

8  
2g



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE UN  
MODELO DINAMICO QUE EXPLICA LA  
PRODUCTIVIDAD DE UN TRABAJADOR

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
P R E S E N T A  
RITA MARIA SALOMA VELAZQUEZ



MEXICO, D. F.

1999



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Director de tesis:

**M. I. EUGENIO LÓPEZ ORTEGA**

Instituto de Ingeniería

Jurado asignado:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Dedico esta tesis especialmente a mi mamá, a mi papá, a mis hermanos Ana Isabel, Gabriel, Gonzalo y Alfredo, a mis abuelos Boli, Gonzalo, Nena y Daniel y a toda mi familia**

**A todos mis amigos, especialmente a Alexandra, a Marcia González y al doctor David Muñoz**

**Al Ingeniero Eugenio López Ortega**

**A todos mis maestros de la facultad y del Colegio Alemán**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México  
A la Facultad de Ingeniería**

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.3 METODOLOGÍA .....	6
<b>CAPÍTULO 2. SIMULACIÓN DINÁMICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 DEFINICIONES.....	9
2.1.1 Sistema.....	9
2.1.2 Modelo.....	9
2.1.3 Simular .....	10
2.1.4 Modelo de simulación dinámica .....	10
2.2 DINÁMICA DE SISTEMAS O DINÁMICA INDUSTRIAL .....	11
2.2.1 Qué es y para qué sirve .....	11
2.2.2 Sus ventajas.....	12
2.2.3 Creación de modelos en dinámica industrial .....	12
2.3 BASES E HISTORIA DEL SURGIMIENTO DE LA DINÁMICA INDUSTRIAL .....	15
2.3.1 Teoría de los sistemas de información de lazo cerrado.....	15
2.3.2 Un acercamiento a la forma en que se llevan a cabo los procesos de toma de decisiones .....	18
2.3.3 El enfoque experimental del análisis de sistemas.....	18
2.3.4 La computadora digital.....	19
<b>CAPÍTULO 3. PRODUCTIVIDAD .....</b>	<b>21</b>
3.1 PRODUCTIVIDAD.....	21
3.2 IMPORTANCIA DEL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD .....	23
3.3 PRODUCTIVIDAD TOTAL .....	25
3.4 PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES .....	26
3.5 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	27
3.6 IMPORTANCIA DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA QUE EXPLIQUE LA PRODUCTIVIDAD DE UN TRABAJADOR.....	29
<b>CAPÍTULO 4. EL MODELO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN TRABAJADOR HECHO EN 1978 POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE ARIZONA.....</b>	<b>32</b>
4.1 HISTORIA.....	32
4.2 ESTRUCTURA DEL MODELO .....	35
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL MODELO.....	35
<b>CAPÍTULO 5. MODELO PROPUESTO .....</b>	<b>46</b>
5.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJADOR.....	46
5.1.1 Factores personales.....	47
5.1.2 Factores del grupo de trabajo .....	50
5.1.3 Factores tecnológicos.....	52
5.1.4 Factores culturales y administrativos.....	55
5.2 CICLOS RETROALIMENTADOS DEL NUEVO MODELO .....	56
5.2.1 Ciclos de capacitación .....	58

5.2.2	<i>Ciclo de nivel de vida</i> .....	61
5.2.3	<i>Ciclos de incentivos</i> .....	63
5.3	NUEVO MODELO CAUSAL PARA LA PRODUCTIVIDAD DE UN TRABAJADOR .....	66
5.3.1	<i>Características</i> .....	66
5.3.2	<i>El modelo</i> .....	67
5.4	ALGUNAS DIFERENCIAS ENTRE EL MODELO PROPUESTO Y EL MODELO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE ARIZONA .....	68
<b>CAPÍTULO 6. NUEVO MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICA .....</b>		<b>73</b>
6.1	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DINÁMICO .....	73
	<i>Identificación de variables de nivel, de tasa y auxiliares</i> .....	73
6.2	LISTA DE VARIABLES EN EL DIAGRAMA DINÁMICO .....	75
6.2.1	<i>Productividad</i> .....	75
6.2.2	<i>Variables relacionadas con los factores personales</i> .....	75
6.2.3	<i>Variables relacionadas con los factores del grupo de trabajo</i> .....	76
6.2.4	<i>Variables relacionadas con los factores tecnológicos de la organización</i> .....	76
6.2.5	<i>Variables relacionadas con los factores culturales y administrativos de la organización</i> .....	76
6.3	MODELO.....	78
6.4	ESCENARIOS USADOS PARA LA SIMULACIÓN .....	79
6.4.1	<i>Escenario 1, escenario base</i> .....	80
6.4.2	<i>Escenario 2, importancia de una medición adecuada de la productividad</i> .....	80
6.4.3	<i>Escenario 3, impacto de las políticas referentes a los factores tecnológicos</i> .....	80
6.4.4	<i>Escenario 4, impacto de las políticas de liderazgo y motivación</i> .....	81
6.5	RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	81
6.5.1	<i>Resultados</i> .....	81
6.5.2	<i>Conclusiones de las corridas</i> .....	82
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>		<b>85</b>
ANEXO A.....		88
	<i>Software de simulación profesional</i> .....	88
ANEXO B.....		89
	<i>Teorías de motivación</i> .....	89
ANEXO C.....		90
	<i>Fatiga para el trabajador</i> .....	90
ANEXO D .....		91
	<i>Valor agregado</i> .....	91
ANEXO E.....		91
	<i>Trabajo estándar</i> .....	91
ANEXO F .....		92
	<i>Ecuaciones del modelo de simulación dinámica</i> .....	92
ANEXO G .....		93
	<i>Tablas y gráficas de tiempo para las variables de salida</i> .....	93
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>99</b>

# Capítulo 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

En la actualidad, como en todas las épocas, existe una gran demanda por predicciones del futuro. Cuando existe una demanda, también existe una oferta, en este caso va desde astrólogos y lectores de fortuna hasta planeadores y académicos. Existe toda una industria para la predicción del futuro, en ella las predicciones se vuelven pronósticos.

Varios de los proveedores de pronósticos usan medios sofisticados de predicción, a los que han sido añadidos el modelado y la simulación, esto gracias a la existencia de las computadoras modernas. Las computadoras son para ello herramientas atractivas porque dan la esperanza de que un día el conocimiento de todas las relaciones en un sistema, y el poder de las computadoras para manejar estas relaciones nos darán una representación completa y precisa de la realidad. Pero ese futuro se encuentra aún lejano y un modelo de cualquier sistema económico o social, por pequeño que este último sea, no estará completo ni será una representación precisa de la realidad, puesto que existen demasiadas relaciones internas y externas en los sistemas, que además van cambiando a cada instante.

Por lo anterior, el mejor papel del modelado en una organización puede ser ayudar al aprendizaje. Se trata de “cambiar el microcosmos del director” (Pierre Wack 1985) para facilitar la creación de una visión y un criterio sobre los problemas. Estos principios han dado resultado en simuladores de vuelo para pilotos, simuladores de plantas nucleares o químicas, simuladores de flujo en hidráulica, etc.

con los que los pilotos, ingenieros, etc. aprenden sin tener que temer a las consecuencias y después de ello aplican lo aprendido en el mundo real.

Aunque las consecuencias de los actos de un director o gerente son importantes y pueden llegar a ser muy graves como las de los actos de un piloto o ingeniero, se les han dado pocas herramientas de este tipo para aprender, se ha requerido siempre de ellos que aprendan por prueba y error, experimentando en el mundo real y con gente real, esto naturalmente provoca que ellos teman al tomar decisiones y con ello aprendan menos y más lento de lo que hubieran podido hacerlo.

Para aprender más rápido, la simulación permite el juego con escenarios, es decir, con distintas visiones de cómo será el futuro. Se plantea uno o varios conjuntos de condiciones y se modela para ellos, lo que da a una organización una idea de cómo actuar ante posibles sucesos. Esto ayuda a que las organizaciones no vean el futuro de una sola manera y con una sola estrategia, lo cual les da la posibilidad de ser flexibles y reaccionar a los cambios en el medio e incluso de provocarlos.

En el presente trabajo se desarrolló un modelo de simulación dinámica que explica el comportamiento de la productividad de un trabajador. La construcción de tal modelo tiene como propósito el ilustrar los factores y las relaciones entre éstos que llevan al complicado sistema en el que se encuentra inmersa la productividad de un individuo. Se espera que este modelo pueda ser usado para que los tomadores de decisiones en las empresas puedan llevar a cabo diagnósticos y experimentar con escenarios lo cual les permita aprender para tomar decisiones más conscientes y acertadas respecto a cómo aprovechar sus recursos humanos ya que la importancia de éstos crece cada vez más dentro de las empresas.

Para la realización de este trabajo se tenía como antecedente la existencia de un modelo realizado en 1978 por James C. Hershauer y William A. Ruch en la

Universidad Estatal de Arizona para explicar la manera en que ciertos factores interactúan para llevar a un nivel de productividad en el trabajador. Este modelo fue usado en la compañía Lincoln Electric como una herramienta de entrenamiento para supervisores y tuvo gran importancia en la época en que se desarrolló ya que fue uno de los primeros trabajos que trataron con el modelado de un sistema en el que el comportamiento humano es un factor central. En la actualidad este modelo es importante porque sienta las bases para el desarrollo de otros modelos que expliquen la productividad del trabajador. Los nuevos modelos tomarán en cuenta los cambios que han surgido en las industrias, las nuevas teorías psicológicas que se incorporan (o deben incorporarse) en la educación de los administradores o directores, la nueva manera de ver a los recursos humanos como factor central en la consecución de altos rendimientos en las empresas. Así se podrá usar en ellos la simulación (que no se usó en el modelo mencionado) para un mayor aprovechamiento de los beneficios que ofrecen estos modelos.

## 1.2 Objetivos

1. Desarrollar un nuevo modelo dinámico actualizado que explique el comportamiento de la productividad de un trabajador y usar este modelo para simulación dinámica. Para la consecución de este objetivo se espera lograr lo siguiente:

- ◆ Utilizar la técnica de dinámica industrial.
- ◆ Llevar a cabo una recopilación de los factores que intervienen en el nivel de productividad de un trabajador.
- ◆ Obtener un modelo causal claro que permita identificar de manera sencilla cómo se relacionan estos factores para llevar a cierto nivel de productividad.

- ◆ Mediante la simulación dinámica, realizar un análisis cualitativo del impacto que causan estos factores y sus relaciones sobre el nivel de productividad del trabajador.
2. Obtener un modelo que sirva para diagnosticar qué tan eficaz es el tratamiento de los recursos humanos en las empresas, así como para la planeación de políticas que sirvan para mejorar dicho tratamiento.
  3. Obtener un modelo que sirva para ayudar a los administradores o directores así como a los supervisores en el aprendizaje del impacto que sus decisiones pueden tener sobre el sistema del complejo fenómeno de la productividad de un trabajador.

### 1.3 Metodología

Los pasos para el desarrollo de esta tesis fueron:

1. Identificación del problema. Se consideró interesante el modelo existente realizado en la Universidad Estatal de Arizona por la utilidad que mostró tener en su época. Se decidió por lo tanto que un modelo actual para la representación del sistema de la productividad de un trabajador sería una herramienta útil en cualquier empresa considerando sobre todo la importancia que actualmente y más que nunca se debe de dar a los recursos humanos.
2. Después de esto se realizó un estudio sobre modelado y simulación, las maneras en que se construyen modelos en dinámica industrial y sus antecedentes para poder emplear esta útil técnica.
3. Así mismo se hizo un estudio para aprender a utilizar un software para simulación en dinámica industrial.

4. Posteriormente se llevó a cabo una investigación acerca de los factores que intervienen en la productividad de un individuo.
5. Después de varias revisiones a estos factores para considerarlos a un nivel adecuado de agregación, se procedió a relacionarlos en los ciclos causales o lazos cerrados responsables del comportamiento del sistema en estudio.
6. Dichos ciclos se relacionaron entre sí para obtener el modelo causal del fenómeno de la productividad de un trabajador.
7. Del modelo anterior surgió el diagrama dinámico hecho en el software de simulación; para la construcción de éste se identificaron los tipos de variables a ser usadas (tasas, niveles, auxiliares), las relaciones matemáticas entre ellas, etc.
8. Después este diagrama dinámico se usó para realizar varias corridas de simulación a través del tiempo y sacar conclusiones a partir de los resultados de las mismas.
9. Los pasos 6 al 9 fueron constantemente repetidos para corregir el modelo hasta que se obtuvo una representación adecuada del sistema de la productividad de un trabajador.



# Capítulo 2. Simulación dinámica

## 2.1 Definiciones

### 2.1.1 Sistema

Sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí usualmente para conseguir un objetivo común.

### 2.1.2 Modelo

Un modelo es una representación de un sistema real.

Su valor consiste en lograr un mejor entendimiento del comportamiento del sistema que al observar al sistema mismo. Un modelo, comparado con el sistema al que representa, puede proporcionar información a menor costo, más rápidamente y para condiciones que no se observan en la vida real.

Existen modelos físicos y modelos abstractos.

Los modelos físicos son usualmente réplicas, frecuentemente en escala reducida o ampliada, de los objetos bajo estudio. Un modelo abstracto es un conjunto de símbolos con el que se representa al sistema. Un modelo mental, una descripción verbal, son ejemplos de modelos abstractos.

Un modelo matemático es una subdivisión especial de los modelos abstractos. Un modelo matemático se encuentra escrito en el lenguaje de los símbolos matemáticos y es una descripción del sistema que representa.

Dentro de los modelos matemáticos se encuentran los modelos estáticos (analíticos) y los modelos dinámicos. Los modelos estáticos describen relaciones que no varían en el tiempo.

Un modelo dinámico trata con interacciones variables a través del tiempo.

### 2.1.3 Simular

Simular es el nombre que se aplica al proceso de llevar a cabo experimentos sobre un modelo en vez de llevarlos a cabo sobre el sistema real.

### 2.1.4 Modelo de simulación dinámica

La simulación dinámica es un acercamiento experimental mediante el cual se observa el comportamiento de un modelo a través del tiempo, es decir, es la simulación en un modelo dinámico.

Para ello se construye un modelo matemático del sistema. Tal modelo matemático es una descripción que indica cómo las condiciones en un momento llevan a condiciones en distintos puntos en el tiempo. A este modelo se le llama modelo de simulación dinámica. Se observa el comportamiento del modelo y se llevan a cabo experimentos para resolver cuestiones específicas acerca del sistema representado por el modelo.

En los negocios, simulación significa alimentar a una computadora digital con las condiciones que describen las operaciones de la compañía . Sobre la base de las descripciones sobre la compañía, la computadora anticipa los resultados correspondientes en el tiempo, considerando dinero, personal, movimiento de productos, etc.

## 2.2 Dinámica de sistemas o dinámica industrial

### 2.2.1 Qué es y para qué sirve

La dinámica industrial trata acerca del comportamiento variable en el tiempo (dinámico) de las organizaciones industriales.

Dinámica industrial es el estudio de las características de los sistemas de información de lazo cerrado (ver punto 2.3.1) en la actividad industrial, para entender cómo la estructura organizacional, las políticas de la empresa y las demoras (en acciones y decisiones) interactúan para influir en el éxito de la empresa. Trata las interacciones entre flujos de información, de dinero, órdenes, materiales, personal, capital y equipo en una compañía, una industria o en la economía de un país.

El objetivo de la dinámica industrial es servir como base para el diseño de sistemas industriales y económicos más efectivos.

### 2.2.2 Sus ventajas

Los sistemas empresariales se caracterizan por experimentar cambios en el tiempo. Para su análisis se necesitan entonces modelos dinámicos, capaces de generar su propia evolución a través del mismo. Por ello se necesitan modelos matemáticos que puedan ser usados para simular las operaciones secuenciales de los sistemas dinámicos. El modelo debe ser capaz de aceptar las descripciones sobre estructura organizacional, políticas y factores tangibles e intangibles que determinen cómo se desenvuelve el sistema en el tiempo. Tales modelos serían demasiado complejos para arrojar soluciones de manera analítica. Los modelos de simulación en cambio son un acercamiento experimental y empírico en busca de un mejor entendimiento del sistema y con ello mejores resultados, pero sin prometer soluciones óptimas en ningún caso.

Como se mencionó anteriormente, la simulación permite además el juego con escenarios, es decir, una visión de cómo será el futuro. Se plantea uno o varios escenarios y se modela para ellos, lo cual da a una organización una idea de cómo reaccionar ante posibles sucesos en el futuro, y ello ayuda a terminar con la peligrosa forma en la que muchas organizaciones ven el futuro, de una sola manera y con una sola estrategia, lo que les quita la posibilidad de ser flexibles y reaccionar a los cambios e incluso de provocarlos.

### 2.2.3 Creación de modelos en dinámica industrial

Las variables que se usan en los modelos de dinámica industrial para representar a los factores responsables del comportamiento de los sistemas son:

**Niveles.-**

El estado de un recurso puede ser definido como cualquier acumulación del recurso que es relevante para nuestro interés y por ello para el propósito del modelo. Los estados son conocidos como niveles. Los niveles son cantidades medibles en cualquier momento de cualquier recurso en un sistema.

**Tasas.-**

Las variables de tasa son variables de control que incrementan o decrementan directamente los niveles de los recursos. Esto quiere decir, que las variables de tasa controlan los flujos hacia dentro y fuera de los niveles. Las tasas pueden considerarse como instantáneas y por ello no son directamente medibles.

Adicionalmente existen otras características de los sistemas que se toman en consideración para la formulación de los modelos en dinámica industrial:

**Retrasos.-**

Uno de los factores más importantes que contribuyen al comportamiento de los sistemas en el tiempo son los retrasos. Frecuentemente se presenta el caso de que haya una demora entre el inicio y el final de la tasa de conversión de un recurso.

