas y estructuras se apoyaban muy poco en la ciencia. La evolución de la máquina de vapor ilustra el estado de la ingeniería en ese lapso. La máquina de vapor, patentada en 1769 por James Watt, fue una de la serie de máquinas cada vez mejores que se inició, aproximadamente un siglo antes. Watt hizo una importante mejora que incrementó en gran medida la eficiencia (o rendimiento) de la máquina de vapor, y condujo finalmente a su extensa utilización. En la máquina de Newcomen, antecesora de la de Watt, el vapor que movía el émbolo se condensaba en un cilindro mismo. Esto limitaba el alto grado de eficiencia, porque en la carrera ascendente convenía que el cilindro estuviera caliente mientras que en la descendente era mejor que estuviese frío. En las circunstancias existentes no había ni lo uno ni lo otro. Watt añadió una cámara de condensación separada y tal cambio constituyó una importante ventaja (por supuesto, en vista del tiempo que ha pasado, esta mejora actualmente parece simple y obvia, pero tardó muchos años el llegar a ella en el siglo XVIII). Por lo tanto, la evolución de esta máquina está marcada por una serie de inventos acumulativos realizados por muchos hombres. Cada uno se basó en su ingenio, en las aportaciones de sus predecesores y en la explotación por tanteo, a veces durante períodos de años o décadas. Tales ingenios no sabían nada acerca de la actividad molecular, las relaciones cuantitativas entre la temperatura y la presión del vapor y muchos otros hechos científicos.

Ingeniería actual

Los ingenieros de la antigüedad sufrieron impedimentos en su trabajo, puesto que tenían poco conocimiento de la ciencia, situación que existió hasta tiempos relativamente recientes. Todo esto ha cambiado. En el siglo pasado y en lo que va del presente el conocimiento científico ha florecido con una inmensa acumulación de información. El conocimiento humano de la estructura de la materia, los fenómenos electromagnéticos, los elementos químicos y sus relaciones, las leyes del movimiento, los procesos de transmisión de energía y muchos otros aspectos del mundo físico, ha aumentado enormemente. Mucho de lo que se enseña ahora en los cursos de física de secundaria y preparatoria, era desconocido cuando Watt desarrolló su máquina a vapor y, no obstante el contenido de esos cursos es sólo una fracción de lo que sabe en la actualidad. En el siglo XIX los ingenieros se dieron cuenta de la potencialidad que este cuerpo creciente de conocimientos científicos ofrecía para la resolución de los problemas prácticos de la humanidad, y comenzaron a aprovecharlo. Con este cambio tan importante, como es el extenso empleo de los principios científicos para la resolución de problemas, la ingeniería antigua evolucionó hasta su forma moderna.

Si se supone que la ingeniería contemporánea es simplemente una extensión de la ciencia, como consideran erróneamente algunos autores no se percata uno de un punto muy importante y se tiene una falsa imagen de la profesión. Los ingenieros ya existían mucho antes de que hubiera un cuerpo conjunto significativo de conocimientos científicos, y fungían entonces igual que en la actualidad, como los expertos de la sociedad para la creación de sus más complejas obras: aparatos, máquinas, construcciones y procesos. Posteriormente, el más amplio conocimiento humano del mundo físico produjo un significativo cambio en este campo. La ingeniería de nuestros días se enfrenta esencialmente a los mismos tipos de problemas, pero la ciencia se utiliza ahora en forma amplia en la resolución de tales problemas. Obsérvese sin embargo, que la capacidad inventiva, el criterio

experimentado y los conocimientos empíricos ayudan mucho todavía a solucionar los problemas de ingeniería.

· Hay un cercano paralelismo entre la evolución de la ingeniería y de la medicina. Los especialistas en la curación de las enfermedades han evolucionado desde muy remotas épocas. Los predecesores de los médicos de hoy practicaron durante muchos siglos lo que era esencialmente un arte; no había ningún cuerpo de conocimientos científicos en que confiar. En tiempos relativamente recientes la bacteriología, la fisiología y otras ciencias biológicas se desarrollaron hasta formar un cúmulo considerable de conocimientos científicos y los médicos comenzaron a aplicarlos en el tratamiento de los problemas de la salud. Por consiguiente, los médicos y los ingenieros son especialistas en resolución de problemas; sus orígenes se encuentran en las profundidades de la historia y son ellos quienes finalmente, y en forma lógica, han asumido la responsabilidad de aplicar un cierto conjunto de conocimientos científicos. Siempre han estado orientados hacia la resolución de problemas, y lo están aún. Su motivo primordial es resolver el problema que tengan a mano. Si por casualidad se enfrentan con un problema para el cual el conocimiento científico no da solución, de todos modos intentarán resolverlo. El médico y el ingeniero tienen un trabajo que realizar, y llegarán a la solución de un problema mediante la experimentación, el sentido común, el ingenio, o quizá otros medios, si los conocimientos científicos de la época no cubren la situación que se presente. Así, pues el ingeniero no existe solamente para la aplicación de la ciencia, sino que existe para resolver problemas y en tal acción utiliza los conocimientos científicos disponibles.

Diferenciación entre la ciencia y la ingeniería

Es difícil lograr una plena apreciación del papel que desempeña la ingeniería si no se comprende la diferencia básica entre la ciencia y la ingeniería. Estas difieren en los procesos básicos características de cada una (conocimiento versus obras y aparatos físicos).

La ciencia es un cuerpo de conocimientos; es específicamente el conocimiento humano acumulado de la naturaleza. Los científicos encaminan sus trabajos primordialmente a mejorar y ampliar tal conocimiento. Buscan explicaciones útiles, clasificaciones y medios de predecir los fenómenos naturales. En la búsqueda de nuevos conocimientos, el hombre de ciencia se embarca en un proceso llamado *investigación* y en este empeño consagra mucho de su tiempo a las siguientes actividades:

- Formulación de hipótesis para explicar los fenómenos naturales.
- Obtención de datos con los cuales poner a prueba las teorías formuladas.
- Concepción, planeamiento, preparación y ejecución de experimentos.
- Análisis de observaciones y deducción de conclusiones.
- Intento de generalizar lo que se ha aprendido.
- Comunicación de sus descubrimientos por medio de artículos y publicaciones diversas.

El objetivo primario del hombre de ciencia es el conocimiento como un fin en sí mismo.

En contraste, el producto final del trabajo de un *ingeniero* es usualmente un dispositivo físico, una estructura o un proceso. Sin ninguna duda, el giroscopio, el satélite metereológico, el radiotelescopio, el electrocardiógrafo, la planta de energía nuclear, la computación electrónica, y el riñón artificial, son productos de ingeniería.

El ingeniero desarrolla estos artefactos mediante el proceso creativo llamado *diseño* (en contraste con la actividad principal del científico: la investigación). Algunos de los intereses primarios del ingeniero a medida que realiza ese proceso, son la factibilidad económica, la seguridad para la vida humana, la aceptación del público y la manufacturabilidad de sus obras. Por el contrario, los intereses primordiales de un hombre de ciencia, cuando desempeña sus funciones, son la validez de sus teorías, la

reproducibilidad de sus experimentos y lo adecuado de sus métodos para observar los fenómenos naturales.

La formulación de los principios de la inducción electromagnética que llevó a cabo Faraday, fue una aportación a la ciencia. El empleo de ese conocimiento en el diseño de generadores eléctricos es ingeniería. Cuando el hombre descubrió y entendió la fusión nuclear en los años 30 de este siglo, se logró un importante descubrimiento científico. La aplicación de tal conocimiento en el diseño de reactores nucleares útiles es ingeniería. Lo anterior no quiere decir que personas que esencialmente son científicos nunca proyecten instrumentos o resuelvan problemas, o que personas que llamaríamos ingenieros no realicen ninguna investigación en la búsqueda de las soluciones a sus problemas.

La clave de la diferenciación es saber que es un objetivo primordial y que es un medio para llegar a un fin. Los ingenieros que producen medios prácticos para convertir agua salada e impura en agua potable, emprenden una investigación destinada a obtener más conocimientos sobre los procesos fundamentales que intervienen. Sin embargo, se ocupan en tal investigación con objeto de resolver su problema. La meta es el desarrollo de un proceso económico de transformación del agua.

Cuando un vehículo espacial reingresa a la atmósfera terrestre a muy altas velocidades, se genera calor suficiente para fundir cualquier metal conocido. Por tanto, fue necesario que los ingenieros que diseñaban tales vehículos realizaran una investigación para encontrar un material capaz de resistir el intenso calor. El conocimiento resultante es un subproducto de sus trabajos para producir con éxito un vehículo de reingreso a la atmósfera.

La ingeniería, como existe en la actualidad, es principalmente el resultado de dos desarrollos históricos que hasta mediados del siglo XIX no estaban esencialmente relacionados.

Uno de ellos fue la evolución, en el transcurso de las diversas épocas, de un especialista que desde entonces fungió como el experto de la sociedad para la creación de complicados dispositivos, estructuras, máquinas y otras obras. El otro desarrollo es más reciente: el acelerado crecimiento de los

conocimientos científicos. Aunque su conjunción es relativamente reciente, ya ha producido un importante cambio en la ingeniería. En contraste con la situación del pasado, la ingeniería moderna comprende más ciencia y menos arte, aunque éste está presente todavía en la forma de creatividad y criterio personales.

1.2. Historia del Método Científico

Kuhn (1972) realizó un estudio exhaustivo de la historia de la ciencia, señalando los hitos que indican por qué esta última se constituyó en un nuevo paradigma para la humanidad, provocando transformaciones radicales en su comportamiento y trayectoria.

La evolución del método científico, en términos formales, se remonta a aproximadamente trescientos cincuenta años, cuando Galileo Galilei, en su argumentación para apoyar la teoría heliocéntrica de Copérnico, aplicó los principios de la física y el esquema general del método científico.

Sin embargo, este esquema de pensamiento se encuentra ya en tiempos previos, siendo pensadores de la cultura griega los indicadores de este paradigma.

Chekland (1981) hace un análisis exhaustivo de la evolución de la ciencia desde sus inicios en la cultura griega. Siguiendo su explicación, se pueden señalar los diversos hechos que permitieron la génesis de la ciencia en dicha cultura y su evolución en la Edad Media hasta su apogeo en el siglo pasado y el presente.

La ciencia griega tuvo unos novecientos años de tradición, y es la madre de lo que se denomina el pensamiento racional. En su evolución se pueden distinguir tres grandes períodos: a) 600-400 a.C.; b) 400-300 a.C.; y c) 300-200 a.C.

Hay que poner en relieve, a este respecto, que lo realizado por la cultura griega es monumental; tanto, que las ideas de Platón y Aristóteles han tenido influencia a lo largo de dos mil años.

El primero período (600-400 a.C.) es el denomina “presocrático” y fue fundado por Thales de Mileto, quien hizo especulaciones sobre la

“continuidad”. Según Thales, “todo estaba hecho de agua”. Su mérito, y el de su escuela, consistió en que cambiaron los mitos. Es sabido que las antiguas culturas atribuían todo cuanto ocurría en la naturaleza a seres superiores, a dioses, a animales sagrados, etc. Estos mitos fueron cambios por otros, racionales. En vez de buscar alguna explicación sobrenatural, Thales encontró mitos racionales atribuibles al hombre

Anaximandro, aplicado discípulo de Thales de Mileto, fue más allá en la búsqueda de cosmovisiones que explicasen los fenómenos de la naturaleza. Según Anaximandro, el origen del mundo se encuentra en la mezcla de agua, tierra, fuego y vapor. Sostuvo, además, que el debate era una herramienta para razonar.

Seguidor de la línea de Thales, Heráclito, pensador de gran imaginación, introdujo un nuevo concepto: el de flujo, dinamismo. Según Heráclito, la última era el *logos*, que gobierna y controla todo el flujo. (El fuego era, para él un claro ejemplo de flujo). A Heráclito se le atribuye el dicho “Nadie se baña dos veces en el mismo río”, con el que precisaba que la realidad está en permanente cambio, en constante estado de flujo.

Pero esto dio origen a un arduo debate, pues Parménides sostenía la posición según la cual “nada cambia”. Para él, la observación es inferior al argumento. La realidad es producto de un discurso racional (“Nada puede ser dicho sin tener su contradicción”).

La posición contraria a la de Parménides es la que sostiene Empédocles, quien cuestiona que la realidad sea aquella argumentable. Para él la realidad es observable, estableciendo que el aire es uno de los cuatro elementos que la componen (en vez del vapor). Es un defensor de que el mundo está formado por unidades muy pequeñas, los átomos, posición reforzada por Demócrito de Jonia, quien sustenta que el mundo está formado por átomos eternos, unidades fundamentales de diferentes tamaños y formas.

Pitágoras, que fundó una secta religiosa, pertenece también al período presocrático. Sus seguidores desarrollaron el lenguaje matemático como medio para poder expresar las leyes existentes en la realidad. Son autores de lo que se conoce como “argumentos deductivos demostrables”; su mundo

fue aquel de los números y trataban de expresar la realidad a través de ellos. Creían que la contemplación de la realidad mediante las matemáticas purificaba sus almas, utilizando para ello los argumentos deductibles demostrables. Su interés radicó en la aplicación de dichos argumentos en medicina y música.

Hipócrates es otro de los pensadores cuya contribución resulta significativa. Él era médico, y recurrió al método inductivo para hacer de la medicina una ciencia. Hipócrates argumentaba que para observar a un paciente adecuadamente no se podían hacer especulaciones: era necesaria una observación cuidadosa, evitando elucubrar acerca de aquello no demostrable; sin embargo, tendía mucho a la generalización, siendo el iniciador de lo que en los próximos siglos sería el pensamiento positivista.

En resumen, la escuela presocrática tuvo el mérito de brindar al hombre la argumentación de la racionalidad, en vez de buscar explicaciones atribuibles a seres sobrenaturales. Sin embargo, se produjeron confusiones tanto en lo central del argumento como en la metodología empleada para la argumentación racional.

El segundo periodo (400-300 a.C.), llamado de la “escuela socrática”, corresponde al del trabajo de Platón y de Aristóteles, su alumno. Sin embargo, hay que mencionar que ambos tuvieron la influencia de Sócrates, quien a su vez fue profesor de Platón. La escuela socrática estaba preocupada por el destino del hombre en la tierra. Su motivación era más metafísica que terrena. La pregunta que se hacían Sócrates y sus discípulos era qué debía hacer el hombre para llegar al cielo. Para responder a esta pregunta desarrollaron el método del razonamiento dialéctico, consistente en hacer preguntas y contestarlas con el fin de llegar, así, al conocimiento.

Platón continuó con la tradición de Sócrates y fundó una academia en Atenas. Para Platón, el mundo observable era un mundo de apariencias, de manera que no le dio importancia a los hallazgos de la escuela de Tales. De acuerdo con su concepción, el mundo experimental estaba sujeto a misterios e interpretaciones, llegando a la conclusión de que la realidad era el mundo

de la inteligencia y de las ideas, con lo que dejó el camino abierto para la obra de Aristóteles.

Aristóteles, alumno de Platón, fue el pensador más influyente de la historia de la ciencia desde los años 400 a.C. hasta el siglo XVII. El surgimiento de la ciencia moderna no hubiera sido posible sin la previa demolición de la argumentación aristotélica.

A la muerte de Platón, Aristóteles se dedicó a la biología marina, percatándose de la gran complejidad de los seres vivos. De igual manera, se dio cuenta de sus limitaciones en el empleo del lenguaje matemático para expresar esa complejidad, pese a los adelantos hechos por Platón. Consideró, en consecuencia, que esto requería mayor estudio y estableció que las ideas necesitaban de un cuerpo que la contenga, concluyendo que debe existir una relación estrecha entre ambos.

Aristóteles tomó también los cuatro elementos (agua, tierra, fuego y aire) como aquellos que tienen que ver con la formación del mundo. Pero en su análisis enfatizó no el resultado, sino el proceso, la analizar el efecto que tenían el vapor, la sequedad, el calor y el frío sobre dichos elementos. Al interesarse en el proceso Aristóteles creó el sigolismo, una forma de argumentar deductivamente que pone el énfasis en la pregunta

El tercer período (300-200 a.C) se inicia con Ptolomeo, quien creó una escuela en Alejandría, Egipto, que se convirtió en el centro de la ciencia por quinientos años. A la escuela de Alejandría pertenecieron diversos intelectuales griegos famosos: Euclides, autor de *elementos de geometría*, cuya influencia llega hasta nuestros días; Arquímedes, con sus trabajos en mecánica de fluidos y su famosa “ley de Arquímedes”; Hiparco y luego Ptolomeo, con sus trabajos en fisiología y sus experiencias en la disección de animales.

Al inicio de tercer siglo de la era cristiana la ciencia griega empezó a decaer, porque para ellos la ciencia no fue una “forma de mirar el mundo”, sino “una manera de enfrentar al mundo”. El Imperio Romano no continuó con esta tradición, precisamente porque los estudios de la ciencia no se vieron como un modo de enfrentar al mundo. Sin embargo, lo que quedó

para la humanidad fue un esquema de pensamiento que en vez de buscar la explicación de las cosas en lo mágico y lo sobrenatural, privilegiaba el empleo de la razón, a través de un proceso deductivo y mediante la observación.

En el siglo VIII de nuestra era los árabes invadieron España, constituyéndose en un imperio muy poderoso que llegaba hasta el Asia. A ellos se deben grandes progresos de la humanidad, pues inventaron el sistema de numeración tal cual se le conoce ahora (indoarábigo). Los romanos, con su nomenclatura numérica, no pudieron avanzar más allá de la suma y la resta, lo cual influyó mucho en su desarrollo y en las obras que realizaron. Otros de los legados de la cultura árabe son la óptica, tan importante para las observaciones en astronomía, y la alquimia, madre de la química. Gracias a ellos, también los avances griegos pudieron ser apreciados en Europa. Además, los textos griegos fueron transcritos por los árabes, con los que pudieron llegar a las universidades y monasterios europeos.

Ya en los siglos XIII y XIV, en el mundo intelectual se impuso la pregunta acerca de qué tipo de conocimiento nos puede aportar la ciencia. Lo que más se había desarrollado hasta esa época era la filosofía de la ciencia, aun cuando no existía método alguno que permitiese emplear este esquema como una rutina permanente. Por aquellos siglos también estaba en boga un debate entre lo que se llamaba el realismo y el nominalismo. Para los realistas, el concepto era independiente de las cosas; para los nominalistas, en cambio, el concepto no podía definirse por sí mismo, sino que requería de un objeto asociado a él. En otras palabras, se estaban discutiendo las ideas aristotélicas de la concepción del mundo. Los trabajos que Aristóteles hizo en biología marina le permitieron distinguir dos cosas: la observación y la clasificación; sin embargo, su forma de crear conocimiento se basaba, como la de Platón, en la deducción. Fue el monje franciscano Robert Grosseteste quien cuestionó la idea de generalizar a partir de la observación de un fenómeno, proponiendo a cambio el proceso inductivo en el examen de las cosas.

William de Ockham, también fraile franciscano, estuvo interesado en la lógica de la inducción. Para Ockham, existen dos reglas sumamente importantes para escudriñar el mundo: a) La observación; y b) El establecimiento de explicaciones, considerando el más simple (“Navaja de Ockham: “cuando se enfrentan explicaciones en competencia, aceptar la más simple”).

En esta segunda regla está basada en la visión aristotélica de que “el mundo opera en la forma más simple posible”.

Todos estos acontecimientos fueron el inicio de lo que sería la ciencia medieval, la cual se puede resumir en tres grandes contribuciones:

- a) El modelo heliocéntrico, con las contribuciones de Galileo y Kepler.
- b) El desarrollo de la mecánica, con los trabajos de Galileo.
- c) Los trabajos de dinámica terrestre y celeste con Isaac Newton.

Nicolás Copérnico fue educado en la perspectiva aristotélica de ver el mundo. Elaboró un modelo más simple que el de Ptolomeo, para quien la Tierra era el centro del universo; el modelo de Copérnico requería de una nueva y amplia visión del problema, opuesta a la forma que enseñaba la institución de mayor influencia en dicha época: la Iglesia. Por ello, defender su posición le acarreó serios problemas.

Otra persona que anduvo en la misma perspectiva que Copérnico fue Kepler, quien usó el modelo heliocéntrico de Copérnico para elaborar un universo mecánico, que operaba de acuerdo a las leyes que “tenían que descubrirse”.

Galileo Galilei fue otro gran revolucionario. Abandonó sus estudios de medicina, pues no iban con su forma de ser, y empezó a estudiar matemáticas. Su temperamento se ajustaba al de aquellos que convencen por la forma como argumentan, además de poseer una mente abierta y utilizar un agudo lenguaje para decir las cosas. Cuestionó la visión aristotélica en la física, según la cual “no se trata de explicar la naturaleza del movimiento, sino que lo que interesa es el cambio del movimiento”. Así nació el concepto de aceleración.

La principal contribución de Galileo a la humanidad en la nueva concepción del mundo, producto de sus observaciones en los desplazamientos de pequeñas bolas de acero y sus mediciones de distancias y tiempos en experimentos que solía hacer con aquellas.

Isaac Newton es otra de las personas que más ha contribuido a cambiar la forma de conceptualizar el mundo. Newton no fue un estudiante distinguido en el colegio. Todo lo contrario. Sin embargo, el genio estaba allí, latente y su contribución y nueva visión es la que inicia en el siglo XVII un nuevo modo de ver la realidad. A través de su obra *Principia Matemática* creó un modelo mecanicista del mundo. Concebido como un gran reloj de alta precisión.

Otra persona contemporánea a Newton fue Francis Bacon (1561 – 1626) Bacon creía en la ciencia como herramienta transformadora de la realidad material. Se dedicó con ahínco al desarrollo y práctica del método inductivo, siguiendo a Grosseteste.

René Descartes es otro gran pensador que brinda en el asentamiento del pensamiento científico. Fue un exponente del racionalismo científico, y utilizó la deducción como esquema de pensamiento. En *El discurso del método*, su obra cumbre, empezó a cuestionar todo lo que tenía alrededor, llegando a concluir que el mundo que vemos puede ser un sueño, siendo la duda la única certeza que uno puede poseer. Con este razonamiento se llega al escaño más íntimo del proceso del pensar racionalista y occidental, expresado en la conocida frase de Descartes: “*Cogito, ergo sum*” (“Pienso, luego existo”).

En *El discurso del método* menciona la necesidad de cumplir cuatro reglas para alcanzar un adecuado razonamiento, siendo la segunda aquella que pinta de cuerpo entero la forma científico-reduccionaria de razonar: “Divide cada una de las dificultades que examinas en tantas partes como sea posible con el objeto de resolver de la mejor manera a ésta”.

Con esta regla se asienta el paradigma científico, surgiendo lo que se conoce como el análisis científico, aquel proceso de identificar de manera simple la naturaleza compleja de algo.

A partir de aquí se puede hablar de una primacía el pensamiento científico como herramienta intelectual para crear conocimiento, primacía que habrá de ejercer una influencia muy grande en la forma como la humanidad entiende la realidad, la aborda y resuelve sus problemas. Así, la ciencia se convierte en un sistema que sirve para formular preguntas y buscarles respuestas cuyo argumento está basado en la razón. Es, también, un sistema de aprendizaje, en el sentido de emplear el esquema de prueba y error para crear conocimiento. Los griegos contribuyeron a la creación del pensamiento racional. Los clérigos medievales, al método experimental de la ciencia, a partir del cual se expandió geográficamente y en diversas disciplinas, hasta nuestros días.

En resumen, como afirma Chekland, el método científico es patrimonio de la cultura occidental.

Su aplicación más notable está en las llamadas ciencias naturales, como la física y la química. La física clásica de Isaac Newton y la teoría de la relatividad de Albert Einstein son claros ejemplos de cómo este esquema de razonar fue aplicado en la física. Esta es la forma como el hombre aplicó el método de la ciencia para crear conocimiento a lo largo de su historia y en las diversas facetas de la realidad

El tamiz filosófico que justifica apreciar la realidad de esta manera es el positivismo, el mismo que es definido por el *Diccionario de la lengua española* (19ª edición, Madrid, 1970) como un “Sistema filosófico que admite únicamente el método experimental y rechaza toda noción a priori y todo concepto universal y absoluto”.

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

En consecuencia, el método científico constituyó la herramienta intelectual más elaborada que tenía el ser humano para poder apreciar la realidad hasta que hace unos cuarenta años apareció, en términos formales, lo que se conoce como el paradigma de sistemas, enfoque de sistemas o la sistémica.

La característica principal del método ha sido, como afirma Chekland (1972), un herramienta intelectual que sirve para la generación de conocimiento a través de la interacción de tres “erres”: reduccionismo, replicación y refutación.

Reduccionismo, que implica la predisposición para analizar las cosas mediante el estudio de las partes. René Descartes, como ya se mencionó, fue uno de los defensores de este esquema de estudio.

Replicación, mediante la repetición de los procesos en el mundo real para permitir la obtención de una ley o principio que lleve a inferir o deducir su comportamiento futuro.

Refutación, necesaria para crear nuevo conocimiento mediante la negación de una “verdad” previa.

Es mediante el empleo sistemático de estas tres “erres” que se ha creado conocimiento. Esta es la forma como el hombre, apoyado en el método científico, ha rebatido conocimientos previos y ha dilucidado sus inquietudes respecto a su conocimiento del mundo exterior. Así, el método científico es sistemático en su proceder

El reduccionismo del método de la ciencia ha llevado al hombre a la creación de diversas disciplinas para poder abarcar bajo este esquema, la extrema complejidad existente en el mundo real, generado un conocimiento particionado de la realidad. Ello ha influido en los sistemas educativos de la cultura occidental, sentado en sus redes en esta y expandiéndose, de allí, hacia otras latitudes.

El lenguaje que emplea para poder expresar las elaboraciones mentales es el matemático, el cual, combinado con los principios de la lógica, logra una estructura intelectual muy efectiva y eficiente que permite la inducción o deducción de los acontecimientos del mundo exterior mediante un proceso racional riguroso.

Como se ha dicho, el tamiz filosófico que justifica apreciar la realidad de esta manera es el positivismo. Este tamiz filosófico hace que el científico adopte la creencia de que “el mundo es reducible a partes elementales”.

La segunda regla de Ockham, mencionada anteriormente, que sugiere que la realidad busca siempre la solución “más simple”, y el segundo discurso de Descartes, que propugna “dividir cada dificultad en muchas partes” de manera que esta pueda ser resuelta de mejor manera, son claros ejemplos de la forma de pensar que se propone en el esquema de razonamiento científico, marcado por un reduccionismo a ultranza.

REPERCUSIONES EN NUESTRA SOCIEDAD

Las repercusiones de la enseñanza del método científico en nuestras sociedades han sido inmensas; tanto es así, que resulta imposible afirmar que dicho método apreciativo haya repercutido y aún repercuta en nuestra propia vida personal, nuestra forma de ver la vida y el mundo que nos rodea.

Todo ello ha devenido a la génesis de los tipos de sociedad que priman hoy en la faz de este planeta, basados principalmente en un ambiente en el que la palabra competencia es el tema central la sobre vivencia. Competencia que en estos tiempos descansa principalmente en la capacidad de conocimiento y de información sobre lo que acontece en el entorno. Pero este esquema y forma de proceder, en la categoría sociocultural, no es sino la replicación de lo que acontece en niveles inferiores de la realidad, como es el caso de la competencia existente a nivel biológico; es la lucha por la sobrevivencia, de la cual resultarán vencedores y vencidos. Sin embargo, Maturana (1987) no habla de un esquema que debería superar éste (competitivo), proponiendo una alternativa colaboracionista, un esquema que en vez de educar para la competencia eduque para la colaboración y el entendimiento entre nuestros semejantes. Y este es el problema existente con la enseñanza reduccionista científica, que no repara en los efectos colaterales de la acciones que como tomadores de decisiones hacemos y en su efecto hacia nuestro semejantes y el entorno que nos rodea, imperceptibles a simple vista. De allí el surgimiento de una sociedad individualista, competitiva y materialista. Esta es la educación y la forma de ver la realidad a que ha conducido el método científico, con sus limitaciones

y consecuencias actuales; y es este el tema que re-examina el enfoque de sistemas, a la luz de un esquema integrado para preciar la realidad.

La formación bajo el paradigma de la ciencia se nos ha dado desde la niñez, ya sea en el hogar o en la escuela primaria. Luego vienen la secundaria y la universidad, y el esquema de aprendizaje sigue siendo el mismo: reduccionismo, replicación y refutación.

El adulto, producto de este esquema educativo, es una persona que tiene un escaso sentido del trabajo, lo que González y Lleras (191) llaman el esquema calculativo en el proceder. Este esquema está prevalentemente a la búsqueda de “rendimiento” de lo que se hace en el trabajo rutinario bajo un ambiente de competencia. Dichos rendimientos son usualmente mensurables en términos cuantitativos; sin embargo, el pensamiento calculativo no cuestiona la profundidad y sentido del trabajo, porque, bajo este esquema, esto es necesario.

“¿Cuánto me pagarán por hacer tal o cual cosa?”, “Si me pagan tanto, entonces acepto hacer tal cosa; caso contrario, no lo haría”, “Acepto hacer tal trabajo, pero ¿qué es lo que gano al hacer esto?”; “¿Cómo le saco el máximo provecho a la situación que tengo en esta posición y responsabilidad que me han dado?”; “En tanto y en cuanto me convenga y no tenga responsabilidades sobre las cuales habré de rendir cuentas, seguiré haciendo las cosas; caso contrario, no me conviene y al diablo con todas las responsabilidades que me asignaron”

Tales formas de pensar son producto de este sistema educativo, en el cual se ve la situación de manera personalista y por tanto reduccionista, no se repara en el que el accionar de uno repercuten en el desempeño del entorno. Estas son las consecuencias de la enseñanza del método de la ciencia en la humanidad.

Por eso, aquellos que nos encontramos en la perspectiva de los sistemas creemos que dicha tendencia debe ser modificada si aspiramos a tener para el próximo siglo nuevos modelos sociales, adaptables a las aspiraciones del ser humano es su búsqueda permanente de realización en armonía con su entorno.

Sin embargo, para que el ser humano encuentre su realización en su proyección hacia sus semejantes es necesario que halle el sentido y la razón de ser a su trabajo, por encima del rendimiento que le pueda brindar. Pero para buscar esta realización es necesario pasar, en palabras de Gonzáles y Lleras (1991), del pensamiento calculativo al pensamiento meditativo. Este cuestiona permanentemente el sentido de nuestro accionar y nos permite encontrar, a través de la indagación del que más del que como, la raíz misma de las razones para hacer tal o cual cosa, base principal para entrar en un proceso de motivación que permita las condiciones anímicas necesarias para que se llegue a la realización humana a través del trabajo, como actividad transformadora de la realidad externa. Visto así el trabajo se torna dignificante para el hombre lo pone en armonía con su entorno. Es hacia esa dirección que los pensadores de sistemas creen que la humanidad debe dirigirse, a través de un trabajo que transforma, dignifica y da sentido a la vida de cada persona.

1.14. Periodo pre-digital

Aquella revolución que se inició a mediados del siglo XIX, se sustentó en dos grandes avances tecnológicos: la máquina de vapor, inventada en 1712 y en la electricidad, cuya primera aparición ocurrió en 1831. La unión de estos dos inventos permitió en la Era Industrial la reducción del trabajo manual. Además, las grandes fábricas podían localizarse en cualquier lugar y no sólo en donde hubiese fuertes vientos y recursos hídricos.

Debido a que se requiere una red para transmitir su energía, el potencial eléctrico tuvo que esperar cincuenta años hasta que la primera estación eléctrica fuera construida en 1882. Tomó otros cincuenta años, para que el 80 por ciento de las empresas y hogares de los Estados Unidos tuvieran energía eléctrica.

Los usos primarios de la electricidad eran limitados. Inicialmente la energía eléctrica se usaba sólo para proporcionar luz, pero los motores industriales usaban los sistemas tradicionales.

La revolución digital es mucho más rápida. En 1946, la primera computadora programable, llamada ENIAC, costaba millones de dólares, ocupaba un cuarto completo y ejecutaba 5 mil instrucciones por segundo. En 1971, Intel podía colocar en un procesador de 12 milímetros la velocidad de 12 computadoras Eniac.

