

Descifrando el ADN del Sistema de Producción Toyota por Steven Spear y H. Kent Bowen

El Sistema de Producción Toyota ha sido aclamado desde hace tiempo como la fuente del desempeño sobresaliente de Toyota como fabricante. Las prácticas distintivas del sistema – por ejemplo, las tarjetas kanban y los círculos de calidad - se han adoptado ampliamente en otros lados. De hecho, siguiendo un esfuerzo por compararse contra las mejores compañías de manufactura del mundo, GM, Ford y Chrysler han generado de forma independiente iniciativas mayores para desarrollar sistemas de producción como el de Toyota. Podemos encontrar compañías que han intentado adoptar el sistema en campos tan diversos como el aeroespacial, productos de consumo, procesamiento de metal y productos industriales.

Lo que es curioso es que muy pocos fabricantes han logrado imitar a Toyota con éxito – a pesar de que la compañía ha sido extraordinariamente abierta sobre sus prácticas. Cientos de miles de ejecutivos han visitado las plantas de Toyota en Japón y los Estados Unidos. Muchos visitantes, frustrados por su inhabilidad de replicar el desempeño de Toyota, asumen que el éxito de Toyota debe radicar en sus raíces culturales. Simplemente no es así. Otras compañías, como Nissan y Honda, en comparación con los estándares de Toyota se quedan cortas, y Toyota ha introducido con éxito su sistema de producción alrededor del mundo, incluyendo en Norteamérica donde este año fabricarán mas de un millón de autos, minivans y camionetas.

Entonces, ¿Por qué es tan difícil descifrar el Sistema de Producción de Toyota? Pensamos que la respuesta radica en que los visitantes, confunden las prácticas y herramientas que ven en sus visitas a las plantas, con el sistema mismo. Eso les hace imposible resolver una paradoja aparente del sistema: que las actividades, conexiones y flujos de producción de una fábrica de Toyota estén rígidamente estructuradas, y al mismo tiempo las operaciones de Toyota son altamente flexibles y adaptables. Constantemente se reta a las actividades y

procesos y se les lleva a un nivel de desempeño mas alto, permitiéndole a la compañía innovar y mejorar continuamente. Para entender el éxito de Toyota, tienes que desenredar esta paradoja –tienes que ver que la gran rigidez de las especificaciones son precisamente lo que hace posible la flexibilidad y creatividad. Nos dimos cuenta de ello después de realizar durante cuatro años un exhaustivo trabajo de investigación del Sistema de Producción Toyota, en el cuál examinamos la forma interna de trabajo de mas de 40 plantas en Estados Unidos, Japón y Europa; algunas de las cuales operaban bajo el sistema y otras no. Estudiamos a fabricantes tanto de procesos continuos como discretos, cuyos productos variaban desde casas prefabricadas, autopartes y ensamble final de vehículos, teléfonos celulares, impresoras de computadora, hasta inyección de plástico y extrusiones de aluminio. Estudiamos no sólo el trabajo rutinario de producción, sino también a las funciones de servicio como mantenimiento de equipos, entrenamiento y supervisión de los trabajadores, logística y manejo de materiales, así como diseño y rediseño de procesos.

Encontramos que, para los fuereños, la clave es entender que el Sistema de Producción Toyota genera una comunidad de científicos. Cada vez que Toyota define una especificación, está estableciendo una serie de hipótesis que pueden ser probadas. En otras palabras, está siguiendo el método científico. Para realizar cualquier cambio, Toyota utiliza un riguroso método de solución de problemas, que requiere una evaluación detallada del estado actual de las cosas y un plan de mejora que es, en realidad, una prueba experimental de los cambios propuestos. Si no se tuviera ese rigor científico, los cambios en Toyota no serían mas que prueba y error – una caminata a ciegas por la vida.

El hecho de que el método científico esté tan embebido en Toyota explica el por qué el alto grado de especificación y estructura de la compañía no promueven un ambiente de

órdenes verticales y controles que uno esperaría ver. De hecho, al observar a la gente realizar su trabajo y diseñar procesos productivos, el sistema en realidad estimula a los trabajadores y gerentes a enfrascarse en el tipo de experimentación que es ampliamente reconocida como la piedra angular de una “organización que aprende”. Eso es lo que distingue a Toyota del resto de las compañías que estudiamos.

El Sistema de Producción Toyota y el método científico que le da soporte no fueron impuestos en Toyota – ni siquiera fueron escogidos conscientemente. El sistema creció de forma natural del trabajo de la compañía después de más cinco décadas. Como resultado, nunca ha sido puesto por escrito, y los trabajadores de Toyota frecuentemente no son capaces de describirlo. Es por ello que es tan difícil para los externos comprenderlo. En este artículo intentamos hacer un lay out de cómo funciona el sistema de Toyota. Tratamos de hacer explícito lo que es implícito. Describimos cuatro principios –tres reglas de diseño, que muestran cómo Toyota prepara todas sus operaciones como experimentos, y una regla de mejora, que describe cómo Toyota enseña el método científico a los trabajadores en todos los niveles de la organización. Son estas reglas –y no las prácticas y herramientas que la gente observa durante sus visitas a las plantas- las que en nuestra opinión conforman la esencia del sistema de Toyota. Por ello pensamos en las reglas como el DNA del Sistema de Producción Toyota. Veamos más de cerca esas reglas (para un resumen, ver el recuadro “Las Cuatro Reglas”).