En general, en los flujos de recursos, los niveles pueden depender sólo de tasas. Los niveles no deben depender nunca de otros niveles.

**Límites organizacionales.-**

Es útil e importante señalar todos los límites organizacionales relevantes que existan dentro y entre cada flujo de recursos. El propósito fundamental de marcar estos límites es tratar de aclarar qué organización controla cada variable de tasa en el proceso.

### **Estructura de información y estrategia.-**

Como ya se mencionó, la magnitud de los flujos de recursos es controlada por las variables de tasa. Para muchos sistemas no basta con los elementos anteriores para tener una estructura de lazo cerrado (ciclo retroalimentado), sino que ésta se obtiene hasta que se crea una estructura de información.

Para realizar esto se requiere del conocimiento de dos cosas, la primera es definir qué estados del sistema tendrán un efecto causal sobre la tasa. La segunda es qué regla se definirá para especificar el tipo de efecto.

**En un acercamiento de dinámica industrial a la resolución de un problema se siguen los siguientes pasos:**

- Identificar el problema
- Localizar los factores que aparentemente interactúan para generar los síntomas observados en el comportamiento del sistema de interés
- Es muy conocido en dinámica de sistemas que ciertos tipos de ciclos con retroalimentación simples son responsables por ciertos tipos de comportamientos en los sistemas. Por ello, el siguiente paso es identificar estos ciclos y relacionarlos entre sí. Los ciclos después se detallan identificando variables intermedias y clasificando las variables en tasas y niveles.
- Una vez finalizado el modelo esquemático se puede convertir en un modelo de simulación, construyendo un modelo matemático de las interacciones de los componentes del sistema.
- Generar el comportamiento del sistema a través del tiempo como se describe en el modelo (generalmente se hace con una computadora digital para ejecutar los cálculos)

- Comparar los resultados contra cualquier información pertinente de que se disponga acerca del sistema real.
- Revisar el modelo hasta que sea una representación aceptable del modelo real.
- Rediseñar en el modelo las relaciones organizacionales y las políticas que puedan ser alteradas en el sistema real para encontrar los cambios que mejoren el comportamiento del sistema.
- Alterar el sistema real en las direcciones que según la experimentación con el modelo llevarán a un mejor desempeño.

## 2.3 Bases e historia del surgimiento de la dinámica industrial

Las bases para la creación de la Dinámica Industrial fueron puestas en los Estados Unidos de América desde 1940, principalmente como un subproducto del estudio de los sistemas militares. Estas bases son:

- ⇒ La teoría de los sistemas de control de lazo cerrado o de ciclos
- ⇒ Un acercamiento a la forma en que se llevan a cabo los procesos de toma de decisiones
- ⇒ El enfoque experimental del análisis de sistemas
- ⇒ La computadora digital como medio para simular modelos matemáticos realistas

### 2.3.1 Teoría de los sistemas de información de lazo cerrado

Ésta se puso en práctica por primera vez para mecanismos (sistemas físicos) durante la Segunda Guerra Mundial.

Un sistema de información de lazo cerrado (con retroalimentación) existe cuando el medio lleva a tomar una decisión que resulta en una acción que afecta al medio y con ello influye en las siguientes decisiones, etc.

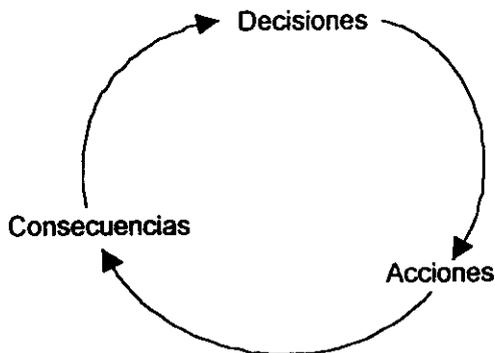


Figura 2.1  
Sistema de información de lazo cerrado

El estudio de los sistemas de información de lazo cerrado trata con la manera en que la información es usada para propósitos de control.

La teoría y conceptos de los sistemas de información de lazo cerrado se han desarrollado como un resultado del tratar de construir sistemas de control que se regulen a sí mismos.

Después del gobernador de bolas volantes para motores de vapor, los nuevos dispositivos empezaron a necesitar mayor precisión, los sistemas a ser controlados se volvieron más complejos. Fuertes incentivos comerciales y militares provocaron intentos para dominar la teoría del diseño de los sistemas de lazo cerrado. Los

problemas iniciales eran simples y se encontraban aún dentro del alcance de las matemáticas disponibles para entonces.

Para los últimos años de la década de los treinta, los tratados científicos en la materia trataban con las características dinámicas de sistemas de control muy sencillos descritos por ecuaciones diferenciales lineales de dos variables. Para los primeros años de la década de los cuarenta, esta materia había llegado a los conceptos de la Transformada de Laplace, respuesta en frecuencia y diagramas de vectores, entre otros.

Pero aún estos desarrollos matemáticos no eran capaces de tratar con los problemas de mayor interés en ingeniería. Las necesidades militares ejercieron presión. Entonces ya no se esperaban soluciones analíticas para el comportamiento de los sistemas de lazo cerrado sino que se empezaron a construir modelos para ser solucionados en computadoras analógicas. Para 1945 se podían manejar fácilmente sistemas de 20 variables.

En 1955 se exploraron nuevos métodos. La computadora digital había aparecido abriendo el camino a la simulación de sistemas mucho más complejos de los que podía tratar una computadora analógica.

Con las nuevas herramientas, la atención comenzó a centrarse en las características de lazo cerrado de los sistemas militares de combate, refiriéndose a equipo y personal. Podían estudiarse sistemas hasta de 200 variables.

Para 1965 se podía ya simular con modelos de 2000 variables sin restricciones en cuanto a linealidad.

### 2.3.2 Un acercamiento a la forma en que se llevan a cabo los procesos de toma de decisiones

La segunda base de la Dinámica Industrial es un mejor entendimiento de los procesos de toma de decisiones, que se adquirió en la década de los cincuentas durante la automatización de las operaciones tácticas militares en los E.U.A. Durante la Segunda Guerra Mundial, la toma de decisiones respecto a las predicciones de control del fuego fueron tomadas automáticamente por máquinas, pero hasta antes de 1950 prácticamente no se aceptaba que se hicieran de manera automática evaluaciones de amenaza, selección de armas, identificación de enemigos, alerta de las fuerzas o asignación de blancos. En diez años esta automatización de decisiones se investigó, aceptó y se puso en práctica. Para ello fue necesario traducir “el conocimiento y la experiencia tácticos” de los procesos militares de toma de decisiones a reglas y procedimientos formales. Este cambio fue forzado porque el paso de las operaciones militares excedía la habilidad de respuesta de una organización humana. Una década y miles de personas se involucraron en este proceso de interpretación de los procesos militares de decisión y en la automatización de las políticas operacionales que son la base para la toma de decisiones militares. Desde los sesentas mucho de estos sistemas militares de investigación empezaron a llevarse hacia el estudio de los sistemas económicos e industriales.

### 2.3.3 El enfoque experimental del análisis de sistemas

La tercera base para la Dinámica Industrial es un acercamiento experimental al entendimiento del comportamiento de los sistemas, es decir, la simulación. Durante

la década de los cincuentas la simulación fue extensamente desarrollada para el diseño de sistemas de defensa aérea y en trabajos de ingeniería.

De manera similar han sido comunes estudios simples con simulación de partes de un negocio desde mediados de los sesentas y se encuentran documentados en la literatura de Investigación de Operaciones. Las técnicas de simulación han alcanzado un desarrollo adecuado para ser usadas en los problemas de alta dirección de las organizaciones industriales.

#### 2.3.4 La computadora digital

Por último, la cuarta base para el progreso de la Dinámica Industrial es la computadora digital electrónica que se volvió accesible de manera general entre 1955 y 1960.

Después de la Segunda Guerra mundial, la existencia de las computadoras trajo la posibilidad de tratar con sistemas más complejos. Las computadoras de tipo analógico fueron desarrolladas entre 1930 y 1950. Al principio se intentó usar las computadoras analógicas para el estudio de sistemas económicos, pero se comprobó que eran inadecuadas para tratar con problemas de interés práctico, puesto que el límite máximo de capacidad de estas máquinas difícilmente cubre el tamaño y complejidad mínimos de interés en los problemas económicos y corporativos. La aparición de la computadora digital electrónica de alta velocidad removió la barrera computacional. El desempeño técnico de las computadoras electrónicas se elevó en un factor de diez veces por año, en velocidad, capacidad de memoria o confiabilidad, desde la década de los cincuenta.

# Capítulo 3. Productividad

## 3.1 Productividad

El significado de productividad en un proceso es, en su sentido más general, la relación entre las salidas (productos) que se obtienen del mismo (ocupándose el estudio de la productividad de las salidas deseables o buscadas en la realización del proceso) y las entradas que se aplican a éste. Es decir, los recursos que entran al proceso.

Evidentemente, en un proceso productivo, lo que se busca es incrementar esta relación, puesto que se trata del grado de aprovechamiento de los recursos empleados.

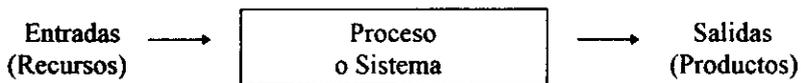


Figura 3.1

Existen dos términos que se encuentran fuertemente ligados a la determinación de la productividad, ellos son eficiencia y eficacia.

La eficacia es la cualidad de producir el efecto o lograr el objetivo deseado. No se encuentra necesariamente relacionada con la cantidad de recursos que se usa al perseguir la meta.

El término eficacia es adecuado para expresar una cantidad usando un valor absoluto que posee un determinado nivel de calidad como objetivo, como por ejemplo un valor de producción neta, cantidad de utilidad conseguida, cero defectos en un lote de producción, etc.

Para expresar la eficiencia en cambio, se usa un valor relativo o una razón con un significado técnico, tal como la relación de salidas a entradas (de hecho, la relación de productividad total es una forma de medida de eficiencia), la relación de valor realizado a valor estándar del proceso (llamada desempeño), número de productos realizados por operario en cierto tiempo, número de productos realizados por máquina en cierto tiempo, etc.

La medición de eficacia se usa básicamente en actividades innovativas y especulativas, llevadas a cabo por alguien que toma riesgos o decisiones en la empresa y se evalúa generalmente de forma retrospectiva. La eficiencia en cambio se usa para actividades operacionales y en muchos casos rutinarias, que generalmente están definidas técnicamente, de tal manera que el comportamiento del sistema puede ser predicho.

Considerando todo lo anterior, es evidente que es deseable integrar la eficiencia con la eficacia. Por ejemplo, si no se puede lograr la meta de tener un cierto nivel de ventas, aún cuando la razón de eficiencia sea suficientemente alta (debido tal vez al bajo nivel del estándar que se haya establecido), no se puede decir que la actividad productiva sea eficaz o que se tenga alta productividad.

## 3.2 Importancia del aumento de la productividad

Es un hecho que un bajo nivel de productividad, es decir, un mal o insuficiente aprovechamiento de los recursos, es generalmente uno de los mayores obstáculos para el desarrollo de una empresa, una industria o un país.

En varios países como México, la falta de ideas o de acciones para mejorar la productividad ha sido, más que la escasez de recursos, un gran impedimento para el mejoramiento de las condiciones generales de vida. Para salvar la economía y tener mejores rendimientos sobre el capital y el trabajo, es indispensable aumentar la eficiencia y la eficacia en todos los ámbitos de la actividad económica.

En este contexto, el gobierno, las asociaciones de empresarios, los sindicatos, y aún a veces los consumidores son responsables de la preparación de un marco que conduzca al mejoramiento de la productividad industrial, nacional y mundial, y los ejecutivos así como las organizaciones o sindicatos de trabajadores deben ser responsables del incremento en la productividad de la empresa. Sin embargo, en muchas empresas al concepto de productividad no se le ha dado la importancia que posee, principalmente no sólo debido a la falta de conciencia acerca de su significado, sino también a causas financieras tales como fuerte inflación y exceso de dinero circulante, lo cual parece ensombrear las ganancias por productividad. Pero la inflación y el exceso de dinero circulante no necesariamente mueven el dinero hacia actividades tales como la manufactura, el sector de infraestructura y la agricultura, en los que se necesitan periodos de gestación relativamente largos, y en los que la tasa de retorno sobre la inversión o sobre la mercancía suele ser relativamente baja, sino que la inflación y el exceso de dinero circulante movilizan el dinero fácilmente hacia actividades como ventas al mayoreo, importaciones o

administración del dinero debido a la alta tasa de retorno sobre el capital y los bienes.

La productividad es el principio que guía la actividad industrial para que ésta sea sensata al usar la naturaleza para producir bienes útiles para los seres humanos. La productividad no debe ser entendida como solamente la razón de salidas a entradas, porque así no se podría entender el significado de un sistema productivo desde un punto de vista humano. El concepto de productividad tiene esencialmente una perspectiva social en su centro. El concepto de humanidad se encuentra estrechamente relacionado con el de productividad porque el nivel de vida humano no puede ser mejorado bajo la operación de un bajo nivel de productividad aunque todos los demás aspectos sociales estuviesen sólidamente estructurados sobre la base de principios democráticos.

La productividad a nivel de empresa es entonces un concepto dual, por un lado es el concepto agregado de la eficiencia y eficacia en toda la organización (productividad como relación o razón), y por otro lado es el concepto con el cual evaluar las actividades de producción y actividades del negocio desde un punto de vista humano (productividad como principio).

Los socios de una empresa, vistos desde el punto de vista de una organización de negocios moderna son de manera general, los proveedores de capital y los empleados. Los empleados desde el punto de vista de sus funciones se dividen en trabajadores y directores o administradores. Debido a que la naturaleza de las empresas o de las actividades de negocios se ha vuelto una entidad social, las empresas no deben ser consideradas sólo como negocios sino además como entidades que poseen una fuerte responsabilidad social en crear bienestar para la gente a través de sus actividades de negocios. De tal forma se va dejando de perseguir en varios países del mundo la utilidad sobre el capital a corto plazo. Como

ayuda en este tipo de administración es que se usa la productividad de valor agregado, puesto que el valor agregado indica la suma de los ingresos de los empleados y de los ingresos de los dueños del capital.

El valor agregado es el valor de las ventas de una empresa menos el valor de las materias primas que compra para hacer sus productos. De tal manera que el valor agregado es la suma del costo del factor humano y la utilidad bruta. El valor agregado es el valor del trabajo realizado con las materias primas por la mano de obra y la maquinaria de la empresa, es decir, es la contribución al valor de la producción que realizan el trabajo y el capital utilizados o poseídos por la empresa. El valor agregado muestra así, la capacidad de una organización para generar entradas de dinero.

La productividad de valor agregado se define como la relación del valor agregado a la cantidad de labor consumida, o como la relación del valor agregado a las entradas totales.

En resumen, el valor agregado es el precio de venta de los productos menos el costo de los bienes intermedios que se usaron para producirlos. La utilidad es el valor residual del valor agregado menos el costo de la labor empleada. Las actividades administrativas deben coordinar y corregir la relación entre entradas y salidas de los procesos productivos cuando los niveles de utilidad y de valor agregado no se consideran adecuados.

### 3.3 Productividad total

La productividad total de un proceso es la relación entre la salida y la suma de todos los factores consumidos para producirla, es decir, se trata de un sistema para integrar la productividad de varios tipos de factores como la productividad del trabajo, la de

la energía, las materias primas, etc. y es la base de la utilidad, porque se trata de hecho de la relación entre las salidas totales y las entradas totales en términos de precios constantes (es decir, descontando los efectos de la inflación).

La productividad total al nivel de empresa es el valor resultante de las productividades de todos los procesos que en ella se llevan a cabo.

Cada mejora parcial en productividad debe contribuir al aumento total de la productividad, porque la productividad total es el inverso del costo unitario del producto en términos de precios constantes. El mejoramiento de la productividad total resulta en la reducción de los costos unitarios reales y por ello es que trae un aumento en la utilidad si todas las demás condiciones permanecen iguales.

En una economía de libre mercado, la productividad total es la base esencial del poder competitivo de una organización. La capacidad de mercadotecnia o la capacidad financiera de una empresa, no pueden funcionar efectivamente si el nivel de productividad total no es suficientemente alto para competir.

### 3.4 Productividad de los factores

La productividad de un factor productivo (recurso) se define como la relación entre la cantidad de producto que se obtiene del proceso y las unidades aportadas de dicho factor.

Los factores que de manera general se consideran son el trabajo y el capital.

La productividad del factor trabajo, de manera general se define como:

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Cantidad de trabajo empleado}$$
, medida esta última en unidades de tiempo generalmente.

La productividad del factor capital, se define de manera general como:

$\text{Producción} / \text{Capital empleado}$

Esta categoría se puede subdividir en productividad de las materias primas ( $\text{Producción} / \text{Cantidad o costo de las materias primas utilizadas}$ ), productividad de la energía usada ( $\text{Producción} / \text{Cantidad o costo de la energía empleada}$ ), productividad del equipo ( $\text{Producción} / \text{Costo o depreciación del equipo empleado}$ ), productividad de los salarios y sueldos pagados ( $\text{Producción} / \text{Monto de los salarios pagados}$ ), etc.

### 3.5 Medición de la productividad

La productividad es un principio en el que toda clase de actividad en una empresa debe basarse. Por ejemplo, la actividad de producción debe ser dirigida y llevada a cabo de manera productiva, esta es la responsabilidad de la dirección de producción, el control de calidad debe también ser llevado a cabo en concordancia con la idea de productividad para hacer productos de mejor calidad a menor costo, etc.

La medición y análisis de la productividad en la administración de una empresa es importante tanto para analizar las actividades administrativas y productivas de manera retrospectiva como para planearlas para los siguientes periodos. Debe ser además un auxiliar para establecer un sistema de información táctica y estratégica para el trabajo administrativo. En vista de esto, es esencial que un sistema para medir productividad sea diseñado para seguir un ciclo de administración compuesto de la siguiente manera:

Planeación (planeación estructural o estratégica, y planeación operacional o práctica), ejecución y control, y auditoría y retroalimentación a la tarea de planeación.