En la actualidad, un procesador Pentium es capaz de ejecutar 400 millones de instrucciones por segundo y se espera que para el año 2012, las computadoras procesen 100 mil millones de instrucciones por segundo.

Para finales de los años 80, los cables de cobre tradicionales podían transportar una página de información por segundo. Hoy, los cables de fibra óptica del espesor de un cabello humano son capaces de enviar el equivalente a 90 mil volúmenes de una enciclopedia en un segundo.

Para el año 2002, una constelación de satélites de baja altura serán capaces de brindar comunicación a cualquier persona en el planeta, no importa dónde se encuentre.

El nivel de adopción de Internet es, sin duda, bastante más rápido que el de otros medios:

- La televisión tomó 13 años en llegar a esa meta.
- La radio necesitó 38 años para alcanzar una audiencia de 50 millones de personas.
- Las computadoras personales tienen cincuenta millones de usuarios 16 años luego de su aparición.
- Internet cruzó esa línea 4 años después de que se abriera al público.

En los últimos seis años, el costo de un microprocesador ha bajado de 230 dólares a 3.42 dólares por MIPS (millones de instrucciones por segundo).

La inflación de los Estados Unidos - que fue de 2 por ciento en 1997- habría ascendido hasta 3.1 por ciento, de no ser por la rebaja en los precios de los equipos de computación. Se calcula que en los últimos años, las empresas de tecnología de la información han sido responsables de la cuarta parte del crecimiento económico de ese país.

En los años sesenta, los gastos en computación representaban el 3 por ciento de los gastos totales de las empresas norteamericanas. En la actualidad, esa cifra llega al 45 por ciento. La capitalización de mercado de las cinco mayores empresas de TI (Microsoft, Intel, Compaq, Dell y Cisco) ha subido de 12 millones de dólares en 1987 hasta 588 millones de dólares en 1997.

1.15. Aparecen ciencias y técnicas complementarias

Aparecen entonces nuevas ciencias y técnicas: Cibernética, Neurofisiología, Investigación Operativa, Análisis de Sistemas, Dinámica de Sistemas, Teoría de la Decisión, Prospectiva, etc. que supera las perspectivas analíticas propias de la civilización industrial, constituyendo nuevos instrumentos para actuar sobre el ser humano y sobre sus actividades sociales.

Paralelamente, y sobre todo el último cuarto del siglo, surgen nuevos conceptos de síntesis de la historia y de las ciencias, que se coordinan y formalizan en investigaciones unificadas sobre las ciencias clásicas y las nacientes ciencias inter - disciplinarias, apareciendo el nuevo instrumento transdisciplinario de la *Teoría General de Sistemas*.

1.16. Surgimiento de un poderoso movimiento intelectual

En la actualidad se están diseñando, a base de los conceptos sistémicos, una Filosofía, una Ciencia, una Metodología y una Tecnología de Sistemas, que constituyen un poderoso movimiento intelectual, abierto y cambiante, en permanente gestación, que se sitúa en una perspectiva global u holística, desde la cual intenta aprehender los rasgos generales de la estructura y del comportamiento de los seres naturales -sistemas fisicoquímicos y vivientes- y de los conceptuales -sistemas de ideas y de construcciones mentales- de los que nacen las sociedades y sus infraestructura de edificios, energías y máquinas.

La historia de la humanidad se ha visto caracterizada por periodos marcados de sucesos que transformaron la existencia del hombre. Muestra

de ello son las etapas de desarrollo socio-económico en la que la orientación principal estuvo dirigida a la *Agricultura*, en un primer momento como medio de subsistencia, transcurriendo por la etapa de esplendor configurada por la *Revolución Industrial*, donde la maquinarias tanto como el científicismo administrativo logran su mayor dinamismo, hasta encalar en lo que denominamos la *Sociedad Post-industrial* contemporánea, siendo el Management moderno, *el conocimiento, la información y la tecnología quienes configuran los denominados "nuevos paradigmas"*

Dentro de este contexto, donde *lo único constante es el cambio*, se inserta la Economía Digital, como derivado del avance de la tecnología y la incidencia que esta ha tenido en la sociedad en su conjunto.

Si bien el propósito de toda economía es la generación de riqueza, existen nuevos criterios que caracterizan a este nuevo periodo; *siendo el conocimiento y la información variables que resaltan dentro de las más importantes*. Por otro lado la tecnología ha logrado formarse un propio espacio dentro del sistema, generando para sí un cuerpo estructurado de conocimientos, induciendo este hecho que el aprendizaje sea continuo y sostenido.

Percibimos también un **cambio en la estructuras de la sociedad**, debido a que las personas e instituciones logran interactuar a través de la conformación de redes digitales, de forma tal que las restricciones en lo referente a comunicación van perdiendo vigencia, dando paso a una gran red: el ciberespacio. Esto ha permitido mayor fluidez y dinamismo en la generación de nuevas formas de hacer negocios, *por lo que podríamos hablar del inicio de un cuarto gran sector de la economía*, donde confluyan los demás sectores para comerciar bienes y/o servicios a través de esta gran red.

El impacto generado en las organizaciones ha sido trascendental. Se prevé la implantación de nuevos enfoques, cuya orientación principal la constituyen las personas (el conocimiento es considerado el activo principal), los procesos y el consumidor. Las fuerzas de competencia del mercado se reorientan, pasando de esquemas primarios, donde las ventajas

competitivas estaban cifradas en términos de liderazgo en costos o en diferenciación, a la generación de una tercera fuerza competitiva: la reputación de la empresa, la cuál ha de permitir fidelidad en los consumidores, y la atracción de los mejores cuadros profesionales.

Este periodo abre paso a nuevos acontecimientos, los cuáles si bien se han dado en otras épocas, cobran hoy mayor realce. Por ende, podemos percibir *que la creatividad e innovación toman un rumbo distinto*, ya que logran consolidarse como herramientas fundamentales de las organizaciones y sociedades inteligentes en pos de lograr desarrollos sostenidos. El aplanamiento de las estructuras empresariales van caracterizando a estos tiempos, aunado la obtención de servicios especializados de organizaciones externas, operando bajo el esquema de tercerización.

El atribuir confianza, autonomía, poder como parte de las responsabilidades de los miembros de la organización, va permitiendo organizaciones menos rígidas, fomentando a la vez el trabajo en conjunto mediante la conformación de equipos de alto rendimiento

*En buena cuenta somos
participes de un episodio de esta gran aventura
llamada "existencia",
la cuál nos plantea retos mayores,
induciendo a todos a ser protagonistas de esta nueva era
la era digital.*

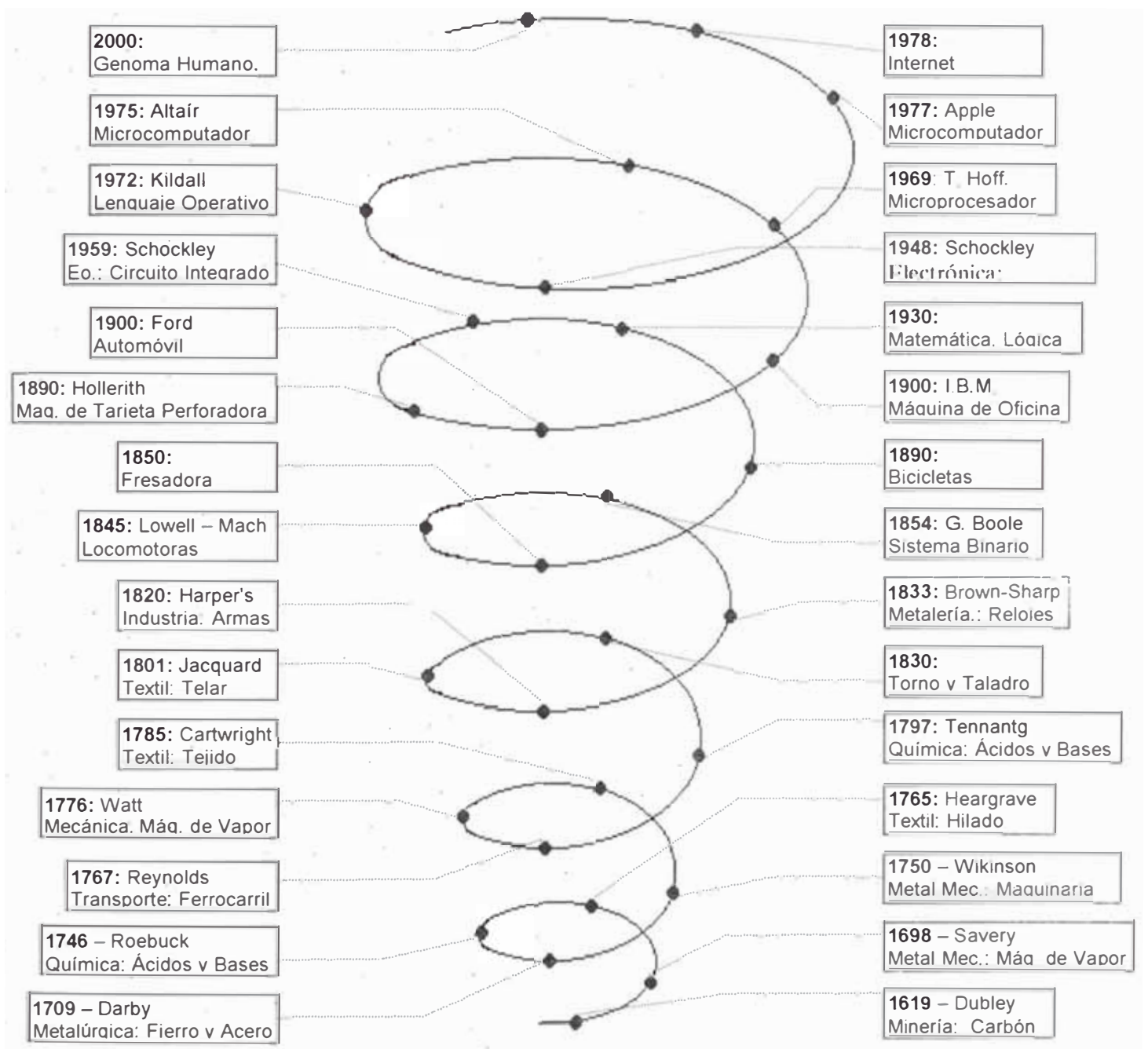
1.6. Surgimiento de las sociedades post-industriales

La Era Industrial fenece ante el advenimiento de una economía sustentada en los bits. Pero aunque se tenga el mejor ancho de banda o al más fabuloso cableado de fibra óptica, si los verdaderos revolucionarios, hombres y mujeres que con su imaginación e inventiva darán lugar a los nuevos contenidos, no comprenden lo que se les dice, esta maravillosa tecnología seguirá funcionando en los laboratorios. Toda revolución genera incertidumbre, discontinuidad, pero también oportunidad. La revolución digital no escapa a dicha regla.

En este momento de incertidumbre, entre las dos Eras, opera la Ley de la Telaraña: o se es mosca o se es araña. O sea, o se le saca provecho a la Red, y se actúa como araña, y en esta fase puede que, le guste o no, se devore alguna mosca. O bien, y allá con sus decisiones, se conforma con ser exactamente eso, una mosca, a la espera de que tarde o temprano, venga alguien a comérselo.

1.7. Revoluciones anteriores:

Evolución de inventos y descubrimientos a través de la historia.



- La primera comenzó a mediados del siglo XVII y se mantuvo durante los primeros años del siglo XVIII, su espoleta fue la “Revolución Comercial”, siguió al primer barco mercante transoceánico que podía transportar mercancías pesadas a largas distancias.
- La segunda oleada “entrepreneurial” - que comenzó a mediados del siglo XVIII y llegó hasta mediados del siglo XIX – se llamó “Revolución Industrial”.
- Después, alrededor de 1870, la tercera fue puesta en marcha por la nueva industria; la primera no sólo en aplicar diferentes motores energéticos, sino los que pusieron realmente en circulación productos que nunca, o sólo en cantidades minúsculas, había existido antes: electricidad, teléfono, electrónica, siderurgia, productos químicos y farmacéuticos, automóviles y aviones.
- Y ahora nos encontramos en otra oleada, la cuarta, cuya espoleta son la información y la biología. Como las anteriores oleadas empresariales, la presente no se limita a la “alta tecnología”. Comprende asimismo las tecnologías bajas y medianas y el mundo del o “no tecnológico”

Como las anteriores, no se limita a empresas nuevas o pequeñas, sino que se extiende también a las ya existentes y a la de gran tamaño y a menudo con el mayor impacto y la mayor eficacia.

1.8. La ya marchita Revolución Industrial

Una visión de conjunto en la que hemos utilizado un punto de vista ciertamente optimista ante la novedad de un nuevo sistema económico, pero donde al mismo tiempo se han expuesto algunos de los problemas a los que tendremos que enfrentarnos tanto la sociedad, como los sectores públicos y privado si queremos que el desarrollo de la Sociedad en Red tenga un futuro lo suficientemente estable como para sustentar la nueva Economía en Red como paradigma de la transformación del antiguo sistema económico, o como una fase posterior a *la ya marchita Revolución Industrial*.

Frente a las teorías que anunciaban la sustitución de los individuos por las máquinas, y la alienación de los mismos por electrodomésticos tan comunes en nuestros hogares como el televisor, la nueva Sociedad nos

concede un mayor poder sobre nuestras decisiones y actos, y una interactividad a través de la que podemos convertirnos en consumidores racionales. La facilidad en la nueva Economía de comparar precios, verificar cualidades, solicitar productos con características individualizadas, permitirá a aquellos que lo deseen participar de forma directa en el mercado.

Así mismo el oligopolio de las grandes empresas se verá reducido por la mayor facilidad de acceso al mercado de las nuevas ideas de incipientes empresarios que sin una capacidad económica importante pero con una gran ilusión se enfrentarán en un mercado virtual a las grandes corporaciones con las mismas armas: el conocimiento o la información.

De cada uno de nosotros depende que las múltiples transformaciones que requiere el acceso a esta nueva Sociedad lleguen a buen puerto ya que quizás ahora más que nunca el poder y los instrumentos necesarios para hacerlo están.

1.9. El impacto social: Más allá de los inventos.

Como las anteriores, no tiene que ver sólo con los “inventos”, es decir, con la tecnología. Las innovaciones sociales son igualmente “entrepreneurial” e igualmente importantes.

Algunas de las innovaciones sociales de la Revolución Industrial: el ejército moderno, la administración civil, el correo, la banca comercial, han influido seguramente tanto como el ferrocarril o el barco de vapor.

De modo similar, la era presente será tan importante por sus innovaciones sociales – especialmente por sus innovaciones en política, gobierno, educación y economía – como por las tecnologías nuevas o los productos materiales.

Otro importante impacto social de la información resulta visible y es ampliamente discutido: el impacto sobre el Estado nacional y particularmente, sobre su hipertrofia en el siglo XX, los regímenes totalitarios. Criaturas en sí mismos de los modernos medios de difusión – prensa, imágenes, radios – solo pueden existir si controlan por completo la información. Pero si todo el mundo puede recibir información directamente en casa vía satélite, Internet – o en “discos” tan pequeños ya que la policía secreta no puede encontrarlos – no resulta en adelante posible el control de la información por el Estado.

1.21. El Boom inmobiliario

El Boom inmobiliario de los años sesenta y ochenta en todas las ciudades y la esperada explosión de los rascacielos, no son señales de salud urbana, sino de que comienza el final del centro de las ciudades. Su declive puede ser lento; pero no necesitamos ya el espectacular logro de la “ciudad” o al menos no en su forma y función actual.

La ciudad podría convertirse en un centro de información más que de trabajo. El lugar desde donde la información – noticias, bancos de datos, música – irradiaría. Se asemejaría a la catedral, donde los campesinos se congregan los domingos y feriados y el resto de los días no hay nadie.

La Universidad del mañana será un “centro de conocimiento” que transmite información, más que un lugar donde existía los actuales estudiantes.

Donde se hace el trabajo, sin embargo, determina en gran medida como se hace. Repercute mucho en que trabajo se está llevando a cabo. Podemos estar seguros de que habrá grandes cambios.

1.22. Tamaño de la empresa

“Más grande” sólo será “mejor” si la tarea no puede llevarse a cabo de otro modo. De hecho, las características de la información implican que el tamaño eficaz más reducido posible, sea el mejor. En una sociedad basada en la información, el tamaño pasa a ser una “función” y una variable dependiente, más que una variable independiente.

En un sistema mecánico, la mayor eficacia se obtiene aumentando la escala. Mayor potencia significa mejor resultado. Ser más grande es mejor. Pero no sucede en los sistemas biológicos, en los que el tamaño es consecuencia de la función. que el hombre es una cuestión estúpida¹¹.

¹¹ El mejor libro sobre esto es ON GROWTH AND FORM, escrito en 1917 por el biólogo escocés DARCY WENTWORTH THOMSON. Drucker nos dice: debe leerse para cualquier asunto relativo al trazado y a la estructura de una organización

CAPITULO II

LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Todo el mundo cree que estamos viviendo una revolución tecnológica o tecno-económica; sin embargo, nosotros creemos que la gran transformación se debe más bien a la “redefinición” de la INFORMACION

*Así como no fue el progreso de la ciencia
lo que causó el “fenomenal cambio”
en la condición humana,
en los últimos doscientos años¹²
no es ahora, el avance tecnológico
la causa de la gran transformación de la sociedad.*

En efecto, en cada tecnología la práctica, con sus reglas empíricas, iba muy delante de la ciencia. La tecnología por lo tanto, se convirtió en el *acicate* de la ciencia.

Ejemplo:

*Setenta y cinco años se necesitaron
para que Clausius y Kelvin
pudieran dar una fórmula científica
del funcionamiento termodinámico
de la máquina de vapor de Watt.*

2.1. Un cambio fundamental en el concepto de tecnología

En los cien años que transcurrieron entre 1750 y 1850, las tres tecnologías principales de la humanidad – la Agricultura, las Artes

¹² Publicado por primera vez en “Technology and Culture”, en el otoño de 1961 por PETER F. DRUCKER

Mecánicas (la ingeniería de hoy) y la Medicina – pasaron por este proceso rápidamente, lo cual dio inmediatamente por resultado una “revolución” respectiva: agrícola, industrial y médica.

Así mismo, la ciencia no pudo producir efecto sobre la revolución tecnológica sino hasta que, por primera vez se hubo terminado *la transformación del “oficio” en una “disciplina tecnológica”*: la actividad tecnológica se había convertido en una profesión.

El inventor se había convertido en ingeniero¹³ y el artesano profesional.

Pero la tecnología sí tuvo un efecto inmediato sobre la ciencia, la cual fue transformada por la aparición de la “tecnología sistemática”. El cambio fue sumamente fundamental: un cambio en la propia definición y configuración de la ciencia. La ciencia hasta entonces era “filosofía natural”, luego se convierte en una “institución social”. A pesar de esto, las palabras con las que se definía la ciencia han permanecido sin ningún cambio:

***“La búsqueda sistemática
del conocimiento racional”***

Pero el término “conocimiento” cambió de significación, ya que de ser “comprensión”, es decir, de enfocarse en la inteligencia humana, pasó a ser “control” o sea a estar enfocado a su aplicación en, y por medio de, la tecnología. En lugar de que la ciencia de origen, como siempre lo ha hecho, a problemas fundamentales de “metafísica” ha llegado a originar, como rara vez lo había hecho antes, problemas fundamentales sociales y políticos.

No queremos decir con esto, que la tecnología se estableció por sí misma como fuerza suprema sobre la ciencia. Pero fue la tecnología la que confiere su carácter a la unión de las dos; es el acoplamiento de la ciencia a la tecnología más bien que la unión de la ciencia y la tecnología (P. Drucker, 1970)

¹³ En 1794, con la fundación de la ESCOLE POLYTECHNIQUE en París, se estableció la profesión de Ingeniero.

La tecnología, tal como la conocemos hoy, es decir, el trabajo sistemático y organizado realizado en las herramientas materiales del hombre, nació en esa época. Fue producida por la recopilación y organización del conocimiento existente, aplicándolo sistemáticamente y dándole difusión.

El efecto inmediato que produjo la aparición de la tecnología no fue solamente el de un avance tecnológico: fue el establecimiento de tecnologías como disciplinas sistemáticas para su enseñanza y aprendizaje y, por último, la reorientación de la ciencia a fin de alimentar estas nuevas disciplinas de aplicación tecnológica.

2.2. La revolución de la información

*Lo tecnológico esta reconfigurando lo económico,
las empresas y los consumidores se transforman
en algo más que comercio e-lectrónico,
o correo e-lectrónico, o transacciones
e-lectrónicas o ficheros e-lectrónicos
es la “e” de economía, es la oportunidad.*

WILLIAM DALEY

Secretario de Comercio de EE.UU.

Al final del siglo XX rige una nueva regla fundamental de los negocios:

Internet lo cambia todo¹⁴.

2.3. La era de la información

Es común que para señalar ciertos acontecimientos importantes en la Historia, se hable de «eras». Nos hemos acostumbrado a la «era industrial», a la «era atómica», a la «era espacial», y tantas otras que indican la conmoción que esos acontecimientos logran provocar.

Pero esa conmoción no suele ser muy duradera. Los descubrimientos más importantes en cualquier terreno, ocupan la atención por un tiempo, llegan a determinar una era, y luego las oleadas de novedades que surgen aquí y allá borran de la memoria un hecho para sustituirlo por otro, que conmociona a su vez, hasta que le sobrevenga su propio destino de oscurecimiento.

¹⁴ BILL GATES, Los negocios en la era digital. Plaza James 1999

Las eras se superponen unas a otras, y aún sospechamos que existe una clara competencia por destacar y ocupar la atención de los pueblos y de los gobiernos. Tanto es así que no podemos poner fechas fijas a esos períodos históricos; como mucho, podemos localizarlos dentro de un siglo, o unas décadas particulares dentro de un siglo.

Si dijéramos que ahora estamos en la «era de la información», estaríamos en lo cierto relativamente. En parte, porque esta «era» comparte su auge con otras que todavía continúan en los primeros puestos de la popularidad. Y en parte porque no podríamos establecer con detalles el nacimiento de esta modalidad ni sus características absolutamente propias. Es curioso que nuestro mundo, tan amante de las ciencias exactas y las definiciones, tenga que conformarse con tantas ambigüedades, disfrazándolas de precisiones.

2.4. La redefinición de la información

Los avances de la tecnología están obligando a todo el mundo en los negocios de reexaminar que se entiende por “información”. La tecnología en sí no es más que una herramienta, pero como todas las herramientas nuevas, nos obligan a cambiar lo que hacemos, no sólo la manera como lo hacemos. Los cambios principales, empero, no son cambios de tecnología sino de nuestra definición de información.

Todo esto se encuentra aún en las primeras etapas de desarrollo, pero ya es posible describir el sistema de información que los ejecutivos necesitan y probablemente van a tener a su disposición dentro de diez o quince años. Esta puede muy bien convertirse en el área más interesante de administración en el próximo decenio. La información no sólo cambiará la información que tenemos y usamos. Esta ha constituido tradicionalmente la armazón sobre la cual organizamos las empresas. Tradicionalmente las empresas se organizan a base de “mando y control”, lo único de que se disponía hace 125 años cuando se inventaron los negocios modernos.

Ahora las empresas se están organizando en torno a “información”. El cambio es que se están suprimiendo niveles gerenciales. El proceso de pasar a ese nuevo modelo ya está en marcha en Japón, EE.UU. y Europa.

Este cambio significa el autocontrol y la responsabilidad de cada puesto de trabajo. Se exigirá total responsabilidad para la información a todo individuo de la organización. Por supuesto que esto traerá muchos otros cambios sobre todo en las remuneraciones ya que los sueldos dependían de la jerarquía. Se tendrá en todo caso que renunciar en base a la contribución que cada uno haría a los resultados de la empresa.

2.5. La tecnología como instrumento de estos cambios

El hombre se traslada a un medio ambiente creado por si mismo: de un medio que era esencialmente naturaleza, a otro, la gran ciudad y el trabajo que requiere conocimientos, que es cada vez más, obra del hombre.

En 1965, el número de personas que vivían en el campo y obtenían su sustento de la tierra, había disminuido a uno de cada veinte. El hombre se había convertido en habitante de la ciudad; al mismo tiempo, el hombre de la ciudad tiene que trabajar cada día más con la inteligencia y está alejado a las fuentes de los materiales.

En efecto, la urbanización se ha llegado a considerar como índice de desarrollo económico y social. Tal vez el prerrequisito más importante para la gran ciudad moderna serán, sin embargo, los sistemas modernos de comunicación: nervio central de la ciudad y razón principal de su existencia.

Hace únicamente algunos años del siglo pasado, los hombres dependían de la naturaleza, y sus principales amenazas eran las catástrofes naturales con las tormentas, las inundaciones y los temblores de tierra.

Actualmente, los hombres dependemos de la tecnología y nuestros principales amenazas son las averías producidas por fallas tecnológicas.

2.6. La victoria de la tecnología sobre el horizonte humano

“La victoria de la tecnología sobre la distancia es, quizás el más significativo de todos los DONES que la tecnología moderna haya otorgado al hombre”

Hoy el mundo entero se ha convertido en una comunidad local, si se mide con el antiguo patrón de un día de viaje. El avión comercial de retropropulsión puede llegar en menos de veinticuatro horas prácticamente a

cualquier aeropuerto de la tierra, y a diferencia de cualquier otra época más remota, el hombre común puede movilizarse y de hecho se moviliza: ya no está arraigado a la pequeña aldea donde nació.

En estas últimas décadas, el horizonte del hombre se ha ensanchado más allá de la tierra, hasta llegar al espacio interestelar. Por lo tanto, no es sólo un mundo más grande dentro del cual la tecnología del siglo XX ha trasladado a los seres humanos: es un mundo diferente de nuestros padres.

Las noticias, los datos, la información y las películas cinematográficas han adquirido todavía más movilidad que la gente. Los vídeo conferencias e Internet eliminaron las fronteras.

2.7. La información es transnacional

La información es transnacional; como el dinero, la información no tiene “patria”. Como la información no conoce fronteras nacionales, aparecerán nuevas comunidades “transnacionales” de gente que aunque no se hayan visto en carne y hueso, está en comunión porque está en comunicación. La economía mundial, especialmente la “economía simbólica” el dinero y el crédito, es ya una de las comunidades no nacionales, sino transnacionales

2.8. El poder de la información

Hemos hablado constantemente de la importancia del conocimiento en la Red, lo hemos hecho de forma genérica, sin centrarnos en un tipo de conocimiento en concreto, pero debemos recordar que cuando hablamos de economía, la información se instala en un lugar predominante dentro de las posibilidades de crecimiento y estrategia para una empresa, un país, o incluso un grupo. *Si hasta este momento la información era importante, a partir de ahora será la base de la nueva era en Red.* No es difícil imaginar porqué. El conocimiento de los gustos de los consumidores, el acceso a la información sobre productos y precios de nuestros competidores, la percepción directa o en tiempo real de la evolución de un mercado en un país determinado, las mejores posibilidades en la búsqueda de mano de

obra, materiales, o simple información a menores costos, la selección de los propios trabajadores, y el curriculum de los de nuestros competidores, toda esta información que antes requería elevados costes en tiempo y dinero la tendremos a partir de ahora a nuestro alcance con sólo pulsando un botón. montañas de papeleo que la era industrial generaba se verán sustituidas por completos informes en línea que seleccionarán por nosotros lo que más nos interese de un tema en concreto.

Ya hemos comprobado los beneficios; tanto económicos como en flexibilidad y agilidad; que ha proporcionado a la economía la instalación de redes en tiempo real que nos proporcionan la información bursátil. También sabemos algo sobre sus peligros y la velocidad a la que se puede alterar a través de inversiones especuladoras la tranquilidad monetaria de un área económica. Ahora veremos como esta misma flexibilidad permitirá a una empresa sopesar en segundos la decisión de instalar en uno u otro país una nueva planta de producción basándose en los informes que sobre su población, nivel de desempleo, nivel de cualificación de sus habitantes, ayudas estatales, etc. ha conseguido a través de la Red y realizar posteriormente a través del mismo sistema los contactos necesarios para llevar acabo esa decisión.

Pero al mismo tiempo debemos aprender a diferenciar la información fiable de la que no lo es, tal y como hacíamos hasta ahora con la diferencia de que el volumen de información será mayor. La exhibición en la red de una queja contra una empresa determinada puede tener el efecto de una rápida bajada de las acciones de la misma, en un mundo donde la credibilidad es lo más importante, el control de la información que existe sobre nosotros es fundamental, y una respuesta a tiempo en esta nueva Economía requiere el uso de segundos y no de días como hasta ahora. De hecho el problema básico será fundamentalmente la *sobreinformación*, la saturación de conocimiento sobre el cual deberemos *aplicar un filtro* de prudencia cada vez que nos enfrentemos a la toma de una decisión.

Serán los nuevos profesionales del conocimiento quizás con la ayuda de un software mecánico e imparcial los que deberán decidir a la hora de

seleccionar la veracidad de una información a través de un seguimiento histórico, de su fuente de procedencia o utilizando métodos tan subjetivos como la intuición.

A pesar de los múltiples cambios a los que nos enfrentamos algunas técnicas de trabajo seguirán vigentes. La nueva Economía en Red(ver notas) viene a proporcionarnos una mayor comodidad a la hora de adquirir información, *pero no sustituye los métodos tradicionales sino que los complementa* y en algunos casos los mejora.

Si hasta ahora la innovación era importante a la hora de incrementar las cuotas de mercado de una empresa, a partir de este momento debemos tener presente que apenas existirá *una brecha de tiempo suficiente para aprovechar dicha innovación*,. La posibilidad de que nuestros competidores integren las nuevas ideas a su proceso de producción se materializará a la velocidad(ver notas) de la luz a través de los nuevos sistemas de comunicación. De ahí la importancia de flexibilizar los procesos de toma de decisiones y articular los procesos necesarios para no sólo captar información, sino también para crearla y utilizarla antes que los demás, e incluso de una forma más rápida.

2.9. ¿Qué pasará con la comunicación?

Ciertamente, informar no es lo mismo que comunicar.

La “explosión de la información”, sobre lo que se ha dicho y escrito mucho, es la gran medida una explosión de información errónea y mal organizada

La revolución digital sólo ha contribuido a agudizar los problemas.

MURRAY GELL-MANN, “La información contra conocimiento y comprensión”.

¿Por qué, en el fondo; la mayoría de nosotros nos sentimos frustrados con la tecnología de la información?

THOMAS H. DAVENPORT – Autor del libro “Ecología de la Información” – nos dice: nuestra fascinación con la tecnología nos ha hecho olvidar el propósito fundamental de la información: informar a la gente, mejor dicho – parafraseando a Drucker – comunicar. Para que la comunicación sea efectiva se requiere tanto la “información” como el “significado” y el “significado” requiere a su vez “comunicación” si alguien cuyo lenguaje no hablamos nos llama por teléfono, nada puede ayudarnos que la conexión sea clara como el cristal. Si no comprendemos el lenguaje, no existe “significado” y requiere capacidad de interpretación. Necesita una comunidad. El mensaje que los meteorólogos entienden perfectamente, es un galimatías para un químico.

“Se lo que significa este mensaje por que sé como piensa nuestra gente de Tokio, de Londres o de Beijing” Sé como piensa es el catalizador que convierte la “información” en “comunicación”.

2.10. La información y sus fallas

Todas las computadoras del mundo no sirven de nada si los usuarios no están interesados en la información que se genera. Toda la amplitud de banda de las comunicaciones no agregará un céntimo de valor si los empleados no comparten la información que poseen con los demás. Los sistemas expertos no proporcionarán conocimientos útiles si el conocimiento cambia demasiado rápido para mantenerlo, o si los diseñadores del sistema ni siquiera encuentran expertos dispuestos a entregar lo que saben.

“Hemos dedicado mucho tiempo y dinero a traer el agua hasta el caballo, pero no sabemos si quiera si este tiene sed, ni tenemos idea de cómo obligarlo a beber”.