Regla Uno: Cómo Trabaja la Gente

Los gerentes de Toyota reconocen que el diablo está en los detalles; por eso se aseguran que todo el trabajo sea altamente especificado en cuanto a su, secuencia, tiempo y resultado. Cuando se instala el asiento de un carro, por ejemplo, los tornillos siempre se aprietan en el mismo orden, se especifica el tiempo que debe tomar apretar cada tornillo y el torque al que se debe apretar. Tal exactitud se aplica no sólo a los movimientos repetitivos de un trabajador de

producción sino a las actividades de toda la gente independientemente de su especialidad funcional o su rol jerárquico. El requisito de que toda actividad se especificada es la primera regla no escrita del sistema. A simple vista, esta regla parece sencilla, es algo que esperaríamos que todos entendieran y pudieran seguir fácilmente. Pero en realidad, la mayoría de los gerentes fuera de Toyota y sus socios no tienen este enfoque al diseño y ejecución del trabajo – aún y cuando piensan que sí lo tienen.

Veamos cómo los operadores de una típica planta de vehículos en los EEUU instalan el asiento delantero de un auto. Se supone que deben tomar cuatro tornillos de una caja de cartón, cargarlos junto con una llave de torque hasta el auto, apretar los cuatro tornillos y registrar un código en una computadora para indicar que el trabajo se completó sin problemas.

Entonces esperan a que llegue el siguiente auto. Los nuevos operarios son entrenados por trabajadores experimentados, quienes enseñan demostrando cómo hacer las cosas. Un compañero veterano puede estar disponible para ayudar al nuevo operador con cualquier

Las Cuatro Reglas

El conocimiento tácito debajo del Sistema de Producción Toyota se puede resumir en cuatro reglas básicas. Estas reglas guían el diseño, operación y mejora de toda actividad, conexión y flujo de todo producto o servicio. Estas reglas son las siguientes:

Regla 1: el trabajo debe ser altamente especificado en su contenido, secuencia y tiempo y resultado esperado.

Regla 2: Toda conexión cliente-proveedor debe ser directa, y debe haber sin ambigüedad un sí-ó-no para enviar peticiones y obtener respuestas.

Regla 3: La ruta para todo producto o servicio debe ser simple y directa.

Regla 4: Cualquier mejora debe hacerse de acuerdo al método científico, bajo la guía de un maestro, y al nivel más bajo posible de la organización.

Todas las reglas requieren que las actividades, conexiones y flujos contengan pruebas que señalen en automático los problemas. La respuesta continua a los problemas es lo que hace que este sistema rígido en apariencia, sea

dificultad, tal como no apretar un tornillo lo suficiente u olvidar registrar el código en la computadora.

Esto suena bastante sencillo, entonces ¿Qué es lo que está mal? El problema es que esas especificaciones en realidad permiten – de hecho, asumen– una variación considerable en la forma en la que los trabajadores hacen su trabajo. Sin que nadie se de cuenta, hay un amplio margen para que el nuevo operador instale el asiento en el vehículo de forma diferente a como lo haría el trabajador experimentado. Algunos operadores pueden poner los tornillos frontales después de los traseros; otros pudieran hacerlo al revés. Algunos operadores pueden poner cada tornillo y después apretarlos todos; otros podrían apretar cada tornillo que ponen. Toda esta variación se traduce en una calidad mas pobre, menor productividad y mayores costos. Y aún mas importante, estorba el aprendizaje y mejora de la organización por que las variaciones ocultan la relación entre cómo se realiza el trabajo y los resultados.

En las plantas de Toyota, ya que los operadores (nuevos y viejos, junior y mandos medios) siguen una secuencia bien definida de pasos para un trabajo en particular, está claro de manera instantánea cuándo se desvían de las especificaciones. Veamos como los trabajadores de la planta de Toyota en Georgetown, Kentucky instalan el asiento delantero en un Camry. El trabajo está diseñado en una secuencia de siete tareas, las cuales se espera sean completadas totalmente en 55 segundos mientras el auto se mueve a una velocidad fija a través de la zona del trabajador. Si el trabajador se encuentra realizando la tarea 6 (instalarlos tornillos del asiento trasero) antes de la tarea 5 (instalar los tornillos del asiento delantero), entonces el trabajo se está haciendo de forma diferente en la que fue diseñado, indicando que algo debe andar mal. De manera similar, si después de 40 segundos

tan flexible y adaptable a las circunstancias cambiantes.

el trabajador todavía está en la tarea 4, que debió completarse en 31 segundos, esto también es señal de que algo anda mal. Para hacer todavía mas fácil la detección de problemas, la longitud del piso está marcada en diez partes. De esta forma si el trabajador está pasando la sexta marca de las diez (esto es si ya lleva 33 segundos del ciclo) y todavía está en la tarea 4, entonces él y su supervisor saben que se ha retrasado. Ya que la desviación es evidente de forma inmediata, el trabajador y supervisor pueden moverse para corregir el problema de inmediato y pueden decidir cómo habría que cambiar la especificación o re-entrenar al trabajador para prevenir una recurrencia. (Ver el recuadro “Cómo Aprenden las Reglas los Trabajadores de Toyota” para una descripción corta de cómo los trabajadores aprenden a diseñar el trabajo de esta forma).