En las empresas es necesario medir la productividad de la manera más detallada que sea pertinente para identificar los elementos responsables de una menor productividad que la planeada y con ello poder hacer las correcciones necesarias. También es importante para saber si el plan de productividad que se ha trazado para la compañía, o para cualquier elemento de ésta, es poco o demasiado ambicioso y de tal manera llevar un control y mejora de los planes y proyectos para incrementar la productividad.

En la medición de la productividad generalmente se obtienen índices que sirven para la evaluación de las distintas actividades del negocio y de la dirección.

En el análisis y la planeación de la productividad, estos índices son muy útiles. Específicamente los problemas de agregar productos (análisis de la productividad para más de un producto) o entradas (productividad agregada de más de un factor productivo), o el análisis de productividad agregada de varias secciones de la empresa pueden ser resueltos usando varias formas de índices.

El uso de índices económicos representa uno de los sistemas para analizar el proceso y los efectos de los cambios ocurridos en fenómenos económicos complejos.

La medición de la productividad se espera que sirva para:

- ◆ la evaluación del desempeño agregado de la actividad productiva u otras actividades del negocio
- ◆ análisis de la estructura y causas del comportamiento agregado de varias actividades
- ◆ pronóstico y planeación de factores estratégicos del negocio, tales como la demanda de personal, progreso tecnológico, determinación de costos y precios unitarios, niveles de salarios, etc.

- ◆ descubrimiento de la responsabilidad social del negocio, que es una medida intermedia entre la productividad corporativa (desempeño) y la productividad social (bienestar).

### 3.6 Importancia de un modelo de simulación dinámica que explique la productividad de un trabajador

La calidad de los recursos humanos se ha vuelto uno de los factores decisivos en la determinación del potencial productivo de una compañía. Por ello es muy importante que se establezcan esquemas institucionales y políticas de administración de personal para conservar a los trabajadores de la compañía y educarlos constantemente.

La rotación de empleados tiene un efecto significativamente negativo para la formación de recursos humanos adecuados, además de efectos sobre los costos en la empresa y sobre el equipo de trabajo.

Para un mejoramiento sostenido de la productividad no es suficiente ocuparse sólo de los índices. La clave no es el número de empleados sino la calidad del trabajo de ellos.

Para incrementar la productividad se debe mejorar la organización y la calidad de la fuerza de trabajo.

La importancia de un modelo de simulación dinámica que explique el comportamiento de la productividad de un trabajador radica en que puede ser un auxiliar en la tarea de planeación para el desarrollo de los recursos humanos, es decir, el modelo puede servir para la planeación táctica y estratégica con la finalidad de incrementar la productividad.

Para lo anterior se espera obtener en este trabajo:

- ◆ Una recopilación de los factores que intervienen en el nivel de productividad de un trabajador.
- ◆ Un modelo causal claro que permita identificar de manera sencilla cómo se relacionan estos factores para llevar a cierto nivel de productividad.
- ◆ Mediante la simulación dinámica, realizar un análisis cualitativo del impacto que causan estos factores y sus relaciones sobre el nivel de productividad del trabajador.
- ◆ Con lo anterior, obtener un modelo que sirva en las empresas para diagnosticar qué tan eficaz es el tratamiento de los recursos humanos, así como para tomar decisiones que sirvan para corregirlo.
- ◆ Que el mismo modelo sirva para ayudar a los administradores o directores así como a los supervisores en el aprendizaje del impacto que sus decisiones pueden tener sobre el sistema del complejo fenómeno de la productividad de un trabajador.



## Capítulo 4. El modelo de la productividad de un trabajador hecho en 1978 por la Universidad Estatal de Arizona.

### 4.1 Historia

En 1978 James C. Hershauer y William A. Ruch desarrollaron en la Universidad Estatal de Arizona un modelo para ilustrar la manera en que ciertos factores interactúan para llevar a un nivel de productividad en el trabajador. Trece factores dependientes del individuo y catorce factores dependientes de la organización fueron combinados en un modelo de ciclos con retroalimentación usando procedimientos similares a los utilizados en dinámica industrial. Este modelo fue muy novedoso y comentado en su momento.

En la compañía Lincoln Electric fue usado como una herramienta de entrenamiento para los supervisores en las líneas de producción, puesto que dentro de la empresa se le consideró como una muy buena descripción de las políticas operantes en ella. Se realizó un experimento haciendo que tres supervisores estudiaran el modelo y los resultados observados fueron:

- 1) Los supervisores lograron un mejor entendimiento de la complejidad de sus trabajos y de las interrelaciones que llevan a una mayor productividad
- 2) Se mejoraron significativamente las interacciones de los supervisores con los trabajadores y con otros supervisores

Según el reporte, el modelo fue también presentado en seminarios de ejecutivos. Tanto en Lincoln Electric como en los seminarios el modelo probó ser valioso para explicar la complejidad de las relaciones que llevan al nivel de productividad de un trabajador.

Este modelo (figura 4.1) fue formulado con base en los principios de dinámica industrial, como un modelo con varios ciclos de información cerrados, pero no fue utilizado para llevar a cabo simulación dinámica puesto que sus creadores pensaron que no era posible medir los factores del comportamiento humano y de la administración de empresas de una manera cuantitativa para alimentar a un simulador, su conclusión fue que la posibilidad de predecir niveles absolutos del desempeño del trabajador se encontraba fuera de los alcances de un desarrollo teórico.

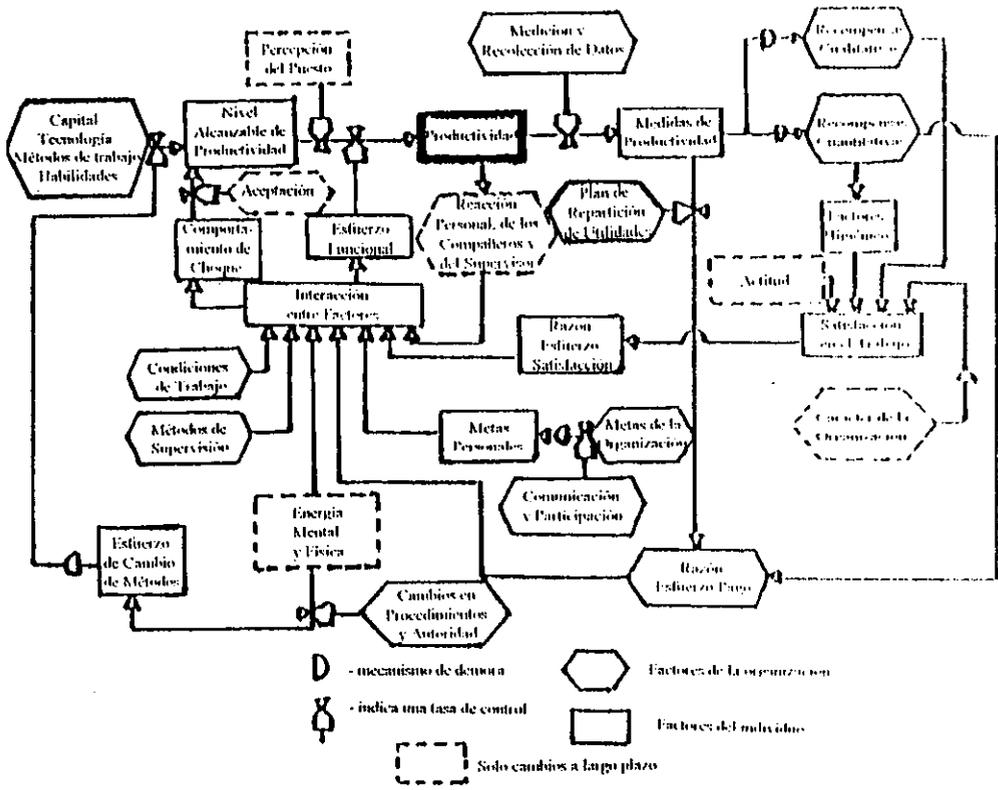


Figura 4.1  
Modelo completo

## 4.2 Estructura del modelo

- a) Los factores que están bajo el control del trabajador se encuentran en rectángulos.
- b) Los factores que controla la organización se encuentran dentro de hexágonos.
- c) Los factores que pueden ser cambiados significativamente sólo en el largo plazo se encuentran dentro de figuras con líneas discontinuas.
- d) Algunos factores sirven para controlar la tasa de transferencia de una o más de las otras variables.
- e) El modelo incluye al tiempo como un factor implícito, ya que la retroalimentación tendría lugar durante el transcurso de éste.
- f) El factor tiempo se encuentra además incluido explícitamente en los retrasos o demoras mostradas en varios lugares del modelo. Estas demoras indican que los cambios en los factores con los que se relacionan afectarían al desempeño gradualmente a través del tiempo.
- g) El bloque de “interacción entre factores” indica que el “esfuerzo funcional” de los individuos es un fenómeno complejo que es más que una simple suma de los niveles de los factores que entran en este bloque.

## 4.3 Descripción de las partes del modelo

La figura 4.2 indica que existen básicamente dos maneras de obtener cierto nivel de productividad. Primero, un potencial para cada trabajo existe como el “nivel alcanzable de productividad”. Segundo, el esfuerzo funcional realizado por un individuo determina qué porción del nivel alcanzable es realizado.

La figura 4.2 además se concentra en un factor que influye en el esfuerzo funcional: “reacción personal, de los compañeros y del supervisor”. El desempeño del



La figura 4.3 se centra en la “energía física y mental” del trabajador y cómo se usa esta energía en la organización. Típicamente la mayoría de la energía del trabajador fluye a través de la interacción entre factores para convertirse en esfuerzo funcional dirigido hacia el desempeño.

En algunas organizaciones, sin embargo, se pone énfasis en trabajar de una manera más inteligente en vez de trabajar más duro. Esto ocurre cuando hay un programa explícito que anime a realizar cambios en los métodos y procedimientos para realizar el trabajo. Un trabajador puede dedicar parte de su energía mental y física a un “esfuerzo de cambio de métodos” que debe ayudar a determinar una mejor manera de hacer el trabajo en vez de simplemente dedicar ese tiempo y energía a producir unas cuantas unidades más. Esto permite que los recursos de la organización sean empleados de una manera más eficiente y eficaz y ello incrementa el nivel alcanzable de productividad. Por ello, las organizaciones pueden controlar el nivel alcanzable de productividad a través de los “cambios en procedimientos y autoridad” y a través de las inversiones normales en “capital, tecnología, métodos de trabajo y habilidades”.

Una variable dependiente del individuo que influye entre el nivel alcanzable de productividad y el esfuerzo funcional se muestra también en la figura 4.3. Una inadecuada “percepción del puesto” por parte del individuo puede causar que su esfuerzo funcional sea orientado a un objetivo inadecuado y resultar en un desempeño pobre en cuanto a los objetivos deseados por la organización.

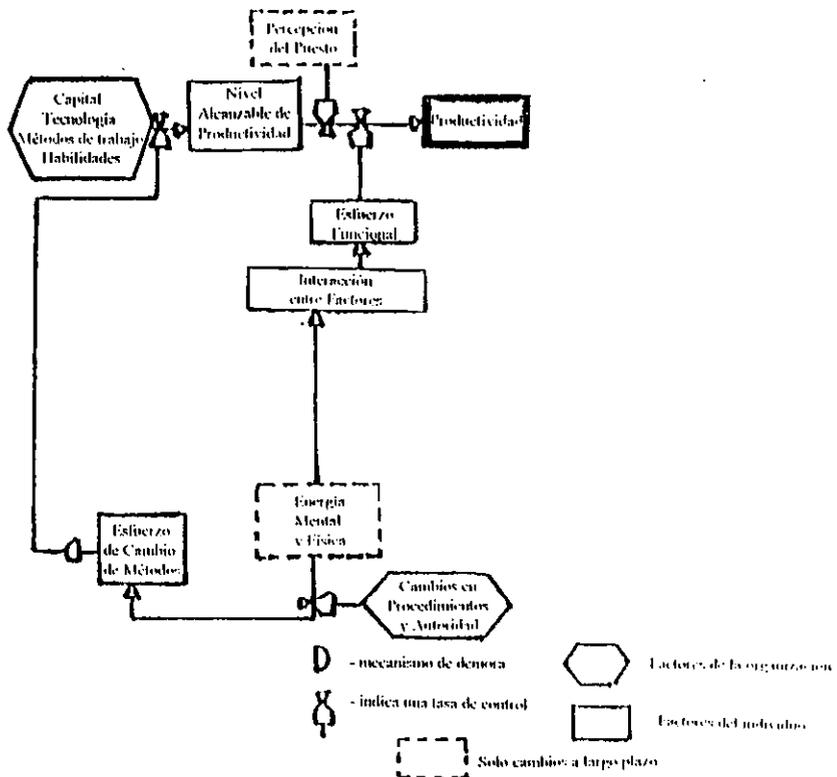
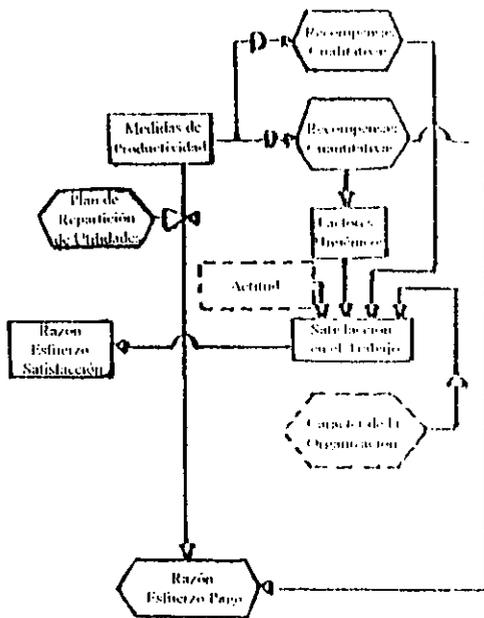


Figura 4.3  
Energía del trabajador y tecnología

Figura 4.4. La productividad lleva a “medidas de productividad”, medidas que son tan exactas o tan inexactas como el sistema de “medición y recolección de datos” usado. Las medidas de desempeño llevan a “recompensas cualitativas” (recompensas no monetarias) y a “recompensas cuantitativas” (recompensas monetarias). Ambos tipos de recompensas tienen influencias importantes en la “satisfacción en el trabajo” del individuo.

La satisfacción en el trabajo lleva a un factor dependiente del individuo, la razón “esfuerzo/satisfacción”. Este factor representa la cantidad de esfuerzo que un individuo está dispuesto a realizar para diferentes niveles de satisfacción. Por supuesto que individuos diferentes pueden tener razones de esfuerzo/satisfacción muy diferentes. Además de ser determinantes de la satisfacción en el trabajo, las recompensas cuantitativas llevan a la razón “esfuerzo/pago”. Este factor organizacional indica el pago que la organización considera adecuado para un nivel dado de esfuerzo.

Ambas razones de esfuerzo llevan al bloque de la interacción de factores. Aquí, las razones de esfuerzo interactúan con otros factores en alguna forma compleja para resultar en el esfuerzo funcional del individuo en su trabajo. Si ese esfuerzo funcional es normal, entonces el nivel alcanzable de productividad será traducido en productividad real. Si el esfuerzo es menor que el normal, la productividad real será menor de lo posible. En este punto se ha cerrado este ciclo.



- D** - mecanismo de demora
- ⌘** - indica una tasa de control
- ⋈** - Solo cambios a largo plazo
- ⬡** Factores de la organización
- ⬢** Factores del individuo

**Figura 4.4**  
Factores que retroalimentan el valor de la productividad

La figura 4.5 se usa para resaltar aquellas variables cuyo impacto en el esfuerzo funcional lleva a la retroalimentación a través de las razones de esfuerzo/satisfacción y esfuerzo/pago.

Las medidas de productividad llevan a la razón de esfuerzo/pago en dos maneras. Primero, el pago monetario es reflejado en recompensas cuantitativas a través de programas referentes a salarios, tasa por hora, bono directo por desempeño mayor al estándar, incremento de pago por desempeño mayor con respecto a otros trabajadores, e incentivos. Segundo, existe una relación directa cuya tasa de transferencia es controlada por el “plan de repartición de utilidades” usado por la organización. El concepto de repartición de utilidades se refiere a que todos los empleados obtengan una parte de los incrementos en ahorros o ganancias dentro de la compañía inmediata y directamente de una manera conocida. La razón de esfuerzo/pago es controlada por la organización. Sin embargo los empleados suelen descubrir rápidamente discrepancias, desigualdades o inadecuaciones existentes en la estructura de esta razón.

Esfuerzo/satisfacción es una razón más nebulosa y compleja controlada por el trabajador con base en su satisfacción en el trabajo. El nivel de satisfacción en el trabajo es influido de manera importante en el largo plazo por la “actitud” del individuo y por el “carácter de la organización”. En el corto plazo, los “factores higiénicos” que el individuo puede comprar con las recompensas cuantitativas que se le han dado y la motivación creada por las recompensas cualitativas recibidas pueden causar fluctuaciones en la satisfacción en el trabajo del individuo.