Un gerente de PACIFIC BELL

La información y el conocimiento son la quinta esencia de las creaciones humanas y jamás podremos manifestarlos bien, a menos que demos a la gente una función primordial.

Davenport hace explícito lo que muchos gerentes ya saben: que el flujo útil de la información depende de las personas, no del equipo. Los que manejan la tecnología de la información en la mayoría de las empresas, han dependido del modelo de “Ingeniería de las máquinas” mucho más de lo que permite su verdadera capacidad para agregar valor.

2.11. Qué es la información y desde cuando se informa

Desde que se ha lanzado la era de la información, abundan las explicaciones sobre lo que es la información. Lejos ya de la sencilla tarea de dar a conocer las cosas, se elaboran mil teorías sobre qué hechos se deben dar a conocer, cómo, cuándo, quiénes, a través de qué medios... En fin, que no pecamos de atrevimiento si aportamos una nueva exposición sobre el mismo tema, aunque no sea totalmente nueva ni totalmente vieja.

Estamos de acuerdo en que informar es poner algo en conocimiento de alguien. Estamos de acuerdo en que la manera de informar ha variado considerablemente a través de los tiempos, pero también es verdad que siempre han existido sistemas de información, aunque los actuales sean más rápidos y tengan más alcance; lo que queda por discutir es si son más perfectos aunque estén más perfeccionados.

En épocas antiguas, cuando todavía no existían los medios escritos o la difusión oral y visual de las noticias a través de aparatos específicos, tarde o temprano todo llegaba a saberse, a menos que uno viviera en el último rincón del mundo. Y eso pasa también ahora... es decir, que hay rincones desgraciados o privilegiados donde no se sabe exactamente qué pasa fuera de esos reducidos confines.

Viajeros, guerreros, peregrinos, juglares, poetas, embajadores oficiales o corresponsales discretamente enmascarados, los acontecimientos circulaban en la medida en que ellos llegaban a villorrios y ciudades, a cortes y tabernas. Entonces, tal como hoy, la información no era pura, porque tampoco eran puras las fuentes en que bebían los transmisores, ni su propia personalidad podía evitar agregar sal y pimienta a las cosas que sabían, a

veces por intereses especiales y a veces simplemente por hacerse notar ante el público. Detalle más o menos, casi como ahora...

Son los medios actuales los que han variado la forma pero no el espíritu de la información. Desde la creación de la imprenta hasta aquí, se han multiplicado las publicaciones, han aparecido radios, televisores, magnetófonos, grabadores, videos, teléfonos, ordenadores, fax y otros varios artilugios tan maravillosos que casi parecen mágicos. Ellos ofrecen nuevas posibilidades, es verdad, pero ¿ha variado el hombre que dispone de tales elementos en relación a aquellos otros hombres que simplemente recorrían caminos?

2.12. Actualidad y libertad en la información

No es fácil establecer denominadores comunes, porque no en todo el mundo los medios de información pueden actuar de la misma manera. Si se trata de países donde predominan regímenes tiránicos, o donde sin tiranías a la vista existe sin embargo un control de las noticias, la información estará sometida al crisol de determinados intereses y a recortes sistemáticos.

Pero el avance de las democracias ha incidido fuertemente en el empleo generalizado de los medios de comunicación y en la difusión de las novedades. Aparentemente hay más libertad que nunca para exponer cuanto sucede en el mundo, para alabar o para criticar, para estar de acuerdo o en desacuerdo, para clamar justicia o pedir amparo. Es fácil hacer que el público se ponga a favor o en contra de situaciones, personas, gobiernos, actos o palabras. La información se ha convertido en una forma libre de expresión, sí, pero al mismo tiempo ha asumido el perfil de una de las armas más peligrosas. La información puede mover las masas, pero el que mueve la información tiene más poder que nadie, pues puede promover imparables reacciones en cadena.

La Historia repite muchos de sus hechos, con las innegables variaciones de matices, y un elemento infaltable, desgraciadamente para quienes lo padecen, es la guerra. Mucho se ha hablado de esta explosión de violencia o de heroísmo, de enfrentamiento o de solidaridad que ha llenado tantas

páginas en la vida de la humanidad. La guerra sigue en pleno apogeo y la actualidad ha creado nuevas armas para el combate. Precisamente, los medios de comunicación constituyen una de las armas más eficaces por la sutileza con que actúan porque no parecen armas, al contrario, asumen el aspecto de liberadores. Pero la información, según cómo se utilice, puede dañar más que una guerra, más que la peor de las epidemias. Y nunca estaremos del todo seguros de si no hay quienes se valen del acceso a los medios informativos para volcar la opinión pública en uno u otro sentido. Ayer se pensaba de una forma, hoy de otra, y mañana quién sabe... Al no haber una verdadera formación de la inteligencia, la simple opinión puede oscilar como una cometa al viento.

2.13. Información e información

El prodigioso progreso de los medios de comunicación podría haberse constituido en una panacea para la humanidad. Si se hubiesen dedicado a difundir educación, a expandir conocimientos, si hubiesen puesto al alcance de la gente lo que pensaron y crearon los sabios más destacados, esos medios habrían cumplido una misión formativa y no simplemente informativa. El amplio espectro que logran y la gran cantidad de público al que llegan, abarcando todas las edades y condiciones, habría permitido hacer de ellos una verdadera escuela de formación digna del desarrollo civilizatorio. Pero no. La tarea se ha limitado a lo estrictamente informativo y, en algunos casos, a lo tristemente deformativo.

En verdad, lo que queremos es mejor información, de la buena, de la válida, de la que construye, de la que nos ayuda a vivir y a superarnos. Nos gustaría que la cultura ocupara tanto espacio como la trivialidad, ya que no podemos hacer que lo ocupe todo; nos gustaría que el bien hacer y el buen decir fueran más prestigiosos que la grosería, que los sentimientos refinados tuviesen más cabida que la bestialidad y la crueldad. Sí, todo eso nos gustaría. Y lo mejor del caso es que tenemos los medios para hacerlo.

Aunque a veces lo olvidemos, estamos en la era de la información.

CAPITULO III

FUNDAMENTOS DEL CAMBIO

3.1. La “ invención” y “ la innovación”, se han vuelto más sociales y a la vez científicos

Empezaremos por detallar la gran transformación de la realidad social. Esto nos permitirá dibujar el escenario sobre el cual construiremos una plataforma de debate; nos facilitará el entendimiento holístico del “*Desarrollo ingenieril*” en el *tiempo y en el espacio*, elementos manejables cotidianamente por los ingenieros, a pesar de esto, *no podemos aún percibir nuestro rezago*, comparado con las demás profesiones como la medicina, por ejemplo.

Paradójicamente, *vivimos una revolución tecnológica* que parece ser consecuencia del desarrollo ingenieril, sin embargo, como veremos más adelante, los ingenieros peruanos poco o nada hemos contribuido a ese desarrollo.

***La invención y la innovación,
propios de la ingeniería
han dado un vuelco en su estructura orgánica,
se han convertido más sociales y a la vez más científicos.***

A pesar de esto, no lo vemos reflejado en los planes curriculares de las universidades. Y en general, en todas las instituciones ingenieriles Universidades, Colegios profesionales, egresados, empresas de ingeniería, etc.--, parecen no ser conscientes de los cambios en la realidad social.

Todo esto impone la necesidad de examinar el desarrollo de la ingeniería desde el enfoque sistémico para una mejor percepción: *de allí el título de nuestra tesis, elegido a propósito, como una contribución a la urgente revisión epistemológica.*

3.2. La presencia de nuevas figuras del postmodernismo, a pesar de todo la ingeniería...

Estamos dejando el mundo “moderno”, del cual todavía no salimos en tanto que ya sentimos la presencia de nuevas figuras del “pos-modernismo”. A pesar de todo, la ingeniería aún no siente esta transición, mientras que las demás disciplinas y prácticas profesionales como la Medicina o el Management no sólo siguen de cerca al cambio sino que son los verdaderos pioneros.

3.3. La necesidad de un nuevo Paradigma

La antigua visión del mundo, las antiguas tareas y el antiguo centro, llamados a sí mismos “modernos”¹⁵ y “actuales” tan sólo pocos años atrás, ya no tienen más sentido. Sin embargo, todavía son usados por personas que no queremos entender que el mundo no es estático. ingenieros, políticos, científicos, tecnólogos y el hombre común y corriente.

3.4. La transición: del “Modernismo” al postmodernismo

Durante el transcurso de los últimos sesenta años, a partir de cierto punto inadvertido hemos comenzado a salir de la Edad Moderna y a penetrar en una era nueva, aún sin nombre.

¹⁵ Durante trescientos años, desde la mitad del siglo.XVII en adelante, Occidente vivió en la Edad Moderna; y durante el siglo.XIX este Occidente moderno se convirtió en la norma de la filosofía y de la política, de la sociedad, de la ciencia en todo el globo, se convirtió en el primer orden mundial verdaderamente universal.

Nos encontramos, **ahora**, en plena transición, en una era de superposición.

*« Nuestras acciones están ya determinadas
por las severas demandas del “presente”,
del “mundo posmoderno”,
y,
con todo,
no contamos con teorías,
ni conceptos, ni “slogans”
--ni conocimiento verdadero--
acerca de la nueva realidad ».*

Drucker, 1957

*Nuestra visión del mundo ha cambiado;
hemos adquirido una nueva percepción
y con ella nuevas aptitudes.*

3.4.1. Hay nuevas fronteras

Hay un nuevo centro espiritual para la existencia humana,

- Para la oportunidad,
- Para el riesgo y
- Para el desafío.

Lo posmoderno, todavía carece de definición, de expresión y de instrumentos *pero controla efectivamente nuestras acciones y su impacto.*

3.4.2. Nuevas disciplinas

Contamos con algunas *nuevas disciplinas* tales como:

- Teoría de la Propiedad Emergente¹⁶

¹⁶ La Teoría de la Propiedad Emergente. Según esta teoría, el sentido holístico de los fenómenos es producto de las relaciones que establecen entre sí sus partes. En otras palabras, un conjunto de elementos se presentará o no como unidad dependiendo de su *organización* interna. Esta teoría, sin embargo, presenta una serie de deficiencias. Según esto, la unidad "emerge" de las relaciones entre las partes. Un primer problema es que la "emergencia" misma no logra ser explicada satisfactoriamente. ¿Por qué y cómo una cierta organización particular de elementos tendría la facultad de "crear" unidad? Por otra parte, dado que las partes de los fenómenos también son unidades, es de suponer que ellas emergen, a su vez, de la organización de sus partes (y así sucesivamente). Siendo así, o bien hay que suponer que los fenómenos se componen de unidades elementales e indivisibles, o bien que son puras relaciones. Si son lo primero, ¿cómo pueden ser estas unidades sin partes? Si son lo segundo, ¿cómo puede haber relaciones sin unidades que se relacionen?

- Sistémica,
- Teoría General de Sistemas,
- Síntesis Histórica,
- Sistemas complejos,
- Teoría del Caos.
- Geometría Fractal, etc.

Cada una de nuestras disciplinas, ciencias y artes se basa hoy día sobre conceptos que son *incompatibles* con el axioma cartesiano y con el mundo-visión que Occidente moderno ha desarrollado desde entonces.

Pero aún no podemos siquiera reunir en un solo orden de valores y de percepciones lo que *todavía son piezas individuales*. Hasta que ello se haga, no tendremos, naturalmente, una era realmente nueva con su carácter y su mundo-visión con distintivos propios; estaremos tan sólo en una era “*post*” (*alguna otra cosa*)

***Necesitamos al gran innovador de una nueva síntesis,
de una nueva filosofía y de nuevas instituciones***

Sin embargo, no podemos esperar sentados que los países del norte nos tengan que proveer del conocimiento necesario para entender nuestra realidad, y sobre todo, seguir pensando como cartesianos cuando sabemos que estamos totalmente desfasados.

3.5. La Visión cartesiana

La era moderna adoptó el mundo-visión del Occidente moderno -llamado por Drucker-- *un mundo-visión cartesiano*.

Finalmente, esta teoría contradice la elemental intuición de que la unidad de los fenómenos, lo que los hace ser lo que son, depende del sentido que ellos tienen para nosotros. Personas de distintas culturas verán distintas cosas en un "mismo" lugar. La unidad de una cosa depende, pues, de la perspectiva particular desde la cual mira el observador y de los fines y valores asociados a ella. Esta perspectiva sitúa lo que aparece en un contexto, dándole o no sentido dentro del mismo. Y tal perspectiva, a su vez, es constituida por el cúmulo de experiencias previas que el observador ha tenido.

Más que Galileo o Calvino, Hobbes, Locke o Rousseau, mucho más aún que Newton, *Descartes determinó, para trescientos años,*

- *Cuáles problemas aparecerían como importantes y aun pertinentes,*
- *El alcance de la visión del hombre moderno,*
- *Sus supuestos básicos acerca de él mismo y de su universo, y sobre todo,*
- *Su concepto de lo que es racional y plausible.*

Descartes contribuyó con una doble influencia:

Primeramente, dio al mundo moderno su axioma básico acerca de la naturaleza del universo y su orden. La formulación más conocida es aquella en la que --una generación después de la muerte de Descartes-- la Académie Française, *definió a la*

“ciencia”:

como “el conocimiento cierto y evidente de las cosas por razón de sus causas”.

Expresado con menos elegancia y sutileza, esto dice:

“El todo es el resultado de sus partes”

En segundo lugar, Descartes nos dejó el método para hacer efectivo su axioma en el conocimiento organizador, y en la búsqueda del mismo.

Cualquiera sea la significación de *su geometría analítica* para las matemáticas, ella

***estableció una lógica universal
y cuantitativa
referida a la relación existente entre los conceptos,
y capaz de servir como símbolo universal y
lenguaje universal.***

3.6. Conozco lo que puedo medir

Doscientos años después Lord Kelvin pudo definir el mundo-visión cartesiano diciendo:

“Conozco lo que puedo medir”.

Que el todo es igual a la suma de sus partes *había sido un axioma de la aritmética* durante casi dos mil años antes de Descartes (aunque ya hoy no es más un axioma de toda la aritmética).

3.7. El todo está determinado por las partes

Pero la formulación de Descartes también significó que:

- El todo está determinado por las partes, y que, por lo tanto,
- Podemos conocer el todo solamente identificando y conociendo las partes.

Esto significó sobre todo que:

*no existe por completo ningún todo
separadamente de las diferentes sumas,
estructuras y relaciones de las partes.*

3.8. Cada una de nuestras disciplinas ha avanzado de la “Causa” a la Configuración”

Cada disciplina tiene como centro hoy día *el concepto de un todo* que no es el resultado de sus partes, que no es igual a la suma de sus partes, y que no es identificable, conocible, mensurable, predecible, efectivo o significativo por causa de la identificación, el conocimiento, la medición, la predicción, el movimiento o el entendimiento de las partes.

*El concepto central en cada una de nuestras disciplinas,
ciencias y artes modernas son
patrones y
configuraciones.*

El psicólogo hoy día habla acerca del “*Gestalt*”, el “*ego*”, la “*personalidad*” o el “*comportamiento*” --en términos que no podrían ser hallados en obras serias con anterioridad de 1910.

La ingeniería de Sistemas habla de “Funciones”, “Procesos”, “Actividades”, “objetos” “Configuraciones”, “sistemas complejos.

Las ciencias matemáticas hablan de “caos”, “fractales”, “complejidad”.

Las ciencias sociales hablan de “cultura”, de “integración”, o del “grupo informal”. La Ingeniería Industrial hoy habla de “economía de escala”, “empresa”, “organización”, “calidad total”¹⁷.

Y todas hablan de las formas.

Todos estos son conceptos de un todo, de un modelo o de una configuración que pueden ser entendidos solamente como un todo.

De modo similar, tenemos un modelo “Gestalt” como *centro de muestra vida económica, la empresa mercantil.*

En el gobierno hoy día hablamos de “evolución”, “involución”, “administración” o de “crecimiento económico”, tanto como el teólogo habla de “existencia”.

Hasta las ciencias físicas y todas las ingenierías, las más cartesianas de todas muestras disciplinas en sus orígenes y en sus conceptos básicos, hablan de “sistemas” o --el término menos cartesiano de todos ellos-- de

“quantum”

donde, en una medición, se expresan masa y energía, tiempo y distancia, velocidad y dirección, todo absorbido en un proceso único e indivisible.

¹⁷ Peter Drucker considera que La “automación” es meramente una palabra particularmente fea para describir una nueva visión del proceso de la producción física como una configuración y una verdadera entidad. Un ejecutivo de la Ford Motor Company inventó la palabra “automation” en 1951 y describió con detalles el proceso total que requeriría la automatización. La “robótica” y la “automatización” fabril ya eran temas de discusión hace cuarenta años. Pero nada ocurrió durante mucho tiempo. Nissan y Toyota en Japón no introdujeron robots en sus plantas hasta 1978. Entonces, a principios de la década de los ochenta, la General Electric instaló una planta automatizada en Erie, Pensylvania. La General Motors comenzó a automatizar varias de sus plantas de accesorios y motores. La Volkswagen a principios de 1985 comenzó su “Hall 54” como una instalación casi totalmente automatizada. Sin embargo, ya podemos ver últimamente algunos ensayos de automatización, como el que podemos verificar con los contenidos informáticos exhibidos en reciente inauguración de nuestro Laboratorio de Automatización. Pero todavía aún no estamos seguros de haber separado – configurativamente hablando-- la Automática de la Robótica y la Cibernética

Estos términos y conceptos son enteramente nuevos. Ni uno solo de ellos tenía significado científico alguno cincuenta años atrás, mucho menos alguna posición o respetabilidad en el vocabulario del erudito y del hombre de ciencia.

Todos ellos son:

cualitativos;
la cantidad en manera alguna los caracteriza.

Ninguno de estos conceptos se conforman al axioma de que el todo es el resultado de sus partes. Por el contrario, todos ellos se conforman a un nuevo y acertado axioma:

que las partes existen en contemplación del todo.

3.9. Los Nuevos Principios pos-modernos

La causalidad,
ese eje unificador del mundo-visión cartesiano,
ha desaparecido.

Sin embargo, todavía no ha sido reemplazado, como tan a menudo se dice, por el azar y la casualidad.

Einstein estuvo completamente en lo cierto cuando dijo que no podía aceptar la opinión de que el Señor juega a los dados con el universo.

Lo que Einstein criticaba era solamente la incapacidad de los físicos - inclusive el mismo- de figurarse algún concepto de orden excepto la causalidad, esto es, su incapacidad para liberarse de sus propias anteojeras cartesianas. Sustentando los nuevos conceptos, inclusive los nuevos conceptos de la física moderna, se halla una idea unificadora de orden.

No es la causalidad, sin embargo, sino la finalidad o propósito.

Cada uno de estos nuevos conceptos *expresa una unidad* que tiene fin determinado. Se podría hasta

*establecer como principio general
de todos estos conceptos posmodernos
que los elementos
(porque ya no podemos más hablar realmente de “partes”)
se encontrarán tan dispuestos por sí mismos
como para servir a la finalidad del todo.
(Drucker 1958)*

Esta, por ejemplo, es la suposición que sustenta los intentos del biólogo por estudiar y entender los órganos y sus funciones.

Tal como un distinguido biólogo, Edmund W. Sinnott lo expresara (en su *La Biología del Espíritu*):

“La vida es la imposición de la organización sobre la materia”.

Es esta disposición en la contemplación de la finalidad del todo a lo que nos referimos hoy cuando hablamos de “orden”. *Este universo nuestro es, pues, una vez más, un universo regido por la finalidad o propósito* --como lo fuera el que el mundo-visión cartesiano derribó y reemplazó trescientos años atrás.

Pero nuestra idea de finalidad o intención es muy diferente de aquella idea de la Edad Media y el Renacimiento. La finalidad de esas épocas se hallaba fuera del universo material, social, psicológico o filosófico, si no enteramente fuera de todo cuanto el hombre mismo pudiera ser, pudiera hacer o pudiera ver.

Nuestra finalidad, en agudo contraste, está en las configuraciones mismas; *ella no es metafísica sino física*, no es finalidad *del* universo, sino finalidad *en* el universo.

El nuevo mundo-visión, por añadidura, supone *proceso*.

Cada uno de estos nuevos conceptos incluye en sí la idea de crecimiento, desarrollo, ritmo o transformación.

Todos estos *son procesos irreversibles*

*en tanto que todos los sucesos
en el universo cartesiano
eran tan reversibles
como los símbolos
de cada uno de los lados de una ecuación.*

Jamás, salvo en los cuentos de hadas, el hombre maduro se vuelve niño otra vez, *jamás el plomo se transforma nuevamente en uranio*, jamás la empresa mercantil retorna a la sociedad familiar -excepto en el modelo de nuestra tesis¹⁸. *Todos estos cambios son irreversibles* porque el proceso cambia su propio “carácter”; es, en otras palabras, *cambio auto generado*.

En este nuevo énfasis sobre el proceso bien puede hallarse la mayor desviación del mundo-visión del Occidente moderno que nos ha regido durante los últimos trescientos años.

3.10. El mundo cartesiano fue: mecánico y estático.

El mundo cartesiano fue no solamente un mundo mecánico, en el que todos los sucesos están limitadamente determinados; fue asimismo un mundo estático.

La inercia, en el sentido estricto de la mecánica clásica, fue la norma supuesta. En este único punto *los cartesianos*, tan atrevidos innovadores en otros aspectos, fueron los más estrictos de los tradicionalistas.

***Sólo lo Inmutable o Inalterable
era real y que
sólo él era perfecto,***

habían constituido la doctrina aceptada desde Aristóteles de que la más orgullosa realización del mundo-visión cartesiano fue hacer practicable este axioma tradicional.

¹⁸ El tipo de organización propuesto, en la segunda parte de esta tesis, no cae dentro de la reversibilidad aunque así lo parezca, ya que es una organización más que familiar una organización basada en la información y en el acercamiento de la empresa hacia el consumidor alejándose de los fumosos centros de trabajo, centros ya en proceso de extinción.

El movimiento existe muy claramente; con todo, *sobre la base del axioma de la primacía de la inmovilidad aquél simplemente no puede ser explicado, entendido y medido.*

3.11. Midiendo el movimiento como un número infinito

Solamente *el cálculo* (junto con la propia *geometría analítica de Descartes*, fundamento de la matemática moderna y primer resultado del nuevo mundo-visión cartesiano del siglo XVII) pudo hallar una vía de salida al atolladero entre los axiomas de la inmovilidad y la inercia y la experiencia del momento. Esto lo hizo mediante el más ingenioso ardid: explicando y *midiendo el movimiento como un número infinito de “quietudes” infinitamente pequeñas y perfectamente estáticas.*

3.12. Por lo visto: “Los Ingenieros hemos resultado más cartesianos¹⁹ que Descartes”

Al parecer, Descartes no fue tan cartesiano como nosotros los ingenieros.

Ahora, en nuestra idea de “proceso”, sin embargo, suponemos --y cada vez tenemos más conciencia de la suposición-- que es el “crecimiento”, el “cambio” y el “desarrollo” los que son normales y reales, y que la ausencia de cambio, de desarrollo o de crecimiento es imperfección, decaimiento, corrupción y muerte.

Así como Newton mostraba su ley del movimiento moviéndose, nosotros queremos mostrar las formas y configuraciones agrupando palabras a manera de frases con propósito determinado y con el fin de explicitar mejor nuestros conceptos.

¹⁹ Descartes en su libro “Discurso del método” nos dice. “Sin embargo, es posible que me equivoque, y que tal vez sea sólo un poco de cobre y vidrio lo que tomo por oro y diamantes. Sé de qué manera estamos sujetos a equivocarnos en aquello que nos afecta, y también cómo es preciso que sospechemos de los juicios de nuestros amigos cuando esos juicios no son favorables. Pero me sería muy agradable poner de manifiesto en este discurso cuales son los caminos que yo he seguido, y representar en el mi vida como en un cuadro, **de tal manera que cada cual pueda formar juicio de ello** y que, de ese modo, al tomar yo conocimiento, por la voz pública, de las opiniones formadas, sea ese un nuevo medio de instruirme, que añadiré a aquellos de los que ya ahora tengo costumbre de servirme.

Por esta razón, **mi propósito no es enseñar aquí el método que cada uno ha de seguir para conducir bien su propia razón, sino tan sólo permitir ver de qué manera he tratado de conducir la mía**”.

Estamos, pues, rompiendo no solamente con el “obvio” sentido común del mundo-visión del Occidente moderno, sino con las muchas más antiguas y fundamentales tradiciones occidentales.

3.13. Hacia una nueva visión

Los nuevos conceptos, dentro de estos últimos sesenta años, se han convertido en la realidad de nuestro trabajo y de nuestro mundo. Ellos resultan claros para nosotros.

Existen ya algunos comienzos de la nueva síntesis que necesitamos --en biología y en física, en la investigación de operaciones, en la moderna matemática, en la teoría de sistemas generales, en la semántica, en la lingüística y en la teoría de la información matemática.

Comenzamos a avanzar del viejo concepto mecánico de la disciplina determinada por las propiedades de la materia de que se trata, a las nuevas disciplinas que versan sobre las configuraciones y los procesos universales tales como “crecimiento”, “información” o “ecología”.

Puede hallarse un anticipo de la nueva visión en muchos grandes pensadores - Aristóteles, Leonardo, Bergson, Whitehead. El primero en comprenderla, sin embargo, fue probablemente ese asombroso sudafricano, Jan Christians Smuts - el más cercano al “hombre total”²⁰ que este siglo ha producido-- con su filosofía del “*Santísimo*” hace sesenta y cinco o setenta años.

Los físicos cada vez más la buscan a tientas, como lo hace Lancelot Law Whyte en su *La Nueva Evolución del Hombre* y Erwin Schroedinger, ganador del Premio Nobel, en su *¿Qué es la Vida?*. La más reciente y persuasiva expresión de la nueva visión es *La Imagen*, del distinguido economista Kenneth Boulding. El filósofo contemporáneo es el extinto Ernest Cassirer. Sus escritos tratan de los patrones, configuraciones y símbolos de orden como experiencias humanas esenciales.

²⁰ Peter Drucker, 1960

Sin embargo, pese que cada vez en mayor medida damos por sentado el nuevo mundo-visión, todavía no lo entendemos. Pese a que hablamos volublemente de

***“configuración”,
de “propósito”, y
de “proceso”,***

Todavía no sabemos qué es lo que estos términos expresan. Hemos abandonado el mundo-visión-cartesiano muy rápidamente y nos encontramos aún bajo los efectos del

“síndrome del mutante- zombie”.

A decir verdad, tan *rápidamente* que se nos está haciendo casi incomprensible. Pero no hemos desarrollado, hasta ahora, una nueva *síntesis*, una nueva herramienta de métodos, o nuevos axiomas de significación, de orden y de indagación.

Ciertamente no hemos producido aún un nuevo Descartes.

3.14. Cambios en la estructura del pensamiento

En la actualidad, nuestra sociedad tiene una estructura de pensamiento definido y sus raíces tienen origen desde la época de los griegos, siendo esos tiempos muy estable su estructura de pensamiento era crítico, reactivo, y obviamente lógico.

En esta época donde la única constante es el cambio exige al profesional tener un pensamiento proactivo, innovador y creativo que permita nuevas opciones para el cambio constante, y es ahí donde el ingeniero no ha sido formado y por lo tanto requiere de desarrollar destrezas importantes como el aprender a pensar.

3.14.1 Tú tienes que aprender a pensar.

Se refiere a desarrollar su percepción con la finalidad de ver el mundo de la forma más real. Existen muchas herramientas para el

desarrollo de la percepción y es necesario que el ingeniero los conozca. Y le sea útil para el desarrollo de su profesión.

La percepción es la parte más importante del pensamiento, aunque la educación tradicional no nos ha dado esa impresión. La mayor parte de los errores de juicio se deben a errores de percepción y no a errores lógicos.

Percepción no es solo lo que tenemos físicamente delante de la vista (o cualquier otro sentido); sino, también lo que el cerebro hace con esa información. ¿Cómo se estructura dicha información? ¿Qué información se evoca del pasado para integrarla con la actual?

Vivimos un mundo que “vemos”. Pero el mundo que vemos no es el mundo material que nos rodea sino el que “percibimos” en la mente, el mundo físico puede ser exactamente el mismo pero distintas personas verán distintos. Ej. La copa está media vacía. O la copa está media llena.

La mente recoge información, experiencia, marcos, contextos actuales, sensaciones y emociones. Todos estos son organizados por la percepción para “darnos” la manera como vemos la percepción.

Si uno le hace un favor a otra persona, puede ser que “quiere que esa persona le deba un favor”, esto es explotar un concepto de “agradecimiento”.

Los conceptos pueden alcanzar un montón de cosas: “yo quiero un concepto para recompensar a los automovilistas que quieran elegir de ir al centro con su automóvil pero prefieren dejarlo en casa”.

Los conceptos pueden extraer la esencia o función de algo: “el concepto clave de la democracia es dar al pueblo la ilusión de que elige su gobierno”.

3.14.2. Herramientas de percepción

Entre las herramientas de percepción que más se conoce podríamos mencionar:

🗨 El pensamiento lateral

¿Es la creatividad un talento misterioso poseído por unas pocas personas?.

¿Es el pensamiento creativo un aspecto de la destreza en el pensamiento y, por lo tanto, una destreza que puede aprenderse y cultivarse?.

Creación: el término “crear” puede significar en castellano hacer algo o causar algo. Lo que se hace es algo nuevo porque antes no existía. Pero esto puede no implicar la presencia de ideas nuevas. Prefiero llamarlo pensamiento “constructivo”.

Arte: el término “creativo” es muy amplio e incluye el arte porque en el arte se producen cosas nuevas en el arte entran en juego la capacidad de expresión, la resonancia emocional y muchos otros factores. Algunos artistas (de la música, el diseño, la arquitectura, el teatro, etc.) han dicho que utilizan estos métodos. Pero no se refiere específicamente a la creatividad artística.

Genialidad: La creatividad genial puede depender de cualidades especiales (como la capacidad de imaginar), igual que los sabios idiotas parecen tener capacidades especiales. De todas formas muchos genios han utilizado métodos relacionados con el pensamiento lateral. Los “experimentos de pensamiento” de Einstein, por ejemplo, eran ejemplos clásicos de provocación.

Cambio de ideas y percepciones: nos interesa concretamente la capacidad de cambiar las ideas y las percepciones. Esta es la finalidad del pensamiento lateral.

Si el pensamiento lateral es una destreza, todos pueden adquirir algún grado de destreza en el pensamiento lateral si se esfuerzan.

Como en cualquier destreza, algunas personas llegarán a ser mucho más diestras que otras.

A lo largo de los años muchas personas creativas por naturaleza y que han tenido éxito en su creatividad han comentado que encuentran muy útiles las técnicas y las disciplinas del pensamiento lateral.

Los mapas mentales

Es la representación cartográfica del pensamiento. El mapa mental es una expresión del pensamiento irradiante y por tanto, una función natural de la mente humana. Es una poderosa técnica gráfica que nos ofrece una llave maestra para acceder al potencial del cerebro. Se puede aplicar a todos los aspectos de la vida, de modo que una mejora en el aprendizaje y una mayor claridad de pensamiento puedan reforzar el trabajo del hombre. El mapa mental tiene cuatro características esenciales:

- a) El asunto motivo de atención cristaliza en una imagen central.
- b) Los principales temas del asunto *irradian* de la imagen central de forma ramificada.
- c) Las ramas comprenden una imagen o una palabra clave impresa sobre una línea asociada. Los puntos de menor importancia también están representados como ramas adheridas a las ramas de nivel superior.
- d) Las ramas forman una estructura nodal conectada.

Los mapas mentales se pueden mejorar y enriquecer con colores, imágenes, códigos y dimensiones que les añadan interés, belleza e individualidad, con lo que se fomenta la creatividad, la memoria y, específicamente, la evocación de la información.

Los mapas mentales ayudan a distinguir entre la *capacidad* de almacenamiento mental de quien los usa, y su *eficiencia* mental para el almacenamiento. El almacenamiento eficiente de los datos multiplica nuestra capacidad. Es igual que la diferencia existente o no con un sistema de organización.