Cómo Aprenden las Reglas los Trabajadores de Toyota

Si las reglas del Sistema de Producción Toyota no son explícitas, entonces ¿cómo se transmiten? Los gerentes de Toyota no le dicen a sus trabajadores y supervisores específicamente como hacer el trabajo. En su lugar, usan un enfoque de enseñanza y aprendizaje que les permite a los trabajadores descubrir las reglas como consecuencia de resolver problemas. Por ejemplo, un supervisor que le está enseñando a una persona los principios de la primera regla irá al área de trabajo y, mientras la persona hace su trabajo, le hará una serie de preguntas:

¿Cómo realizas este trabajo?

¿Cómo sabes si lo estás haciendo correctamente?

¿Cómo sabes que el resultado está libre de defectos?

¿Qué haces si tienes un problema?

Este proceso continuo le da a la persona un entendimiento cada vez mas profundo de su propio trabajo específico. Después de muchas experiencias de este tipo, la persona gradualmente aprende a generalizar sobre como

diseñar todas las actividades de acuerdo a los principios contenidos en la regla 1.

Todas las reglas se enseñan de una forma Socrática similar, iterativamente cuestionando y resolviendo problemas. Aunque este método es muy efectivo para la enseñanza, lleva a un conocimiento implícito. En consecuencia, el Sistema de Producción Toyota se ha transferido exitosamente sólo cuando los gerentes han sido capaces y dispuestos a enfrascarse en un proceso similar de cuestionamientos que faciliten el aprendizaje haciendo el trabajo.

Aun las actividades complejas y poco frecuentes, tales como entrenar a la fuerza de trabajo sin experiencia en una nueva planta, lanzar un nuevo modelo, hacer un cambio en una línea de producción o cambiar un equipo de un lado a otro en una planta, se diseñan de acuerdo a esta regla. Por ejemplo, en uno de los proveedores de Toyota en Japón, se movieron equipos de un área de la planta para crear una nueva línea de producción en respuesta a los cambios de demanda de ciertos productos. El mover la maquinaria se partió en 14 actividades separadas. Cada actividad fue subdividida una vez más y diseñada como una serie de tareas. Se asignó un responsable específico a cada tarea en la secuencia especificada. Al mover cada máquina se revisó la forma en la que se realizó la tarea y se comparó con lo que se esperaba de acuerdo al plan original, y las discrepancias fueron resaltadas inmediatamente.

Al requerir que la gente haga su trabajo en forma de una secuencia de pasos altamente especificada, la regla 1 los fuerza a poner a prueba hipótesis a través de la acción. Al desempeñar la actividad se ponen a prueba dos hipótesis implícitas en su diseño: primero, que la persona realizando la actividad es capaz de hacerlo correctamente y segundo, que el realizar la actividad en realidad genera el resultado esperado. ¿Recuerdan al instalador de asientos? Si el no puede insertar el asiento en la forma especificada dentro del tiempo especificado, claramente estaría rechazando al menos una de las dos hipótesis, por lo tanto, indicaría

que la actividad tiene que ser rediseñada o el trabajador necesita ser entrenado.

Regla 2: Cómo se Conecta la Gente

Mientras la primera regla explica como realiza la gente las actividades de su trabajo individual, la segunda regla explica como se conectan unos con otros. Expresamos esta regla como sigue: toda conexión debe ser estandarizada y directa, especificando sin ambigüedad a la gente involucrada, la forma y cantidad de los bienes y servicios a ser entregados, y el tiempo esperado para que la petición sea cumplida. La regla genera una relación cliente-proveedor entre cada persona y el individuo responsable de darle a esa persona los bienes o servicios específicos. Como resultado, no hay zonas grises para decidir quién provee qué, a quien, y cuándo. Cuando un trabajador hace una requisición de partes, no hay confusión sobre el proveedor, la cantidad requerida o el tiempo para la entrega. De forma similar, cuando una persona requiera ayuda, no hay confusión en quién debe dársela, cómo se disparará la ayuda y qué servicios serán entregados.

La verdadera pregunta que nos ocupa es si la gente interactúa de forma diferente en Toyota que en otras compañías. Regresemos a nuestro instalador de asientos. Cuando el requiere un nuevo contenedor de cubiertas plásticas para los tornillos, él le hace una requisición al de manejo de materiales, quien es el proveedor designado para tapas de tornillos. Normalmente estas peticiones se hacen con un kanban, una tarjeta enmicada que especifica el número de parte, la cantidad de partes en el contenedor, y la ubicación del proveedor de las partes y del trabajador (el cliente) que las instalará. En Toyota, las tarjetas kanban y otros mecanismos como los cordones *andón* establecen lazos directos entre proveedores y clientes. Las conexiones son tan suaves como la transferencia de una estafeta en el mejor equipo olímpico de relevos porque están igual de bien pensadas y ejecutadas. Por ejemplo, la cantidad de piezas en un contenedor y el número de contenedores en

circulación para cualquier pieza están dictadas por la realidad física del sistema de producción –la distancias el tiempo para cambios, etc. De igual forma, el número de trabajadores en un equipo se determina por los tipos de problemas que se espera ocurran, el nivel de asistencia que requieren los miembros del equipo y las destrezas y habilidades del líder del equipo.