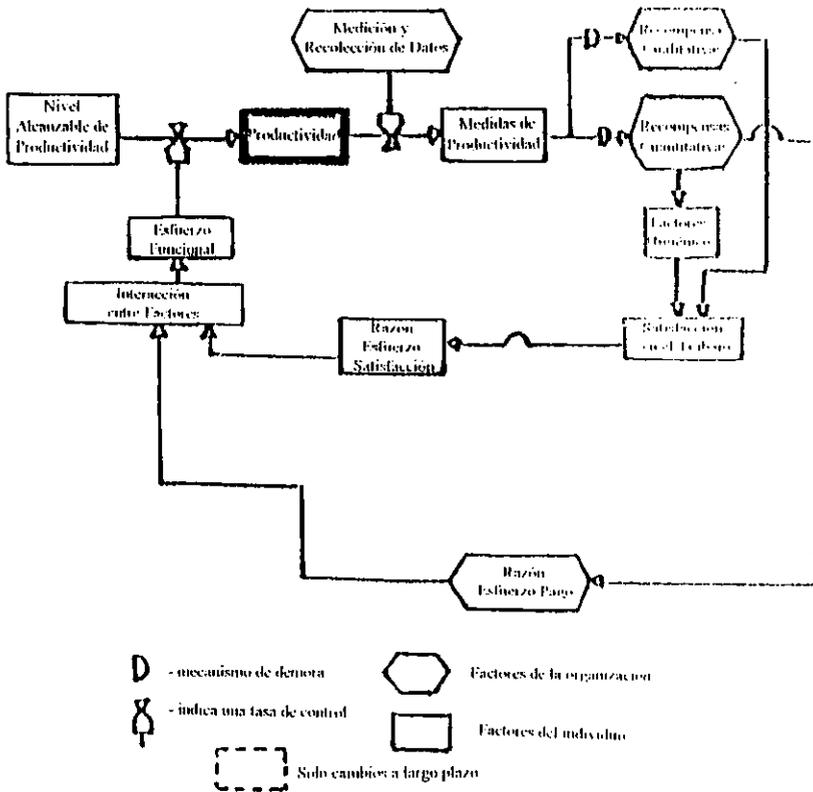


Figura 4.5  
Razones de esfuerzo

En la figura 4.6 se muestran todos los factores que entran al bloque de interacción de factores y sus resultados inmediatos.

Además de las variables discutidas anteriormente, dos variables más, “condiciones de trabajo” y “metas personales” tienen un efecto directo en el esfuerzo funcional del individuo.

Las metas personales se relacionan con las “metas de la organización” hasta el punto en que la “comunicación y participación” sean características de la filosofía administrativa. La congruencia entre las metas personales y las de la compañía determina de manera decisiva la naturaleza funcional del esfuerzo personal, mientras que las otras seis variables que entran al bloque de interacción entre factores determinan básicamente el nivel de esfuerzo.

El resultado de la interacción de factores puede ser esfuerzo funcional, esfuerzo consumido en las tareas de maneras aceptadas por la organización. Sin embargo existe una alternativa, que el trabajador tome un “comportamiento de choque” (frecuentemente para aliviar el aburrimiento de un trabajo rutinario o desagradable) y lleve a cabo actos no productivos o destructivos. Este comportamiento de choque controlado en parte por el grado de “aceptación” entre los trabajadores y la administración puede reducir el nivel alcanzable de productividad interrumpiendo el flujo de trabajo, destruyendo recursos de la compañía, perdiendo tiempo, etc.

Cuando los cinco diagramas parciales se combinan, el resultado es el modelo presentado en la figura 4.1. Se consideró que la complejidad de este modelo era necesaria y que cualquier omisión de las variables presentadas o de sus relaciones ensombrecería el entendimiento de la productividad del trabajador.

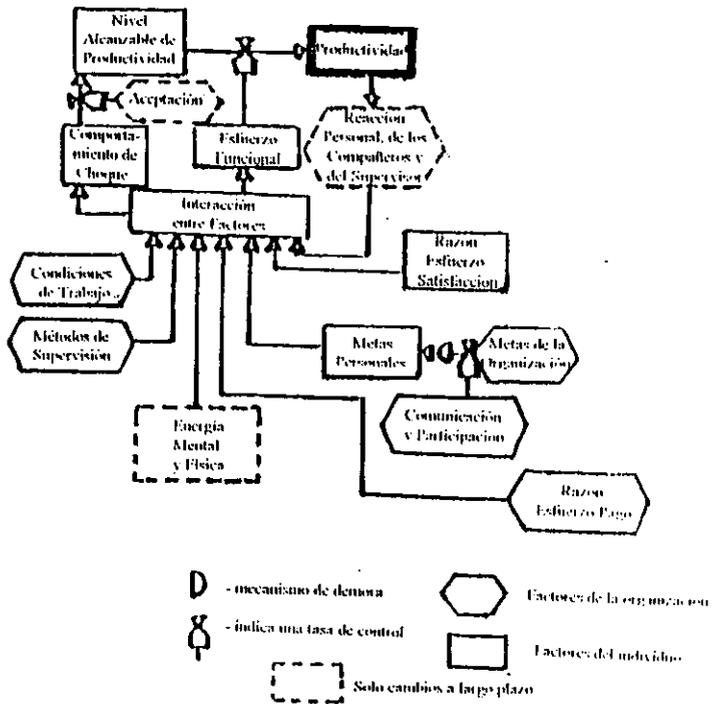


Figura 4.6  
Variables que toman parte en la interacción de factores



## Capítulo 5. Modelo propuesto

En este capítulo se presenta la propuesta y explicación de un nuevo modelo que fue hecho con la finalidad de actualizar el modelo para la representación de la productividad de un trabajador hecho por Hershauer y Ruch. Además se pretende hacer que dicho modelo nuevo sea operable, es decir, que pueda ser usado para llevar a cabo simulación dinámica.

### 5.1 Factores que influyen en la productividad del trabajador

Para la realización del modelo se decidió tomar en cuenta cuatro niveles en los que se ubican los factores que intervienen en la productividad del trabajador. El primer nivel o el más interno es aquél que contiene los factores referentes a la situación personal del trabajador. El segundo es el nivel del equipo inmediato de trabajo, el tercero es aquél que se refiere a las condiciones tecnológicas existentes en el lugar de trabajo y finalmente se encuentra el nivel que contiene los factores dependientes de la administración y de la cultura de la organización. Los niveles se engloban unos a otros de la siguiente manera:

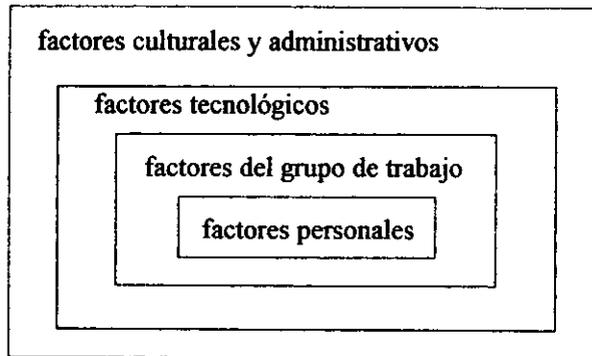


Figura 5.1  
Niveles de los factores que influyen en la productividad de un trabajador

### 5.1.1 Factores personales.

#### **Responsabilidad**

Se trata del esfuerzo y la constancia que el trabajador demuestra en la realización de su trabajo. La responsabilidad y el compromiso que un individuo siente hacia sus actividades generalmente darán como resultado un cierto grado de disposición y de intensidad al realizar el trabajo. Siendo este grado de intensidad el adecuado el resultado será una alta productividad.

Se trata de procesos psicológicos complejos aquéllos que son responsables de que el comportamiento de los trabajadores sea el adecuado para que el trabajo llevado a cabo se traduzca en una alta productividad. Existe la posibilidad de que se logre una mayor producción a través de un mayor esfuerzo voluntario de parte del trabajador, lo cual llevaría a una auténtica mejora de su productividad. La segunda posibilidad de aumento en la producción, desde el punto de vista de los recursos humanos, es aquélla que se llevaría a cabo al ser el jefe, el supervisor, la administración, etc.

quien obligara a tener una mayor entrada de trabajo (aumentando la jornada de trabajo, estableciendo metas más altas, etc.) para obtener así mayores salidas del proceso, lo cual podría o no llevar a una verdadera mejora en productividad <sup>1</sup>. De hecho, los efectos psicológicos sobre el trabajador en cada uno de ambos casos son extremadamente diferentes. En el primer caso, la sensación de fatiga en el trabajador tiende a ser menor que en el segundo y el tiempo de recuperación de la fatiga tiende a ser también menor en el primer caso.

Para lograr el nivel adecuado de responsabilidad en el trabajador, se necesita lograr que éste entienda cuál es la importancia del trabajo que realiza, esto se logra mediante una buena comunicación dentro de la empresa.

### **Habilidades y conocimientos**

Se refiere a la experiencia, aptitudes, habilidades y conocimientos que posea el trabajador y que sean útiles para realizar su trabajo. Obviamente se debe conseguir a los recursos humanos con el mayor nivel posible de habilidades y conocimientos y con facilidad y disposición para aprender.

### **Satisfacción y motivación**

Uno de los aspectos centrales, para la consecución de una alta productividad es el hecho de que el trabajador se encuentre motivado y que encuentre satisfacción en sus tareas ya que son estos dos elementos los que provocarán que el individuo esté dispuesto a ser responsable y que además tenga la disposición de sugerir mejoras para el trabajo. En muchos casos estas mejoras son muy importantes puesto que son los empleados quienes conocen el trabajo ya que lo llevan a cabo diariamente.

1. Si por ejemplo al aumentar la jornada de trabajo aumentan las salidas, dependiendo de la proporción entre ambos aumentos se tendrá o no un verdadero aumento en la productividad.

La motivación es la fuerza que lleva al individuo a realizar el trabajo y ésta se compone a la vez de otros elementos. Uno de ellos es la disposición con la que el trabajador llega a la empresa, que se deriva de su experiencia y la reflexión que de ella haya hecho, su sistema de valores, sus actitudes, la aceptación del esquema de recompensas existente, sus perspectivas de beneficios para el futuro, el respeto que tenga hacia su propio desempeño desde un punto de vista social, las posibilidades de realizar sus objetivos (qué tan útiles son las condiciones existentes para el individuo) son algunos de los aspectos que conforman a la motivación.

El estrés, uno de los aspectos psicológicos fisiológicos inherentes a la vida humana, emerge ya sea como ansiedad y aflicción o como motivación ante un reto dependiendo del contexto de trabajo. Se debe manejar la situación de estrés del trabajador desde el punto de vista de la productividad, es decir, la motivación ante un reto debe ser estimulada y la ansiedad eliminada.

### **Nivel de vida**

Se refiere al nivel económico y social del trabajador. El nivel económico dependerá de los ingresos. El nivel social depende a largo plazo de los ingresos y de la educación que posea. El nivel de vida influye en el grado de concentración en el trabajo, problemas en las relaciones personales o problemas económicos pueden crear distracción o fatiga y con ello llevar a un mal rendimiento e incluso a situaciones propicias para accidentes, o pueden provocar actitudes negativas y destructivas en el trabajo, hacia los compañeros, el supervisor o la organización.

## 5.1.2 Factores del grupo de trabajo

### **Liderazgo**

En este caso se trata principalmente del jefe inmediato quien por la cercanía con los trabajadores y el trabajo en común, es la persona cuyo liderazgo es fácil de percibir y a través de quien el liderazgo en los demás niveles de la empresa se transmite.

Para este trabajo un liderazgo verdadero se compone de:

Una guía para los trabajadores en sus tareas mediante asesoría técnica y creación de hábitos como por ejemplo, limpieza, puntualidad, orden, organización, etc. Esta guía suele ser efectiva si el líder siempre pone el ejemplo de hábitos adecuados y responsabilidad siendo flexible y sensible, sin perder de vista los objetivos.

Un buen líder es además quien ayuda a las personas a tener una correcta percepción de su puesto y las motiva a realizar su trabajo lo mejor que les sea posible al reconocer los aciertos de sus subordinados y recompensarlos, reconocer las fallas y dar ayuda para solucionarlas, así como creando oportunidades para el desarrollo de las capacidades y del cumplimiento de los objetivos de cada individuo a su cargo.

Para lograr lo anterior, el líder debe fomentar que sus subordinados le tengan confianza, tener una buena comunicación con ellos dándoles la información que requieran para el trabajo y tomando en cuenta sus sugerencias, e inspirarles respeto mediante sus conocimientos, habilidades y actitudes, para que su creatividad y la de los trabajadores sea aprovechada en mantener el nivel deseado de desempeño, estudiar métodos más avanzados de trabajo, mejorar habilidades, establecer las metas de trabajo más altas posibles, etc.

Por otro lado, el supervisor debe tener el poder para dirigir a sus subordinados eficazmente. Sin este poder, dado al supervisor por los ejecutivos de la compañía, el supervisor no puede ejercer su capacidad para movilizar los recursos humanos con el

propósito de hacerlos productivos. En este punto, es evidente que la productividad del supervisor se encuentra condicionada e incluso limitada por la autoridad que le transfieran los ejecutivos.

### **Organización del equipo de trabajo**

Se refiere a la coordinación que los integrantes del equipo de trabajo incluyendo a su jefe inmediato logren en el trabajo. Esta organización es muy importante para el logro del aprovechamiento del esfuerzo de cada integrante del equipo, así como para conseguir la sinergia que lleve a una mayor productividad. Si esta cooperación no existe, aunque el trabajo de uno, algunos o de todos los integrantes del equipo se realice con gran responsabilidad, los resultados no se verán reflejados en un aumento de productividad real de cada trabajador.

Por otro lado, el trabajo es una actividad social y las compañías deben reforzar esta característica.

Las relaciones favorables dentro del grupo de trabajo para fomentar una buena organización con el fin de llegar a una alta productividad son la cordialidad, compañerismo, amistad de ser posible, disposición para ayudar y comunicación.

Entre las relaciones desfavorables en un grupo de trabajo se encuentran la rivalidad, envidia, egoísmo, indiferencia, conformismo, etc.

Para desarrollar un buen trabajo en equipo se necesita además:

- Que los miembros puedan depender unos de otros por sus conocimientos y por la confianza
- Tener objetivos comunes
- Conocer las habilidades de cada integrante para poder complementarse eficazmente
- Aprender a comunicarse eficazmente
- Que cada miembro tienda a mejorar sus habilidades y conocimientos

- Hacer las cosas de un modo consistente y persistente
- Que existan sistemas de medición y de recompensa establecidos y poseídos por el equipo

### 5.1.3 Factores tecnológicos

#### **Capacitación**

Se refiere por un lado a la impartición de instrucción de tipo técnico para que los trabajadores tengan los conocimientos, habilidades y experiencia necesarios para llevar a cabo un buen trabajo, así como para tener nuevas ideas sobre cómo mejorar los métodos existentes para la realización de sus tareas.

Una buena definición de los puestos también entra dentro de la información que se debe dar a los empleados para ayudarlos a desempeñarse de la mejor manera posible.

Anteriormente la tierra, trabajo y el dinero eran considerados los recursos clave de una compañía. En la actualidad el conocimiento de sus integrantes es el recurso clave.

Por mucho tiempo se ha considerado que el conocimiento debe ser acumulado por los jefes y después filtrado a través de la organización. De esta manera, la compañía se encuentra dividida en pensadores (administradores) y hacedores (empleados). Actualmente el conocimiento se debe distribuir, encontrarse en todos lados, incluyendo las mentes de los empleados en todos los niveles de la compañía. Además, debe venir de una variedad de otras fuentes, incluyendo los sistemas de la empresa, su historia y sus relaciones con otras compañías o clientes. La clave es saber cómo distribuir esta información para poder transformarla en una ventaja

competitiva. Para distribuir eficazmente el conocimiento, éste debe viajar a través de la organización para llegar a la gente que lo necesita.

La capacitación por otro lado también consta de educación y creación de hábitos adecuados para el trabajo e incluso para la vida fuera de éste.

### **Métodos de trabajo**

Esta categoría se compone de las condiciones de trabajo, mismas que influyen en el correcto aprovechamiento del tiempo, la energía y las capacidades del trabajador.

Estas condiciones se deben controlar para evitar que el trabajador experimente una fatiga que se convierta en un obstáculo para su buen desempeño.

Interrupciones en el trabajo causadas por un nivel inadecuado en uno o más de este tipo de factores suelen además causar distracción o falta de concentración según su frecuencia y la personalidad del trabajador, lo cual disminuye su rendimiento.

Algunos de los elementos dentro de esta categoría son:

- ⇒ Contar con una correcta distribución de planta que elimine procesos innecesarios de transporte de materiales o productos, etc.
- ⇒ Tener un diseño del proceso que elimine pasos innecesarios en la producción y que cuide lo más posible el valor agregado, es decir, que mantenga y mejore la eficiencia del proceso de transformación en donde los materiales se convierten en cosas de más valor, y eliminar las actividades que no creen valor agregado.
- ⇒ Tener el mejor diseño posible del producto. Si por ejemplo las especificaciones para la fabricación del producto no son las adecuadas o son susceptibles de mejoras, entonces se tiene un desperdicio de tiempo de trabajo que podría ser empleado de manera más eficaz.
- ⇒ Contar con los materiales adecuados y oportunamente. Influye en el aprovechamiento del tiempo del trabajador y por lo consiguiente en su

productividad, ya que se pueden evitar tiempos de retrabajo o ajustes del equipo, etc.

- ⇒ Mantener un esfuerzo de productividad balanceado entre procesos. Por ejemplo, un aumento en el inventario en ciertas etapas del proceso productivo causado por un aumento de productividad del proceso anterior, necesariamente aumenta el tiempo requerido para cargar y descargar el inventario. Un esfuerzo desbalanceado de productividad entre procesos puede traer una pérdida de tiempo y reduce la productividad del trabajador. (Para evitarlo se debe llevar a cabo una buena planeación y control de la producción).
- ⇒ Contar con el equipo y herramental adecuado para realizar el trabajo, procurando que se trate de la tecnología más avanzada posible y pertinente y de que el equipo sea adecuado ergonómicamente para los trabajadores.
- ⇒ Mejorar tiempos y oportunidad de reparación del equipo y herramientas, por ejemplo llevando un control sobre descomposiciones que sirva como base para llevar a cabo mantenimiento preventivo.
- ⇒ Contar con sistemas de información que la almacenen y distribuyan a los empleados que la necesitan.
- ⇒ Hacer que la carga física y mental del trabajo (riesgo, dificultad, alta responsabilidad, etc.) no pongan en riesgo la salud física y mental del trabajador.
- ⇒ Contar con los mejores métodos de trabajo (trabajo estándar), es decir, encontrar en cada estación de trabajo la manera más sencilla posible de que los trabajadores realicen sus tareas para disminuir la fatiga y aprovechar mejor el tiempo.
- ⇒ Tener un tamaño adecuado de la jornada de trabajo, una jornada demasiado larga tiende a afectar negativamente el desempeño del trabajador.
- ⇒ Realizar cambios de tareas en lo posible, para que los trabajadores conozcan el proceso y que no se aburran o se vean frustrados o limitados por tareas repetitivas.