Los mapas conceptuales

El mapa conceptual es un esquema gráfico, conformado por la unión de elipses que encierran los conceptos. Estas elipses se unen mediante líneas que permiten visualizar tales uniones. A su vez, estas líneas llevan sobre o junto a ellas las palabras enlace que dan detalles del tipo de relación establecida entre los conceptos.

El mapa conceptual sirve para presentar la estructura de un tema, mostrando las distintas relaciones existentes entre los conocimientos.

Cuando lo aplicamos al aprendizaje, nos sirve para incorporar lo nuevo que aprendemos a lo que ya sabemos.

Podemos utilizarlos en el estudio, en la organización personal, para jerarquizar o clasificar nuestras tareas o ocupaciones en función del grado de importancia, etc.

Los seis sombreros para pensar (Edward de Bono)

Los seis sombreros de pensar es un método para realizar un tipo de pensamiento en cada momento nos ayuda a gestionar nuestras emociones. En lugar de intentar hacer todo a la vez, “nos ponemos” los sombreros de uno en uno. Hay seis sombreros de colores y cada sombrero representa un tipo de pensamiento.

Sombrero blanco: hechos, cifras e información. ¿Qué información tenemos? ¿Qué información hay que conseguir?

Sombrero rojo: emociones, sentimientos, presentimientos e intuiciones. ¿Qué siento ahora sobre este asunto?

Sombrero negro: precaución. La verdad, el juicio, la contratación con los hechos. ¿Concuerda esto con los hechos?. ¿Va a funcionar? ¿Es seguro? Puede hacerse?

Sombrero amarillo: ventajas, beneficios, que se economiza. Por qué puede hacerse. Por qué va a ser beneficioso. Por qué es bueno hacerlo.

Sombrero verde: explotación, propuestas, sugerencias, ideas nuevas. alternativas para la acción. ¿Qué podemos hacer con esto? ¿Hay ideas diferentes?.

Sombrero azul: pensar sobre el pensamiento. Control del proceso de pensamiento. Resumen de la situación actual. Plantear la siguiente fase del pensamiento. Establecer el programa de pensamiento.

Entre los puntos importantes para una persona con éxito en la vida profesional hemos considerado lo siguiente:

- 🗨 Capaz de trabajar en redes y ser proactivo
- 🗨 Capacidad de participar en los cambios organizacionales
- 🗨 Preparado para asumir múltiples funciones.
- 🗨 Conocedor de tecnologías gerenciales modernas.
- 🗨 Conocimiento de la responsabilidad del trabajo en equipo.
- 🗨 Habilidades / destrezas gerenciales: reacción para la solución de problemas y anticipación para la identificación de oportunidades.
- 🗨 En permanente renovación y superación
- 🗨 Preparado para mejorar las RR.HH. y capacidad de motivar.
- 🗨 Capacidad de administrar el tiempo del ejecutivo.
- 🗨 Capacidad para afrontar los retos del siglo XXI: liderazgo excelencia directiva e innovación empresarial.
- 🗨 Comprometido con el manejo de la espiral ascendente: aprender, comprometerse y actuar.
- 🗨 Capacidad de producción personal y profesional
- 🗨 Capacidad de lograr resultados con otras personas
- 🗨 Dominios de idiomas y sistemas de comunicación e información
- 🗨 Capacidad de manejar la complejidad organizacional.
- 🗨 Además de los conocimientos tradicionales del área.

3.15. Cambios en los métodos de formación

El sistema educativo actual solo sirve para impartir conocimientos desde temprana edad, los estudiantes aprenden materias que en poco tiempo se olvidan. Entonces el ciclo educativo se convierte en un círculo vicioso año tras año donde el conocimiento es recepcionado y en poco tiempo olvidado. Luego de 10 años de formación académica (primaria y secundaria), los

alumnos parecen aves que encerrados en una jaula de disciplina, evaluaciones y programas académicos rígidos e invariables en el tiempo y la realidad, perdieron sus dotes naturales de volar, salen de esa jaula sin opciones para sobrevivir, seccionados de su creatividad natural, que cuando niño lo tenía con toda sus facultades, ilusiones y fantasías. pues te pregunto a ti, amigo lector si te acuerdas lo que estudiaste en la primaria o en la secundaria y si te acordarás lo que estas estudiando en la universidad cuando ejerzas tu profesión.

Por esta razón es necesario cambios en el método de formación que permita al alumno adquirir destrezas que le sirvan cuando sea profesional.

El estudiar las materias debe ser un medio, mas no un fin de la educación, esto significa que lejos de evaluar si aprendió o no una determinada lección lo más importante es si adquirió o no el hábito del estudio, de la exploración, de la investigación, del trabajar en equipo y de proponer nuevas ideas en el desarrollo de un tema.

Al aprender se siente la necesidad de exteriorizar su aprendizaje y compartir el suyo propio con el de otras personas. Desde que el hombre es un ser social, y no exterioriza ni comparte queda expuesto al error que no se puede corregir imposibilitado de lograr perfección y condenado a olvidar.

Toda actividad humana demanda orden, constancia y responsabilidad en su ejecución lo que hace que la disciplina se asuma como algo naturalmente necesario y por lo tanto fácil de aceptar. Si la disciplina se impone a la fuerza el aprendizaje se aleja del éxito. Por esa razón no compartimos la idea de la evaluación a través de exámenes, más bien una evaluación que permita la participación y competencias de los alumnos para lograr habilidades y destrezas.

En lo que concierne a la asimilación los datos de Günter Beyer (los mismos que maneja la UNESCO), dejan entrever que entre lo que *leemos* (10%), lo que *oímos y percibimos* (50%), solo *oímos* (20%) y sólo *vemos* (30%), los más significativos resultan lo que uno mismo *dice* (70%) y lo que hace uno mismo (90%).



Lo que leemos



Lo que dice uno mismo



Lo que idea uno mismo

Un contenido procedimental incluye las reglas, las técnicas, las metodologías, la destreza o habilidades, las estrategias, los procedimientos pues es un conjunto de acciones ordenadas secuencialmente y encaminadas al logro de un objetivo.

Las habilidades se entienden como las capacidades potenciales más o menos permanentes según se estimulen y desarrollen y constituyen la base de los contenidos procedimentales.

Las técnicas son fundamentales en las habilidades y a su vez potencian el desarrollo de éstas.

Dominar una técnica supone la posibilidad de variarla y de aplicarla en entornos y situaciones diferentes.

Los contenidos procedimentales se caracterizan por:

- Estar referidos a un curso de acción, un ruta, una secuencia, esto es una serie de operaciones.
- Detentar un orden secuencial, de tal modo que en el curso de la acción, unas cosas vayan con posterioridad a otra en función de unos criterios determinados.
- Las acciones y su orden están en función del resultado que se quiere obtener.

3.15.1. El perfil del ciudadano latinoamericano en los próximos veinte años.

Los intelectuales mas famosos del mundo entero coinciden en su apreciación respecto al perfil del futuro profesional latinoamericano para el logro del éxito.

Ellos concluyeron que son cuatro los elementos o las habilidades que deben tenerse en cuenta:

1. ***Tener una base moral muy sólida.*** En los últimos tiempos este tema ha sido foco de muchas criticas en todo los sectores, empezando por los politicos, y terminando en la célula de sociedad que es la familia.
2. ***Ser creativo o innovador*** : En la actualidad, aún se piensa que estas cualidades son solo para algunas personas “dotadas”.
Es por eso que en la tarea educativa se requiere desarrollar esta destreza.
3. ***Dominar y aplicar el automanagement*** : El medio actual impone estilos de vida, y administra nuestros recursos y cualidades, debido a la falta de disciplina y formación de hábitos, no sabemos entre otras virtudes, administrar nuestro tiempo, que es un recurso muy importante en la vida cotidiana
4. ***Ser un Paramita*** En la actualidad las personas solo pueden percibir parte del mundo fisico que les rodea, y tiene muchas dificultades para convivir en ella, *si pudiera percibir las leyes que gobiernan el mundo invisible*, que es el origen o la causa de este mundo fisico, probablemente sea mas sencillo desarrollar un mundo placentero.

3.15.2. **El futuro exige una nueva pedagogía:** Hemos hallado que mediante el desordenamiento de nuestras formas de conocer y el desordenamiento de la realidad que vivimos, se pueden generar múltiples perspectivas de desarrollo humano.

La génesis de estos procesos, así como su desarrollo, ha dado pie a la formulación de una serie de categorías y herramientas que conforman el cuerpo teórico de una nueva propuesta Pedagógica basada en una reconceptualización de la creatividad

Esta nueva teoría y práctica de la educación se ha denominado PEDAGOGÍA DEL CAOS²¹ debido a factores que la asocian con ambientes y fenómenos caóticos. Podría llamarse también pedagogía de la COMPLEJIDAD porque está diseñada para responder a esta época dentro de la caracterización de complejidad que han hecho grandes pensadores de nuestro tiempo.

²¹ *PEDAGOGÍA DEL CAOS* Es una teoría pedagógica cuyos principios plantean sistemas educativos muy abiertos, donde la diversidad presente tanto en los entornos como en los elementos y grupos, tiende a fluir y reflejarse en todas las dimensiones espacio temporales y de sentido, mediante procesos de mutua consistencia, que al alejarse de las condiciones normales de equilibrio, y por tanto del paradigma humano vigente, propician por autoregulación redes de interpenetración en el conocimiento y en la vida

Es una nueva concepción y práctica de la pedagogía porque parte de nuevas formas de asumir la realidad y el conocimiento bajo condiciones que solo se están reuniendo ahora, a finales del siglo XX, en este sentido rompe con los conceptos tradicionales de adquisición de conocimiento, enseñanza, aprendizaje, autoridad, disciplina, asignaturas, currículo, programas y evaluación. Por supuesto también cuestiona y deconstruye la organización escolar que le daba forma material a todas esas concepciones.

A partir del caos y del desordenamiento y a través de procesos de internomia, fluidez y configuración, la Pedagogía del Caos propicia la formación de mini complejidades que en su holomovimiento generan rizos de realimentación que se autorregulan tornándose reordenantes creadores de nuevas realidades. Aquí aparece una nueva concepción y práctica de la creatividad, pues son ahora las personas mismas quienes emprenden procesos autónomos de desarrollo humano.

Este lenguaje puede sonar extraño, pero cuando aparece un nuevo sistema (de pensamiento y de vida, en este caso) las palabras que le daban fuerza al sistema anterior, empiezan a quedar obsoletas: desaparecen con la concepción y la práctica que les daban sustento y se hacen necesarios nuevos conceptos para entrar y trabajar en ese nuevo mundo de sentido.

Si bien las categorías se van presentando a manera de proceso de acuerdo con la etapa en la que fueron apareciendo, o se fueron creando, tanto su lectura como su aplicación pueden tomar otro orden o perspectiva

SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMO DISCIPLINA ACADÉMICA

MARCO CONCEPTUAL



FUENTE: TESIS "SISTEMATICIDAD DEL DESARROLLO INGENIERIL – UNI – 2001"

HABILIDADES PARA EL EXITO

<i>Fundamentos y quienes Lo comparten</i>	<i>TOFLER</i>	<i>NAISBITT</i>	<i>ANSOFF</i>	<i>PORTER</i>	<i>LORANGE</i>	<i>KOTLER</i>	<i>AMSTRONG</i>	<i>SEEGER</i>	<i>DRUCKER</i>	<i>DE BONO</i>	<i>AZNAR</i>	<i>LACOCCA</i>	<i>PETERS</i>	<i>CARLZON</i>	<i>PINCHOT</i>	<i>SKENDER</i>	<i>CHANNON</i>	<i>NIRENBERG</i>	<i>COHEN</i>	<i>FISCHER</i>
Anticipador y Prospectivo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			
Estratégico y Competitivo			X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			
Creativo e Innovador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Emprendedor y Negociador Flexible					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Excelente Con cultura Compartida y comprometida			X		X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		

CAPÍTULO IV

EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO

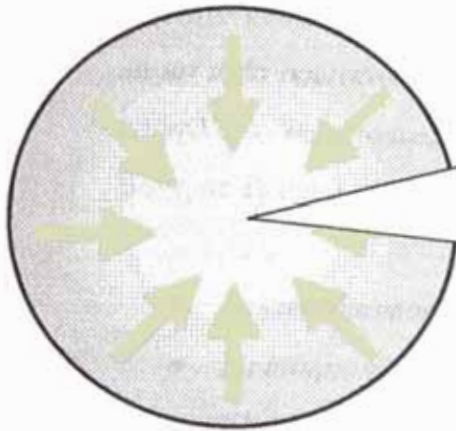
El pensamiento científico del siglo XIX y de la primera mitad del XX ha sido analítico, mecánico e irracionalmente racional. Para entender al mundo lo hizo de manera cartesiana.

Es así cómo:

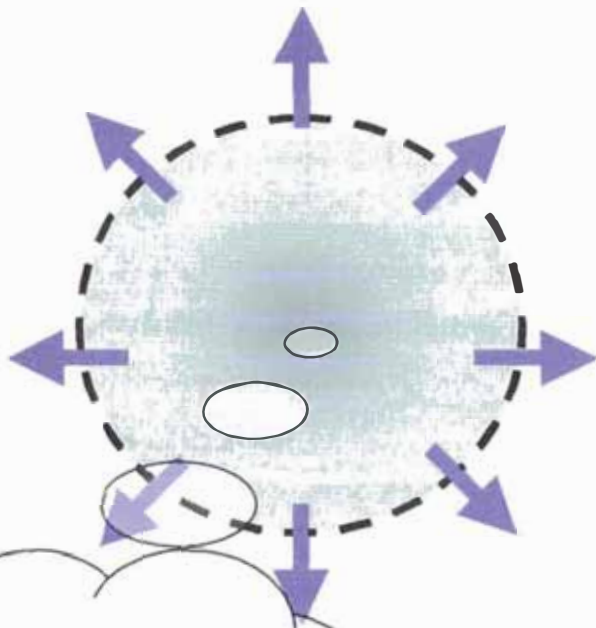
- *La materia fue reducida a sus últimos componentes; átomos y elementos físicos.*
- *Las células se fragmentaron en moléculas.*
- *El hombre se disolvió en tejidos y células.*
- *La conducta se definió como relación mecánica estímulo-respuesta.*
- *El trabajo se descompuso en movimientos cronometrados.*

Al no descubrirse en el análisis la inteligencia ni el sentimiento, *la ciencia oficial prescindió de ellos.* (Rafael Rodríguez Delgado 1995)

PENSAMIENTO MODERNO



- Sistemas Cerrados
- La Suma de las partes es igual al todo
- Egocéntrico (ego pequeño)
- Sistemático
- Limitado



- Sistemas Abiertos
- La suma de sus partes pueden ser
 - Mas que el todo
 - Menos que el todo y ...
 - Simultáneamente mas y menos Que el todo.
- Sistémico
- Ilimitado

4.1. Una nueva visión de la naturaleza

Al comenzar el siglo XX se inician cambios profundos en el pensamiento científico. Se comprende que *el análisis, al destruir al objeto analizado, destruye también las funciones y relaciones que convierten al objeto o al ser en un todo operativo*. Surge con poderosos impulso *una nueva visión de la naturaleza*, representada por los físicos (Einstein, Max Planck, Eddington, Bohr, de Broglie, Heisenberg).

- *Los astrónomos revolucionan la imagen del universo.*
- *La bioquímica integra los conceptos de moléculas y de vida.*
- *El enigma de la mente ocupa un destacado lugar en la investigación científica.*
- *Aparecen la teorías de Síntesis Histórica con Henri Berr, y la Historia se concibe como Historia de los pueblos y de las culturas.*

4.2. Surgen métodos de síntesis e integración

En la segunda mitad del siglo XX, se profundiza el proceso y se hace aun más evidente que el análisis –(formidable y necesario instrumento del conocimiento)- no es suficiente, ya que para comprender al ente analizado hay que utilizar métodos de síntesis y de integración.

4.3. El Paradigma Sistémico - Cibernético.

*Es la teoría la que decide
sobre lo que podemos observar"*
Albert Einstein

En esta parte se intenta describir los presupuestos del paradigma sistémico-cibernético, fundamento de la terapia sistémica, desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días.

Teniendo en cuenta la dificultad de un análisis exhaustivo de las múltiples variables que configuran este paradigma se han tomado los conceptos más representativos de *la Teoría General de los Sistemas, la Teoría de la Comunicación, la Cibernética, y los aportes de Gregory*

Bateson, Heinz von Foerster y Humberto Maturana, renombrados científicos cuyas ideas constituyen los cimientos del pensamiento sistémico.

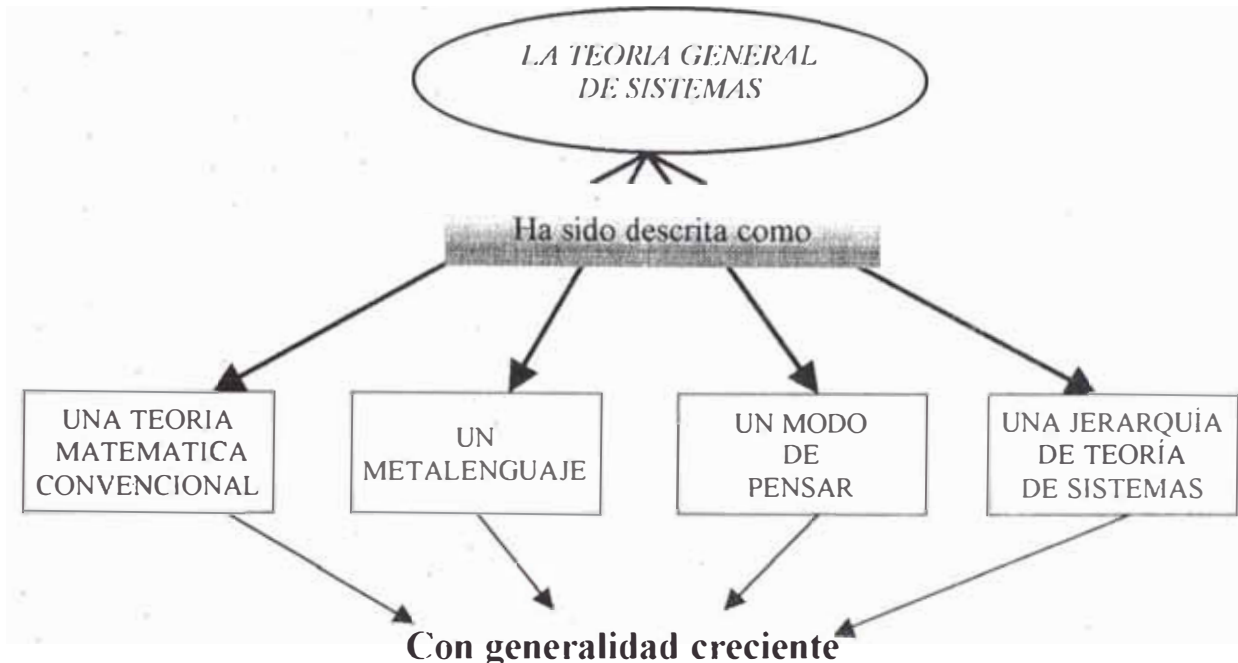
El paradigma sistémico cibernético ofrece al campo de las ciencias una nueva cosmovisión. Dicha cosmovisión se fundamenta en una epistemología cuyas premisas básicas difieren sustancialmente de otros fundamentos epistemológicos.

La palabra epistemología proviene de la raíz griega epistemein que significa **estar parado encima** y se la define como tratado o **teoría (logos) del conocimiento**. Existen diferentes criterios respecto al concepto de epistemología. Tradicionalmente ha sido considerada una rama de la Filosofía que se ocupa del conocimiento científico, aunque con frecuencia se la designa como gnoseología. Von Foerster propone la pregunta de dónde surge el conocimiento? para definir a la epistemología desde una posición ontogenética como "teoría de la adquisición del conocimiento"... "El vocabulario griego tiene diversos términos para referirse al conocimiento, con diferentes matices en su significado. Gnosis, por ejemplo, se refiere a la búsqueda del conocimiento, es decir, la adquisición del conocimiento a través de los procesos cognitivos; praxis es la adquisición del conocimiento por medio del hacer y del actuar; y epistemein significa hacerse experto en un arte. El gran 'epistemólogo genético suizo Jean Piaget combina gnosis y praxis como condición necesaria para la adquisición del conocimiento" .

Según B. Keeney la epistemología sale del campo de la Filosofía y entra en el campo de la Biología a través de la obra de los biólogos experimentales contemporáneos Mc.Culloch, Lettvin, Maturana, Varela y von Foerster. Fue Mc.Culloch quien le dio el título genérico de "epistemología experimental", y Gregory Bateson quien propone considerarla "...como una rama de la ciencia combinada con una rama de la filosofía. Como ciencia, la epistemología es el estudio de cómo los organismos particulares o agregados de organismos conocen, piensan y deciden. Como filosofía, la epistemología es el estudio de los límites necesarios y otras características de los procesos del conocer, pensar y decidir". *La epistemología, desde este punto de vista, se centra en como*

conocen los que conocen: las propiedades del observador, en lugar de, qué es lo que se conoce: las propiedades del objeto de conocimiento.

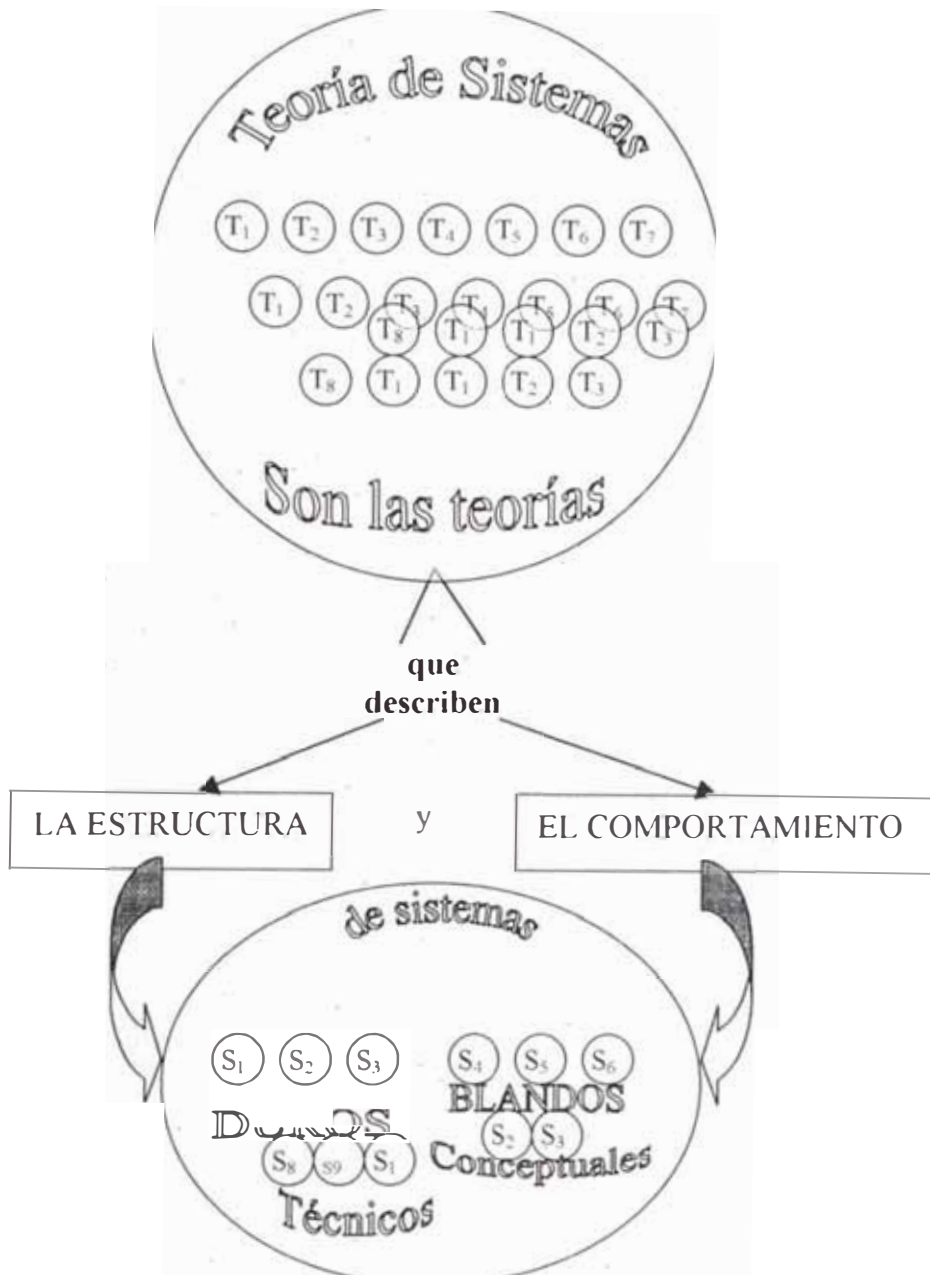
4.3.1. Introducción a la teoría general de los sistemas



James Grier Miller (1978) considera que "Una generación científica forma sus modelos en base a sus metáforas predominantes. Los términos científicos del lenguaje del siglo diecinueve se referían a los efectos lineales más que a las fuerzas de campo...". "El siglo veinte característicamente ha tomado sus metáforas de la teoría relativista de Einstein..." " La teoría del campo, la teoría de la Gestalt y la teoría de los sistemas, a pesar de sus diferencias, reconocen todas que las interrelaciones entre componentes coactuantes de un todo organizado, son de fundamental importancia para comprender la totalidad".

El concepto de sistema como totalidad existía ya en el pensamiento de Aristóteles, pero con Descartes desaparece y la realidad comienza a ser desmembrada y reducida a una creciente fragmentación. Según Bertalanffy "Como 'filosofía natural' podemos remontarlo a Leibniz; a Nicolás de Cusa con su coincidencia de los opuestos; a la medicina mística de Paracelso; a la visión de la historia de

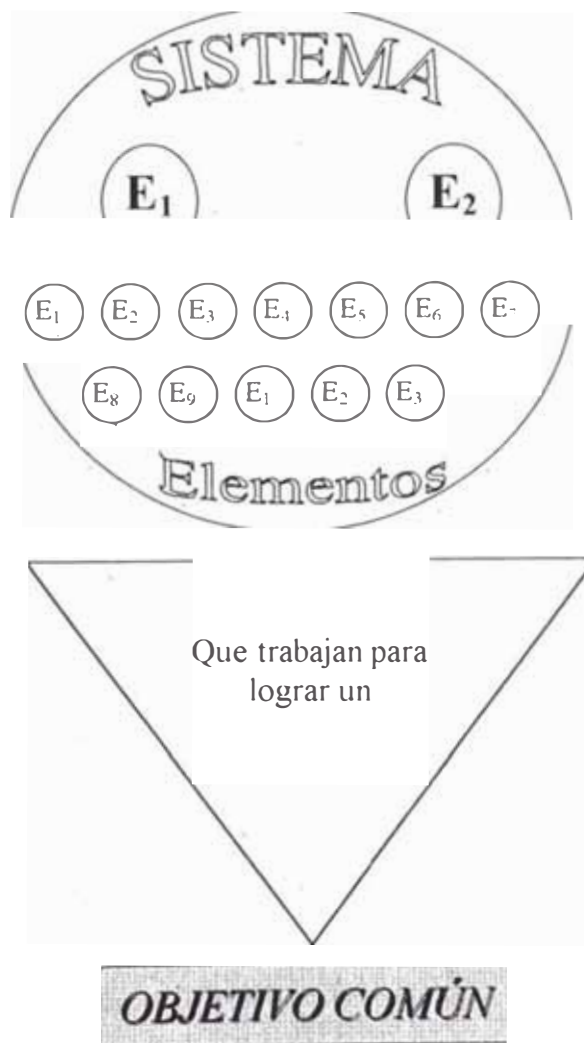
Vico e Ibn-Kaldun, como sucesión de entidades o 'sistemas' culturales; a la dialéctica de Marx y Hegel - por mencionar unos cuantos nombres de una rica panoplia de pensadores" .



Después de la Segunda Guerra Mundial comienza a consolidarse, en distintos lugares y en diferentes campos científicos un pensamiento cada vez más totalizador y menos fragmentado. La Teoría de la Gestalt, de Wertheimer, Kohler y Koffka (1924), la Teoría de los Juegos, de Von Neumann y Morgenstern (1947), la Teoría de los Conjuntos, de Mesarovic y Maccia (1964 y 1966), la Teoría de las Gráficas, de

Rashevsky y Rosen (1956 y 1960), la obra de Ashby "Diseño para un cerebro", los trabajos de Cannon sobre "homeostasis" (1929 y 1932), la Teoría General de los Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy (1968), la Teoría de la Comunicación, de Shannon y Weaver, (1949), la Cibernética, de Norbert Wiener (1948), y los fundamentales aportes del antropólogo Gregory Bateson. Es imposible dejar de mencionar la importancia e incidencia de los desarrollos científicos de Albert Einstein, Max Planck, el Principio de Indeterminación de Werner Heisenberg, el Principio de Complementariedad de Niels Bohr, y los conceptos de orden a través de la fluctuación del Premio Nobel de Química Ilya Prigogine, entre otros.

CONCEPTO DE SISTEMAS

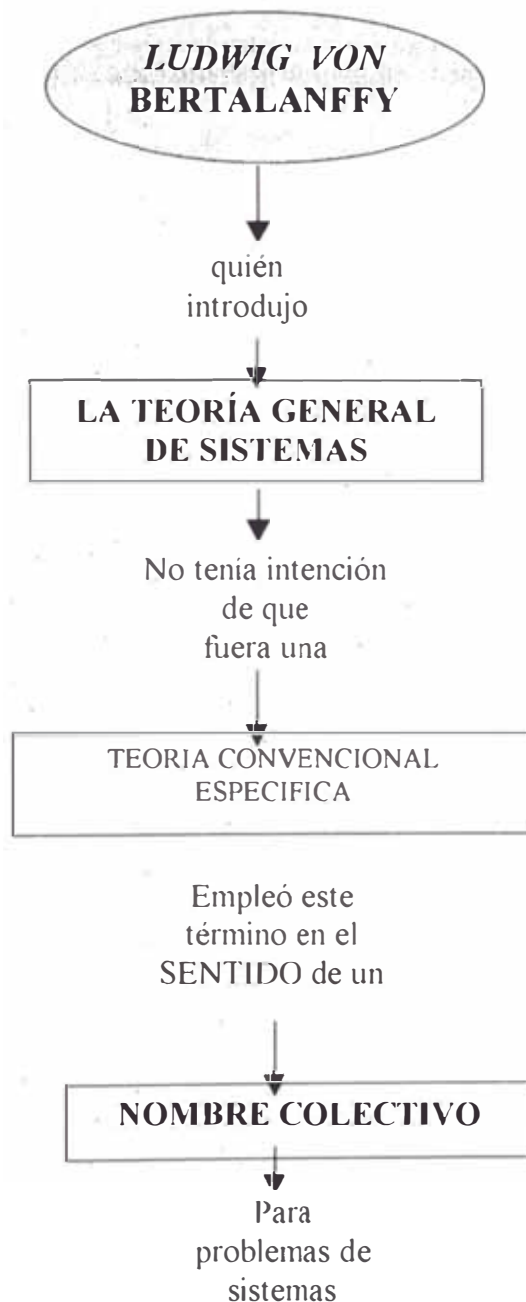


FUENTE: TESIS "SISTEMACIDAD DEL DESARROLLO INGENIERIL – UNI – 2001"

4.4. Primer Período

LUDWIG VON BERTALANFFY

La Teoría General de los Sistemas desarrollada por el biólogo austro-canadiense Ludwig von Bertalanffy en 1968, propone encontrar las correspondencias o isomorfismos entre sistemas de todo tipo, un Modelo de Sistema General que sea compatible con otros modelos de distintas disciplinas, es decir que tenga las mismas características, aún cuando las disciplinas sean totalmente diferentes.