Otras compañías dedican grandes recursos a coordinar a la gente, pero sus conexiones no son tan directas y sin ambigüedad. En la mayoría de las plantas, las peticiones de

materiales o asistencia frecuentemente toman una ruta revuelta desde el trabajador hacia el proveedor, vía un intermediario. Cualquier supervisor puede responder cualquier petición de ayuda porque no se ha definido a una persona específica. Las desventajas de este enfoque, como lo sabe Toyota, es que cuando algo es problema de todos, se convierte en problema de nadie. El requisito de que la gente responda las peticiones de suministro en un tiempo específico

Los Experimentos en el Sistema de Producción Toyota

Cuando las organizaciones son administradas de acuerdo a las cuatro reglas, los individuos realizan experimentos repetidamente, poniendo a prueba en la operación las hipótesis dentro del diseño de las tareas de trabajo individual, conexiones cliente-proveedor, rutas y esfuerzos de mejora. Las hipótesis, la forma en que se prueban y cómo se responde cuando son rechazadas se resumen a continuación:

Regla	Hipótesis	Señales de un problema	Respuestas
1	La persona o máquina puede hacer el trabajo como está especificado Si la actividad se realiza como se especifica, el bien o servicio estará libre de defectos	La actividad no se realiza como se especifica. El resultado es defectuoso	Determinar el nivel real de destreza de la persona o la capacidad verdadera de la máquina. Entrenar o modificar como se requiera Modificar el diseño de la actividad
2	Las requisiciones de clientes por bienes y servicios son específicas en mezcla y volumen El proveedor puede responder a las necesidades del cliente	Las respuestas no mantienen el paso de las requisiciones El proveedor está sin uso, esperando requisiciones	Determinar la mezcla verdadera y volumen de la demanda, y la capacidad verdadera del proveedor; reentrenar, modificar actividades o reasignar pares cliente-proveedor como sea requerido
3	Todo proveedor conectado a la ruta de flujo es requerido Cualquier proveedor que no esté conectado a la ruta de flujo no es necesario	Una persona o máquina no se requiere en realidad Un proveedor no especificado surte un producto o servicio intermedio	Determinar por qué el proveedor era innecesario, y rediseñar el flujo/ruta Investigar por qué se requirió el proveedor no especificado y rediseñar la ruta de flujo
4	Un cambio específico en una actividad, conexión o flujo mejorará la calidad, costo, tiempo de respuesta, tamaño de lote o seguridad, en un monto específico.	El resultado obtenido es diferente al esperado	Entender cómo se realizó la actividad en realidad, o cómo se operaron las conexiones o flujos. Determinar los verdaderos efectos del cambio. Rediseñar el cambio.

reducen todavía más la posibilidad de variación. Esto es particularmente cierto en las peticiones de servicios. Se espera que un trabajador que se encuentra con un problema solicite asistencia de inmediato. Se espera que el asistente designado responda inmediatamente y resuelva el problema dentro del tiempo de ciclo del operador. Si el operador está instalando un asiento delantero cada 55 segundos, la petición de ayuda debe ser atendida y resuelta en menos de 55 segundos. Si el problema no puede ser resuelto dentro de los 55 segundos, la falla inmediatamente reta la hipótesis en esta conexión cliente-proveedor para dar ayuda. Tal vez la petición de ayuda sea ambigua. Tal vez el asistente designado tiene muchas otras peticiones de ayuda y está ocupado o no tiene la capacidad para resolver el problema. El poner a prueba las hipótesis de esta forma mantiene al sistema flexible, haciendo posible su ajuste de manera continua y constructiva.

Lo más impactante del requisito de pedir ayuda de inmediato es que frecuentemente va en contrasentido para los gerentes que están acostumbrados a motivar a los trabajadores a solucionar los problemas por sí mismos antes de pedir ayuda. Pero entonces los problemas permanecen ocultos y ni se resuelven ni se comparten a lo ancho de la compañía. La situación se complica si los trabajadores comienzan a resolver los problemas por sí mismos y entonces deciden arbitrariamente cuándo un problema es lo suficientemente grande para requerir ayuda (NdT: o a implementar cambios al proceso sin que estos queden estandarizados) Los problemas se acumulan, y sólo se resuelven mucho más tarde, y para entonces se puede haber perdido información valiosa de las verdaderas causas del problema.

Regla 3: Cómo se Construye la Línea de Producción

Todas las líneas de producción en Toyota tienen que ser diseñadas para que todo producto o servicio fluya en una ruta simple y especificada. Esa ruta no debe cambiar a menos que la línea de producción se

expresamente rediseñada. Por lo tanto, en principio no debe haber bifurcaciones o loops que revuelvan el flujo en ninguna de las cadenas de abastecimiento de Toyota. Esa es la tercera regla.