### **Indicadores de productividad**

Esta categoría se refiere a los índices que se desarrollan para medir de manera comparativa la productividad del trabajador. Estos índices sirven para evaluar el desempeño en relación a un estándar, un valor planeado, o en relación al desempeño de otros trabajadores realizando actividades similares o respecto al desempeño del mismo trabajador durante periodos anteriores.

Los indicadores son la base para determinar las metas de trabajo para el siguiente periodo y éstas a su vez se comparan con los indicadores del mismo periodo para revisar su cumplimiento. Las metas de trabajo deben ser claras, alcanzables y establecer un reto que motive al trabajador a alcanzarlas.

#### **5.1.4 Factores culturales y administrativos.**

##### **Incentivos cualitativos**

Se refiere a los incentivos no monetarios para motivar al trabajador a realizar mejor su trabajo. Existen incentivos dados por el jefe inmediato, como por ejemplo festejar los logros o dar ánimo para alcanzarlos, corregir y orientar en caso de fallas de una manera que motive al trabajador a superarlas e incluso establecer un reto para el individuo. Otros incentivos pueden ser dados por otros niveles de la administración, como por ejemplo un reconocimiento al mejor empleado del mes, convivencias, etc.

Es equivocado pensar que la productividad del trabajador es sólo efecto de los factores subjetivos relacionados con él, la productividad es un resultado obtenido por la cooperación entre sus actividades y las de la administración en el trabajo. La existencia de esta cooperación, el crear un clima agradable en la organización, mantener una buena comunicación dentro de ella, dar a los empleados oportunidades

de desarrollo y hacer que sepan qué pasa en la empresa para que entiendan la importancia de su participación son incentivos muy importantes.

### **Incentivos cuantitativos**

Se refiere a los incentivos de tipo monetario que se dan para provocar un mejor desempeño del trabajador. Algunos de estos incentivos son las recompensas a través de programas de salarios, bonos por productividad, etc. Otros incentivos son los repartos de utilidades que pueden animar a los empleados a buscar una mayor productividad para la organización.

Cuando los trabajadores tienen un interés en el éxito de la compañía como por ejemplo a través de posesión de acciones se desempeñan muy bien durante periodos largos.

## **5.2 Ciclos retroalimentados del nuevo modelo**

A continuación se explican las relaciones entre factores que se encuentran en varios de los ciclos para posteriormente pasar a las descripciones de los ciclos sin mencionar de manera repetitiva la explicación de estas relaciones.

1)

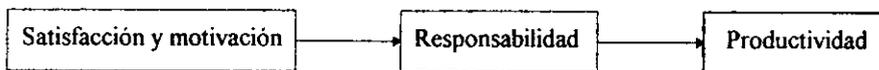


Figura 5.2

Si se logra que el trabajador se encuentre satisfecho por sentir que su trabajo es importante, interesante, por haber aprendido nuevas cosas, etc. entonces se encontrará motivado para trabajar lo cual repercutirá positivamente en el esfuerzo y

responsabilidad con que realice su trabajo. Al ocurrir esto el trabajador será más productivo.

2)

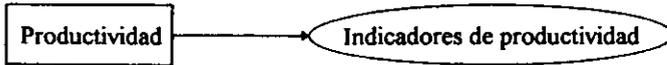


Figura 5.3

El nivel de productividad alcanzado es traducido después de su medición en indicadores de productividad. Se debe tener cuidado de que los métodos de medición y los indicadores sean adecuados y racionales, que sean determinados por las capacidades físicas y mentales de los trabajadores y por las condiciones culturales y organizacionales de la empresa, y tenerlos bajo revisión constantemente para asegurar que sean realistas en todo momento.

3)



Figura 5.4

Los métodos de trabajo influyen en el nivel de productividad. Si se encuentra una manera mejor de hacer las cosas, que simplifique o elimine algunos pasos en las tareas a realizarse, se tendrá más tiempo disponible para producir más o se logrará un aumento de la calidad de los productos lo cual hace al proceso más productivo.

## 5.2.1 Ciclos de capacitación

1. El nivel de productividad alcanzado es traducido después de su medición en indicadores de productividad.
2. Mediante los indicadores se obtiene información acerca del desempeño del trabajador. Sabiendo qué tan destacado es su rendimiento, se puede determinar si el trabajador es apto o no para recibir una mayor capacitación que le permita desempeñar tareas que necesiten de mayores conocimientos o si el rendimiento del individuo es demasiado bajo y se requiere de capacitación para mejorarlo.
3. Al recibir capacitación, el nivel de habilidades y conocimientos del trabajador aumenta.

- a) En el largo plazo, un incremento en el nivel de habilidades y conocimientos repercutirá de manera positiva en su nivel de vida por haberse mejorado su nivel de cultura y educación.

Este incremento de habilidades y conocimientos y en el nivel de vida traerá al individuo satisfacción y lo motivará a seguir adelante con el proceso de aprendizaje. Además, la delegación de autoridad en los empleados como consecuencia de la distribución de conocimientos tendrá también un efecto positivo.

Esta motivación repercutirá en el esfuerzo y la responsabilidad con el que el trabajador realice sus tareas.

El efecto final será un incremento en la productividad del trabajador.

- b) Las mayores habilidades y conocimientos del trabajador lo llevan a poder contribuir en la búsqueda y consecución de mejores métodos de trabajo. Además, el efecto de compartir información y conocimientos es una ayuda a los empleados para resolver problemas y crear oportunidades.

Los resultados son: los mejores métodos de trabajo llevan a una mayor

productividad, entre estos mejores métodos se encuentra la distribución de la autoridad. Los líderes cambian de ser jefes autoritarios a ser instructores o facilitadores, los trabajadores en la línea son tomadores de decisiones. Darles la libertad de tomar decisiones aumenta la productividad, mientras más pasos haya en los procesos de toma de decisiones, menos productivos serán éstos.

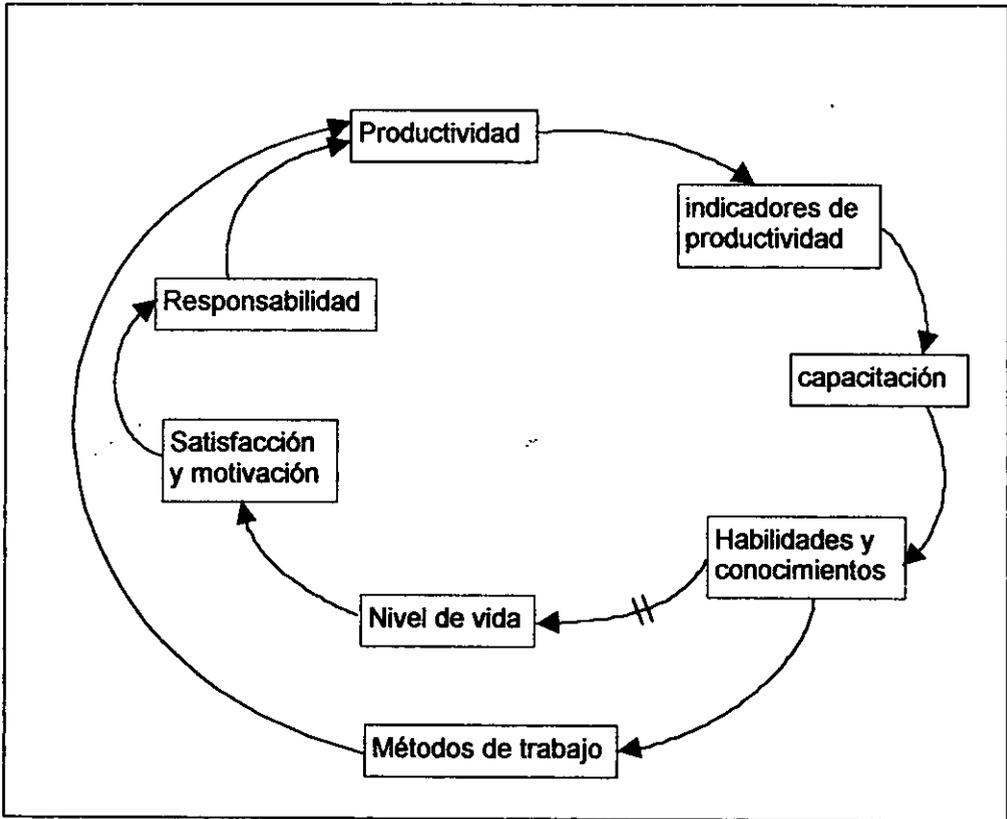


Figura 5.5  
Ciclos de capacitación

### 5.2.2 Ciclo de nivel de vida

1. El nivel de productividad alcanzado es traducido después de su medición en indicadores de productividad.
2. Los indicadores de productividad proporcionan una base para la retribución por su desempeño al trabajador mediante incentivos cuantitativos.
3. En el largo plazo, los incentivos como la obtención de mejores sueldos repercuten en el nivel de vida del trabajador.
4. Al obtener incentivos cuantitativos y posteriormente un mejor nivel de vida, el trabajador es motivado y puede sentirse satisfecho de sus logros materiales.
5. Esta motivación repercute en el esfuerzo y la responsabilidad con los que el individuo realiza sus tareas.
6. El efecto final es un incremento en la productividad del trabajador.

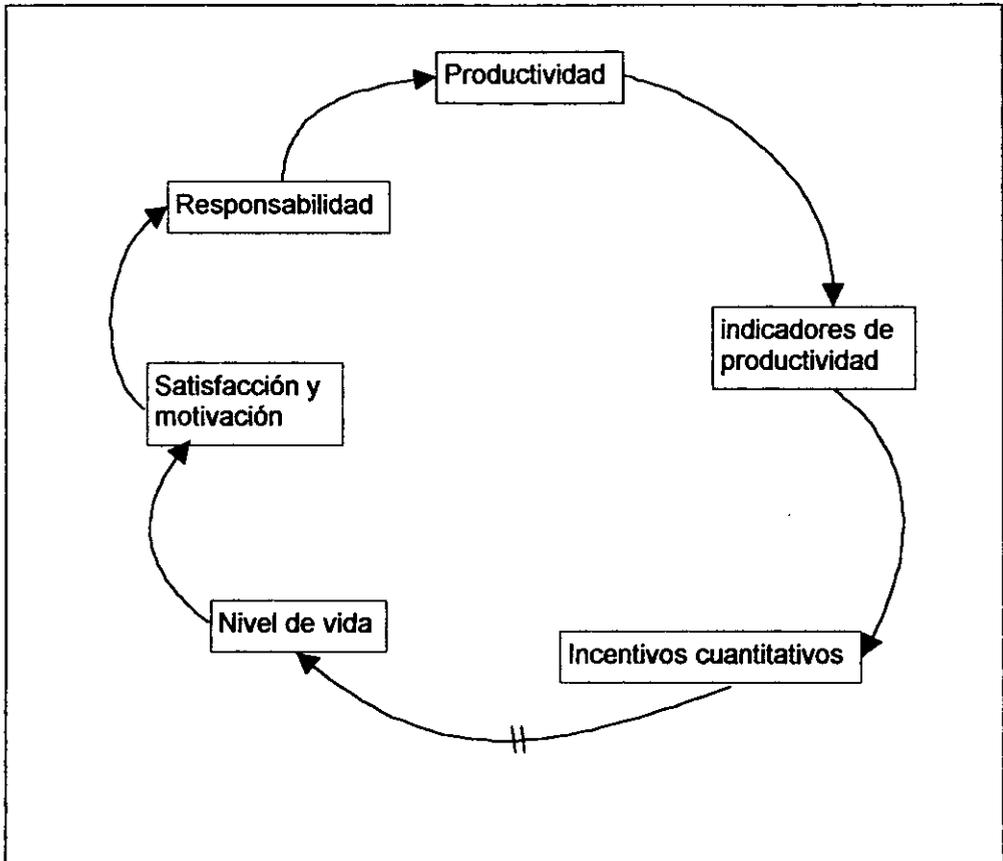


Figura 5.6  
Ciclo del nivel de vida

### 5.2.3 Ciclos de incentivos

1. El nivel de productividad alcanzado es traducido después de su medición en indicadores de productividad.
2. a) Al tener parámetros del desempeño del trabajador, se pueden otorgar incentivos cualitativos para lograr mantener o incrementar su rendimiento. Los incentivos propios también son importantes, es decir, cuando un empleado tiene acceso a la información acerca de su desempeño y el de sus compañeros puede establecer él mismo el reto o la recompensa a su esfuerzo.  
b) Los indicadores de productividad proporcionan una base para la retribución por su desempeño al trabajador mediante incentivos cuantitativos.
3. La obtención por parte del trabajador de incentivos cuantitativos y cualitativos sirve a su jefe para reafirmar su liderazgo ya que el trabajador puede constatar que sus logros son premiados de una manera tangible y ello lo hará tener confianza en el líder.
4. a) El jefe inmediato es el mayor responsable de motivar al trabajador mediante el festejo de los logros, la creación del reto que lleve a intentar la consecución de nuevos éxitos, la asesoría necesaria para ello y la corrección de los errores. Su figura es central para lograr que sus subordinados tengan una actitud positiva hacia el trabajo y entiendan la importancia de las tareas que realizan puesto que es él de quien se percibe inmediatamente una recompensa o aliciente.  
La orientación de las aspiraciones del trabajador es otro aspecto que debe llevar a cabo el líder, una alta moral debe ser orientada hacia aspiraciones de mejora de la productividad y a lograr la mayor congruencia posible entre las metas de la organización y las metas personales del empleado.  
Esta motivación repercutirá en el esfuerzo y la responsabilidad con el que el trabajador realice sus tareas.

El efecto final es un incremento en su productividad.

b) El jefe inmediato debe centrarse en lograr los objetivos involucrando a todo su equipo, usando las habilidades de cada uno de los miembros y conciliando entre ellos. Es el encargado de fomentar buenas relaciones en el equipo de trabajo y una buena organización que permitan a cada trabajador desempeñarse en un ambiente de concordia, en este punto entran el establecer programas de acción, normas que rijan al equipo, la capacidad de movilizar y distribuir los recursos de trabajo hacia áreas donde puedan ser efectivamente utilizados, evitar interrupciones en las tareas encargándose de que cada quien sepa qué va a hacer anticipadamente, reducir tiempo de mantenimiento, preparación, limpieza, suministros, reducir tiempo de coordinación entre máquinas o con herramientas y patrones, etc. El supervisor tiene además la responsabilidad de coordinar los asuntos entre las líneas de producción relacionadas con la suya.

i) Para el trabajador, sentirse parte de un verdadero equipo donde todos colaboran y además existen buenas relaciones personales será otra causa decisiva de motivación y satisfacción (Incluso es benéfico que el grupo de trabajo emita una evaluación de cada integrante.)

Esta motivación se verá reflejada en su esfuerzo y responsabilidad hacia el trabajo, puesto que sentirá que su buen desempeño favorecerá a todo el equipo mientras que un mal desempeño perjudicaría también a todo el equipo de trabajo.

El efecto final es un incremento en la productividad.

ii) Una buena coordinación en el grupo permitirá a sus integrantes darse cuenta de cuáles son las posibilidades para mejorar las técnicas y recursos con que llevan a cabo el trabajo en conjunto y las buenas relaciones entre ellos permitirán la cooperación y comunicación necesarias para expresar sus ideas y ponerlas en práctica.

La productividad del trabajo es el resultado de un movimiento cooperativo

entre el trabajador y la administración, basado en las condiciones objetivas del lugar de trabajo. La mejora en los métodos de trabajo lleva a una mayor productividad.