La teoría general de los sistemas en tanto crítica de los modelos construidos y propuesta de cómo construir modelos, en referencia a sus usos y limitaciones, considera que en el mundo conceptual los modelos no pueden ser isomórficos a la realidad sino sólo entre sí, dado que somos nosotros los que los creamos con nuestra mente. A Alfred Korszyski, un científico y filósofo polaco, fallecido en 1950 en U.S.A., se debe el concepto "el mapa no es el territorio". De acuerdo a Korszyski, todos los intentos humanos de explicar la realidad son y han sido construcciones, representaciones, modelos de la realidad, mapas de territorios. *Toda conceptualización parte de una percepción, limitada por nuestra propia estructura humana. A partir de una toma de conciencia de esa percepción obtenemos una idea, un concepto, una palabra, una acción. Toda conceptualización parte de lo percibido y es entonces una "construcción" humana, un mapa de la realidad, y no la realidad misma. Lo que está en el mapa es la producción de nuestros sentidos, de nuestra percepción de la realidad. Dado que es imposible captar totalidades en las cuales estamos nosotros mismos incluidos, y debido a la limitación de nuestra capacidad perceptiva, cada percepción es un modelo, un mapa de la realidad; pero muy frecuentemente se considera lo percibido como la realidad, se confunden los modelos con la realidad.*

Ludwig von Bertalanffy *propone un Modelo de Sistema General como intento de unificar el conocimiento científico*, favorecer el desarrollo de la tarea interdisciplinaria y lograr una mayor integración y unidad en la ciencia. Su Teoría General de los Sistemas busca "principios y leyes aplicables a sistemas generalizados o a sus subclases, sin importar su particular género, la naturaleza de sus elementos componentes y las relaciones o 'fuerzas' que imperen entre ellos". De esta manera surgen similitudes estructurales o isomorfismos en distintos campos disciplinarios. *El isomorfismo o correspondencia entre los modelos permite aplicar las mismas características a las más variadas disciplinas.*

Bertalanffy define los "sistemas", como "complejos de elementos en interacción" y establece una distinción entre sistemas cerrados y abiertos,

considerando que todos los sistemas vivientes son abiertos al intercambio de materia, energía e información con el entorno. Toma de Cannon el concepto de *homeostasis o equilibrio dinámico entre entradas y salidas*, lo que permite en el sistema cambios continuos a la vez que predominan condiciones relativamente uniformes. Sostiene que en los sistemas vivientes existe una tendencia hacia niveles de mayor heterogeneidad y organización, en contraposición a los sistemas cerrados en los que hay una continua tendencia hacia la desorganización y destrucción del orden, con lo cual desaparece "la aparente contradicción entre entropía y evolución". De la Teoría de la Comunicación incorpora el concepto de información como entropía negativa, medida que favorece el orden y la organización. A partir de las nociones de adaptabilidad, intencionalidad y persecución de metas, considera el comportamiento teleológico de los sistemas vivos como algo definible en términos científicos. Propone el principio de equifinalidad y lo define como "...la tendencia a un estado final característico a partir de diferentes estados iniciales y por diferentes caminos, fundada en la interacción dinámica en un sistema abierto que alcanza un estado uniforme...". Según este principio, a partir de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos se puede alcanzar el mismo estado final. Como consecuencia, los sistemas vivientes, en tanto abiertos, no pueden ser explicados en términos de causalidad, dado que las circunstancias iniciales no los determinan. Un sistema abierto alcanza un estado independiente de sus condiciones iniciales, determinado por la organización del sistema. Utiliza la noción de organización como elemento importante para comprender la complejidad de los sistemas vivos, y toma de la Cibernética el concepto de retroalimentación y sus mecanismos de control, positivos y negativos, que amplifican y corrigen la desviación respectivamente, para mantener al sistema dentro de un equilibrio dinámico.

Para Bertalanffy, que intenta desacralizar los postulados absoluto de la física "...la relación entre lenguaje y visión del mundo no es unidireccional sino reciproca...". "La estructura del lenguaje parece determinar qué rasgos de la realidad serán abstraídos, y con ello qué forma adoptarán las categorías

del pensamiento. Por otro lado, el cómo sea visto el mundo determina y forma el lenguaje".

Tanto Bertalanffy como Bateson y los teóricos de la Comunicación adhieren a la concepción de Korszyski "el mapa no es el territorio".

Deberán transcurrir dos décadas para que los avances de la Cibernética ofrezcan a la ciencia humana una nueva manera de pensarse a partir de conceptos tales como la clausura operacional, la autorreferencia y la auto-organización.

GREGORY BATESON

No resulta fácil tarea captar y transmitir la compleja riqueza del pensamiento de Bateson. Biólogo, antropólogo, epistemólogo, sus ideas han influido y seguirán influyendo los más diversos campos del pensamiento científico moderno. La diversidad de temas que atraparón su interés incluyen, entre otros, una vasta erudición en zoología, psiquiatría, antropología, estética, lingüística, educación, evolución, cibernética y epistemología.

"Stephen Toulmin (citado en Wilder-Mott y Weakland, 1981), profesor de pensamiento social y filosofía en la Universidad de Chicago, declara que 'lo que vuelve tan significativa la obra de Gregory Bateson es que fue el profeta de una ciencia <posmoderna>... y vio que para dar el primer paso hacia la indispensable reorientación filosófica de las ciencias humanas se necesitaba de una nueva epistemología'.

Gregory Bateson fue un revolucionario para su época, y como tal, ni muy aceptado ni muy comprendido. Uno de los conceptos fundamentales de la producción batesoniana es "la pauta que conecta". Bateson se planteó cuál es la pauta que conecta a todas las criaturas vivientes; cuáles son las configuraciones, las formas y las relaciones que pueden ser observadas en todos los fenómenos. Descartó conceptos tales como materia y sustancia en relación a los seres vivos, priorizando los conceptos de forma, patrón y pauta para buscar una concepción totalizadora de la mente.

Propuso la noción de contexto como elemento fundamental de toda comunicación y significación, planteando que no se debe aislar el fenómeno de su contexto, pues cada fenómeno tiene sentido y significado dentro del contexto en que se produce.

Tomó de Jung, de su libro *Septem Sermones ad Mortuos*, el concepto de *pleroma*, para referirse al mundo de la física y de los objetos materiales, y el concepto de *criatura* para designar el mundo de los seres vivos, considerando que este último no puede ser explicado desde la física newtoniana, es decir desde una causalidad lineal que implica fuerzas que actúan unidireccionalmente. Para Bateson, en el mundo de las formas vivientes, es necesario tomar en cuenta conceptos tales como información y relación, para lo cual es fundamental encontrar un nuevo lenguaje que permita describir la recursividad de todos los elementos que se mueven conjuntamente en un proceso.

Como antropólogo en Nueva Guinea en 1927, estudiando a la tribu *Iatmul*, Bateson acuña el término *cismogénesis*, definido como "procesos de diferenciación en las normas del comportamiento individual que resultan de la interacción acumulativa entre los individuos"... "Este término describe el tipo de escalada que se encuentra en el mundo natural ejemplificado por los círculos viciosos y llamado por otros investigadores 'procesos de reacción mutua,' 'procesos mutuamente causales de desviación-amplificación,' 'cadenas de retroalimentación positiva', etc" . Para Bateson la génesis de un *cisma* en los sistemas sociales se produce por una amplificación de procesos simétricos, representados por la carrera armamentista, o complementarios, ejemplificados por las tensiones entre las clases sociales. "La contribución de Bateson fue una creciente sospecha de que en los grupos sociales podría existir un orden interno auto-equilibrador, que mantuviera los movimientos *cismogénicos* bajo control....." "...los tipos simétricos y complementarios de *cismogénesis* podrían operar de manera mutuamente neutralizante".

En 1950 es uno de los promotores de la Conferencia Macy sobre retroalimentación que reúne a Wiener y un grupo de neurofisiólogos, físicos y matemáticos, pioneros del movimiento cibernético norteamericano. Bateson

"...cree que la explicación cibernética constituye el avance intelectual mas importante y fundamental de los últimos dos mil años".

Después del encuentro con Don Jackson y otros investigadores en la Conferencia Macy, dedica con ellos varios años a estudiar la comunicación. La célebre y controvertida "Teoría del doble vínculo" es el producto de esta etapa. De dicha teoría surge "...la hipótesis del doble vínculo que proveyó un marco de referencia para la descripción formal de los síntomas esquizofrénicos y la experiencia del esquizofrénico en su familia". Interesado en el estudio del comportamiento de los delfines y otros cetáceos desarrolla su teoría sobre los distintos niveles de aprendizaje y acuña el término deuteroprendizaje para referirse al concepto de "aprender a aprender".

En 1972 se publica "Pasos para una ecología de la mente", una compilación de sus ensayos que se inicia con los famosos "Metálogos" diálogos imaginarios entre un padre y una hija, y temas tales como "Forma y pauta en antropología", "Forma y patología en las relaciones", "Biología y evolución", "Epistemología y ecología" y "Crisis en la ecología de la mente".

Bateson propone una concepción totalizadora sobre la naturaleza del orden y la organización en los sistemas humanos. "... el concepto de mente surgió, como un reflejo de partes más amplias y múltiples partes del mundo natural afuera del ser pensante". "La mente individual es inmanente pero no sólo en el cuerpo. Es inmanente también en los caminos y mensajes fuera del cuerpo; y hay una mente más amplia de la cual la mente individual es sólo un subsistema..., pero es también inmanente en el sistema social totalmente interconectado y la ecología planetaria".

Nadie mejor que Bateson para definir su posición epistemológica en una carta a John Brockman: "Todos adherimos rápidamente a la ilusión de que somos capaces de una percepción directa, no codificada y no mediada por una epistemología..." "De tanto en tanto recibo quejas de que mis escritos son densos y difíciles de comprender...". "Permíteme comenzar caracterizando mi epistemología...". "...es una rama de la historia natural

Fue Mc Culloch quien, bajó la epistemología del dominio de la filosofía abstracta al dominio mucho más simple de la historia natural. Lo hizo dramáticamente en el trabajo que con sus amigos tituló 'Lo que el ojo de la rana le dice al cerebro de la rana.'...él mostró que cualquier respuesta a la pregunta: "Cómo puede la rana saber algo? estaría delimitada por la maquinaria sensorial de la rana; y que la maquinaria sensorial de la rana podía, por supuesto, ser investigada por medios experimentales u otros...". "De este trabajo resultó que, para comprender a los seres humanos, aún a nivel muy elemental, uno tiene que conocer las limitaciones de su input sensorial".

"... la epistemología que estoy construyendo es monística". ". el materialismo en general constituyó un esfuerzo para excluir la mente". "...cuando estaba preparando la Conferencia Korszybski, de pronto me di cuenta que, por cierto, el puente entre mapa y territorio es la diferencia. Son solamente nociones de diferencia las que pueden llegar del territorio al mapa, y este hecho es la afirmación epistemológica básica sobre la relación entre toda la realidad allí afuera y toda la percepción aquí dentro; ... la mente... será siempre intangible, siempre se referirá a intangibles, y siempre tendrá ciertas limitaciones porque nunca encontrará lo que Immanuel Kant llamó el Ding and Sich la cosa en sí misma. Sólo puede encontrar información de fronteras-información de contextos de diferencias.

"Para continuar con mi diseño de la epistemología que surgió de mi trabajo, el próximo punto es la recursividad. Aquí parece haber dos tipos de recursividad de diferente naturaleza...el primero retrocede hasta Norbert Wiener y es bien conocido, el 'feedback' quizás el elemento más conocido de todo el síndrome cibernético". "El segundo tipo de recursividad ha sido propuesto por Varela y Maturana"...

"Quienquiera crea una imagen de un objeto, lo hace en profundidad usando varios indicadores para esa creación,...". "Pero la mayoría de la gente no se da cuenta que hace esto, y al darse cuenta que está haciéndolo, de manera muy curiosa, uno se acerca mucho más al mundo que lo circunda. La palabra 'objetivo' se convierte lentamente en obsoleta; y al mismo tiempo

la palabra 'subjetivo', que normalmente lo confina a 'uno' dentro de su piel, también desaparece". " El mundo ya no está 'allí afuera' de la misma manera en que parecía estar. Sin estar totalmente consciente de ello todo el tiempo, sin embargo sé, todo el tiempo, que mis imágenes - especialmente las visuales, pero también las auditivas, gustatorias, dolor, y fatiga - sé que las imágenes son 'mías' y que yo soy responsable de estas imágenes de manera muy peculiar"... "Hay una combinación o matrimonio entre una objetividad que es pasiva hacia el mundo externo y una subjetividad creativa, ni puro solipsismo ni su opuesto". "En el solipsismo uno está definitivamente aislado y solo, aislado por la premisa 'Yo lo hago todo'. Pero en el otro extremo, el opuesto al solipsismo, uno dejaría de existir, convertido en una metafórica pluma llevada por los vientos de la 'realidad' externa. (En esa región sin embargo no hay metáforas!). En algún lugar entre estas dos hay una región donde uno es en parte llevado por los vientos de la realidad y en parte un artista creando un compuesto de los acontecimientos internos y externos".

4.5. *Teoría de la Comunicación*

La comunicación entendida como intercambio de significados entre individuos a través de un sistema común de símbolos, ha sido la preocupación de estudiosos desde los tiempos de la antigua Grecia.

Hasta mediados de este siglo el tema estaba incluido en otras disciplinas, pero a partir de entonces se fue creando un creciente interés en relación a los diferentes modos y procesos de la comunicación. La mayor parte de los teóricos de la comunicación consideraron, en un primer momento, que su trabajo debía responder a la pregunta del especialista en ciencias políticas Harold D. Lasswell: QUIEN le dice QUE, a QUIEN, y con QUE EFECTO.

Uno de los modelos de la comunicación, propuesto en 1949 como respuesta a la pregunta de Lasswell, surgió de los desarrollos de dos norteamericanos, Claude Shannon, ingeniero electrónico, y Warren Weaver, matemático. Este modelo de la Comunicación tenía como objeto de estudio el análisis de la eficacia en la información, y buscaba establecer medidas

cuantitativas sobre la capacidad de variados sistemas, de transmitir, almacenar, y además procesar información, para descubrir las leyes matemáticas que los gobiernan, intentando establecer la medida cuantitativa mínima que reduce la incertidumbre en un mensaje.

Originalmente esta teoría consideraba que para que se produzca una comunicación debían tenerse en cuenta cinco elementos organizados linealmente: fuente de información, transmisor, canal de transmisión, receptor y destino. Más tarde se cambió el nombre de estos cinco elementos para poder especificar los componentes de otros modos de comunicación. La fuente de información fue dividida en fuente y mensaje para acceder a un mayor campo de aplicabilidad. Se consideraron entonces seis elementos: fuente, codificador, mensaje, canal, decodificador y receptor. Se incorporó a este modelo otro concepto, definido por Shannon en un primer momento, como "fuente de ruido" en relación a la interferencia o perturbación en la claridad de la transmisión de la información. Uno de los objetivos de esta teoría era encontrar la relación entre información y ruido. El concepto de ruido fue asociado a la noción de **entropía propuesta por la segunda ley de la termodinámica**, considerándose éste análogo a la estática en la comunicación visual y auditiva, es decir, a las influencias externas que disminuyen la integridad de la comunicación y distorsionan el mensaje para el receptor.

La redundancia - repetición de elementos dentro de un mensaje - que evita la distorsión y el fracaso de la transmisión de información, es considerada como entropía negativa o neguentropía, siendo un elemento indispensable para eliminar los efectos distorsionantes del ruido y favorecer una comunicación efectiva.

El modelo desarrollado por Shannon y Weaver ofrece una lectura lineal y diádica de la comunicación dado que está centrado en los mensajes enviados de un punto a otro y en los resultados o posibles influencias sobre emisor y receptor.

Al incorporar el concepto de retroalimentación de la Cibernética se obtiene una mayor comprensión de las complejas comunicaciones interpersonales y se pasa de la concepción lineal a la circular.

Esta teoría ha tenido gran influencia entre los ingenieros, físicos, sociólogos, psicólogos y lingüistas. En 1960 Roman Jakobson propone un modelo similar eliminando los aspectos más técnicos, lo que lo convierte en modelo de la comunicación en las ciencias sociales en Estados Unidos y en Europa. Yves Winkin lo denomina el "Modelo Telegráfico de la Comunicación".

La "universidad invisible" es el término con el que se ha designado a un grupo de investigadores interesados en la comunicación y en el desarrollo de modelos generales desde las más diversas disciplinas. Son ellos, Gregory Bateson, Ray Birdwhistell, el grupo de Palo Alto, Albert Scheflen, Edward Hall y Erwing Goffman.

Bateson escribe junto con Jurgen Ruesch en 1951, el libro "Comunicación, la matriz social de la psiquiatría", en el que proponen "...que la comunicación es la matriz en la que están enclavadas todas las actividades humanas". Este libro es el predecesor, 16 años antes, del libro "Pragmática de la Comunicación Humana" de Watzlawick, Beavin y Jackson.

Bateson y Reusch establecen distintos niveles en la transmisión de la comunicación: verbales lingüísticos y extralingüísticos, no verbales, y contextuales, y un segundo nivel de abstracción, la metacomunicación, comunicación acerca de la comunicación.

Después de la Conferencia Macy de 1950, Bateson emprende la tarea de introducir la cibernética en las ciencias sociales. Al recibir fondos de la Fundación Macy para estudiar la comunicación en los animales, tema que le interesaba para elaborar una teoría general de la comunicación, organiza un grupo integrado por John Weakland, Jay Haley, Virginia Satir, Jules Riskin, William Fry y Paúl Watzlawick, al que luego se integra el psiquiatra Don Jackson, quien interesado en el concepto de "homeostasis familiar" propone considerar a la familia como un sistema homeostático, en equilibrio interno

por medio de mecanismos de retroalimentación negativa. Trabajando en el Hospital de la Veterans Administration el grupo parte del estudio de los animales para pasar luego a estudiar las familias de los pacientes esquizofrénicos. El artículo "Hacia una teoría de la esquizofrenia" (1956), es producto de este trabajo interdisciplinario en el que desarrollan la famosa y controvertida Teoría del Doble Vínculo.

En 1959 Jackson, interesado en aplicar las investigaciones del grupo a la psicoterapia y estudiar a la familia como un sistema gobernado por un conjunto de reglas, funda el Mental Research Institute. El grupo está integrado por Jules Riskin, Virginia Satir, y se incluyen luego Paul Watzlawick, John Weakland, Jay Haley, Richard Fisch y Arthur Bodin. El M.R.I., o grupo de Palo Alto, como se lo conoce internacionalmente, se transforma en uno de los principales centros de investigación, formación y asistencia en el campo de la terapia familiar. En 1967 se publica "Pragmática de la Comunicación Humana. Un Estudio de Patrones Interaccionales, Patologías y Paradojas" (en español, Teoría de la Comunicación Humana). Sus autores son Paul Watzlawick, Don Jackson y Janet Beavin. Esta obra, que presenta las **nuevas ideas sobre comunicación fundadas en la cibernética y la teoría general de los sistemas** es considerada hasta hoy un clásico en el campo de la terapia sistémica. En ella, los autores se refieren fundamentalmente a la comunicación como comportamientos o conductas que afectan a las personas en su interacción, y plantean en forma de axiomas algunas de las ideas surgidas de su trabajo con Bateson. La imposibilidad de no comunicarse; el concepto de información e instrucción, aportado por Mc. Culloch, los dos niveles componentes de toda comunicación, el primero referido al contenido del mensaje, y el segundo, a la definición de la relación; la puntuación de la secuencia de hechos, organización de los hechos de acuerdo a las distinciones que traza cada participante, de modo que uno o el otro tiene la iniciativa en esa secuencia, lo que determina distintas lecturas de una misma situación; la diferenciación entre los dos componentes de toda comunicación, digital y analógico, verbales y no verbales respectivamente;

la relación simétrica y complementaria entre los participantes, conceptos tomados de la clasificación que hace Bateson sobre cismogénesis simétrica y complementaria, que se utilizan independientemente del proceso cismogénico y caracterizan como simétricas las interacciones en las cuales los participantes igualan sus comportamientos recíprocos, y complementarias las que se basan en una máxima diferencia. A partir de estos axiomas los autores desarrollan conceptos respecto a la comunicación patológica y el Modelo del Centro de Terapias Breves del Mental Research Institute de Palo Alto.

En 1944 los antropólogos Ray L. Birdwhistell y Margaret Mead estudian los rituales amorosos en Inglaterra. Birdwhistell, interesado en estudiar el lenguaje de los gestos, kinésica, se encuentra más tarde con Bateson y juntos producen "la historia natural de una entrevista" secuencia de una entrevista realizada por Bateson con una madre y su hijo. Durante 10 años, Birdwhistell se dedica a hacer un análisis psicológico, lingüístico y kinésico de la famosa "escena del cigarrillo", secuencia de 9" donde Bateson enciende el cigarrillo de la madre. Desarrolla una teoría en la que la gestualidad y el lenguaje configuran en un sistema constituido por múltiples modos de comunicación; tacto, olfato, espacio y tiempo. Birdwhistell considera "...el comportamiento interindividual como una 'corriente de comunicación'...", en la que la persona no se comunica con, sino que participa en una comunicación.

Albert Scheflen, médico psiquiatra, dedica también 10 años al estudio de una primera sesión de 30' de una joven esquizofrénica y su madre. Trabaja con unidades más extensas que Birdwhistell y como él realiza un "análisis de contexto". Analiza cómo se relacionan las personas respecto a sus posturas. En este sentido, considera que la comunicación es un "... 'ballet', bailado según papeles complementarios o paralelos". "...en función de una partitura invisible"

El antropólogo Edward Hall estudia la proxémica, organización social del espacio interpersonal y los códigos que rigen su utilización, considerando que cada cultura lo organiza de manera diferente. Edward T.

Hall busca descubrir el "Lenguaje Silencioso" - título de uno de sus libros - de la cultura como sistema de comunicación. Se dedica a estudiar la estructuración y la significación del espacio de muebles y puertas y lo denomina "espacio de organización semifija", y más adelante amplía su campo de estudio a los edificios y ciudades, definido como espacio de "organización fija".

El sociólogo Erwin Goffman en sus libros *Estigma* y *Asilos* estudia a los disminuidos y a los internados respectivamente, para obtener referencias de las reglas "normales" que rigen la comunicación. "Para Goffman, las interacciones sociales constituyen la trama de un cierto nivel del orden social, porque se fundan en reglas y normas al igual que las grandes instituciones, tales como la familia, el Estado, la Iglesia, etc".

Todos los científicos que pertenecen a la "universidad invisible" comparten la concepción de que *la comunicación es "...un proceso social permanente que integra múltiples modos de comportamiento, la palabra, el gesto, la mirada, la mímica, el espacio interindividual etc."*, considerándola como un todo integrado regido por un conjunto de códigos y reglas determinados por cada cultura. El modelo telegráfico de Shannon y Weaver que consideraba la comunicación como intercambio o transmisión de información se ha ampliado configurándose "el modelo orquestal de la comunicación", en el que ésta se considera un fenómeno social.

4.5.1. Cibernética

La "Cibernética, del griego *kybernetik*, es un término que significa el arte de gobernar, utilizado por primera vez en 1834 por André-Marie Ampere. En sentido amplio *"la Cibernética pertenece a la ciencia de la pauta y la organización"*.

Según Heinz Von Foerster la historia de la cibernética se puede observar como un proceso que se desarrolla en tres niveles de complejidad: una Cibernética de "0 orden", implícita, la Cibernética de "1er. Orden", reflexión explicitada en la obra de Norbert Wiener (1948), y una Cibernética de "2do Orden", reflexión sobre la reflexión de la

Cibernética, resultando imposible acceder a un nivel superior a éste, dado que cuando uno reflexiona sobre la reflexión se cierra el círculo de argumentación; se produce una clausura organizacional que sólo puede trascenderse a sí misma dentro de sí misma .

4.5.2. **Cibernética "0 orden"**

Herón de Alejandría en el año 62 A. C. fue el primero que inventó un sistema cibernético. Este sistema consistía en un mecanismo de retroalimentación negativa que regulaba el líquido que salía de una jarra al llenar un vaso, y se detenía en un determinado momento previsto anteriormente. El sistema de autorregulación se aplicó ya en ese entonces, pero no hubo desarrollos teóricos o reflexiones a ese respecto.

4.5.3. **Cibernética de 1er. Orden**

Primera Cibernética

Desde la época de Herón hasta la aparición de la Cibernética de 1er. orden deberán pasar 2.000 años. En 1932, el biólogo Claude Bernard utiliza el concepto de medio interno para hacer referencia al organismo como sistema y plantear que no es posible considerar a una parte del organismo separada de las otras, y que todas son interdependientes en una dinámica no descriptible en los términos causales corrientes.

A Walter Cannon se debe el concepto de homeostasis. Predecesor directo de Wiener, toma la noción de Claude Bernard del medio interno, y la considera en términos de mecanismos fisiológicos en relación a la constancia del medio. Cannon está interesado en los mecanismos de regulación y la noción de homeostasis surge en la descripción de una red de interacciones recíprocas en la que los distintos componentes del medio interior están en equilibrio dinámico.

Estas nociones estimularon a distintas personas del campo de la Biología, las Matemáticas, la Física, antropólogos, sociólogos e ingenieros electrónicos. Entre ellos, Gregory Bateson, Warren Mc. Culloch, Margaret Mead, John von Neumann y Norbert Wiener.

Norbert Wiener (1904/1967) estudiando la conducta de tiro de los cañones antiaéreos para poder optimizar su objetivo, utiliza el principio de retroalimentación o feedback como una de las bases de su teoría. Dicho principio hace referencia a un mecanismo que reintroduce en el sistema los resultados de su desempeño. De esta manera la información sobre los efectos retroactúa sobre las causas convirtiendo el proceso de lineal en circular. Para que se pueda producir este movimiento de control es necesario tener un sensor que de información respecto a la posición actual del sistema en relación al estado deseado, de manera tal que los mecanismos de corrección de la desviación entre uno y otro puedan actuar. Wiener consideró que el principio de corrección del error es el mismo en las máquinas y en los seres humanos. Este principio está basado en los mecanismos de activación y corrección del error. Wiener lo denominó "Control y comunicación en el animal y la máquina" y acuñó el término Cibernética en 1948. "Warren Mc. Culloch (1965) la describió como una epistemología experimental centrada en la 'comunicación dentro del observador y entre el observador y el medio'"

En esta etapa se consideraba que los procesos de corrección de la desviación (feedback negativo) permitían mantener la organización y que los procesos de ampliación de la desviación llevaban a la desorganización, el caos y la destrucción del sistema. Por lo tanto, la homeostasis como proceso auto- correctivo era el concepto predominante.

Segunda Cibernética

Fue Magoroh Maruyama (1963) quien definió esta etapa como "segunda cibernética". El consideró que todo sistema viviente depende, para su su-pervivencia, de dos procesos: "morfostasis" y "morfogénesis". El primero se refiere al mantenimiento de la constancia de un sistema a través de mecanismos de retroalimentación negativa. El segundo, por el contrario, a la desviación, variabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación positiva. Según Maruyama,

en cada situación, los procesos de desviación y de amplificación se equilibran mutuamente.

A partir de los trabajos del físico Ilya Prigogine sobre "orden a partir de la fluctuación" se empieza a considerar que la desviación y los procesos que promueven el desorden y la desorganización no necesariamente son destructivos. Las desviaciones o fluctuaciones, si se mantienen y no son contrarrestadas por mecanismos correctores, producen una bifurcación que genera un salto cualitativo hacia una nueva organización. En esta segunda etapa del desarrollo del pensamiento cibernético la ampliación de la desviación y los mecanismos de retroalimentación positiva, procesos favorecedores del cambio, adquieren un nuevo status, son considerados esenciales para la evolución de los sistemas vivientes.

4.5.4. Cibernética de segundo orden

Los nuevos desarrollos de la física cuántica, los aportes del filósofo Ludwig Wittgenstein, del neurofisiólogo Warren Mc. Culloch, del físico, ciberneta, biomatemático y filósofo Heinz von Foerster y los biólogos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela constituyen los pilares sobre los que se ha configurado el territorio de la cibernética de segundo orden.

En 1972, la presidenta de la Asociación Norteamericana de Cibernética, Margaret Mead, pronuncia un discurso titulado "Cibernética de la cibernética". Es el Profesor Heinz von Foerster quien sugiere cambiar este nombre por "*cibernética de Segundo Orden*" o "*Cibernética de los Sistemas Observantes*" diferenciándola de la *Cibernética de Primer Orden* definida como *Cibernética de los Sistemas Observados*.

La epistemología tradicional considera que la realidad existe independientemente de quien la observa. El pensamiento científico se basa en esta premisa al considerar que la objetividad en la ciencia es

fundamental y que por lo tanto, las propiedades del observador no deben estar incluidas en la descripción de sus observaciones.

Como señala Von Foerster "Mientras que en el primer cuarto de este siglo los físicos y cosmólogos fueron obligados a revisar los conceptos fundamentales que gobiernan las ciencias naturales, en el último cuarto de este siglo serán los biólogos los que impondrán una revisión de los conceptos fundamentales que gobiernan a la ciencia misma. En el temprano siglo XX era claro que el concepto clásico de una 'ciencia última', o sea de una ciencia que significara una descripción objetiva del mundo en la cual no haya sujetos (un 'universo sin sujetos') contenía contradicciones.

Para eliminar estas contradicciones, era necesario tomar en cuenta a un 'observador'(al menos un sujeto). (i) Las observaciones no son absolutas, sino relativas al punto de vista del observador (es decir a su sistema de coordenadas: la teoría de la relatividad de Einstein), (ii) El acto de observar influye sobre el objeto observado al punto de anular toda expectativa de predicción de parte del observador (es decir que la incertidumbre, la indeterminación, se transforma en absoluta: Heisenberg)".

"Para Von Foerster la reintroducción del observador, la pérdida de la neutralidad y de la objetividad, son requisitos fundamentales para una epistemología de los sistemas vivientes"

Según este científico, la respuesta a la pregunta: "Las leyes de la naturaleza, los objetos, una fórmula matemática, los números, las leyes, son descubrimientos o invenciones?" define la posición epistemológica del observador, ya sea que éste considere la existencia de una realidad trascendente a ser descubierta, o se defina como inventor o constructor de la realidad observada. Desde esta posición lo único que un observador puede hacer "...es hablar de sí mismo". "...de todas maneras qué otra cosa puede uno hacer?" Sugiere por lo tanto modificar la frase de Korszyski: "El mapa no es el territorio" por: "El mapa ES el territorio", definiendo una epistemología que da cuenta del observador.

Maturana también dirá "Todo lo dicho es dicho por un observador a otro observador, o a sí mismo" .

La cibernética de segundo orden nos introduce en la observación del observador. El objeto de estudio pasa a constituirse en el observador observando su propia observación; cibernéticamente hablando, la cibernética se transforma en cibernética de la cibernética, o cibernética de 2do. orden.

Von Foerster está interesado en explicar la naturaleza de la vida, los procesos cognitivos, el problema de la percepción, del conocimiento de los objetos y la naturaleza del lenguaje, para lo cual incursiona en las matemáticas, la neurofisiología, la computación y la cibernética, reflexionando sobre las nominalizaciones, los silogismos lógicos, las paradojas, la causalidad y las explicaciones, para desarrollar los conceptos de recursividad, autorreferencia, auto-organización, complejidad y autonomía de los sistemas vivientes.

La circularidad y la retroalimentación, temas centrales de la cibernética, están representadas por el ouroborus, la serpiente mítica que se muerde su propia cola. Estos conceptos están implícitos en la noción de recursividad, las operaciones que se repiten sobre sí mismas, siendo la autorreferencia una noción particular del concepto más general de recursividad. Con respecto a ella, Von Foerster analiza la exclusión de las paradojas del pensamiento lógico aristotélico - toda proposición debe ser verdadera o falsa -, dado que éstas son falsas cuando son verdaderas y verdaderas cuando son falsas, y también su exclusión de la Teoría de los Tipos Lógicos de Whitehead y Russell - la paradoja de la pertenencia a sí misma o no, de la clase de todas las clases -, y plantea que las paradojas surgen de las proposiciones autorreferenciales o reflexivas, ("Soy un mentiroso" Epiménides de Creta) preguntándose: "qué sucede si la autorreferencia es el modus - operandi del organismo humano?". La respuesta afirmativa a esta pregunta resuelve el dilema planteado por las paradojas. .