Para tener una idea concreta de lo que esto significa, regresemos a nuestro instalador de asientos. Si el necesita más cubiertas plásticas para los tornillos, las ordena al manejador de materiales específico responsable de proveerle dichas cubiertas. Ese proveedor designado pide a su propio proveedor en el almacén fuera-de-línea de la fábrica, quien, a su vez hace una petición directa a su proveedor designado en la rampa de embarque de la fábrica de cubiertas de tornillo. De esta forma, la línea de producción enlaza a cada persona que contribuye en la producción y entrega del producto, desde la fábrica de Toyota, a través de la compañía de moldeo, incluso hasta el fabricante de pallets de plástico.

El punto es que cuando las líneas de producción se diseñan de acuerdo a la regla 3, los bienes y servicios no fluyen a la siguiente máquina o persona disponible, sino hacia persona o máquina *específica*. Si por alguna razón esa persona o máquina no está disponible, Toyota lo ve como un problema que pudiera requerir un rediseño de la línea. La estipulación de que cada producto siga una ruta simple y pre-especificada no significa que cada ruta esté dedicada a un solo producto particular. Mas bien lo contrario: cada línea de producción en Toyota típicamente alberga muchos más tipos de productos que sus contrapartes en otras compañías.

La tercera regla no aplica solamente a productos –aplica también a servicios, como peticiones de ayuda. Si, por ejemplo, nuestro instalador de asientos necesitara ayuda, esta llega también de un proveedor único y específico. Y si ese proveedor no puede brindar la asistencia necesaria, ella a su vez tiene a un ayudador designado. En algunas plantas de Toyota esta ruta de ayuda tiene una longitud de tres, cuatro o cinco lazos, y conecta al trabajador del piso con el gerente de planta.

La tercera regla es contraria a la sabiduría convencional sobre las líneas de producción y la centralización de recursos – incluso es contraria a la forma en la que la mayoría de la gente piensa que funciona el Sistema de Producción Toyota. De acuerdo a nuestra sabiduría tradicional, un producto o servicio que avanza en la línea debe ir a la siguiente máquina o persona disponible para ser procesado. Igualmente, la mayoría de la gente asume que la ayuda debe venir de la primera persona disponible, mas que de una persona específica. Por ejemplo, en uno de los proveedores de autopartes que estudiamos, la mayoría de las partes podían ser estampadas en mas de una prensa y soldadas en mas de una estación de soldadura. Antes de que la compañía adoptara el sistema de Toyota, la práctica era pasar cada parte a la primera prensa disponible, y de ahí al primer soldador disponible. Al cambiar bajo la guía de Toyota, cada parte siguió sólo una ruta de producción a lo largo de la planta.

Al requerir que toda ruta sea específica, la regla asegura que se ocurra un experimento cada vez que se utiliza la ruta. La hipótesis inmersa dentro de una ruta diseñada conforme a la regla 3es que todo proveedor conectado a la ruta es necesario, y que cualquier proveedor que no esté conectado no es necesario. Si se encuentra que los trabajadores del proveedor de autopartes necesitan enviar la producción a otra máquina o estación de soldadura, o si empiezan a solicitar ayuda de alguien diferente a sus ayudadores designados, pueden concluir que la demanda o capacidad real no está de acuerdo a sus expectativas. Tampoco habría ambigüedad de cuál prensa o soldadora está involucrada en el problema de capacidad. Nuevamente los trabajadores tendrían que revisar el diseño de su línea de producción. Por lo tanto, la regla 3, al igual que las reglas 1 y 2, le permita a Toyota realizar experimentos y mantenerse flexible y de respuesta ágil.

Regla 4: Cómo Mejorar

Identificar los problemas es sólo el primer paso. Para que la gente pueda realizar

cambios efectivos consistentemente, deben saber cómo cambiar y quién es el responsable de hacer los cambios. Toyota le enseña a la gente explícitamente como mejorar, sin esperar que lo aprendan solamente de su experiencia personal. Aquí es donde entra la regla de la mejora. Específicamente, la regla 4 estipula que cualquier mejora a las actividades de producción, alas conexiones entre trabajadores o máquinas, o a las rutas de flujo, debe realizarse de acuerdo al método científico, bajo la guía de un maestro, y al nivel mas bajo posible de la organización. Veamos cómo aprende la gente de Toyota el método científico.

Cómo Aprende la Gente a Mejorar. En 1986, Aisin Seiki, una compañía del Grupo Toyota que fabricaba productos complejos tales como motores y transmisiones para la industria automotriz, crearon una línea para fabricar colchones para absorber capacidad excedente en una de sus plantas. Desde 1986 su gama de productos ha crecido de 200 a 850 tipos de colchones, su volumen ha crecido de 160 colchones al día a 550, y su productividad se ha duplicado. Éste es un ejemplo de cómo lo hicieron.