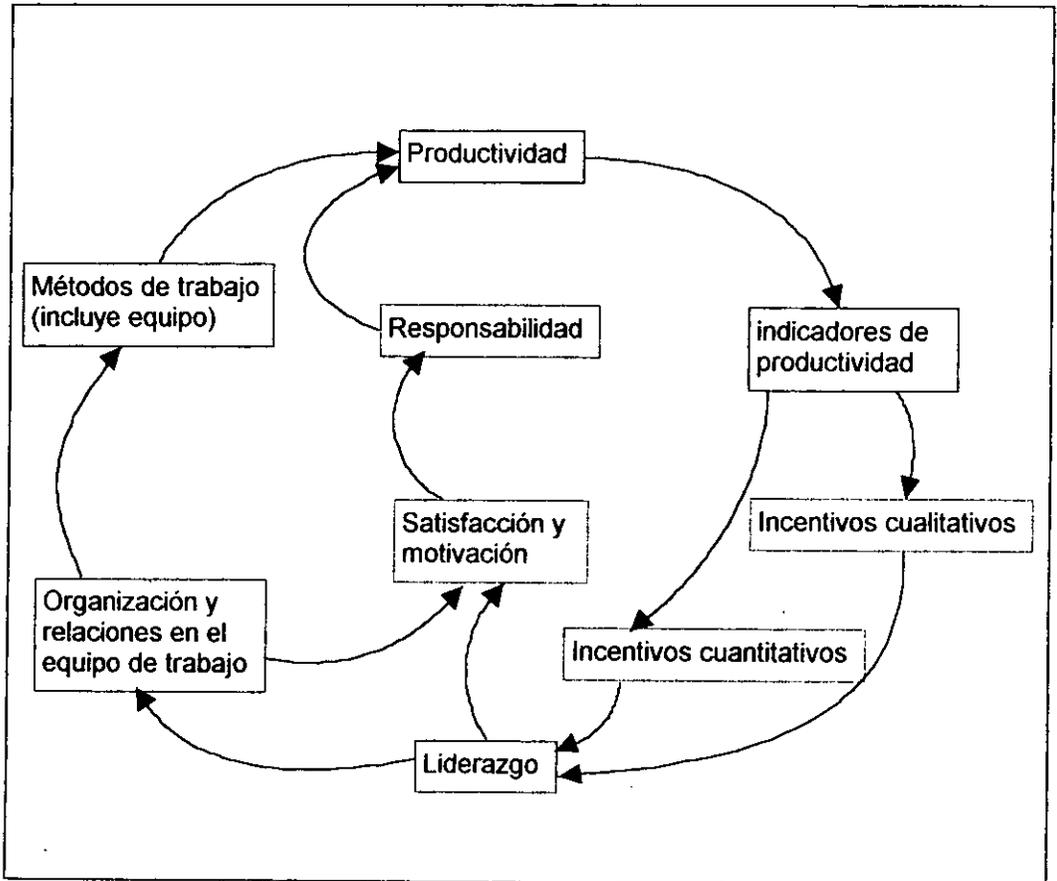


Figura 5.7  
Ciclos de incentivos

## 5.3 Nuevo modelo causal para la productividad de un trabajador

### 5.3.1 Características

1. La distinción entre variables de nivel, de tasa y auxiliares se llevará a cabo posteriormente al realizar la construcción del modelo para simulación dinámica.
2. Debido a que el nivel de vida de un individuo no suele cambiar a la misma velocidad que el resto de los factores considerados, ya que se trata del estado resultante de acciones y sucesos ocurridos durante periodos largos, en este modelo causal se considera que existen retrasos en:
  - El efecto de las habilidades y conocimientos sobre el nivel de vida
  - El efecto de los incentivos cuantitativos sobre el nivel de vida
3. Los límites organizacionales son los niveles antes mencionados: factores personales, factores del grupo de trabajo, factores tecnológicos y factores culturales y administrativos.
4. Como es evidente se trata de un modelo en el que los ciclos manejan flujos de información.

### 5.3.2 El modelo

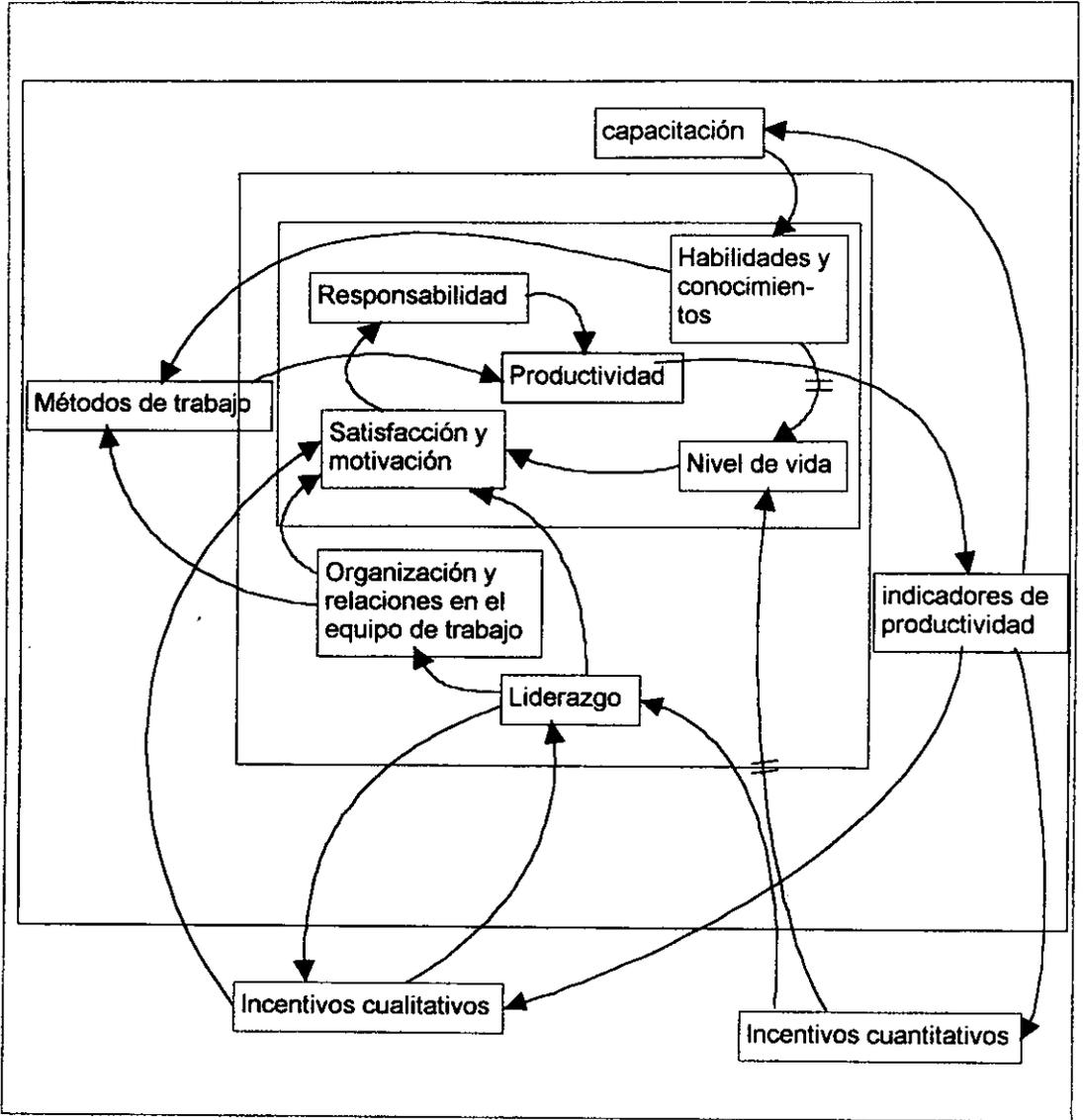


Figura 5.8  
Nuevo modelo causal

#### 5.4 Algunas diferencias entre el modelo propuesto y el modelo de la Universidad Estatal de Arizona

Existen varias diferencias entre ambos modelos, diferencias en los factores considerados, el grado de importancia que se les dio a éstos, y, como es evidente, diferencias en estructura, es decir, en la forma en que los factores se relacionan entre sí.

Una de las diferencias en estructura es que para la realización del nuevo modelo se decidió dividir los factores que intervienen en la productividad del trabajador en cuatro niveles en los que queda claramente explicado quienes son los actores importantes en el sistema de la productividad del trabajador (en el modelo existente se tomaban en cuenta factores del individuo y factores de la organización). Como ya se mencionó anteriormente, estos actores son: el trabajador con su situación personal, el equipo inmediato de trabajo, las condiciones tecnológicas existentes en el lugar de trabajo y finalmente se encuentran la administración y cultura de la organización.

Algunas de las diferencias en las variables consideradas y su importancia son:

- Se decidió eliminar lo que en el primer modelo fue llamado el “nivel alcanzable de productividad” cuyo aprovechamiento se encontraba regulado por un “esfuerzo funcional” y la “percepción del puesto”. Se consideraba que existía un nivel máximo de productividad al que se podía acceder y que ese nivel se encontraba determinado por el capital, la tecnología, los métodos de trabajo, las habilidades del trabajador, el esfuerzo que éste hiciera para cambiar los métodos y el grado de aceptación entre él y la administración. En el nuevo modelo se considera que los

cambios en todos los factores incluidos en éste van elevando el nivel de productividad que se puede alcanzar, por lo tanto, no existe un nivel máximo alcanzable de productividad, siempre se pueden establecer metas más altas de productividad al mejorar la cooperación entre el individuo, el grupo inmediato de trabajo, el líder, jefe o supervisor, y la administración o dirección de la empresa.

- Por otro lado, en el nuevo modelo se le da mayor importancia a la influencia que el trabajador puede ejercer sobre la tecnología y los métodos de trabajo existentes y se considera de una manera central a la capacitación (con la que además se debe conseguir un correcto entendimiento del puesto) así como a los efectos que ésta tiene sobre el nivel de habilidades y conocimientos de los trabajadores.
- En el primer modelo, se toma en cuenta la reacción personal del trabajador, la de sus compañeros y supervisor como un factor que determina el nivel alcanzado de productividad. El modelo nuevo va más allá, considerando los efectos que la reacción personal puede tener sobre la motivación del trabajador, considerando al grupo de trabajo y la organización y relaciones que dentro de él existen como un factor sumamente importante para el aprovechamiento de las capacidades y oportunidades productivas del individuo.
- El supervisor o jefe inmediato es considerado en el nuevo modelo más allá de sus reacciones ante el nivel de desempeño o de sus métodos de supervisión. El supervisor juega un papel fundamental en el desempeño de sus subordinados mediante su liderazgo, creando motivación y responsabilidad, generando compromisos, fomentando la creatividad, etc. Una de las responsabilidades primordiales de la administración es formar líderes adecuados para los grupos de trabajo.
- La variable “energía mental y física” usada en el primer modelo se sustituye por responsabilidad en el modelo nuevo puesto que se consideró que éste es un término más adecuado para señalar el grado de esfuerzo y dedicación en el trabajo.

- En el modelo para Lincoln Electric, los “factores higiénicos” o satisfactores que el trabajador puede adquirir con sus recompensas monetarias influyen en la satisfacción que le causa su trabajo. Para el modelo que se desarrolló en esta tesis se consideran los efectos de estas recompensas sobre un factor llamado nivel de vida en el que se toma en cuenta además de las mejoras que el trabajador puede tener en su nivel económico, el incremento en su nivel de educación y las repercusiones que esto tiene en la dedicación que tendrá para sus tareas.
- La actitud del individuo hacia el trabajo, en el nuevo modelo se encuentra mucho más ligada al resto de los factores que intervienen en su productividad. En este modelo la satisfacción y motivación que llevan a un grado de responsabilidad son producto de las condiciones existentes en la empresa, como por ejemplo de las relaciones y organización en el equipo de trabajo, el liderazgo, etc.
- Las variables carácter de la organización, comunicación, congruencia entre las metas personales y las de la empresa, cambios en los procedimientos y autoridad dadas a los empleados, consideradas en el modelo de la Universidad de Estatal Arizona, son incluidas dentro de las funciones del líder, las ventajas de la capacitación y dentro de los incentivos cualitativos en el nuevo modelo.
- Las condiciones de trabajo, factor usado en el primer modelo, son consideradas dentro de los métodos de trabajo en el modelo desarrollado en esta tesis.
- El comportamiento de choque considerado en el modelo de Lincoln Electric se toma en el modelo nuevo como un nivel bajo de satisfacción y motivación, participación y responsabilidad, por lo tanto no se estimó necesario incluir esta variable individualmente. La aceptación entre el trabajador y la administración se incluye y resulta directamente de los sistemas de incentivos, de las políticas de motivación y participación, la eficacia del liderazgo, e indirectamente de la capacitación, la tecnología, los indicadores, etc.
- En el modelo de esta tesis se eliminó también el bloque de “esfuerzo funcional” (que se refiere a que los factores interactúan de una manera compleja y

desconocida) puesto que para la simulación se necesitan propuestas de funciones, dentro de las definiciones de las variables, que relacionen a éstas últimas entre sí para poder obtener resultados a partir del modelo.

Una de las diferencias más importantes entre ambos modelos es que el modelo nuevo se usará para simulación. En ésta no se tratará de usar mediciones cuantitativas de los factores del comportamiento y la administración, sino de utilizar índices que reflejen el grado de cambio en estos factores, lo cual puede servir como ayuda en la toma de decisiones. Tampoco es el objetivo de este modelo predecir niveles absolutos de productividad, sino ser usado como herramienta de aprendizaje, diagnóstico y evaluación del impacto que tienen los factores considerados sobre el sistema de la productividad del trabajador. Esto como resultado de que en el modelo dichos factores se encuentran relacionados entre sí y no aislados.



## Capítulo 6. Nuevo modelo de simulación dinámica

### 6.1 Construcción del modelo dinámico

#### Identificación de variables de nivel, de tasa y auxiliares

- La salida principal (el factor cuyo nivel se obtiene como resultado) del modelo es el nivel de productividad. Por supuesto, quien aplique el modelo puede decidir en qué otras variables poner atención como salidas del sistema, dependiendo de su caso.
- En general, las variables de nivel suelen usarse como variables de salida, este fue el criterio utilizado en este modelo.
- Las variables de tasa son aquellas sobre las cuales se puede ejercer alguna acción con el objeto de controlar los niveles alcanzados al final del periodo en cada variable de nivel.
- En este modelo, las variables sobre las cuales se puede ejercer control directo son influidas por variables auxiliares que dependen directamente de las políticas de la administración de la empresa. Por ejemplo, políticas de motivación, esfuerzo de capacitación, plan de participación de utilidades, etc., son variables auxiliares definidas por las políticas de la administración; por lo tanto, son variables de entrada al modelo.
- Para las variables de nivel se usan índices que reflejen el grado de cambio en estos factores. Por ejemplo, si el nivel inicial de una variable es uno y después de

algunos periodos su valor es de tres, significa que el incremento en su nivel ha sido de dos veces el valor inicial.

- A las variables de control o entradas les ha sido asignado también un índice. Este índice refleja el grado de presencia de ellas, siendo cero la ausencia total de una política de control.

El modelo dinámico contiene un mayor número de elementos que el modelo causal. Esto se debe a que al pasar de un modelo causal, cuyo propósito es explicar las relaciones dentro del sistema de la manera más sencilla posible, a un modelo que trabaje con entidades matemáticas, es necesario incluir parámetros que reflejen cambios y tendencias en las variables principales para que los cálculos y los flujos de información se realicen de una manera correcta, así como incluir variables desde las cuales se puedan regular las entradas al modelo (variables de control directo o entradas).

Nota: Los cambios en las variables asociadas con dinero como los incentivos cuantitativos se encuentran considerados en términos de precios constantes, es decir, sin tomar en cuenta efectos inflacionarios.

## 6.2 Lista de variables en el diagrama dinámico

### 6.2.1 Productividad

- **Productividad:** nivel de productividad del trabajador, **variable de salida principal**
- **Cambio\_prod:** tasa de cambio del nivel de productividad del trabajador

### 6.2.2 Variables relacionadas con los factores personales

- **Habilidades\_y\_conocimientos:** nivel de habilidades y conocimientos del trabajador
- **Nivel\_de\_vida:** nivel de vida del trabajador
- **Responsabilidad:** nivel de responsabilidad del trabajador
- **Cambio\_Hyc:** tasa de cambio en el nivel de habilidades y conocimientos
- **Cambio\_Nivel\_de\_vida:** tasa que controla el cambio en el nivel de vida
- **Cambio\_Resp:** tasa de cambio en el nivel de responsabilidad
- **Participación:** tasa de participación del trabajador para mejorar los métodos de trabajo
- **Satisfacción\_y\_motivación:** tasa de satisfacción y motivación del trabajador, regula su nivel de responsabilidad

### 6.2.3 Variables relacionadas con los factores del grupo de trabajo

- **Equipo\_de\_trabajo:** nivel de funcionamiento del equipo de trabajo
- **Liderazgo:** nivel de liderazgo del jefe inmediato
- **Organización\_y\_relaciones:** tasa de organización y relaciones dentro del equipo de trabajo, regula el nivel de funcionamiento de éste
- **Tend\_de\_liderazgo:** tasa de cambio o tendencia del nivel de liderazgo

### 6.2.4 Variables relacionadas con los factores tecnológicos de la organización

- **Métodos\_de\_trabajo:** nivel de la calidad de los métodos de trabajo
- **Cambio\_técnico:** tasa que regula el cambio en los métodos de trabajo
- **Capacitación:** tasa de capacitación, regula el nivel de habilidades y conocimientos
- **Indic\_de\_prod:** tasa de indicadores de productividad, regula la calidad de información que sobre la productividad llega al sistema
- **Mejoras:** tasa de cambio en los métodos de trabajo que regula el incremento en la productividad debido a éstos

### 6.2.5 Variables relacionadas con los factores culturales y administrativos de la organización

- **Incentivos\_cualitativos:** nivel de incentivos cualitativos otorgados al trabajador
- **Incentivos\_cuantitativos:** nivel de incentivos cuantitativos otorgados al trabajador
- **Refuerzo\_del\_liderazgo:** tasa que controla el nivel de liderazgo del supervisor o jefe inmediato

- Tasa\_incentivos\_cualitativos: tasa que regula el nivel de incentivos cualitativos
- Tasa\_incentivos\_cuantitativos: tasa que regula el nivel de incentivos cuantitativos

**Variables de entrada (auxiliares):**

- Calidad\_ind: calidad de los indicadores de productividad
- Capacitación\_y\_autoridad: capacitación y autoridad que la administración otorga al líder inmediato
- Esf\_capacit: esfuerzo de capacitación que realiza la organización
- Plan\_utili\_y\_salarios: planes de participación o repartición de utilidades y sistema de salarios
- Políticas\_de\_motivación: políticas existentes en la organización
- Políticas\_de\_particip: políticas que regulan el grado de participación de los trabajadores en las decisiones y su libertad para hacer sugerencias o cambios
- Prop\_modern: propensión de la organización a la modernización de los métodos de trabajo



## 6.4 Escenarios usados para la simulación

Se llevaron a cabo corridas de simulación para cuatro escenarios, es decir, para cuatro arreglos de valores para las variables auxiliares o entradas del modelo. Esto con la finalidad de determinar qué tan sensible es la productividad del trabajador a cambios en estas variables. La utilidad de hacer lo anterior es que con la ayuda de estos resultados se pueden tomar decisiones más conscientes acerca de cómo distribuir los recursos con los que se cuenta a fin de obtener los mejores resultados posibles en productividad del trabajador.