La epistemología tradicional plantea que los datos son incorporados a través del sistema sensorial y luego procesados por el cerebro para generar una acción. Desde la posición constructivista se considera que "Hay efectivamente un continuo proceso circular y repetitivo en el que la epistemología determina lo que vemos; esto establece lo que hacemos; a la vez nuestras acciones organizan lo que sucede en nuestro mundo, que luego determina nuestra epistemología"

Para Von Foerster, los objetos son construidos a través de las acciones motoras, es decir que el conocimiento es inseparable de la acción. "Piaget desarrolló en 1937 en 'La construcción de la realidad en el niño' la idea de que la cognición surge de la adquisición de habilidades sensomotoras. El clarificó la naturaleza recursiva de estos procesos al llamar nuestra atención sobre las acciones circulares de lo sensorial siendo interpretadas por lo motriz y, de la misma manera, aquellas motrices siendo interpretadas por lo sensorial". Von Foerster coincide con Piaget al proponer su imperativo estético: "Si decides ver aprende a actuar".

Otro de sus aportes ha sido la incorporación del término computación a los procesos cognitivos. Según Von Foerster el conocimiento es la computación de descripciones de una realidad. Utiliza este término en sentido amplio como "toda operación por medio de la cual se transforman, modifican, rearreglan, ordenan, y demás, entidades físicas observadas ('objetos') o sus representaciones ('símbolos')". Al postular que toda descripción se sustenta en otras descripciones que son también cómputos, propone definir el conocimiento como procesos ilimitadamente recursivos de cálculo, es decir, la computación de la computación de la computación, etc.

En su análisis del lenguaje Von Foerster plantea que se lo puede considerar desde dos puntos de vista diferentes: el lenguaje en su apariencia, que se refiere a las cosas como son, o el lenguaje en su función, que se refiere a las nociones que cada uno tiene de las cosas. Desde la primera posición uno es un observador independiente,

separado del Universo y el lenguaje es monológico, denotativo, descriptivo, sintáctico; dice como eso es. Desde la segunda posición uno es un actor participante en mutua interacción con los otros y el lenguaje es dialógico, connotativo, constructivo, semántico, participativo, es como uno dice. "Cuando pronuncio algo, no me estoy refiriendo a algo allí afuera. Más bien, genero en Ud., toco, por decir -como un violinista pulsando una cuerda, lo toca a Ud. con su música- toda una resonancia de correlatos semánticos" .

La clausura operacional del sistema nervioso, la auto-organización y la autorreferencia están inextricablemente ligadas a la autonomía de los sistemas vivientes, pero "la autonomía implica responsabilidad. Si yo soy el único que decide cómo actúo, también soy responsable por ello" .

La cibernética de segundo orden abre un espacio para la reflexión sobre el propio comportamiento y entra directamente en el territorio de la responsabilidad y la ética. Dado que se fundamenta en la premisa de que no somos descubridores de un mundo exterior a nosotros, sino inventores o constructores de la propia realidad, todos y cada uno de nosotros somos fundamentalmente responsables de nuestras propias invenciones. Según Von Foerster el cambio fundamental que implica asumir esta posición no sólo se manifiesta en el quehacer científico, docente, empresarial o tantos otros, sino en la comprensión de las relaciones humanas en la vida diaria. Si uno se considera un observador independiente, "...puede decir al otro como pensar y actuar: 'Tú debes...!' 'Tú no debes...!': Este es el origen de los códigos morales". "Si uno se considera un actor participante en el drama de la mutua interacción, del dar y recibir en la circularidad de las relaciones humanas"....."....dada mi interdependencia, sólo puedo decirme a mi mismo cómo pensar y actuar: 'Yo debo. .!', 'Yo no debo...!': Este es el origen de la ética" .

El Prof. Heinz Von Foerster ha aceptado gentilmente la invitación a colaborar en este trabajo. "Sara Jutoran me ha invitado a dar mi punto de vista respecto a las ideas sistémicas relacionadas con la Terapia Sistémica. La mitología en la que crecí, la mitología respecto al

surgimiento de la Terapia Sistémica, comienza con Gregory Bateson, el antropólogo, cuyo interés en la forma y la patología de la relación lo puso en contacto con los psiquiatras. Una vez se le pidió observar a un niño, el 'paciente identificado' en una familia, cuyo comportamiento era aparentemente insoportable para sus maestros, compañeros, padres, etc. Bateson rehusó ver al niño solo: qué podía ver él en este niño aislado, separado del mundo que lo rodeaba? Sería como preguntar por el significado de una palabra excluida del contexto. Cuando llegó el niño con su familia, fue evidente que toda la familia necesitaba ayuda, siendo el niño, quizás, el más sano en ese 'sistema'.

Probablemente debido a mi amistad con Bateson desde el final de los años cuarenta, y a su conocimiento de mi interés sobre los aspectos más formales de la filosofía y la epistemología, fui invitado por la gente del Mental Research Institute de Palo Alto en California, para hablar a los terapeutas familiares sobre las anomalías lógicas que surgen cuando uno observa sistemas de los cuales uno mismo es parte. Elegí para mi conferencia el título: 'Paradojas, Contradicciones, Círculos Viciosos, y Otros Recursos Creativos.'

Parece ser que a la audiencia le gustó lo que dije y, por razones impenetrables para mí en ese entonces, fui varias veces invitado para referirme a estos problemas epistemológicos y otros relacionados con ellos. Lentamente empecé a comprender que las experiencias y percepciones que surgían en la práctica terapéutica y algunas de las ideas, que resultaron del trabajo del grupo interdisciplinario de investigación al que yo pertenecía, el Laboratorio de Computación Biológica de la Universidad de Illinois, dedicado a estudiar los procesos cognitivos desde un punto de vista experimental, teórico y epistemológico, estaban conceptualmente tan estrechamente entrelazadas que dieron a luz nuevos insights y perspectivas en esta productiva interfase.

Fue, por supuesto, la autoridad de la lógica Aristotélica la que hizo dudar a los terapeutas de entrar al mundo paradójico de la clausura, la

auto-referencia, y los sistemas, 'sistemas' en el sentido original griego de 'synhistamein', es decir, 'estar juntos', en el sentido de 'nosotros' más que 'tú allí - yo aquí'; y fue, por cierto, la empatía del terapeuta en su práctica, la que permitió a los formalistas ver el más profundo significado de su trabajo. Estoy agradecido de haber sido invitado a participar en la construcción de un puente entre la autoconciencia y la conciencia moral, es decir, un puente entre el conocimiento y la ética" (Heinz von Foerster, 1992).

- **HUMBERTO MATURANA**

Los fundamentos de la teoría del conocimiento del biólogo Humberto Maturana R. surgen de tres preguntas: ¿Cuál es la organización del ser vivo? ¿Cuál es la organización del sistema nervioso? ¿Cuál es la organización del sistema social? Maturana desarrolla una teoría sobre la organización de los seres vivos y la naturaleza del fenómeno del conocer basada en la autonomía operacional del ser vivo, proponiendo una descripción del operar cognoscitivo del ser vivo sin referencia a una realidad externa.

CAPITULO V

“SISTEMATICIDAD DE LA INGENIERÍA”

5.1. Sistematización de la ingeniería como profesión

5.1.1. El establecimiento de tecnologías como disciplinas sistemáticas

La tecnología, tal como la conocemos hoy, es decir, el trabajo sistemático y organizado realizado en las herramientas materiales del hombre, fue producida por la recopilación y organización del conocimiento existente, aplicándolo sistemáticamente y dándole difusión.

La ciencia no pudo producir efecto sobre la revolución tecnológica sino hasta que, por primera vez se hubo terminado la transformación del “oficio” en una “disciplina tecnológica”: *la actividad tecnológica se había convertido en una profesión.*

***El inventor
se había convertido en ingeniero²²
y el artesano profesional.***

Pero la tecnología sí tuvo un efecto inmediato sobre la ciencia, la cual fue transformada por la aparición de la “*tecnología sistemática*”. El cambio fue sumamente fundamental: un cambio en la propia definición y configuración de la ciencia. La ciencia hasta entonces era “filosofía natural”, luego se convierte en una “institución social”. A pesar de esto,

²² En 1774, con la fundación de la ESCOLE POLYTECHNIQUE en París, se estableció la profesión de Ingeniero.

las palabras con los que se definía la ciencia han permanecido sin ningún cambio: La búsqueda sistemática del conocimiento racional”

Pero el término “conocimiento” cambió de significación, ya que de ser “comprensión”, es decir, de enfocarse en la *inteligencia humana*, pasó a ser “control” o sea a estar *enfocado a su aplicación en, y por medio de, la tecnología*. En lugar de que la ciencia de origen, como siempre lo ha hecho, a problemas fundamentales de “metafísica” ha llegado a originar, como rara vez lo había hecho antes, problemas fundamentales sociales y políticos.

No queremos decir con esto, que la tecnología se estableció por sí misma como fuerza suprema sobre la ciencia. Pero fue la tecnología la que confiere su carácter a la unión de las dos; *es el acoplamiento de la ciencia “a” la tecnología más bien que la unión de la ciencia “y” la tecnología* (P. Drucker, 1970)

El efecto inmediato que produjo la aparición de la tecnología no fue solamente el de un avance tecnológico: fue *el establecimiento de tecnologías como disciplinas sistemáticas* para su enseñanza y aprendizaje y, por último, la reorientación de la ciencia a fin de alimentar estas nuevas disciplinas de aplicación tecnológica.

5.2. *Sistémica del desarrollo de la ingeniería*

Todo el mundo habla del Pensamiento Sistémico²³, Complejidad²⁴, Sistemas Complejos, etc., pero no siempre está claro en que consiste ni se lo

²³ El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera incompleta

El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de allí, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como “sistema”, así como también de todo aquello que conforma el entorno del sistema definido. La base filosófica que sustenta esta posición es el Holismo (del griego holos = entero).

Bajo la perspectiva del enfoque de sistemas la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su “realidad” es producto de un proceso de co-construcción entre él y el objeto observado, en un espacio –tiempo determinados, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque tradicional, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí. Las filosofías que enriquecen el pensamiento sistémico contemporáneo son la fenomenología de Husserl y la hermenéutica de Gadamer, que a su vez se nutre del existencialismo de Heidegger, del historicismo de Dilthey y de la misma fenomenología de Husserl.

aplican con frecuencia. Antes al contrario, los debates prosiguen al tiempo que el abismo que separa una ingeniería de las demás se agiganta día a día, en desmedro del desarrollo inteligente de la Ingeniería. Parecería que estos términos se están volviendo clásicos, es decir, *todo el mundo los cita pero nadie sabe que realmente significa*.

Esta tesis ensaya la aplicación de la sistémica y del pensamiento complejo en el contexto de la Ingeniería.

Para iniciar el camino...

5.3. La Ingeniería como un Sistema Complejo²⁵

La Ingeniería, como la Medicina y el Management Moderno, son prácticas profesionales y cuenta con sus disciplinas y tecnologías propias. Si

Su paradigma, es decir, su concreción práctica, es la Sistémica o Ciencia de los Sistemas, y su puesta en obra es también un ejercicio de la humildad, ya que un buen sistémico ha de partir del reconocimiento de su propia limitación y de la necesidad de colaborar con otros hombres para llegar a captar la realidad en la forma más adecuada para los fines propuestos.

Es a través de esta posibilidad de integración como la sistémica, el paradigma a de la complejidad, mezcla de arte, ciencia, intuición y heurística, que permite modelar sistemas complejos, (**Ingeniería de los Sistemas Complejos**), es hoy un sistema y una filosofía de pensamiento en plena expansión en cuanto a las ciencias que confluyen en él: desde los campos del conocimiento tradicionalmente asociados a ella, como son la ciencia de la ingeniería y la organización, a las que, aunque no tan jóvenes, se van incorporando, como las ciencias políticas, económicas y morales, la sociología, la biología, la psicología y la psiquiatría, la lingüística y la semiótica, o las que por su juventud han sido integradas casi desde su nacimiento, como ocurre con la informática, la inteligencia artificial o la ecología. Todos los sistemas concebidos de esta forma por un individuo dan lugar a un modelo de universo, una cosmovisión cuya clave es la convicción de que cualquier parte de la creación, por pequeña que sea, que podamos considerar, juega un papel y no puede ser estudiada ni captada su realidad última en un contexto aislado.

²⁴ 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 de 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. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre... Es con Wiener y Ashby, los fundadores de la Cibernética, que la complejidad entra verdaderamente en escena en la ciencia. Es con Neumann que, por primera vez, el carácter fundamental del concepto de complejidad aparece enlazado con los fenómenos de auto-organización. Cuando la Cibernética reconoció la complejidad fue para rodearla, para ponerla entre paréntesis, pero sin negarla: era el principio de la caja negra (black-box); se consideraban las entradas en el sistema (inputs) y las salidas (outputs), lo que permitía estudiar los resultados del funcionamiento de un sistema, la alimentación que necesita, relacionar inputs y outputs, sin entrar, sin embargo, en el misterio de la caja negra.

²⁵ Los sistemas complejos están formados por un conjunto grande de componentes individuales que interactúan entre sí y que pueden modificar sus estados internos como producto de tales interacciones. Tales sistemas pueden ser estructuralmente simples, aunque tal simplicidad no impide que exhiban comportamientos dinámicos diversos y no triviales. Los sistemas complejos pueden situarse en regímenes críticos caracterizados por la presencia de fluctuaciones espaciales y temporales en todas las escalas posibles. Esta situación de criticalidad puede alcanzarse de manera espontánea y sin la intervención de factores o fuerzas externas al sistema, se habla entonces de un proceso autoorganizado. El proceso de interacciones puede generar comportamientos colectivos y globales. Es decir, conductas que no están definidas en los elementos individuales; pero que emergen como un proceso colectivo y que no pueden ser reducidas ni explicadas tomando aisladamente a los elementos constituyentes.

lo observamos como una simple especialidad ocupacional, de manera cartesiana, independiente de su entorno podríamos entender muy poco de su importancia social, y menos aún entender el avance tecnológico ingenieril, sobre todo, ahora que está sufriendo grandes cambios estructurales irreversibles: *la tecnología se está combinando con la investigación científica de forma tal que no podemos distinguir si estamos investigando o inventando, si estamos haciendo ciencia aplicada o tecnología.*

Por otro lado, *la ingeniería para que logre ser más efectiva, debe de enfocarse de manera más holística de modo que pueda percibir los cambios sociales.* En otras palabras, la ingeniería debe verse como un sistema complejo, como un todo y no como una parte de la tecnología.

Se sabe de una ciencia médica pero no de una ciencia ingenieril. Muchos ingenieros dirían quizás porque el conocimiento de las diferentes ingenierías está más cerca de la tecnología que de las ciencias puras o de las ciencias aplicadas, sin embargo, paradójicamente los ingenieros somos exageradamente científicistas. Precisamente, por carecer de una visión sistémica no entendemos realmente que *el Ingeniero es un transformador en algunos aspectos de la realidad social.*

Los ingenieros son los constructores de la civilización material: inventaron todos los artefactos y desarrollaron las tecnologías, y por lo tanto, transformaron la sociedad. La tecnología en sí no es más que una herramienta, pero como todas las herramientas nuevas, nos obliga a cambiar lo que hacemos, no sólo la manera como lo hacemos.

Por lo tanto, más allá de las matemáticas racionales debemos, además, utilizar el hemisferio derecho de nuestro cerebro, es decir percibir los cambios de las realidades sociales, políticas y económicas.

Recordemos lo dicho por el más grande de los científicos del siglo anterior respecto a las matemáticas y la realidad:

***"En la medida en que
las leyes de las matemáticas
se refieren a la realidad, no son ciertas.
Y en la medida en que son ciertas,
no se refieren a la realidad".***

Einstein

Y, sin embargo, creemos que podemos resolver problemas matemática o racionalmente. Los problemas, no todos son matemáticos, tienen que ver casi siempre con la realidad.

Cuándo elegimos la especialidad de ingeniería lo hacemos sencillamente porque nos atrae las matemáticas y/o las ciencias. Quizás porque creemos que la Ingeniería es una ciencia aplicada o la aplicación de las ciencias²⁶. Podríamos decir: porque en los colegios no nos enseñan a diferenciar entre ciencia y tecnología, no sabemos distinguir entre resolver problemas matemáticos y creatividad, y menos aún sabemos sobre la tarea del Ingeniero o el concepto de innovación. Y lo que es peor, ahora ya de ingenieros, aún no diferenciamos entre ciencia pura, ciencia aplicada y tecnología (Bunge 1960), es por eso que acomodamos simplistamente la respuesta de que el conocimiento ingenieril es cuestión de herramientas (tecnologías), sin tener acaso la menor idea del carácter sistémico que encierra la Ingeniería.

Esto tiene una sola explicación:

"Las ciencias exactas invaden el campo de la conciencia contemporánea. Los progresos espectaculares de la técnica, la organización científica de la sociedad humana, la conquista de los nuevos espacios, orientan a los jóvenes hacia las carreras llamadas científicas y asaltan las mentes de los adultos con terribles dudas sobre el valor de los conocimientos científicos y sobre la vigencia del edificio tradicional de la cultura"(*La ciencia y lo humano, Jean Laloup*).

²⁶La distinción entre ciencia básica, ciencia aplicada y técnica es un problema típico de la filosofía de la ciencia y de la técnica, (Bunge, Epistemología, Barcelona, Ariel, 1980).

En la década del sesenta, se creía que la computación -hoy llamada Informática o Ingeniería de Sistemas-- iba a convertirse en ciencias de la computación, esto fue una utopía que venía de Estados Unidos, sin embargo, esto no se dio jamás. En informática, solo podemos hablar de ciencias de encriptación y nada más, porque otras disciplinas -como el Algebra de Bool - no tiene aplicación en sistemas y solamente ocupa a profesores y alumnos.

Hoy, también se habla de arquitecturas, pero igualmente, parecen modas más que una disciplina, ya que se refieren a esquemas y estructuras de todo tipo, físicas(electrónicas) o lógicas (Arquitectura de Información, Arquitectura de sistemas, etc.), mejor dicho, como está de moda hablar de *mapas*(conceptuales, mentales, etc.), configuraciones, etc. todo suena muy en boga y da status al que lo usa; sin embargo, estas son sólo esquemas estructurales y no “todos” o disciplinas.

Ahora hablamos también de Tecnologías de Información²⁷, un término que se ha vuelto igualmente clásico: todos los mencionan, pero nadie sabe realmente que significa. Unos libros hablan que estas son la informática, las comunicaciones y la electrónica; otros libros se refieren a herramientas de desarrollo para generar software o desarrollar intranets y redes en general.

En fin, como también está de moda hablar de tecnología de punta, estos términos han dejado de ser esotéricos para convertirse en “clásicos”y ahora cualquiera se le da el significado que quiera. En síntesis, estamos sufriendo grandes transformaciones y reconceptualizaciones, y no podemos percibirlo debido a nuestra mentalidad cartesiana, sobre todo, de lo que significa información, al extremo de hablar de Ingeniería Conceptual. Esto también fue otra utopía desde que se hablaba de Inteligencia artificial; hoy sabemos que por las computadoras sólo puede circular y tratar datos y mas no información. En todo caso, esto sería el nuevo sueño de los informáticos para que no se siga diciendo que sólo hemos acercado el río al caballo.

²⁷ “Por que la tecnología no es suficiente para lograr el éxito en la información”, Thomas Davenport, 1999, “Ecología de la Información”.

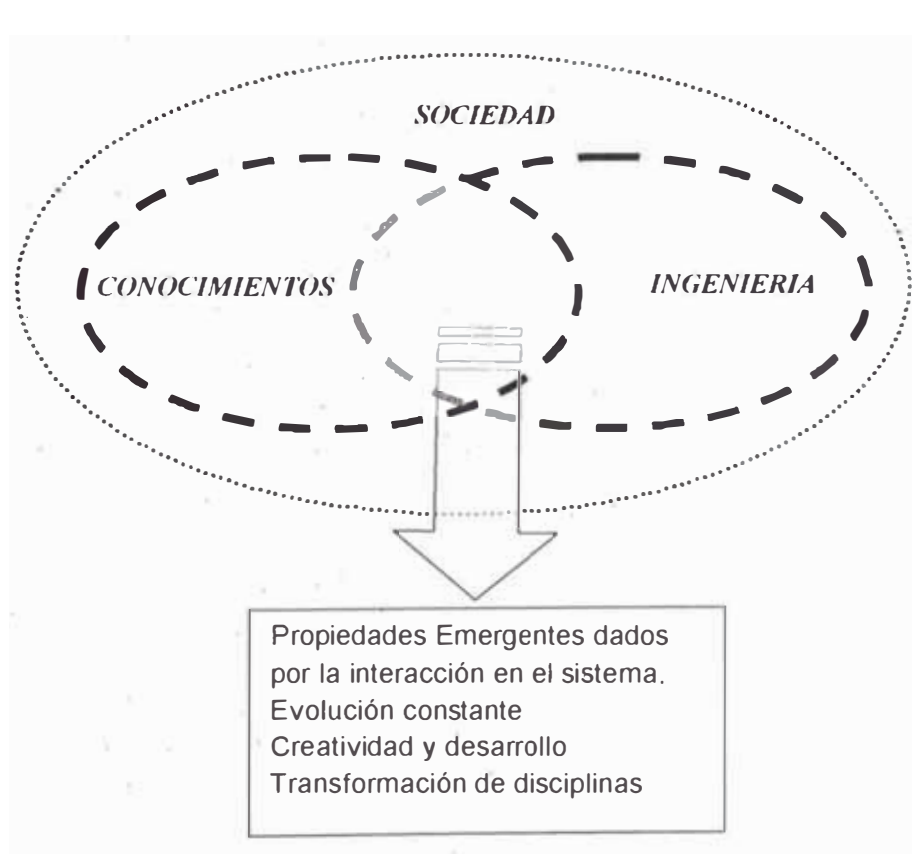
*Hemos dedicado mucho tiempo y dinero
a atraer el agua al caballo,
pero no sabemos siquiera
si éste tiene sed
ni tenemos idea de cómo obligarlo a beber.*

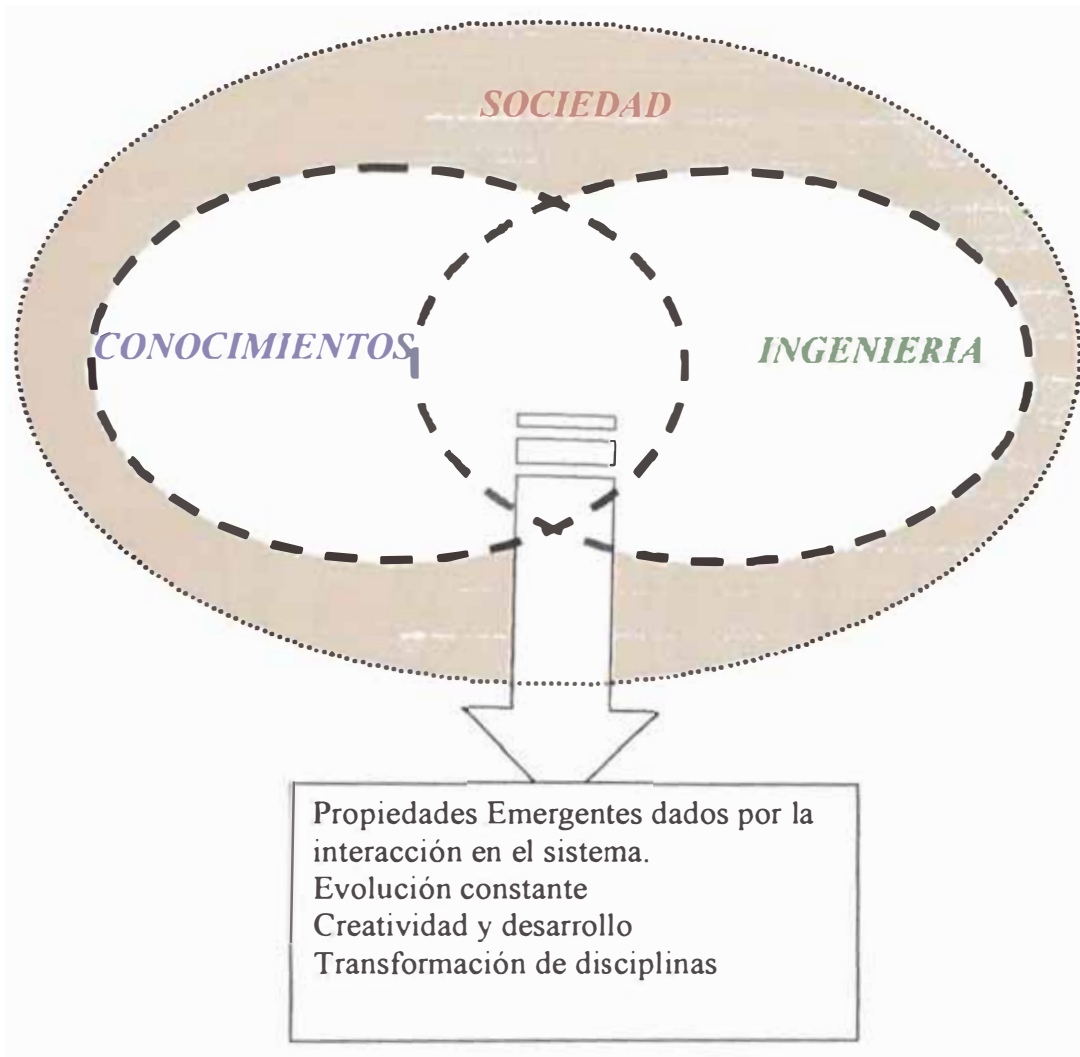
Un gerente de Pacific Bell

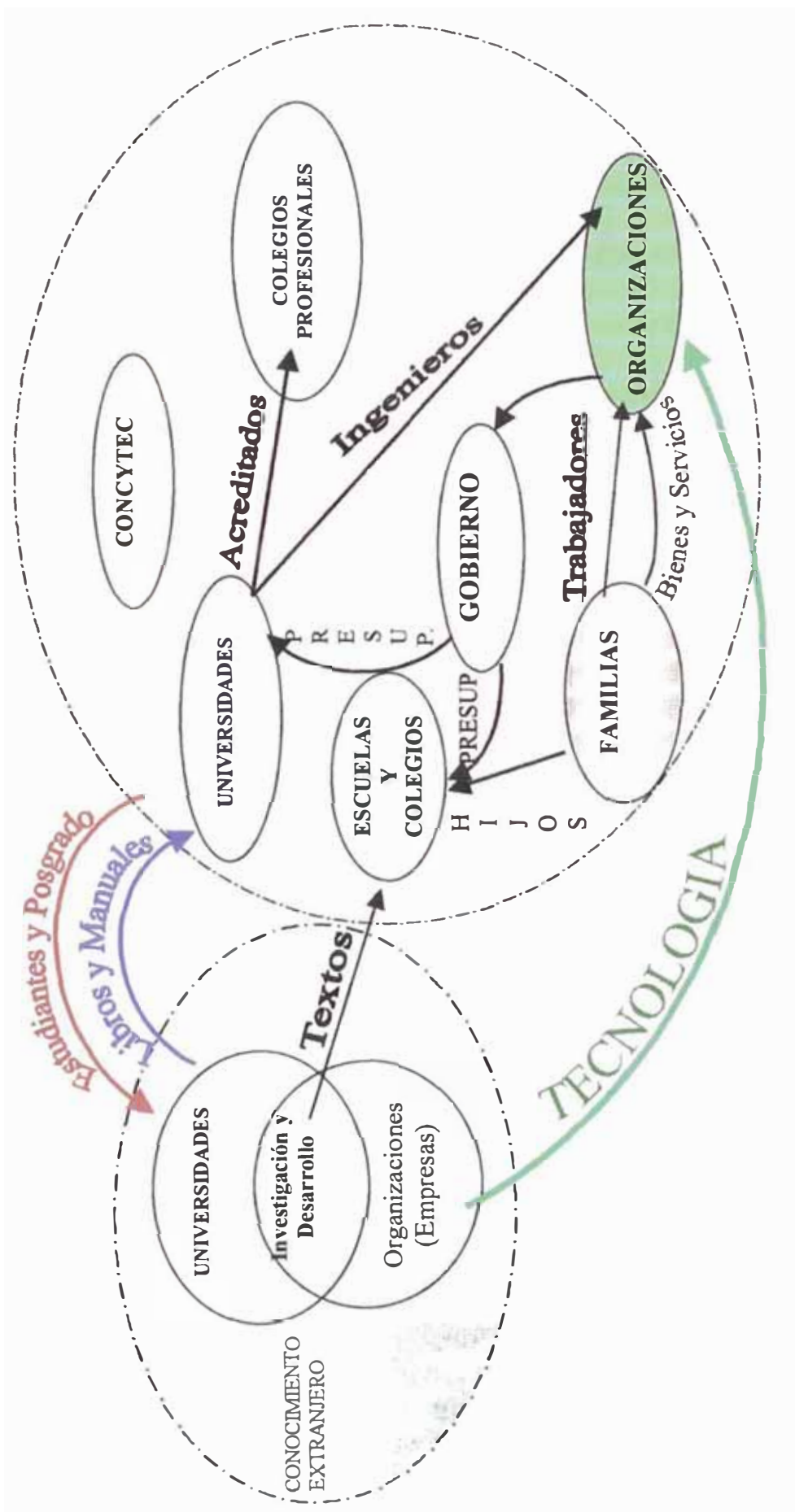
Expliquemos ahora

Por qué la Ingeniería es un Sistema Complejo Autoorganizado:

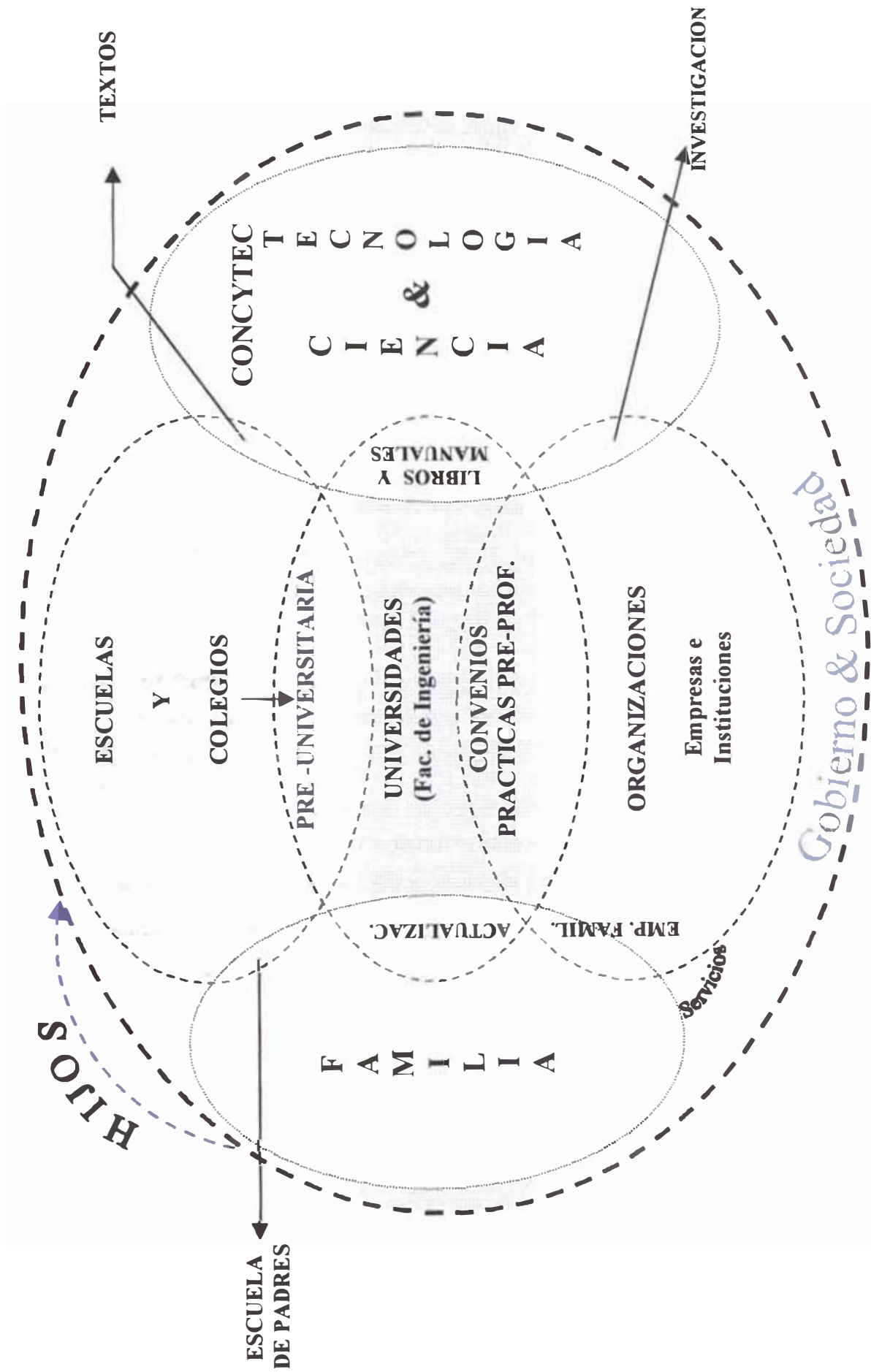
Un sistema es un objeto complejo cuyas componentes están ligadas entre sí, de manera que cualquier cambio en una de las componentes afecta a otras y con ello al sistema íntegro, y que el sistema posee propiedades que no tienen sus componentes, entre ellas la de comportarse como un todo en relación con otros sistemas(Bunge 1989).