En una de nuestras visitas a esta planta, estudiamos a un equipo de trabajadores de ensamble de colchones a quienes se les estaba enseñando como mejorar sus habilidades para resolver problemas a través de rediseñar su propio trabajo. Inicialmente, los trabajadores eran responsables solamente de hacer su trabajo estandarizado, no eran responsables de resolver problemas. Luego, a los trabajadores se les asignó un líder quien los entrenó para plantear mejor los problemas y para formular y poner a prueba hipótesis – en otras palabras, les enseñó como usar el método científico para diseñar el trabajo de su equipo de acuerdo a las primeras tres reglas. Los resultados fueron impresionantes. Uno de los logros del equipo, por ejemplo, fue el rediseñar como se pegaba la cinta de perfilado al colchón, logrando reducir la incidencia de defectos en

un 90%. (Ver el recuadro “Producción a Pedido en la Fábrica de Colchones Aisin”) Para realizar cambios, se espera que la gente exponga la lógica explícita de sus hipótesis. Veamos que involucra esto. Jaime Ohba, gerente general del Centro de Soporte a Proveedores de Toyota, visitaba una de las fábricas en las que los consultores del CSPT lideraba actividades de entrenamiento y mejora (para una descripción del rol de los centros de promoción del Sistema de Producción Toyota, ver el recuadro “El Compromiso de Toyota con el Aprendizaje”). El consultor ayudaba a los empleados de la fábrica y su supervisor a reducir el lead-time de una línea en particular, y Ohba estaba ahí para evaluar el progreso del grupo.

Producción a Pedido en la Fábrica de Colchones Aisin

Aisin Seiki produce 850 variedades de colchones, que se distinguen por el tamaño, la firmeza, el tejido que cubre, el patrón de acolchado y el borde. Los clientes pueden ordenar cualquiera de estos en una tienda minorista y tenerlo entregado a sus hogares en tres días, sin embargo, Aisin mantiene un inventario en la planta igual a sólo 1,5 días de demanda. Para poder hacerlo, Aisin ha realizado miles de cambios en las actividades de trabajo individuales, en las conexiones que vinculan a los clientes y proveedores de bienes y servicios intermedios, y en todas las líneas de producción. Esta tabla refleja cuán dramáticos han sido los resultados de esos cambios:

	1986	1988	1992	1996	1997
Estilos	200	325	670	750	850
Unid. Por día	160	230	360	530	550
Unid. x persona	8	11	13	20	26
Índice de productividad	100	138	175	197	208
Inventario de productos terminados (días)	30	2.5	1.8	1.5	1.5
Número de líneas de ensamble	2	2	3	3	2

Los miembros del equipo comenzaron su presentación describiendo los pasos de cómo se creaba el producto –delineando todos los problemas que identificaron

cuando por primera vez estudiaron el proceso de cambio de una máquina para pasar de un producto a otro, y explicando los cambios específicos que habían hecho en respuesta a cada uno de esos problemas. Concluyeron diciendo, “Cuando empezamos, el tiempo de cambio requería de 15 minutos. Esperábamos reducirlo en dos tercios. Con los cambios que realizamos, logramos un tiempo de cambio de siete minutos y medio –una reducción a la mitad del tiempo.”

Después de la presentación, Ohba les preguntó por qué el equipo no había alcanzado el objetivo de 5 minutos que ellos habían establecido al inicio. Su respuesta fue un poco defensiva, después de todo, habían reducido el tiempo de cambio en un 50%, pero la pregunta de Ohba sugería que él había visto oportunidades de lograr mejoras mayores que el equipo no había visto. Ellos dieron explicaciones relacionadas con la complejidad de la máquina, dificultades técnicas y los costos de rehacer el equipo. Ohba contestó a esas respuestas con aún mas preguntas, todas ellas con la intención de forzar al consultor y al personal de la fábrica a verbalizar y retar sus suposiciones básicas de aquello que podía o no ser cambiado -suposiciones que guiaban y a la vez restringían la forma en la que habían resuelto los problemas. ¿Estaban seguros de que ser requerían cuatro tornillos? ¿Se podría realizar el cambio con dos? ¿Tenían la certeza de que todos los cambios incluidos para el cambio eran necesarios? ¿Se podrían combinar o eliminar algunos? Al preguntarles por qué no habían alcanzado el objetivo de 5 minutos, Ohba no estaba sugiriendo que el equipo había fallado. Él intentaba mas bien ayudarles a darse cuenta de que no habían explorado completamente las oportunidades de mejora por no haberse cuestionado los supuestos con suficiente profundidad.

Había una segunda razón para la insistencia de Ohba. Él trataba de mostrarle al grupo que la actividad de mejora no se había realizado como un experimento de buena fe. Ellos habían establecido una meta de cinco

minutos basados en la premisa de que tiempos de cambio mas

El Compromiso de Toyota con el Aprendizaje

Todas las organizaciones que estudiamos que son administradas de acuerdo al Sistema de Producción Toyota comparten una creencia fundamental que el activo más preciado de la corporación es la gente, y que se requieren inversiones para sus conocimientos y habilidades para generar competitividad. Por ello en todas estas organizaciones, se espera que todos los gerentes sean capaces de realizar todos los trabajos de todos aquellos a los que supervisan, y también que les enseñen a sus trabajadores cómo resolver problemas de acuerdo con el método científico. El modelo de liderazgo aplica por igual a los supervisores de "líderes de grupo" del piso como a la parte alta de la organización. De esta forma, todos en Toyota participan en el desarrollo de recursos humanos. De hecho, hay una ruta en cascada de la enseñanza, que empieza con el gerente de planta, para dar entrenamiento a cada empleado.