Para las corridas se estableció un nivel de recursos disponible para apoyar las políticas de la organización. Este valor dicta entonces el valor de la suma de los valores asignados a las variables auxiliares. Ya que los recursos en cualquier organización son limitados, los cambios en el valor de alguna o algunas de las variables de entrada repercutirá en el valor de las demás. Por lo tanto, la suma de los valores de estas variables permanece constante para los cinco escenarios.

En todas las corridas siguientes, la suma de los valores de estas siete variables será igual a 7. Esto debido a que el primer escenario es aquél en el que todas las políticas de control se encuentran en un nivel promedio al cual se le ha asignado 1 como valor. A partir de este nivel disponible de recursos para sustentar las políticas se hacen los demás arreglos.

Todas las variables de nivel comienzan con un valor de uno.

Las simulaciones se llevaron a cabo para un periodo de diez años para poder distinguir claramente las tendencias en los comportamientos de las variables de salida.

#### 6.4.1 Escenario 1, escenario base

Como ya se mencionó, en este escenario se establece el valor de todas las políticas de control en 1 como valor promedio, es decir, ninguna de las políticas tiene un valor sobresaliente.

#### 6.4.2 Escenario 2, importancia de una medición adecuada de la productividad

En este escenario se trata de probar cuál es la importancia que las organizaciones deben dar al logro de un buen sistema de medición de la productividad. Se establece el valor de la variable relacionada con la calidad de los indicadores de productividad en un nivel menor al promedio (0.4) y se reparte el residuo entre las demás variables auxiliares, incrementando así sus valores.

#### 6.4.3 Escenario 3, impacto de las políticas referentes a los factores tecnológicos

Para este caso, se aumentaron los valores de todas las variables auxiliares excepto los de las variables de esfuerzo de capacitación y de propensión a la modernización, los cuales sufrieron una disminución como consecuencia del incremento en las demás. El objetivo es observar cuál es el impacto de las políticas referentes a los factores tecnológicos (exceptuando los indicadores de productividad para los que ya se había planteado un escenario) sobre el nivel de productividad del trabajador.

#### 6.4.4 Escenario 4, impacto de las políticas de liderazgo y motivación

En este cuarto escenario se trata de mostrar qué tan sensible es la productividad del trabajador con respecto al liderazgo de su jefe inmediato y a las políticas de motivación de la empresa. Para ello se disminuye el nivel de apoyo al líder (capacitación y autoridad) y el de políticas de motivación para observar cuál es el efecto en las variables de salida.

### 6.5 Resultados y conclusiones

A continuación se enlistan los valores tomados para las variables de entrada y los valores resultantes para cada escenario de la variable de salida productividad además de los valores de otras variables de nivel que se consideraron representativas del comportamiento del modelo.

#### 6.5.1 Resultados

Escenario	Variables de entrada			
	Calidad de los índices	Capacitación y autoridad para el líder	Esfuerzo de capacitación	Plan de utilidades y salarios
1	1.0	1.0	1.0	1.0
2	0.4	1.1	1.1	1.1
3	1.2	1.2	0.5	1.2
4	1.2	0.5	1.2	1.2

Tabla 6.1  
Variables de entrada

Escenario	Variables de entrada		
	Políticas de motivación	Políticas de participación	Propensión a la modernización
1	1.0	1.0	1.0
2	1.1	1.1	1.1
3	1.2	1.2	0.5
4	0.5	1.2	1.2

Continuación  
 Tabla 6.1  
 Variables de entrada

Escenario	Variables de salida				
	Productividad	Equipo de trabajo	Incentivos cualitativos	Nivel de vida	Responsabilidad
1	2.01	1.31	1.66	1.51	1.68
2	1.42	1.05	1.17	1.12	1.07
3	1.46	1.20	1.46	1.03	1.30
4	1.69	1.14	1.35	1.51	1.25

Tabla 6.2  
 Variables de salida

### 6.5.2 Conclusiones de las corridas

1. En el primer escenario el valor alcanzado de productividad es el máximo entre los cuatro escenarios planteados. Esto indica que para este caso un esfuerzo balanceado hacia las siete políticas de control es más recomendable para maximizar la productividad del trabajador que los la distribución de esfuerzos que se realizó en los demás experimentos.
2. En el segundo escenario queda clara la importancia de un buen sistema de medición de la productividad del trabajador, puesto que al poner menor atención a

las políticas referentes a este punto, el valor de la productividad y los de todas las demás variables de salida disminuyen considerablemente a pesar de que se realizó un mayor esfuerzo de mejora en el resto de las políticas de control.

3. Para este escenario las observaciones son: el nivel de productividad es muy sensible a los cambios en los factores tecnológicos puesto que sólo aumentó en un 46% en vez de en un 101% como lo hizo en el primer caso. En las demás variables de salida se nota también una disminución a pesar de que el esfuerzo que no se realizó en dichos factores se distribuyó entre las demás variables auxiliares. En particular, el nivel de vida se vio afectado puesto que sólo se incrementó en un 3%, valor muy diferente al 51% de incremento en el primer experimento. Esto se debe a que sin la educación que proporciona la capacitación resulta muy complejo que se eleve el nivel de vida del individuo.
4. En este cuarto caso, al disminuir la atención en las políticas referentes al liderazgo y motivación e incrementarla en el resto de las políticas se observan disminuciones en casi todas las variables de salida en la tabla. En particular el nivel de funcionamiento del equipo de trabajo, el nivel de incentivos cualitativos y el nivel de responsabilidad, variables íntimamente ligadas a la satisfacción y motivación del trabajador en su empleo son las más afectadas. Sin embargo, se observa que para este caso el nivel de productividad es menos sensible a los cambios en estas políticas que a los cambios en las políticas consideradas en los casos anteriores.



## Capítulo 7. Conclusiones generales

- 7.1 Se considera que los objetivos de este trabajo fueron cumplidos. Se logró desarrollar un nuevo modelo dinámico actualizado que explica el comportamiento de la productividad de un trabajador y usar este modelo para simulación dinámica.
- 7.2 Para ello se consiguió aprender la técnica de dinámica industrial y se comprendió su utilidad.
- 7.3 Se logró obtener una recopilación de los factores que intervienen en el nivel de productividad de un trabajador y obtener un modelo causal. Dicho modelo permite identificar de manera sencilla cómo se relacionan estos factores para llevar a cierto nivel de productividad y mediante la simulación dinámica, realizar un análisis cualitativo del impacto que causan estos factores y sus relaciones sobre el nivel de productividad del trabajador.
- 7.4 El modelo es una representación útil de los factores que intervienen en la consecución de cierto nivel de productividad en el trabajador así como de las relaciones entre estos factores; es decir, es útil para explicar el fenómeno complejo que es la productividad de un individuo.
- 7.5 El modelo desarrollado en este trabajo puede ser una herramienta útil en las empresas puesto que ha probado funcionar. Los resultados de las simulaciones son coherentes con la realidad en las empresas, por supuesto tomando en cuenta que los resultados no son exactos para ninguna empresa en especial, por tratarse de un modelo teórico.
- 7.6 Se pueden observar anticipadamente mediante la utilización de este modelo las tendencias que ciertas decisiones provocarán en el sistema de la productividad del trabajador, lo cual sirve para planeación y análisis de políticas que permitan un

buen control del desarrollo de la productividad de los recursos humanos dentro de una empresa.

- 7.7 El modelo es útil para la capacitación de los administradores o directores así como para la de los supervisores ya que muestra el impacto que sus decisiones pueden tener sobre el sistema del complejo fenómeno de la productividad de un trabajador.
- 7.8 El modelo explica el sistema de la productividad de un trabajador en general. Para aplicación específica en una empresa se pueden realizar mejoras o adaptaciones en las relaciones matemáticas usadas para la simulación a fin de obtener un modelo que represente el comportamiento del sistema particular.
- 7.9 El modelo desarrollado no trata de dar predicciones exactas acerca del comportamiento del sistema ni de usar mediciones cuantitativas de los factores del comportamiento y la administración, sino como ya se mencionó, trata de servir como ayuda en la toma de decisiones y como herramienta de aprendizaje, diagnóstico y evaluación del impacto que tienen los factores considerados sobre el sistema de la productividad del trabajador.



## Anexo A

### Software de simulación profesional

El software de simulación se usa para facilitar el aprendizaje directivo y la toma de decisiones. Permite la construcción de sistemas sofisticados alrededor de modelos de dinámica de sistemas o dinámica industrial. Estos simuladores simplifican el entendimiento de la relación entre la estructura del sistema y su comportamiento, y por ello proveen los medios para mejorar la toma de decisiones.

Los software de simulación poseen las siguientes propiedades:

- ◆ capacidad para manejo de ecuaciones
- ◆ velocidad de cómputo
- ◆ uso de arreglos
- ◆ revisión extensiva de errores
- ◆ habilidad de conectarse con hojas de cálculo o procesadores de palabras
- ◆ habilidad de guardar y comparar resultados de experimentos de simulación hechos previamente

El ambiente del software profesional tiene varias características que facilitan el aprendizaje directivo y la toma de decisiones:

- \* La posibilidad de definir fácilmente escenarios alternativos.
- \* Herramientas que guían al usuario a través del proceso de entender cómo la estructura de un sistema produce los resultados observados. Estas herramientas incluyen reportes en los que se aprecian las diferencias clave entre las pruebas de simulación, gráficas, y diagramas de los modelos. Estos reportes, gráficas, y diagramas son automáticamente ligadas de tal manera que el usuario puede rastrear estructuras causales.
- \* Acceso a las ecuaciones del modelo rápida y fácilmente.
- \* Apoyo para tomar decisiones. La habilidad del software de simulación profesional para conducir rápidamente un gran número de análisis y construir gráficas que muestren cambios clave en los resultados como función de decisiones específicas facilita este proceso.

Otros beneficios de usar estos paquetes es que se pueden hacer simulaciones para recrear el ambiente en la organización, esto quiere decir, los resultados de las simulaciones pueden ser entregados en forma de reportes que correspondan a los reportes reales que usa la compañía, como memoranda, reportes de ingresos, estados de resultados, etc.

## Anexo B

### Teorías de motivación

Motivación. Acción y efecto de motivar, dar o explicar la razón o motivo.

Motivar. Dar causa o motivo para una cosa. Dar o explicar la razón que se ha tenido para decir o hacer una cosa.

Motivo. (Del latín *motivus*, relativo al movimiento.) Que mueve o tiene eficacia o virtud para mover. Causa o razón que mueve para una cosa. En psicología. Causa consciente o inconsciente de un deseo o de un acto, razón que confiere sentido a la conducta. Los motivos se relacionan con las necesidades del individuo, por lo que pueden ser fisiológicos o psicológicos. Los primeros tienden a conseguir el equilibrio biológico de su organismo y a la procreación. Una vez conseguido esto por la satisfacción de aquellas necesidades o por su compensación (como en la sexualidad), aparecen los motivos psicológicos, que son los que determinan la conducta del hombre encaminada al desarrollo de su personalidad. No existe unanimidad en la clasificación de las necesidades psicológicas básicas. La más común (pirámide de Maslow) es la que considera en orden: la necesidad de seguridad, la de aprobación y relación social (pertenencia), la de reconocimiento (amor, prestigio, etc.), y finalmente la de autoestima (productividad, creatividad, trascendencia, etc.).

Existen varias teorías respecto a cómo debe ser tratado el trabajador para lograr en él la motivación que resulte en una alta productividad. Entre otras se encuentran la teoría Y de Douglas Mc Gregor, la teoría Z o de calidad total de William Ouchi, la teoría de motivación e higiene de Frederick Herzberg, la teoría de inmadurez - madurez de Chris Argyris, la teoría de Mc Clelland. Los siguientes son algunos de los postulados que contienen estas teorías:

Las personas:

- ◇ Tienen iniciativa y son responsables
- ◇ Son participativas y tienen autodirección
- ◇ Poseen más habilidades de las que emplean en su trabajo
- ◇ Quieren sentirse importantes
- ◇ Quieren adquirir responsabilidad
- ◇ Quieren ser informadas
- ◇ Necesitan que se les reconozcan sus méritos
- ◇ Necesitan sentirse seguras
- ◇ Quieren tener campo de acción
- ◇ Quieren oportunidades de desarrollo profesional
- ◇ Necesitan vivir con sentimiento de realización
- ◇ Desean ser reconocidos por vencer un desafío
- ◇ Tienen aspiraciones de logro
- ◇ Tienen necesidades de afiliación
- ◇ Tienen aspiraciones de poder

Por lo tanto se debe:

- ◆ Crear un ambiente propicio para que todos los empleados contribuyan a alcanzar los fines de la organización y alcanzar las metas colectivamente
- ◆ Dejar que los subalternos participen en las decisiones
- ◆ El jefe debe delegar responsabilidad en sus colaboradores
- ◆ Recompensar al trabajador por un trabajo bien hecho
- ◆ Informar a los subordinados
- ◆ Lograr que la gente se sienta importante
- ◆ Hacer que la gente adopte realmente las ideas del jefe
- ◆ El jefe debe explicar el por qué de las órdenes
- ◆ No limitar la creatividad e iniciativa de los trabajadores
- ◆ Propiciar cambios en la personalidad del trabajador para que alcance su madurez
- ◆ Fomentar el carácter social del trabajo
- ◆ Fomentar el desarrollo de habilidades y conocimientos en los individuos

Los resultados serán:

- ◇ La calidad de las decisiones y las actuaciones mejorará por las aportaciones de los trabajadores
- ◇ La satisfacción del individuo se incrementa como resultado de su propia contribución
- ◇ Un trabajo satisfactorio producirá más
- ◇ Los subordinados cooperan de buen grado
- ◇ Alto grado de actividad en el trabajador
- ◇ Independencia
- ◇ Comportamiento adecuado
- ◇ Intereses adecuados
- ◇ Perspectivas a largo plazo
- ◇ Conciencia y control del yo

## Anexo C

### Fatiga para el trabajador

La fatiga es un efecto psicológico y fisiológico sobre el cuerpo de una persona y es causado por aceptar la carga de trabajo cuando la persona se encuentra comprometida con él. Un aumento en la carga física de trabajo no resulta siempre inmediatamente en un aumento en la fatiga del trabajador. A veces se presenta una relación inversa entre ellas, muchas veces la fatiga aumenta al decrecer la carga física de trabajo (y aumentar la carga mental de trabajo), por ejemplo, al llevar a cabo automatizaciones en las que el trabajador sea encargado de vigilar las máquinas en vez de realizar el trabajo manualmente. Por otro lado, una alta carga de trabajo mental puede ser llevada a cabo en un trabajo que cause poca fatiga a través de una buena organización.

## Anexo D

### Creación de valor

El proceso productivo consiste de cuatro subprocesos: proceso de manufactura, revisión de la calidad del producto, transportes, tiempo ocioso (detenciones). Estos procesos pueden ser divididos en tres categorías: procesos que crean valor, procesos que no crean valor, y procesos que disminuyen o hacen que se pierda valor. La segunda categoría incluye actividades como transportes, desempacado, carga y descarga de artículos, actividades que aparentemente son necesarias dentro del proceso existente de creación de valor pero que deben ser eliminadas lo más posible porque no crean valor. Tiempo ocioso, por ejemplo el tiempo de espera por materiales y partes de procesos anteriores, espera por grúas, etc., también son procesos que no crean valor y que deben tratar de ser eliminados.

La verdadera parte creativa del proceso es la transformación técnica de los materiales y los esfuerzos deben concentrarse en promover la fuerza creativa de estos procesos.

Las actividades de control de calidad por ejemplo, son simplemente actividades encaminadas a descubrir defectos, sin embargo, serían en vano si no sirvieran como base para tomar acciones que tiendan a mejorar el proceso productivo para eliminar defectos.

## Anexo E

### Trabajo estándar

El estándar de trabajo es un estándar para producir un producto (se construye usando el estándar de la operación, por ejemplo en un proceso de corte: forma de la herramienta, aceite de corte, calidad del material, medidas, tiempo de ciclo, orden de operaciones, tiempo ocioso estándar, etc.). Debe ser racional y estarse mejorando frecuentemente. El trabajo estándar es la base sobre la cual la administración de la productividad del trabajador y el control de la producción se llevan a cabo. El trabajo estándar es una regla que determina la mejor forma de trabajar y es un sistema integrado de varias operaciones en las que materiales, máquinas y hombres se combinan. El trabajo estándar trata de garantizar la calidad predeterminada de la producción, la seguridad al trabajar, bajo costo de producción y eficacia al crear valor agregado.

Considerando la construcción del trabajo estándar según la manera moderna de pensar, éste debe ser determinado por los ingenieros industriales con gran ayuda del supervisor porque se trata de una herramienta básica con la que este último puede controlar el trabajo a su cargo. El trabajo estándar es un organismo viviente que será desarrollado de acuerdo al nivel de conocimiento y habilidad de los trabajadores y al mejoramiento de la situación tecnológica organizacional del trabajo. El principio básico en el diseño del trabajo estándar es el aspecto de valor agregado.