FUENTE: TESIS "SISTEMACIDAD DEL DESARROLLO INGENIERIL – UNI – 2001"



FUENTE: TESIS "SISTEMACIDAD DEL DESARROLLO INGENIERIL – UNI – 2001"

Por otro lado, un sistema es concreto(o material) si todos sus componentes son concretos; por ejemplo una sociedad^{28 y29} es un sistema concreto.

La Ingeniería de un periodo dado se puede concebir, ya como sistema conceptual, ya como un sistema concreto. En el primer caso, se concibe el conocimiento como un sistema de datos, hipótesis, teorías y técnicas, en el segundo la Ingeniería se concibe como un sistema compuesto de ingenieros, tecnólogos, investigadores, técnicos, auxiliares y sus equipos(instrumentos, libros, manuales, etc.). En ambos casos la palabra "sistema" evoca la idea de que, lejos de tratarse de un mero conjunto o agregado, la ingeniería es un objeto complejo compuesto por unidades interdependientes.

Como podemos observar en el gráfico anterior, aparece un tercer subsistema, el social. Eso significa que consideramos que el conocimiento y los ingenieros interactúan también con su entorno social. Los tres son enteramente interdependientes. El avance o atraso de uno de ellos afecta a los otros dos sistemas.

A su vez, las ingenierías se convierten en catalizadores una de otras.

Ejemplo:

Cuando P. Drucker se refiere a los efectos de la tecnología informática, nos dice:

"Los avances de la tecnología^(a) están obligando a todo el mundo en los negocios^(b) a reexaminar qué se entiende por información^(c). La tecnología en sí no es más que una herramienta, pero como todas las herramientas nuevas, nos obliga a cambiar lo que hacemos^(d), no sólo la manera como lo hacemos. Los cambios principales, empero, no son cambios de tecnología sino de nuestra definición de información."

²⁸ Cambiar la manera en que se utiliza la información y, en última instancia, construir una cultura de apoyo a la misma, constituye el quid de la ecología de la información.

²⁹ El desarrollo de la ciencia y de la técnica de una sociedad es parte de su desarrollo cultural y, en una sociedad en vías de modernización, es o deberá ser parte central de dicho desarrollo. Por lo tanto, el desarrollo científico y técnico no puede darse con independencia del desarrollo de la cultura íntegra, la que a su vez no puede producirse sin un desarrollo económico y político paralelo", **Ciencia y Desarrollo**, Mario Bunge, 1989.

Si examinamos detenidamente las palabras de Drucker, descubriremos como interactúan cuatro de las ingenierías, la primera de las cuales es una ingeniería vertical:



"Los avances de la tecnología^(a) (Ing. Electrónica) están obligando a todo el mundo en los negocios^(b) (Ing. Económica) a reexaminar qué se entiende por información^(c) (Ing. De Sistemas). La tecnología en sí no es más que una herramienta, pero como todas las herramientas nuevas, nos obliga a cambiar lo que hacemos^(d) (Ing. Industrial), no sólo la manera como lo hacemos.

***Los cambios principales,
empero, no son cambios de tecnología
sino de nuestra definición de información".***

En esta última frase, Drucker nos da a entender que la nueva revolución no es tecnológica como todo el mundo cree, tampoco una revolución económica, .

En efecto, estamos en un periodo de transición. Diríamos mejor, *de reconceptualización de lo que entendíamos por información*. Veamos: "...el sistema de información más viejo que tienen los negocios, el sistema contable, que en el occidente data de 500 y posiblemente de 700 años, cambiará en los próximos veinte años -nos sigue diciendo Drucker- en forma tal que no se podrá reconocer. Cambiará mediante la adopción de contabilidad a base de actividades, la cual, por primera vez, nos capacitará para controlar de veras los costos no sólo en manufactura sino también en servicios. Nos obligará a hacer lo que tantas compañías japonesas están haciendo ya, o sea *determinar el costo de todo el proceso económico y no únicamente de lo que ocurre dentro de la entidad jurídica de una empresa dada; el costo de todo el proceso desde el proveedor, pasando por el fabricante, el distribuidor y el minorista hasta el consumidor final.*

La contabilidad a base de actividades nos capacitará para medir el rendimiento de las actividades productoras de riqueza de una empresa, ya sea ésta productividad o calidad o innovación. También permite medir el rendimiento de las decisiones críticas de una empresa: la asignación de dos recursos escasos de personas y capital. Finalmente *nos obligará a producir información relativa al mundo fuera de la empresa*, donde están los resultados. (Drucker 1997) *Dentro sólo hay costos, fuera de las empresas están las amenazas y las oportunidades.*

Todo esto se encuentra aún en las primeras etapas de desarrollo, pero ya es posible descubrir el sistema de información que los ejecutivos necesitan y que probablemente van a tener a su disposición dentro de diez o quince años. En este nuevo mundo posindustrial *la información se ha reconceptualizado.*

El nuevo uso de la información

A propósito del sistema de información que los ejecutivos usarán a futuro, ensayamos en esta tesis una nueva forma de uso de la información, no como dato sino como herramienta, no para tomar decisiones cotidianas sino para configurar el nuevo tipo de Organización empresarial; una organización que no se fundamenta en el mando y control, como lo hacen las empresas del industrialismo

CAPITULO VI

ORGANIZACIÓN POSTMODERNA

6.1. La Propuesta

Nosotros estamos planteando en este modelo de organización, la solución al doble problema de desocupación, del ingeniero y de los trabajadores, quienes son retirados de sus empleos prematuramente por cuestiones de oferta y demanda (del mercado trabajo). Esto se da en el Perú por cuestiones demográficas. Somos un país de alto crecimiento demográfico y hay tres jóvenes para reemplazar a sus padres en el trabajo y se ofrecen por cualquier sueldo. Y, lo más crítico es que somos una sociedad de empleados y no de emprendedores. Actualmente, están saliendo más de 10,000 ingenieros anualmente.

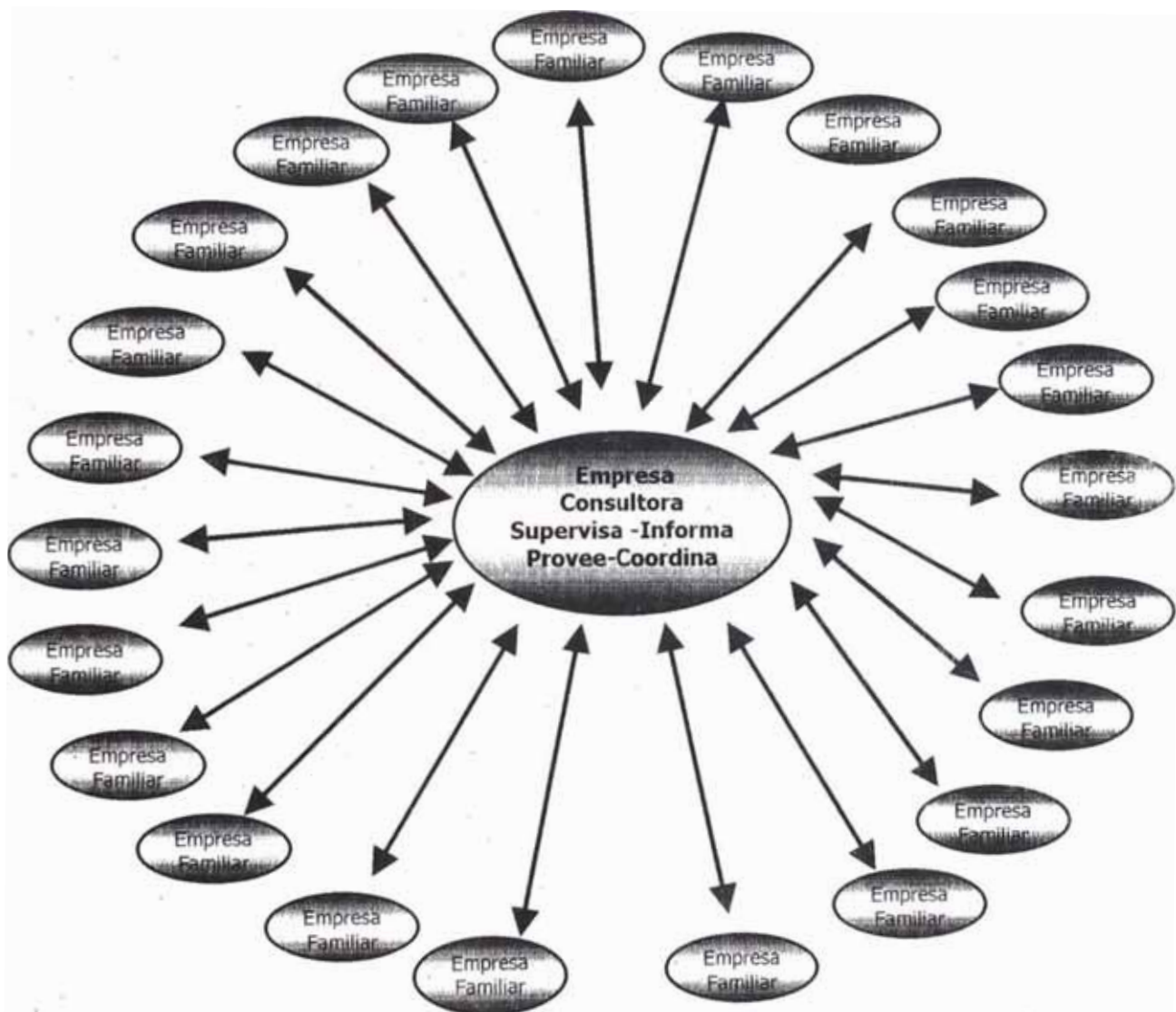
La figura es muy simple:

Una Oficina empresarial ingenieril que diseñe, supervise, dirija, informe, procese datos, provea, capacite, etc., formada por ingenieros asociados que ejerzan su rol de conductores, pero sin ser jefes o patrones, y sin controlar a sus clientes, unidades celulares productoras, de modo que sean totalmente autónomos, es decir sólo como facilitadores de las empresas familiares (sin patrones), pero que esta nueva red organizacional empresarial tenga los mismos resultados, o mejor, que las grandes empresas empleadoras organizadas en base al mando y control.

Lo que estamos planteando ya lo venimos implementando --a manera de plan piloto-- formando empresarios en un colegio, padres e hijos están aprendiendo a conducirse solos como pequeños empresas familiares. Estamos diseñando la tecnología industrial que les permita funcionar como

pequeños productores de fideos, en donde el papá hace de gerente y los demás familiares de trabajadores. Los problemas de envergadura, como ya lo dijimos, son resueltos por los ingenieros, quienes a su vez funcionan como otra empresa independiente, pero que forman un especie de Join Venture (Alianza estratégica).

Inspirados en esta experiencia es que presentamos un caso de organización empresarial en Red, con puntos de producción familiar, un núcleo directriz y servidor y con nodos celulares, todos y cada uno de ellos mantiene su autonomía propia:



El problema peruano no es la falta de empleo, es falta de vocación empresarial. Vivimos todavía en una sociedad de empleados. Parafraseando a Matushita diríamos: que el fracaso está en nuestras mentes y nuestras

organizaciones. Pero no sólo de los obreros y empleados, sobre todo de nosotros los ingenieros que no sabemos generar empleos: la economía en el mundo no lo están haciendo los economistas, políticos o autores de libros; la economía(riqueza) en el mundo lo están haciendo los empresarios. Nosotros creemos en lo que explica Drucker: "...las empresas no se crean por las fuerzas del mercado...". Esto es creencia cartesiana. Las empresas la crean los hombres de negocios innovadores, los entrepreneurs. Los nichos de mercado y las demandas insatisfechas constituye sólo un invento de la racionalidad cartesiana(extrapolación lineal) de los economistas y nada más. Lo que pasa es que los economistas Keynesianos siempre nos dijeron, y nosotros siempre creíamos, que los gobernantes son los responsables de los problemas de desocupación.

6.2. *Un modelo Posmoderno de Organización basada en la información*

En esta parte de la tesis presentamos --a manera de ensayo-- la aplicación de un concepto holístico; nos referimos a la famosa "*Economía de Escala*", que a pesar de ser muy antiguo no ha sido apreciada como posmoderno, es decir, ha sido calificado como una cuestión de la teoría económica(cartesianamente) y no como un fenómeno tal como lo explicaremos más adelante. Los economistas, y sobre todo los ingenieros industriales, nos hablan de *economía de escala aplicada sólo a volúmenes de producción*, más no a las cadenas de comercialización o canales de distribución. Nos referimos a las ventajas de comprar en grandes volúmenes y directamente a los productores, pero con destino a una Red de células de empresas familiares autónomas. Compras hechas por una empresa de logística asociada y no por la gerencia de logística como lo hacen las grandes cadenas comerciales. Nosotros creemos que esto tiene que ver con la ingeniería comercial y la ingeniería de procesos por tratarse de la productividad que genera su aplicación. Los efectos de escala no es nada nuevo, pero hasta ahora ha sido tomado como parte de la "Distribución Física", como si fuera asunto sólo de logísticos o marketeros. Esto lo vienen aplicando las grandes cadenas de negocios como Wong, Metro, Santa

Isabel, etc. Sin embargo, nuestra propuesta no se refiere a transnacionales o cadenas de grandes negocios. Se trata de una nueva organización: *Unidades organizacionales autónomas*. Nos referimos al modelo de organización basada en la información. Este concepto, acompañado de las lecciones que nos han dejado la informática³⁰, constituye un modelo posmoderno de organización, es decir, un modelo no basada en el mando y control.

***Las pequeñas tiendas vecinales
ofrecen un ejemplo de lo que será
la futura organización basada en información
Peter Drucker, 1997***

Con frecuencia se dice que últimamente, con el desarrollo de la tecnología informática, especialmente en las compañías norteamericanas, *se ha hecho co a común* que los empleados *lejanos* sostengan diálogos directos con los ejecutivos de alta gerencia valiéndose del *correo electrónico*. Se afirma igualmente que tales compañías *están organizadas más como estructura de REDES PLANAS y no como las tradicionales jerarquías verticales, y que la contratación por fuera se ha convertido en una parte natural de los negocios en el Japón.*

6.3. *La solución a la desocupación nacional:*

Si vemos holísticamente la problemática nacional, la desocupación no se debe a la mala política de los gobernantes de turno, ni al modelo neoliberal; los que hacen economía (generación de riqueza) en el mundo son las empresas y ningún modelo o gobernante es capaz de solucionar el problema sin la intervención directa del empresariado. Por otro lado, en la nueva era en que vivimos, el verdadero capital ya no es el dinero sino el conocimiento. Entendiéndose este como *el saber solucionar problemas --y este sí que es ingenieril-- económicos-sociales sin crear dislocación social.*

³⁰ Reinventar los negocios, Isao Nakautchi. "...a medida que las organizaciones se vuelven laterales y se hace común la contratación por fuera (Outsourcing), tal como lo viene aplicando el Japón los medios de comunicación masiva y muchos grupos ideológicos, desaparece la necesidad de los gerentes de nivel intermedio de las organizaciones verticales jerárquicas.

La manera como Japón³¹ ha aprovechado las dislocaciones como oportunidades de crear negocios y al mismo tiempo resolver problemas sociales es el ejemplo que necesitamos para abordar los problemas de dislocación que amenazan volverse tan importantes y tan difíciles en los años venideros.

6.4. La Sociedad en Red

La nueva Sociedad en Red a la que estamos entrando pertenece a una era en la que la interconexión entre los individuos facilitará la creación de grupos de presión con sólo encender su computador y no sólo a nivel nacional sino, y quizás lo que es más importante; a nivel local. Lo que hasta ahora constituía un tedioso proceso de solicitudes, coordinación, reuniones, y charlas en el vecindario para solucionar ese problema tan acuciante que era la construcción de un centro social para jóvenes en el barrio, ahora sólo requiere establecer un foro de debate en la Red y remitir la solicitud pertinente a través del mismo sistema y de forma directa al alcalde de nuestro distrito. La posibilidad de establecer una “manifestación” en Red enturbia de una forma más directa las posibilidades de reelección de un candidato -como fue lo que lograron en Argentina con Menem- ya que el acceso a dicha manifestación es mundial y no local.

Estamos hablando de la instauración de una verdadera democracia universal ya que la posibilidad de acceder a ella a través de la Red facilita a todos los ciudadanos el ejercicio del voto. *Un voto que ya no tiene porque ser espaciado en el tiempo cada cinco años, sino que se convierte en una opción diaria* a través de sistemas de “sugerencias”. Es esencial que nuestros representantes en el Congreso conozcan la opinión real de los ciudadanos en cada momento sobre las consecuencias que sus acciones tiene sobre el pueblo en general, de esa forma es posible que sean conscientes de

³¹ En el diálogo entre Peter Drucker e Isao Nakauchi --publicado en el libro “Drucker Habla sobre Asia”-- éste le dice al famoso Gurú y empresario japonés Nakauchi. “...Lo que ha hecho usted en DAI:1 y lo que han hecho algunos otros grandes minoristas en el Japón durante las últimas décadas es mucho más que crear grandes negocios nuevos. Gracias a su espíritu empresarial ustedes han atacado y resuelto lo que hace apenas unos pocos años era uno de los problemas sociales básicos de su país, que parecía insoluble como convertir las pequeñas tiendas de propiedad familiar en un moderno sistema de distribución, sin producir grave dislocación social....”

que su obligación es representar al ciudadano que lo ha elegido y no a sus propios intereses o los de su partido.

Pero la política no lo es todo, y la sociedad se debe cambiar desde dentro. También para ello la nueva Sociedad en Red articula sus mecanismos de información y propicia la colaboración entre los individuos. Desde la posibilidad de evitar que personas ancianas o enfermos sin apenas posibilidad de salir de sus hogares entablen animadas conversaciones en tiempo real con familiares, amigos, conocidos o desconocidos con sus mismas aficiones que les ayudaran a aliviar su soledad, hasta facilitar la realización de talleres de aprendizaje, colaboración internacional con otros países, etc. a través de sistemas como la videoconferencia.

Incrementar la velocidad de actuación de servicios tan importantes en nuestros días como los hospitalarios, bomberos, o seguridad, debido a mayor flexibilidad y rapidez en las comunicaciones entre ellos y con la sociedad.

Debemos recordar que el desarrollo y la estabilidad de un sistema económico se encuentra en la base de la sociedad, la satisfacción de necesidades inmediatas facilitará el asentamiento y crecimiento de la nueva Sociedad en Red y con ello de su Economía. El hecho de que esta nueva Economía en Red requiera de sistemas interconectados, la dota de una característica especial y que la diferencia del sistema económico y social anterior, es necesario que los individuos estén conectados al sistema, la importancia de cada uno de ellos como “molécula” independiente dentro de la nueva Sociedad obliga tanto a los gobiernos como al sector privado a implementar las medidas adecuadas para que la posibilidad de conexión llegue a todas partes. Es evidente que a mayor dificultad para integrarse en el sistema menor posibilidad de desarrollo tendrá la nueva Sociedad y fracasará la Economía en Red. La mera actividad empresarial a través de la Red no hace sino mejorar las posibilidades de negocio entre las propias empresas, pero es el consumidor final el que en último término tiene el poder para impulsar el desarrollo de este nuevo sistema.

Muchas Universidades están todavía en la era pre-Guttemberg y los campus, tal como los conocemos hoy, serán museos del 2.000 en adelante. Ya que en un futuro cercano todas las universidades estarán interconectadas a una red en particular, teniendo entonces muchos puntos de vista de distintas nacionalidades las cuales aportaran información para todo el globo respecto a un tema y tal vez los campus universitarios queden vacíos ya que los alumnos podrán interconectarse a través de la red que conecte instituciones de este tipo pudiendo tener su formación superior sin salir de sus casas, ya actualmente existe una red de uso exclusivo para universidades pero que esta en sus inicios pero que tal vez llegue a tener una gran aceptación por todas las instituciones de este tipo, nos referimos a la llamada Internet 2.

Para Francisco Miró Quesada Cantuarias, el desafío sin embargo tiene un signo más profundo. No se trata de hacer una reingeniería del pasado. Lo dramático es que estamos empezando el camino de una nueva civilización, radicalmente distinta de la que hemos vivido hasta este momento. Una civilización que -por primera vez en la experiencia humana- va a incluir a todos los pueblos del planeta (sin que ello signifique ignorar las diferencias regionales, por ejemplo).

¿Pero cómo será esa civilización que se nos viene? Esa es una pregunta muy difícil de contestar, sobre todo respecto a la educación. Miró Quesada dijo que, indudablemente, la nueva civilización habrá de ser tecnológica y que corremos el peligro de que la influencia de la técnica será tan grande que los educadores olviden cuál es el origen de la técnica y de la tecnología. Particularmente podríamos decir -parafraseando a Drucker- que **la tecnología no es cuestión de herramientas**. Por otro lado, creemos más en lo que nos dice este autor -en su libro *El Gran Poder de las Pequeñas Ideas*-: "...El factor predominante para las empresas en las dos próximas décadas -en ausencia de guerra, pestes, o colisión con un planeta- no va a ser económico ni tecnológico. Será demográfico. Esto parece inverosímil ¿verdad?. Y es que el factor clave para las empresas no será la superpoblación del mundo, de la cuál hemos estado prevenidos estos

últimos 40 años. Será la subpoblación de las naciones desarrolladas -Japón y los países de Europa y América del Norte.

Este es un tema muy novedoso a la vez que interesante, en el que vamos a detenernos en el desarrollo de nuestra tesis, ya que sostenemos que esta es la oportunidad para sacar ventaja de nuestra superpoblación, solo hay que **educar a los cuerpos para que estos sean personas** y por lo tanto recursos y no costos. Cualitativamente en esta nueva era los países subdesarrollados y los desarrollados somos iguales, gracias al nuevo factor de producción llamado conocimiento.

*“El problema en el mundo no es
que somos muchas personas
sino muchos cuerpos”.*

6.5. Los tres sectores fundamentales: Comunicación, Electrónica y Contenido

Las Tecnologías de la información sitúan en el punto de mira de los cambios de la nueva economía a tres sectores fundamentalmente. Comunicación, Electrónica y Contenido.

Es evidente la necesidad de unas redes de comunicaciones lo suficientemente avanzadas para sostener la creación y mantenimiento de la nueva economía. Ahora bien esto afectará no sólo a los proveedores de instalaciones telefónicas en general sino también a todos aquellos con posibilidad no sólo de garantizar un acceso a los servicios en Red, sino de actualizarlo, mejorarlo e incrementar su calidad de forma constante en base al desarrollo de la electrónica, así como mantener una cierta competitividad en los precios de sus productos.

Es esencial para ello una gran flexibilidad y un trato directo con el usuario, algo a lo que algunas empresas de telecomunicaciones no están acostumbradas debido a que hasta hace poco tiempo poseían los mercados nacionales de forma monopolística. La asunción de nuevos retos como la competencia a la que se verán expuestas y el hecho de la progresiva globalización de la Economía en Red requerirá de modificaciones

importantes en sus sistemas organizativos que reduzcan la burocracia interna de las mismas y faciliten la consecución de los objetivos estimados por sus clientes.

En el campo de la electrónica encontramos a todas aquellas empresas que facilitarán la navegación a través de los sistemas de comunicaciones, a través de aparatos tan cotidianos como el televisor, y que mejorarán el desarrollo de posibilidades interactivas a través de software, hardware, y componentes electrónicos en general. Muchas de estas empresas están habituadas a competir utilizando sólo el conocimiento y la innovación como arma fundamental para sobrevivir e incrementar su cuota de mercado. Las posibilidades que les ofrece el hecho de prescindir de la distribución a través de intermediarios o la familiaridad con que manejan información digital les permitirá adaptarse al nuevo mercado tanto como proveedores de los productos que vendían anteriormente, como con la creación de nuevos productos que se adapten a las necesidades específicas de esta nueva era.

Pero la estrella de la nueva economía es el conocimiento, y para ello a parte de tener acceso al mismo, debe haber alguien que nos lo facilite y evitar así que nos perdamos en búsquedas ilimitadas a través de la maraña de ramificaciones con que se nos presenta la Red de la nueva economía. Editoriales, Arte gráfico, Publicidad, Industria cinematográfica, Bibliotecas, Educación, etc. todas las empresas pertenecientes a esta rama de la economía informacional serán el soporte de la Red, es a través de ellas como junto con la investigación, la educación, y el ocio se producirá la explosión necesaria para que cada vez se conecten nuevos usuarios a la Red y con ello se incremente de forma exponencial el mercado naciente que configurando la nueva Sociedad en Red articulará la realidad de la nueva Economía.

Pero esta tríada no es sino la punta del iceberg de la nueva era. De forma general todas las empresas en cualquier sector económico irán pasando progresivamente por modificaciones más o menos profundos para ir adaptándose al nuevo mercado. Incluso se crearán nuevas profesiones y empresas relacionados con nuevos servicios que debido a las necesidades de soportes físicos que requerían elevadas inversiones de la época anterior no

eran viables y en la nueva Economía si lo serán. La diferencia radica en que en la Red el consumidor tiene más poder y eso revertirá en una beneficiosa búsqueda por parte del proveedor para acercar sus productos a las necesidades más inmediatas no sólo del mercado como un todo; como se hacía hasta ahora a través de ingentes, periódicos y costosos estudios de mercado; sino del consumidor como mercado en sí mismo, ya que conseguir la información sobre lo que el consumidor desea será mucho menos costoso y más inmediato.

6.6. Cambio radical en la organización

¿Hasta que punto dejará obsoleta la innovación la arquitectura tradicional de una organización en la cual los empleados trabajen juntos en un mismo sitio?

El siguiente cambio no será exclusividad de empresas de Negocios. En los últimos años hemos visto en Europa y en los Estados Unidos una marcada tendencia a alejarse de la organización tradicional en la cual las personas que trabajan para una empresa son sus empleados, valiéndose en cambio de trabajadores temporales.

También estamos viendo el auge del sistema de “controlar por fuera”: services outsourcing tercería o lo que quieran llamarle. La IBM, por ejemplo, como el caso de las elecciones del 95, contrató los servicios de terceros – entre asesores, consultores y services -, quienes realizaron el procesamiento, nombre de la IBM sin ser empleados de esta. Ahora estamos viendo igual fenómeno en la ONPE. Hasta los hospitales están contratando compañías desarrolladores de Software para el desarrollo de su Plan de Sistemas de Información, el mantenimiento de sus equipos y capacitación a su personal .

6.7. Descentralización del trabajo

La más grande las compañías norteamericanas de seguros de vida, la Metropolitan Life, de Nueva York, manda por avión a Irlanda todos los días las demandas de liquidación de indemnizaciones a favor de

herederos asegurados que han fallecido. Es un vuelo de seis horas. El avión sale de Nueva York a las siete de la noche y llega las seis de la mañana del día siguiente, debido a la diferencia horaria. A las ocho ya el personal irlandés está trabajando en las reclamaciones. Irlanda tiene el más alto índice de desempleo en Europa y un excelente sistema escolar, de manera que se dispone de un buen número de personas bien preparadas para tramitar las indemnizaciones.

A las 5 p.m. hora local de Irlanda (las doce del día en Nueva York) ya las liquidaciones se han tramitado, los cheques se han girado y se han metido en sobres con la dirección de los beneficiarios en los Estados Unidos. A las 6 p.m. están otra vez a bordo del avión. Seis horas después llegan a Nueva York, y una hora más tarde se han cargado en aviones que los llevan esa noche a su destino. Los herederos de los asegurados fallecidos reciben sus cheques a la mañana siguiente. El mismo método se está empleando para la compensación de cheques de los bancos, el trabajo de dibujo para firmas de arquitectos y la interpretación de electrocardiogramas para hospitales aislados.

*¿Qué reserva el porvenir a los centros urbanos,
es decir, a la ciudad oficina?*

La ciudad del siglo XIX, basada en la capacidad para movilizar a la gente, se volvió una ciudad manufacturera. Después de la segunda guerra mundial se ha convertido en la ciudad oficina. ¿Pueden sobrevivir, o se están convirtiendo en piezas de museo y reliquias de lo que era el mundo antes de la revolución de la informática?

6.8. Rasgos principales de la economía del siglo XXI

Para entender las extraordinarias transformaciones que se han producido desde la era industrial y predecir los cambios aún más espectaculares que nos esperan, tenemos que examinar los rasgos principales de la nueva economía.

6.9. El recurso crucial de la nueva economía: El Conocimiento

A la mayoría de los economistas y contadores convencionales todavía les cuesta trabajo admitir esta idea porque es difícil cuantificarlas.

Lo que hace que la economía del nuevo siglo sea verdaderamente revolucionaria es el hecho de que en contraposición a los recursos finitos de la tierra, la mano de obra, las materias primas y el capital, el conocimiento es a todos los fines inagotable. A diferencia de un alto horno de una cadena de montaje, el conocimiento puede ser empleado al mismo tiempo por dos empresas y serán capaces de utilizarlo para generar todavía más conocimiento.

Con los datos, la información y/o los conocimientos adecuados es posible reducir todas las demás aportaciones empleadas para la creación de riqueza. Pero aún no se ha entendido plenamente el concepto del conocimiento como “sustituto definitivo”. Mientras que la tierra, la mano de obra, las materias primas y el capital eran los principales “factores de producción” en la antigua economía, el conocimiento es ahora el recurso crucial de la nueva economía. Las teorías económicas basadas sobre insumos finitos y agotables carecen de aplicación.

6.9.1. *¿Economía de Escala? Ya no es el caso*

El ahorro de la velocidad sustituye el ahorro de la escala “Cada intervalo de tiempo vale más que el que lo precedió”. El tiempo se convierte en una variable crítica, como se refleja en las entregas “al momento” y en la presión por reducir las DIP o “decisiones en proceso”.

La ingeniería lenta, en secuencias de etapa por etapa, es reemplazada por la “ingeniería simultánea”.

6.9.2. *La nueva forma de competir*

Las empresas se entregan a una competencia Merrill Lynch, nos dice: “el dinero se mueve a la velocidad de la luz. La información tiene que ir más de prisa”.

CONCLUSIONES

Poco sentido tendría repetir conclusiones que ya han sido explicitadas al analizar la problemática del desarrollo de la ingeniería. Tampoco parece útil intentar una especie de evaluación global del resultado del desarrollo social y su interacción con la ingeniería. Por lo demás, el tratamiento que hemos dado a los distintos temas revela de manera inequívoca que nuestra apreciación general es más bien negativa, así que poco sentido tendría intentar una fundamentación adicional de ese juicio. Más bien consideramos oportuno en esta sección final aludir al enfoque que inspiró nuestra tesis, y de modo particular su visión de cuales deberían ser las responsabilidades de la comunidad ingenieril (Ingenieros, Colegios profesionales, Universidades, etc).