Para reforzar el proceso de aprendizaje y mejora, cada planta y unidad de negocio mayor del Grupo Toyota emplea un número de consultores del Sistema de Producción Toyota cuya responsabilidad primaria es ayudar a la alta administración a mover a sus organizaciones hacia el ideal. Estos "estudiantes-líderes-maestros" lo hacen por medio de identificar problemas cada vez más sutiles y difíciles y enseñando a la gente como resolver problemas científicamente.

Muchos de estos individuos han recibido entrenamiento intensivo en la División de Consultoría de Administración de Operaciones de Toyota. La DCAO se estableció en Japón como una rama de los esfuerzos de Taiichi Ohno – uno de los arquitectos originales del Sistema de Producción Toyota- para desarrollar y difundir el sistema a través de Toyota y sus proveedores. Muchos de los altos mandos de Toyota – incluyendo a su nuevo presidente, Fujio Cho- han pulido sus habilidades en la DCAO. Durante su estancia con la DCAO, que puede durar por años, se libera a los empleados de Toyota de toda responsabilidad de línea, y en su lugar se les pone a cargo de liderar actividades de entrenamiento y mejora en las plantas de Toyota y sus proveedores. Al darle soporte a todas las plantas de Toyota y operaciones de logística de esta forma, la DCAO sirve como centro de entrenamiento, creando sus propios expertos en

consultoría al darles oportunidad de resolver muchos problemas difíciles y enseñar a otros a hacer lo mismo.

En 1992, Toyota fundó el Centro de Soporte a Proveedores de Toyota (TSSC) en los Estados Unidos para proveer entrenamiento a los proveedores de Norteamérica en el Sistema de Producción Toyota. Basado en la DCAO, el TSSC ha dado talleres a más de 140 compañías y asistencia directa a 80. Aunque muchos de estas compañías son proveedores de autopartes, muy pocas son proveedores exclusivos de Toyota; los participantes vienen de otras industrias y universidades, organizaciones de gobierno y asociaciones industriales. De hecho, mucha de la investigación para este artículo se derivó de la experiencia de uno de los autores, quien fue miembro de un equipo TSSC durante cinco meses, promoviendo el Sistema de Producción Toyota en una planta que surte a Toyota y otras dos plantas de ensamble de vehículos.

rápidos y tamaños de lote mas pequeños son mejores que cambios mas lentos y lotes mayores. Pero aquí ellos estaban confundiendo metas con predicciones basadas en hipótesis. El objetivo no era una predicción de lo que esperaban lograr a través de pasos específicos de mejora que planearan tomar. Como resultado, no habían diseñado el esfuerzo de mejora como un experimento, con una hipótesis explícita y claramente articulada "si hacemos los siguientes cambios específicos, esperamos lograr este resultado específico". A pesar de que habían reducido el tiempo de cambio significativamente, no habían puesto a prueba la hipótesis implícita en su esfuerzo. Para el Sr. Ohba, era crítico que los trabajadores y su supervisor se dieran cuenta de que la forma en la que se realizan los cambios (cómo) es igual de importante que los mismos cambios hechos (qué.)

Quién hace la Mejora. Los trabajadores de línea hacen las mejoras de su propio trabajo. Y los supervisores proveen dirección y ayuda como maestros. Si hay algo mal en la forma en la que un trabajador se conecta con un proveedor particular en su área de ensamble inmediata, entonces ambos hacen la mejora, con la ayuda de su supervisor común. Por ejemplo, el equipo de la Cía. Aisin que describimos antes, consistía de trabajadores

de la línea de ensamble y su supervisor, quien también fungía como instructor. Cuando se realizan cambios en una escala mayor, Toyota se asegura que se integren equipos con gente que se ve directamente afectada, y gente responsable de supervisar la ruta de flujo involucrada.

Por lo tanto, el proceso permanece el mismo aun a los más altos niveles. En la fábrica de colchones Aisin encontramos que el gerente de planta tomó la responsabilidad de liderar el cambio de tres líneas de producción de regreso a dos (el número de líneas se había incrementado para manejar un incremento en el número de tipos de producto). Él estuvo involucrado no sólo por que se trataba de un gran cambio sino porque tenía la responsabilidad operativa de supervisar el flujo de trabajo de las líneas de alimentación hasta las líneas de ensamble final. De esta forma Toyota se asegura que la solución de problemas y el aprendizaje se den a todos los niveles de la compañía. Por supuesto, como ya lo hemos visto, Toyota traerá expertos externos cuando se requiera para asegurarse de la calidad del proceso de aprendizaje.

A largo plazo, las estructuras organizacionales de las compañías que siguen el Sistema de Producción Toyota cambiarán para adaptarse a la naturaleza y frecuencia de los problemas que encuentran. Ya que los cambios organizacionales normalmente se realizan en los niveles muy bajos, esto puede ser difícil de detectar para los externos. Esto es porque la naturaleza de los problemas es la que determina quién los debe resolver y cómo se diseña la organización. Una consecuencia es que diferentes estructuras organizacionales coexisten felizmente, aún en una misma planta.