## Anexo F

### Ecuaciones del modelo de simulación dinámica

- Equipo\_de\_trabajo  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Organización\_y\_relaciones$
- Habilidades\_y\_conocimientos  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Capacitación$
- Incentivos\_cualitativos  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Tasa\_incentivos\_cualitativos$
- Incentivos\_cuantitativos  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Tasa\_incentivos\_cuantitativos$
- Liderazgo  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Refuerzo\_del\_liderazgo$
- Métodos\_de\_trabajo  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Cambio\_técnico$
- Nivel\_de\_vida  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Cambio\_Nivel\_Vida$
- Productividad  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Mejoras$   
 $+dt * Cambio\_Resp$
- Responsabilidad  
 $\frac{d}{dt} 1$   
 $-dt * Satisfacción\_y\_motivación$
- Cambio\_Nivel\_Vida  
 $= Nivel\_de\_vida * MIN(TREND(Habilidades\_y\_conocimientos, 1, 1), TREND(Incentivos\_cuantitativos, 1, 1))$
- Cambio\_Resp  
 $= TREND(Responsabilidad, 1, 1)$
- Cambio\_técnico  
 $= DELAYINF(Participación, 1, 1, 1) * 0.3 * Prop\_modern$
- Capacitación  
 $= (IF(Esf\_capacit <= 0.5, MIN(Indic\_de\_prod, Mejoras), MAX(Indic\_de\_prod, Mejoras)))$
- Mejoras  
 $= TREND(Métodos\_de\_trabajo, 1, 1)$
- Organización\_y\_relaciones  
 $= IF(Equipo\_de\_trabajo < 2, Refuerzo\_del\_liderazgo, 0)$
- Refuerzo\_del\_liderazgo  
 $= Capacitación\_y\_autoridad * TREND(Incentivos\_cualitativos, 1, 1) * 2.2 * TREND(Incentivos\_cuantitativos, 1, 1)$
- Satisfacción\_y\_motivación  
 $= Nivel\_de\_vida * Tend\_de\_liderazgo * Equipo\_de\_trabajo * Incentivos\_cualitativos$
- Tasa\_incentivos\_cualitativos  
 $= Indic\_de\_prod * Políticas\_de\_motivación$
- Tasa\_incentivos\_cuantitativos  
 $= Indic\_de\_prod * Plan\_util\_y\_salarios$
- Cambio\_Hyc  
 $= DELAYINF(Habilidades\_y\_conocimientos, 9, 1, 1)$
- Cambio\_prod  
 $= TREND(Productividad, 1, 1)$
- Indic\_de\_prod  
 $= Cambio\_prod * Calidad\_ind$
- Participación  
 $= Equipo\_de\_trabajo * Cambio\_Hyc * Políticas\_de\_particip * Satisfacción\_y\_motivación$
- Tend\_de\_liderazgo  
 $= TREND(Liderazgo, 1, 1)$

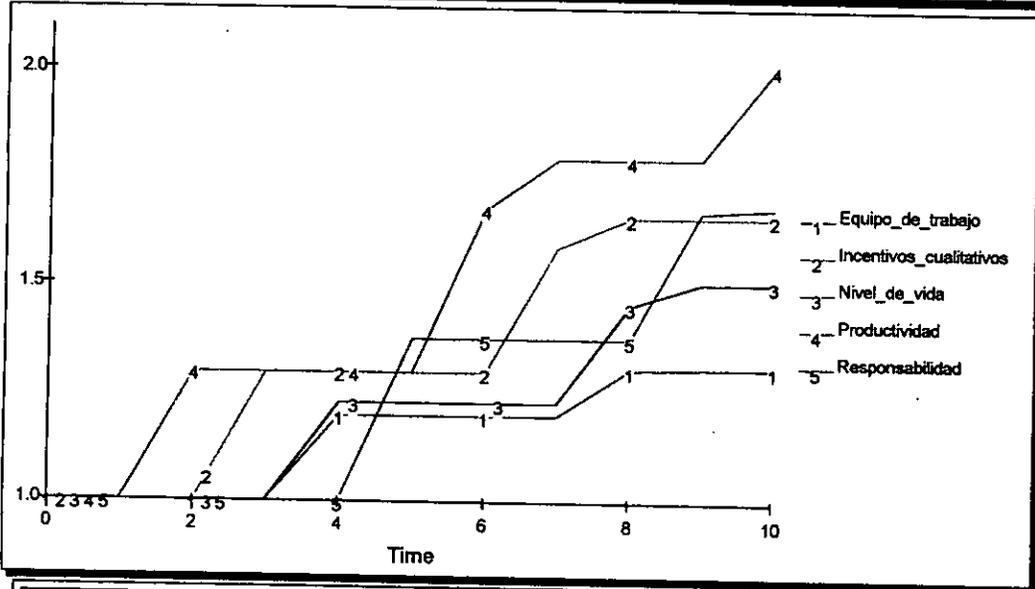
## Anexo G

Tablas y gráficas de tiempo para las variables de salida

Escenario I

Calidad_ind	Esf_capacit	Prop_modern
1.00	1.00	1.00

Capacitación_y_autoridad	Plan_util_y_salarios	Políticas_de_motivación	Políticas_de_particip
1.00	1.00	1.00	1.00

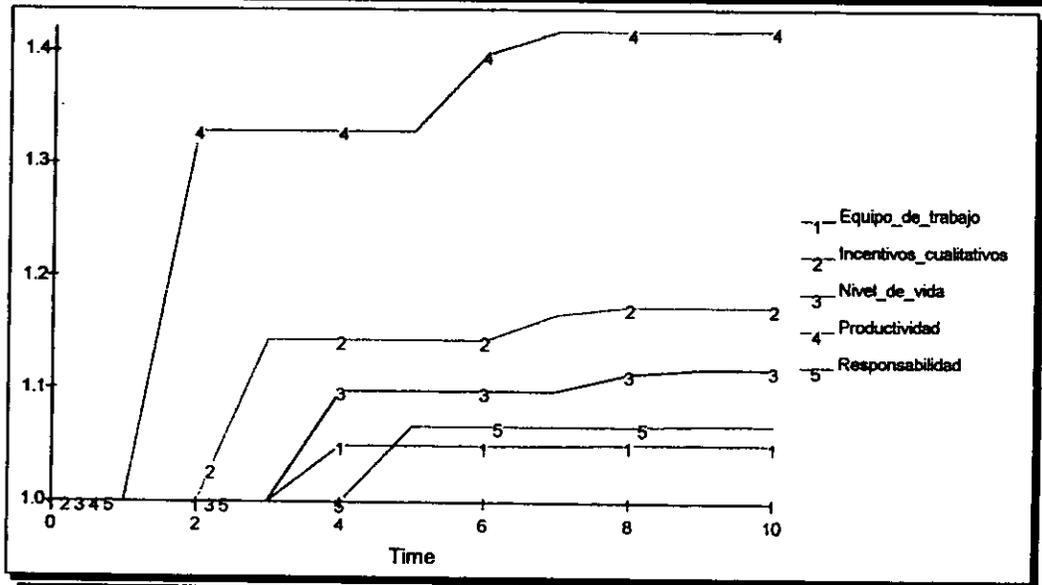


Time	Productividad	Equipo_de_trabajo	Incentivos_cualitativos	Nivel_de_vida	Responsabilidad
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.30	1.20	1.30	1.00	1.00
5	1.30	1.20	1.30	1.23	1.00
6	1.68	1.20	1.30	1.23	1.38
7	1.79	1.20	1.59	1.23	1.38
8	1.79	1.31	1.66	1.46	1.38
9	1.79	1.31	1.66	1.51	1.67
10	2.01	1.31	1.66	1.51	1.68

Escenario 2

Calidad_ind	Esf_capacit	Prop_modern
0.40	1.10	1.10

Capacitación_y_autoridad	Plan_util_y_salarios	Políticas_de_motivación	Políticas_de_particip
1.10	1.10	1.10	1.10

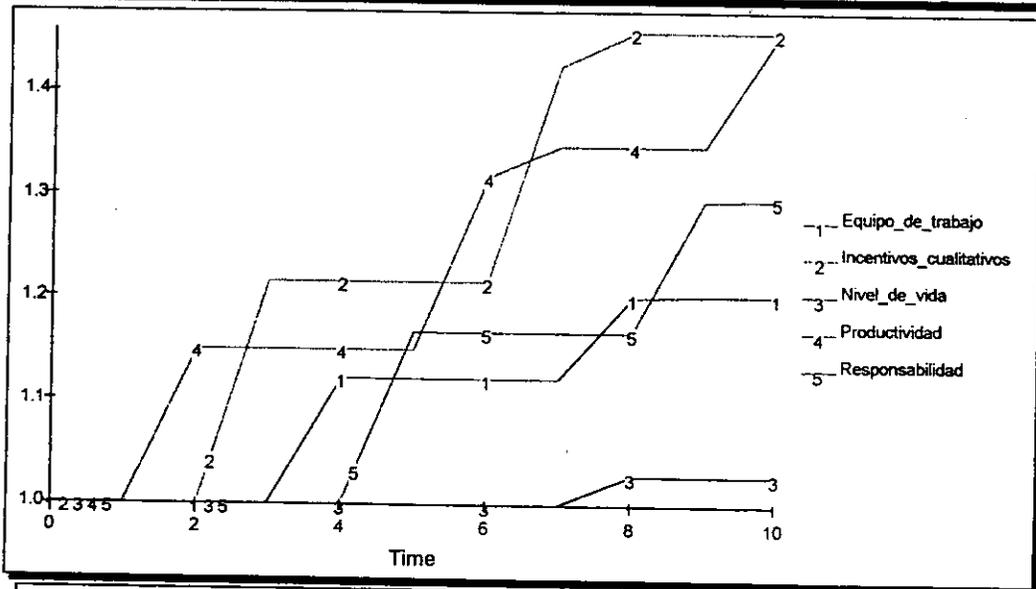


Time	Productividad	Equipo_de_trabajo	Incentivos_cualitativos	Nivel_de_vida	Responsabilidad
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.33	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.33	1.00	1.15	1.00	1.00
4	1.33	1.05	1.15	1.10	1.00
5	1.33	1.05	1.15	1.10	1.07
6	1.40	1.05	1.15	1.10	1.07
7	1.42	1.05	1.17	1.10	1.07
8	1.42	1.05	1.17	1.12	1.07
9	1.42	1.05	1.17	1.12	1.07
10	1.42	1.05	1.17	1.12	1.07

Escenario 3

Calidad_ind	Esf_capacit	Prop_modern
1.20	0.50	0.50

Capacitación_y_autoridad	Plan_util_y_salarios	Políticas_de_motivación	Políticas_de_particip
1.20	1.20	1.20	1.20

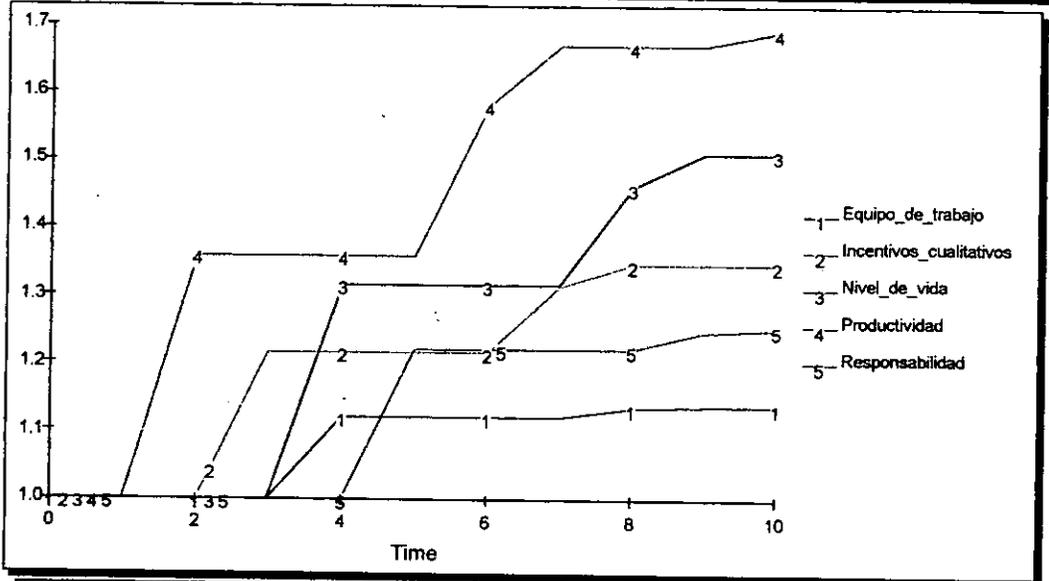


Time	Productividad	Equipo_de_trabajo	Incentivos_cualitativos	Nivel_de_vida	Responsabilidad
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.15	1.12	1.22	1.00	1.00
5	1.15	1.12	1.22	1.00	1.17
6	1.32	1.12	1.22	1.00	1.17
7	1.35	1.12	1.43	1.00	1.17
8	1.35	1.20	1.46	1.03	1.17
9	1.35	1.20	1.46	1.03	1.30
10	1.46	1.20	1.46	1.03	1.30

Escenario 4

Calidad_ind	Esf_capacit	Prop_modern
1.20	1.20	1.20

Capacitación_y_autoridad	Plan_util_y_salarios	Políticas_de_motivación	Políticas_de_particip
0.50	1.20	0.50	1.20



Time	Productividad	Equipo_de_trabajo	Incentivos_cualitativos	Nivel_de_vida	Responsabilidad
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.36	1.00	1.22	1.00	1.00
4	1.36	1.12	1.22	1.00	1.00
5	1.36	1.12	1.22	1.32	1.00
6	1.58	1.12	1.22	1.32	1.22
7	1.67	1.12	1.31	1.32	1.22
8	1.67	1.14	1.35	1.46	1.22
9	1.67	1.14	1.35	1.51	1.25
10	1.69	1.14	1.35	1.51	1.25



## Bibliografía

- ◇ Enciclopedia Salvat, tomos 8 y 9. Salvat Editores, Navarra España, 1971.
- ◇ Fisher, S., Dornbush, R. y Schmalensee R., Economía. Mc. Graw Hill, EUA.
- ◇ Forrester, Jay W., Industrial Dynamics. The M. I. T. Press, Cambridge Massachusetts EUA, 1961.
- ◇ Ginebra, Joan y Arana de la Garza, Rafael, Dirección por servicio, la otra calidad. Mc Graw Hill (Serie empresarial), México D.F., 1987.
- ◇ Hartmut, Bossel, Modeling and Simulation. A. K. Peters Ltd., Verlag Vieweg, Wiesbaden Alemania, 1994.
- ◇ Hershauer, James C. y Ruch, William A., "A Worker Productivity Model and its use at Lincoln Electric", Interfaces, Vol. 8, No. 3: 80-90. The Institute of Management Sciences, mayo 1978.
- ◇ Hope, Jeremy y Hope, Tony, Competing in the Third Wave. The President and Fellows of the Harvard College, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts E.U.A., 1997.
- ◇ Klein, Alfred W. y Grabinsky, Nathan, El Análisis Factorial. Guía para estudios de Economía Industrial. Banco de México, Dirección de Investigación Económica, México D. F., 1990.
- ◇ Kurosawa, K., Productivity Measurement and Management at the Company Level: The Japanese Experience. Advances in Industrial Engineering, Elsevier Sciences Publishers B. V., Amsterdam Holanda, 1991.
- ◇ Morecroft, John D. W. y Sterman, John D., Modeling for Learning Organizations. Productivity Press (System Dynamic Series), Portland Oregon EUA, 1994.
- ◇ Powersim A. S., Modeling with Powesim Version 2.5c. Powersim Corporation, Isdalsto Noruega, 1997.
- ◇ Productivity Analysis and Projections in Selected Key Areas in Asian Countries. Asian Productivity Organization, Tokyo Japón, 1987.
- ◇ Richardson, George P., Modeling for Management. Simulation in Support of Systems Thinking. Darmouth Publishing Company, EUA, 1996.

---

TESIS URGENTES

**\* ZARAGOZA \***

---

Ofsset • Libros • Folletos • Masters  
CALZADA I. ZARAGOZA Nº 574 LOCAL "E"  
A TRES CALLES DEL METRO ZARAGOZA  
COL. FEDERAL MEXICO, D.F.

**ROBERTO MOYA AHUMADA**

PRESUPUESTOS

TELEFONO 521 - 98 - 00

## Bibliografía

- ◇ Enciclopedia Salvat, tomos 8 y 9. Salvat Editores, Navarra España, 1971.
- ◇ Fisher, S., Dornbush, R. y Schmalensee R., Economía. Mc. Graw Hill, EUA.
- ◇ Forrester, Jay W., Industrial Dynamics. The M. I. T. Press, Cambridge Massachusetts EUA, 1961.
- ◇ Ginebra, Joan y Arana de la Garza, Rafael, Dirección por servicio, la otra calidad. Mc Graw Hill (Serie empresarial), México D.F., 1987.
- ◇ Hartmut, Bossel, Modeling and Simulation. A. K. Peters Ltd., Verlag Vieweg, Wiesbaden Alemania, 1994.
- ◇ Hershauer, James C. y Ruch, William A., "A Worker Productivity Model and its use at Lincoln Electric", Interfaces, Vol. 8, No. 3: 80-90. The Institute of Management Sciences, mayo 1978.
- ◇ Hope, Jeremy y Hope, Tony, Competing in the Third Wave. The President and Fellows of the Harvard College, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts E.U.A., 1997.
- ◇ Klein, Alfred W. y Grabinsky, Nathan, El Análisis Factorial. Guía para estudios de Economía Industrial. Banco de México, Dirección de Investigación Económica, México D. F., 1990.
- ◇ Kurosawa, K., Productivity Measurement and Management at the Company Level: The Japanese Experience. Advances in Industrial Engineering, Elsevier Sciences Publishers B. V., Amsterdam Holanda, 1991.
- ◇ Morecroft, John D. W. y Sterman, John D., Modeling for Learning Organizations. Productivity Press (System Dynamic Series), Portland Oregon EUA, 1994.
- ◇ Powersim A. S., Modeling with Powesim Version 2.5c. Powersim Corporation, Isdalsto Noruega, 1997.
- ◇ Productivity Analysis and Projections in Selected Key Areas in Asian Countries. Asian Productivity Organization, Tokyo Japón, 1987.
- ◇ Richardson, George P., Modeling for Management. Simulation in Support of Systems Thinking. Darnouth Publishing Company, EUA, 1996.