1. Sobré la Visión del Mundo y el Desarrollo Científico

Del siglo XVI a hoy, nuestra visión del mundo no ha dejado de corresponderse con las fases del desarrollo científico. Las grandes innovaciones matemáticas debidas a actores del calibre de Newton, un Descartes o un Leibnitz, dieron paso al intento de construir una COSMOVISIÓN, a partir de una serie de AXIOMAS sobre la esencia de la realidad.

La investigación y el pensamiento científico y tecnológico se han guiado tradicionalmente por cuatro principios rectores, que podemos llamar los postulados ANALITICO, SUMATIVO, MECANICISTA y REACTIVO. La tendencia general era REDUCIR al todo y la acción orgánica a UNIDADES y PROCESOS ELEMENTALES y explicar los fenómenos complejos como sumación de elementos y procesos elementales.

2. Estamos asistiendo a un CAMBIO de las CATEGORÍAS básicas del conocimiento donde la compleja tecnología del presente es sólo una manifestación de ese CAMBIO

Tal proceso tiene que ver con la revisión del así llamado enfoque mecanicista de la ciencia, que encontramos sintetizado en el *tercer axioma* formulado por Descartes en su DISCURSO DEL METODO, el mismo que reza así: “*comencemos con los objetos más SIMPLES y de MAS FACIL DISCERNIMIENTO, para ascender después gradualmente a la comprensión de los más complejos*”.

Ahora ya ni la Física es mecanicista. Vivimos, ahora, en una ERA DE TRANSICIÓN, en una era de SUPERPOSICIÓN, se vive en un *mundo diferente* de aquel el cual llegó a la mayoría de edad pero provee medios de expresión, pautas de expectativas e instrumentos de ordenamiento, en tanto que lo nuevo, lo POSMODERNO, todavía carece de definición, de expresión y de instrumentos pero controla efectivamente nuestras acciones y su impacto. Sin embargo, todavía no se puede reunir en un solo orden de valores y de percepciones lo que aún *son piezas individuales*, estamos tan solo en un POS alguna otra cosa; todavía necesitamos al gran imaginador, al gran pensador creador, al gran innovador de una NUEVA SÍNTESIS, de una nueva filosofía y de nuevas INSTITUCIONES, un nuevo Descartes.

3. **DESCARTES** influenció por más de trescientos años

Pocos filósofos profesionales durante estos últimos trescientos años han seguido a RENE DESCARTES en sus respuestas a los importantes problemas de la filosofía SISTEMÁTICA. Sin embargo, *la era moderna ADOPTA la visión de él*. Más que Galileo o Calvino, Hobbes, Locke o Rousseau , *mucho más aún que Newton*, Descartes determinó, para trescientos años:

- Cuales PROBLEMAS aparecerán como importantes y aún pertinentes,
- El alcance de la visión del hombre moderno y sobre todo,
- Su concepto de lo que es RACIONAL y plausible.

DESCARTES constituyó una doble ***Contribución***:

- ❖ Primeramente, dio al mundo moderno su AXIOMA BASICO acerca de la naturaleza del universo y su ORDEN..... Definió la CIENCIA como “el conocimiento CIERTO Y EVIDENTE de las cosas por razón de sus CAUSAS
- ❖ En segundo lugar, Descartes proveyó *el METODO* para hacer efectivo su axioma en el conocimiento ORGANIZADOR, y en la búsqueda del mismo. Doscientos años después LORD KELVIN pudo redefinir el mundo-visión del cartesianismo diciendo: “*conozco lo que puedo medir*” y, ”: *El todo es el resultado de sus partes.*

La formulación de Descartes también significó que el todo esta determinado por las partes, y que por lo tanto, podemos conocer el todo solamente identificando y conociendo las partes. Significó sobre todo que no existe por COMPLETO ningún “todo” separadamente de las diferentes sumas, estructuras y relaciones de las partes.

4. **La mayoría de nosotros todavía tenemos el “ reflejo condicionado”, sobre todo los ingenieros.**

Pero aunque la mayoría de nosotros todavía tenemos el reflejo de la FAMILIARIDAD frente a estos ASERTOS, hay pocos científicos hoy en día que aceptarían la definición de la Academia Francesa al menos no para lo que ellos llaman “CIENCIA” en su propio terreno.

5. **Hemos adquirido, de repente, un nuevo fundamento.**

Profesamos todavía y ENSEÑAMOS todavía el mundo-visión de los pasados trescientos años. Pero ya no lo vemos más. Aún no tenemos nombre para nuestra nueva visión, ni herramientas, ni métodos, ni vocabularios. Pero un mundo visión es, sobre todo, una experiencia. *Es el fundamento de la percepción artistica, del análisis filosófico, y del vocabulario técnico y hemos adquirido este nuevo FUNDAMENTO, de repente en los últimos cincuenta años.*

Estamos viendo surgir un nuevo “Método”: los enfoques sistémicos.

Estamos viendo surgir una CIENCIA y una FILOSOFIA nuevas, que reemplazarán o mejor dicho, ampliarán y subsumirán la ciencia clásica de cuño GALILEANO-NEWTONIANO-CARTESIANO, la concepción mecanicista de la mente y la sociedad y su encarnación en la sociedad industrializada, mecanizada y comercializada de nuestros días: los enfoques sistémicos.

6. Influencia de los ENFOQUES SISTÉMICOS

Los enfoques sistémicos incluyen “La teoría general de sistemas” (en su acepción más restringida), la cibernética, la teoría de autómatas, la Teoría de la información, la del control, la de conjuntos, la de grafos y redes, la de juegos y decisiones, las matemáticas relacionales, la computarización y simulación, etc. El término un tanto vago de ENFOQUES se utiliza con toda intención en esta esfera porque con él se alude a cosas muy diferentes: modelos (como los de sistema abierto, autómata lógico y retroalimentación), técnicas matemáticas (verbigracia, la teoría de ecuaciones diferenciales, la de conjuntos y grafos, los métodos de computación), conceptos y parámetros de nuevo cuño (verbigracia, información racional, juego, decisión), etc. Coinciden, sin embargo, en que de un modo u otro tienen que ver con PROBLEMAS SISTÉMICOS, esto es, con problemas de interrelaciones dentro de un TODO supraordinario y naturalmente, tampoco están aislados unos de otros, sino que a menudo se traslapan pudiéndose tratarse matemáticamente el mismo problema de diversas maneras. Cabe señalar ciertas maneras típicas de describir SISTEMAS cuya elaboración se debe, por una parte, a problemas teóricos del SISTEMA como tal y su relación con otras disciplinas y por otra parte, a problemas de la tecnología del control y la comunicación.

Generalmente se acepta que un SISTEMA es un MODELO de indole general, es decir, un correlato conceptual de ciertos grafos universales de objetos observados. El uso de modelos o de constructos analógicos es el procedimiento general de la ciencia (e incluso de la cognición cotidiana) y es también el principio de la simulación analógica por computadoras. La diferencia respecto a las disciplinas convencionales no es de esencia sino de grado de generalidad (o abstracción): SISTEMA remite a características muy generales que comparten un gran conjunto de entidades, que estudian diversas disciplinas de forma convencional. De ahí la naturaleza

interdisciplinaria de la teoría general de sistemas, al mismo tiempo, sus enunciados permiten a rasgos comunes, formales o estructurales, independientemente de la INDOLE DE LOS ELEMENTOS Y FUERZAS DEL SISTEMA, de la cual se ocupan las distintas ciencias (y las explicaciones que les son propias). Dicho con otras palabras, los argumentos sistemáticos son pertinentes y poseen valor predictivo en la medida en que nos ocupamos de estructuras generales. Tales EXPLICACIONES EN PRINCIPIO pueden tener gran valor predictivo; Para una explicación específica, naturalmente, introducir las condiciones especiales del sistema.

La noción de SISTEMA es tan ANTIGUA- nos dice Bertalanffy- como la filosofía y su descendiente, la ciencia, nacen en el instante mismo en que los griegos aprenden a ver o encontrar, en el mundo de la experiencia, un orden o COSMOS inteligible y, por ende, controlable mediante el pensamiento y la acción racional. Un modo de formular este orden cósmico es la cosmología aristotélica, con sus nociones holísticas y teleológicas concomitantes. *El DICTUM aristotélico, “el todo es más que la suma de las partes”*, es una definición, aún válida, del problema sistémico fundamental.

7. *Lo “Simple” no existe, sólo existe lo “Simplificado”.*

BACHELARD, el filósofo de las ciencias, había descubierto que lo simple no existe; sólo existe lo simplificado. La ciencia construye su objeto extrayéndolo de su ambiente complejo para ponerlo en situaciones experimentales no complejas. *La ciencia no es el estudio del universo simple, es una simplificación heurística necesaria para extraer ciertas propiedades*, ver ciertas leyes como los de Newton.

8. *Conclusiones sobre el “Ingeniero”*

8.1. **La más clara y breve de las definiciones sobre el ingeniero es aquella que considera que el ingeniero es el transformador de algunos aspectos de la realidad social.**

Casi todos los prospectos de admisión, manuales y diccionarios son muy REDUCCIONISTAS y SIMPLISTAS. Ellos definen al “Ingeniero” de manera muy cartesiana.

Ejemplo:

“El Ingeniero es el hombre que conduce y dirige, *por medio de las matemáticas aplicadas*, obras como la construcción de puentes, caminos, ferrocarriles....” (pequeño La Rousse ilustrado). Aparte de ser muy elemental, antiguo e incompleto define al ingeniero por las herramientas que usa, no se concentra en el “propósito” o fin que persigue el ingeniero. *Indudablemente que un profesional maduro no debe buscar la verdadera definición en un diccionario.* El famoso filólogo peruano Luis Jaime Cisneros nos dice que los diccionarios solamente recogen lo que se viene dando en la práctica y que la Real Academia Española no establece normas.

Veamos ahora uno de los mejores libros sobre ingeniería:

“INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA y al DISEÑO EN LA INGENIERIA” de Edward V. Krick

“.....el ingeniero no existe solamente para la aplicación de la ciencia, sino que *existe para resolver problemas*, y en tal acción utiliza los conocimientos científicos disponibles. Por consiguiente, los ingenieros son especialistas en resolución de problemas.”

Finalmente, y hasta aquí llegamos, según Theodore Von Karman:

“Los científicos exploran lo que es y los ingenieros crean lo que nunca ha sido”

Esta definición es un poco mas realista por el hecho de atribuir la invención e innovación al ingeniero. Sin embargo, establecer los límites de la tecnología y la ciencia hoy resulta muy difícil, no es así de simple como nos indica Von Karman. Justamente estos últimos meses hemos sido testigos de esta nueva realidad en la carrera por descifrar el genoma humano. Si bien es cierto que hoy ya la Oficina Gubernamental de Patentes no otorga mas licencias a la Cía. Biotecnológica de Venter (CELERA), ha sido no porque Clinton creyera que Celera era más científica que tecnológica, sino porque se sentía presionado por la comunidad científica que creía que Venter los había ofendido al comercializar con la ciencia, y porque el Famoso Instituto de Investigaciones Genómicas, había fracasado ya que Venter

había logrado lo que el Instituto no pudo, es decir 3 a 4 años antes y al décimo del costo que estos habían presupuestado.

Ahora los ingenieros, si queremos ser útiles a la sociedad, tenemos que realizar tarea muy cercanas a las que efectúan los científicos -estamos en la era del conocimiento-, así podemos ver por ejemplo los ingenieros de tejidos capaces de crear hueso ; cartilagos, tejidos, etc. quienes no son simples tecnólogos.

Los ingenieros tenemos que aprender materias --aparentemente no ingenié riles-- como la "Psicología", la "Sociología", la "Biología", no sólo para aplicarlo en esas áreas --como es el caso de la ing., Humana, la ing., Psicológica o la Ing. de Tejido., la Bio-Ingeniería-- sino para tomar ideas del mundo natural y aplicarlo en las demás especialidades como la ing., Industrial o la Ing. de Sistemas. En otra palabras: desde la perspectiva de los sistemas se puede generar nuevas especialidades y un mejor desarrollo integral.

Como venimos sosteniendo a lo largo de toda la tesis: "la Ingeniería es una sola y se la debe enfocar, para su entendimiento y desarrollo, "como un Sistema Complejo", como cualquier ser viviente, como el hombre por ejemplo y sus diferentes sistemas: sistema nervioso, sistema libico, sistema inmunológico, etc.

9. El ingeniero es co-rresponsable del desarrollo y de la crisis nacional.

Al aceptar la primera noción sobre la función del Ingeniero prácticamente estamos asumiendo que el ingeniero es *co-rresponsable del desarrollo y de la crisis nacional*. Hoy el Perú está pasando por una situación de crisis: la **DESOCUPACIÓN**.

Un famoso premio Nobel decía que la crisis se da cuando todos y cada uno de sus integrantes han descuidado su verdadero ROL.

Como podrá observar el lector *no usamos la palabra problema. Para nosotros un "problema" es un estado, digamos el estado "A", y su solución es el paso al estado "B". En todo caso; el Ingeniero es el profesional capaz de convertir una situación*

crítica en una oportunidad. De no ser capaz no podría auto-llamarse ingeniero. Tampoco usamos el término “caótico”, porque el “Caos” es ahora una nueva disciplina matemática y no una situación cartesiana llamada “ Problema”. Y cuando hablamos de crisis no usamos el término de “Causa” o “Culpa”, sino más bien hablamos de “Responsables”.

Nosotros creemos que la crisis se ha dado por que en el Perú la Ingeniería está totalmente descuidada; es por eso que en las estadísticas mundiales sobre desarrollo y tecnología el Perú aparece en los últimos lugares.

Frente a esta situación no busquemos causas ni culpables, porque como dijimos esto es cartesianismo; reconozcamos nuestra responsabilidad y no nos limitemos a señalar a la crisis mundial o a los gobiernos como los causantes. Nosotros somos también los “fabricantes de miseria”.

10. *La responsabilidad social del Ingeniero*

El problema del ingeniero peruano es que no entiende el verdadero rol que le toca desempeñar en la sociedad, precisamente por su mentalidad y visión cartesiana. El Ingeniero cree que la responsabilidad de la ocupación (trabajo) es asunto que le compete a los políticos y a los economistas, demógrafos o sociólogos. Vive y actúa a espaldas de la “Sociedad”, como si no fuera su responsabilidad. Recordemos lo que nos dice Drucker: la tecnología no es cuestión de herramientas sino la forma como estas hacen cambiar la manera como se trabaja, estudia, piensa, etc. En otras palabras: si los ingenieros pensáramos primero en la sociedad haríamos lo que ésta necesita y no lo que nuestras herramientas nos facilitan, entonces, y solo entonces nuestra tarea sería mas social.

11. *No se puede distinguir las fronteras de la tecnología y la ciencia*

Como ya lo habíamos indicado respecto a los límites de la Ingeniería, es un asunto difícil de establecer, y la muestra clara y reciente la encontramos en la carrera por descifrar el “Genoma Humano”, en el acontecimiento más importante del siglo anterior: la tecnología del ADN. El “CODICE”, software que examina el ADN recogido en el sitio y lo compara con los existentes en su base de datos. Francis Collis inventó una técnica para cazar genes y el PRISMA 3700, una máquina de tres mil

dólar que es usada ahora por los famosos cazadores de genes. En “El Proyecto GENOMA HUMANO”, como hemos podido observar, resultó muy difícil establecer si la llamada “Tecnología del ADN” pertenece al mundo científico o ingenieril. Cuando el presidente Clinton intervino para dar normas en contra de CELERA (empresa que patentó 10,000 fragmentos de secuencias genéticas hasta diciembre de 1999), NO PUDO ESTABLECER CON CLARIDAD LOS LÍMITES DE LA CIENCIA y se limitó a proteger al fracasado INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GENOMICAS de modo que la OFICINA GUBERNAMENTAL DE PATENTES no otorgue derechos de propiedad intelectual; un caso político en contra de GRAIG VENTER, dueño de CELERA, para que este no siguiera haciendo fortuna.

12. Cuando la **tecnología ingenieril** incursiona en la ciencia esta resulta **tremendamente eficaz**

Como podemos verificar casi todas las definiciones parten de las herramientas como si el ingeniero fuera un herramentero. Esto nos recuerda un dicho americano “FOOLS WITH TOOLS ARE TILL FOOLS” (TONTOS CON HERRAMIENTA IGUEN IERDO TONTOS).

Nos quedamos con la primera definición porque es holística y no cartesiana, busca el propósito, no la causa.

13. El producto final del conocimiento que estamos intentando alcanzar son **decisiones de valor que afecta al individuo y a la sociedad**

La nueva organización precisa de un nuevo modo de dirigir

“un saber de la dirección, es decir, un cuerpo articulado de conocimientos que pueda ser enseñado, aprendido, aumentado y mejorado por medio del trabajo y el estudio sistemático. Este es un saber de la nueva cosmovisión post-cartesiana. Su objeto es un *proceso*, comienza con un propósito de realización. No importa cuánto podamos cuantificar, los fenómenos básicos son cualitativos: cambio e innovación, riesgo y decisión, crecimiento y declive, dedicación, visión, recompensa y motivación. Y el producto final del conocimiento que estamos intentando alcanzar son decisiones de valor que afecta al individuo y a la sociedad”

(The Landmarks of Tomorrow)

RECOMENDACIONES

1. La universidad debe de convertirse en un SISTEMA ABIERTO.

La universidad deberá continuar enseñando a los jóvenes. Pero necesita Convertir el estudio en una ACTIVIDAD PARA TODA LA VIDA en lugar de ser algo que dejamos de hacer cuando somos “adultos”, las universidades tendrán que organizarse para toda la vida. Las universidades tendrán que convertirse en SISTEMAS ABIERTOS.

- Deberá enseñar el proceso de APRENDER.

La nueva sociedad del conocimiento necesita SABER EL PROCESO de aprender; algo que las universidades ni siquiera han INTENTADO ENSEÑAR casi NUNCA. En realidad sí estamos en condiciones de saber QUE HACER, sólo que los occidentales no lo hemos convertido en una disciplina (leer a De Bono). Hemos ido creando tanto la MOTIVACIÓN para continuar estudiando como la necesaria disciplina. Ejemplo: Los buenos maestros de ARTISTAS lo hacen, los buenos entrenadores de atletas lo hacen y también lo hacen los buenos MENTORES de una organización de la que se oye hablar mucho estos días la de la literatura del desarrollo de GESTION. Todos ellos llevan a sus alumnos a conseguir unos resultados tan ALTOS que sorprenden a los mismos que los consiguen y CREAN ENTUSIASMO y motivación; especialmente la motivación para el trabajo y la práctica rigurosos, disciplinados y PERSISTENTES que exigen estudios continuados. Los pianistas hacen sus escalas durante MESES sin interrupción para lograr una mejora ínfima de su capacidad técnica, pero esto luego les permite conseguir el resultado musical que oyen en su oír interno.

Los cirujanos anudan suturas durante meses interrumpidas para lograr una mejora interna de la destreza de sus dedos; pero este les permite operar más rápidamente y salvar así una vida. Y sin embargo, los ingenieros no entrenamos en CREATIVA O INVENCION, La CONSECUION DE RESULTADOS ES UNA ADICCION.

LAS FACULTADES DE INGENIERIA DEBERAN APRENDER de los artistas, médicos o entrenadores, motivar y estimular a los ingenieros en formación si queremos que estos no queden obsoletos antes de los cuarenta años. Exigir mucho en los exámenes de admisión es bueno pero sólo para seleccionar a los intelectualmente más capaces, pero no crea la adicción al estudio, o la investigación o a la creatividad, y por el contrario “endiosa” al estudiante cuando ingresa a la UNI y lo vuelve ARROGANTE y menosprecia a las demás disciplinas no científicas (leer el infierno de los exámenes de admisión de Drucker)

2. SIMPLEMENTE CONECTE La Teoría con la Realidad

La productividad del conocimiento requiere aumentar el rendimiento de lo que YA SE SABE por parte del individuo o del grupo. Para esto solo tenemos que aprender a CONECTAR. La mayoría de nosotros (tal vez todos nosotros), muchas veces sabemos más de lo que ponemos en práctica.

Primeramente el Ingeniero tendrá que aprender la dinámica de la tecnología y a conocer por anticipado el SENTIDO y la RAPIDEZ del cambio TECNOLÓGICO. Como sabemos por la historia, la nueva tecnología tuvo su origen en el INVENTOR AISLADO, que operaba fuera de la economía existente, no hubo necesidad de ese conocimiento. La PREDICCIÓN del cambio tecnológico requerirá habilidad especial, tanto para saber QUE CAMBIOS puede esperarse cómo cuándo habrá de ocurrir.

El primer elemento dinámico de la tecnología, y el que se identifica con mayor facilidad, son las Organización y Organizaciones económicas. Personas con Organización Y CONOCIMIENTOS, ajenos a la industria , muchas veces aprovechan la Organización para entrar a trabajar, y si llegan a producir resultados, lo mas probable es que estos tengan en la Organización un gran efecto.

- El Ingeniero tendrá que adquirir varias APTITUDES nuevas todas ellas Organización por naturaleza, pero todas tendrán que ser ejercidas en y a través de una Organización administrativa.

**3. Debemos ENSEÑAR A PENSAR Y A PERCIBIR A LOS ESTUDIANTES;
SOLO DIOS NO NECESITA PENSAR.**

Einstein solía decir que los profesores universitarios no deben atiborrar la mente de los Jóvenes con tantas formulas, fechas, leyes y cálculos, todo esto lo encontrara en los libros o en las computadoras; lo que se debe enseñar en estos años de pregrado es a PENSAR. Parafraseando a DE BONO diríamos que sólo Dios no necesita pensar.

4. PLANTEAR LAS PREGUNTAS.

El autentico reto que nos espera no es, pues, LA TECNOLOGÍA, si no PARA QUE LA UTILIZAMOS. Hasta ahora ningún país cuenta con el SISTEMA educativo que la nueva SOCIEDAD necesita. Ningún país a abordado las exigencias más importantes. Nadie, hasta ahora, conoce “LAS RESPUESTAS”; nadie puede hacer lo que se necesita, pero si podemos plantear: mas importante que una respuesta a una pregunta equivocada es la formulación de preguntas esclarecedoras.

5. LA NUEVA TECNOLOGÍA NO ES PRODUCTO DE UN MANDATO:

No se pueden esperar simplemente resultados tecnológicos por el mero hecho de poner a trabajar hombres y dinero; pero, la nueva tecnologia solo puede ser la resultante del esfuerzo humano. Son las personas con OPORTUNIDAD y conocimiento, AJENAS A LA INDUSTRIA. Son las OPORTUNIDAD Y OPORTUNIDADES económicas las que aprovechan los CREATIVOS, INNOVADORES E INVENTORES. La NECESIDAD no es madre de la INVENCION, pero ayuda a su nacimiento.

6. No confundamos modernización con MODERNIDAD.

Las empresas del mañana seguirán dos nuevas reglas.

Una: llevar el trabajo a donde esté la GENTE no a la gente donde esté el TRABAJO.

Dos: contratar, fuera de la propia empresa, a un contratista externo para aquellas actividades que no ofrezcan oportunidades para AVANZAR hacia posiciones gerenciales y profesionales de alto nivel de la empresa. (Ver en la segunda parte de esta tesis una aplicación de esta recomendación).

7. Aprendamos de la biología: no todo se puede decidir con la FÍSICA

El tamaño de la corporación se está volviendo una DECISIÓN ESTRATEGICA. No tiene mucho sentido pensar que MEJOR ES GRANDE o que PEQUEÑA ES MAS LINDA. El tamaño sigue a la función, como demostró el gran biólogo Escocés D' ARCY WENTWORTH THOMPSON, cuando presento su clásico ON GROWTH AND FORM ("sobre el crecimiento y la forma"), en 1917. las empresas de alta ingeniería que tienen más prestigio son, por regla general, de tamaño mediano.

8. LA UNI ha perdido el LIDERAZGO y es el momento de RECUPERARLO

La revolución tecnológica está ya invadiendo la educación; dentro de unas décadas habrá transformado la forma en que aprendemos, incluso más, la forma en que enseñamos. Hasta ahora, las nuevas tecnologías han tenido su mayor impacto en el aprendizaje fuera de las escuelas tradicionales, en las organizaciones de empleo, en las fuerzas armadas o en los cursos para adultos que tiene ya un alto nivel de educación, por ejemplo para enseñar a los cirujanos una nueva manera de extirpar una vesícula enferma. Sin embargo, estamos viendo que las PCs se están constituyendo en una soberbia herramienta de aprendizaje para los jóvenes, y muy especialmente para los niños hasta la edad de 12 o 14 años.

La transmisión por satélite, Internet o red digital está teniendo un gran impacto a un mayor. Profesores, preparadores, conferencistas, directores de debate, cuentistas serán vistos y oídos por la clase (o por los alumnos en sus casas, en un centro de conferencias o en su lugar de trabajo) y de igual modo verán y oirán a sus alumnos. Estarán trabajando directamente con los alumnos, aunque puedan estar físicamente

al otro lado del globo. Este tipo de transmisión puede tener un impacto a un mayor que las PCs en el escritorio del alumno y está llegando a ser tan barata que puede ofrecer un acceso general a una enseñanza de alta calidad para el país pobre y la aldea más remota.

LA U.N.I. DEBE APRENDER LA LECCIÓN

La disciplina del infierno de los exámenes en las pruebas de ADMISIÓN no motiva. Basada en el MIEDO Y LA PRESIÓN, mata el DESEO de continuar aprendiendo.

DISCIPLINA DEL ESTUDIO.

De todos los sistemas educativos hoy, sólo el Japonés intenta DOTAR a sus alumnos de una disciplina del estudio. El mismo estudiante Japonés que saca unos resultados tan altos en un examen de matemáticas a los 18 años, no lo recuerda 10 años más tardes. Pero los Japoneses salen de la universidad habiendo APRENDIDO A ESTUDIAR, A PERSISTIDO, A APRENDER.

- **SE CONFUNDE “SENTIRSE BIE ” CON “CONSEGUIR RESULTADOS”, Y “SENTIRSE ESTIMULADO”, CO “DISCIPLINA”.**

En las facultades de humanidades de Estados Unidos, el estudio es agradable para muchos alumnos; pero es solo algo agradable, ESTÁ DESPOJADO de disciplina. Confunde “sentirse bien” con conseguir resultados y “sentirse estimulado” con “disciplina”.

9. LA NUEVA SOCIEDAD POSCAPITALISTA EXIGE ESTUDIAR DE POR VIDA.

Además, ese estudio de por vida exige también que el aprendizaje sea seductor, más aun, que llegue a ser una SATISFACCIÓN POR SI MISMO, aunque no sea algo que el individuo anhele.

BIBLIOGRAFIA

1. Bateson, G.: Pasos para una ecología de la mente. Buenos Aires, Ediciones Carlos Lohl, 1976, ps. 449 y 65
2. G.: Mente y Naturaleza. Nueva York, Bantam Books, 1979, ps. 250 y 5.
3. Bertalanffy, L.: Teoría General de los Sistemas. México, Fondo de Cultura Económica, 1976, ps. 9, 32, 33, 41, 46 y 250.
4. Brockman J., Bateson, G.: About Bateson. U.S.A., John Brockman Associates, Inc., 1977, ps. 13, 10, 4, 5 y 235-247.
5. Guerin P.: Family Therapy: Theory and Practice. New York, Gardner Press, 1978.
6. Hoffman, L.: Foundations of Family Therapy. U.S.A., Basic Books, 1981, ps. 40-46 y 49.
7. Jackson, D.: "El problema de la Homeostasis de la Familia", D. D. Jackson, Comunicación, Familia y Matrimonio. Buenos Aires, Nueva Visión, 1977, p. 16.
8. Keeney, B.: Estética del Cambio. Buenos Aires, Ed. Plaid's, 1987, ps 27, 20 y 77.
9. "What is an Epistemology of Family Therapy?" Family Process, vol. 21, n° 2, 1982, p. 165.
10. Maturana, H., Varela, F.: De Máquinas y Seres Vivos. Chile, 1972, Ed. Universitaria.
11. El Árbol del Conocimiento. Santiago, Ed. Universitaria, 1984, p. 13.
12. "Ontology of Observing", Santiago, 1986, p. 14.
13. Emociones y Lenguaje en Educación y Política. Santiago, Hachette, 1990, ps. 56, 43, 44, 45 y 30.

14. "Ontología del conversar". *Sistemas Familiares*, Año 6 No. 2, 43-53, Argentina.
15. Maturana, H., von Foerster, H.: "Biología, Cibernética y Comunicación", Seminario organizado por la Asociación Sistémica de Buenos Aires, Argentina, 1988.
16. Maturana, H.: "Conversando con Humberto Maturana". Seminario organizado por el Instituto de Terapia Sistémica, Buenos Aires, 1990
17. Miller, J. G.: *Living Systems*. U.S.A., McGraw-Hill, Inc., 1978, ps. xiv, xv.
18. Ruesch, J., Bateson, G.: *Comunicación, la Matriz Social de la Psiquiatría*, Buenos Aires, Paidós, 1965, p. 17.
19. Segal, L.: *The Dream of Reality*. New York, W. W. Norton & Co, 1986, ps.59, 149, 54, 148.
20. Sluzki, C.: "Cibernética y terapia familiar. Un mapa mínimo", *Sistemas familiares*, vol 3, n° 2, 1987, p.65.
21. Spencer Brown, G.: *Laws of Form*. Toronto, Nueva York, Londres, Bantam Books, 1973, p.v.
22. "Understanding", *Montedison*, 1987, pags. 6, 7 y 5-6.
23. "Construyendo una realidad", Watzlawick, P. y otros, *La realidad inventada*, Buenos Aires, Gedisa, 1988, p. 43.
24. Von Glasersfeld, E.: "The Reluctance to Change a Way of Thinking", *The Irish Journal of Psychology*, vol 9, n° 1, 1988, ps. 83 y 86-87.
25. "Introducción al Constructivismo Radical", Watzlawick P. y otros, *La realidad Inventada*, Buenos Aires, Gedisa, 1988, ps. 34, 24 y 25.
26. Watzlawick, P., Beavin, J., Jackson, D.: *Teoría de la Comunicación Humana*. Buenos Aires, Ed. Tiempo Contemporáneo, 1967.
27. Watzlawick, P.: "Profecías que se autocumplen", Watzlawick P y otros, *La Realidad Inventada*, Buenos Aires, Gedisa, 1988, p.87.
28. Winkin, Y.: *La nueva Comunicación*. Barcelona, Ed. Kairós, 1984, ps. 18, 77, 82, 85, 98, 23 y 25.
29. Bill Gates: *Los negocios en la Era Digital*. Plaza & James – 1999
30. Peter F. Drucker: *El Ejecutivo Eficaz*. Editorial Sudamericano S.A. – 1999

31. Edward de Bono: Cómo enseñar a pensar a tu hijo. Ediciones PAIDOS – 1995
32. Charles N. Perrow: Sociología de las Organizaciones. Mc Graw Hill – 1990
33. Edward de Bono: Seis Sombreros para pensar. Ediciones Juan Granica S.A. – 1996
34. Alvin Toffler: La Tercera Ola. Plaza & James S.A. – 1981
35. Tony Buzan – Barry: El libro de los Mapas Mentales. Ediciones URANO – 1996
36. Peter F. Drucker : La administración en una época de grandes cambios. Editorial Sudamericana – 1996
37. Frederick Winslow Taylor: Management Científico. Ediciones ORBIS SA. 1984
38. Jacques Merleau Ponty: Albert Einstein, Vida, Obra y Filosofía. Editorial Científico Técnica – 1996
39. El gran poder de las pequeñas ideas. Peter F. Ducker Editorial Sudamericana S.A. 1999.
40. Los desafíos de la Gerencia para el siglo XXI Peter F. Dricker. Editorial Norma. 1999.
41. Discurso del método. Rene Descartes. SARPE –1984.