Veamos el caso de la planta de motores de Toyota en Kamigo, Japón. La planta tiene dos divisiones de maquinaria, cada una de las cuales tiene tres talleres de producción diferentes. Cuando la visitamos en el verano de 1998, la gente de producción en la primera división le reportaba a los jefes de cada taller, y los ingenieros de procesos reportaban directamente a la cabeza de la

división. Sin embargo, en la segunda división, los ingenieros estaban distribuidos entre los tres talleres, y los trabajadores de producción reportaban a varios jefes de taller. Ninguna de las dos organizaciones es inherentemente superior. La gente que entrevistamos nos explicó que más bien, los problemas en la primera división crearon una situación en la que los ingenieros tenían que aprender unos de otros por lo que se agruparon los recursos de ingeniería. En contraste, los problemas que surgieron en la segunda división requirieron que la gente de producción e ingeniería cooperara al nivel de los talleres individuales. Por lo tanto, las diferencias organizacionales reflejan el hecho de que las dos divisiones enfrentaron problemas diferentes.

La Noción Toyota de lo Ideal

Al inculcar el método científico a todos los niveles de la fuerza de trabajo, Toyota se asegura que la gente expresará claramente las expectativas que pondrán a prueba cuando implementen los cambios que planea. Pero más allá que esto, encontramos que la gente en compañías que siguen el Sistema de Producción Toyota comparte una meta común. Tienen un sentido común de cómo sería el ideal de un sistema de producción, y esta visión compartida los motiva a realizar los cambios más allá de lo que sería estrictamente necesario para cumplir los requerimientos actuales de los clientes. Esta noción del ideal existe a lo ancho de la compañía, y pensamos que es esencial para entender el Sistema de Producción Toyota.

Cuando hablan del ideal, los trabajadores de Toyota no se refieren a algo filosófico y abstracto. Tienen una definición concreta en mente, y ésta es consistente a través de la compañía. Muy específicamente, para los trabajadores de Toyota el resultado de una persona ideal, grupo de personas o máquina

- está libre de defectos (esto es, tiene las características y desempeño que el cliente espera);
- puede ser entregado un pedido a la vez (tamaño de lote de uno);

- puede ser proveído de acuerdo a la demanda, en la versión que se requiera
- puede ser entregado inmediatamente
- puede ser producido sin desperdiciar materiales, mano de obra, energía u otros recursos (tales como los costos asociados con inventario); y
- puede ser producido en un ambiente de trabajo que es seguro física, emocional y profesionalmente para todo empleado.

Nosotros encontramos consistentemente en las plantas que usan el Sistema de Producción Toyota a gente que realiza cambios que empujan a las operaciones hacia este ideal. Por ejemplo, En una compañía que producía productos electromecánicos, encontramos que los trabajadores desarrollaron una serie de ingeniosos gauges a prueba de error que generan una señal simple y sin ambigüedad en forma de sí-o-no para indicar si el resultado estaba libre de defectos como lo especifica el ideal. En otra planta que fabrica piezas de inyección, encontramos que los trabajadores habían reducido el tiempo que toma el cambiar un gran molde de cinco minutos – ya de por sí ágil- a tres minutos. Esto le permitió a la compañía reducir el tamaño de lote de cada parte que producía en 40%, acercándose tamaño de lote ideal de uno. Al moverse hacia el ideal, Toyota puede temporalmente dar mayor importancia a alguna de las dimensiones sobre otras. Algunas veces esto puede resultar en prácticas que van en contra de la visión conocida de las operaciones de Toyota. Hemos observado casos en los que Toyota mantiene niveles de inventarios o produce en tamaño de lotes mas grandes que los que generalmente un observador esperaría de una operación justo-a-tiempo, como se describe en el recuadro “Contra medidas en el Sistema de Producción Toyota.”

El estado ideal de Toyota comparte muchas características con la noción popular de “customización en masa” esto es, la habilidad de crear virtualmente un número infinito de variaciones de producto tan eficientemente como sea posible, al mas bajo costo posible. Al final, la planta ideal de Toyota sería una donde el cliente llegara a la

rampa de embarque, pidiera un producto o servicio individualizado (customizado), y lo obtuviera de inmediato, al precio mas bajo posible y sin defectos. En la medida que una planta de Toyota –o las actividades de sus trabajadores- se queden cortas de este ideal, esa brecha será la fuente de tensión creativa para mayores esfuerzos de mejora.

El Impacto Organizacional en las Reglas

Si las reglas convierten a las compañías que usan el Sistema de Producción Toyota en una comunicad de científicos que continuamente realiza experimentos, ¿por qué no están estas organizaciones en un estado de caos? ¿Por qué puede una persona realizar un cambio sin afectar de manera adversa el trabajo de otra gente en la línea de producción? ¿Cómo puede Toyota introducir constantes cambios a sus operaciones al mismo tiempo que corren a plena capacidad? En otras palabras, ¿cómo puede Toyota mejorar y mantener estabilidad a la vez?

Una vez mas, la respuesta está en las reglas. Al darle la capacidad y responsabilidad ala gene de realizar y mejorar su propio trabajo, al estandarizar las conexiones entre clientes y proveedores individuales, y al empujar que la solución de problemas de conexiones y flujos se de al nivel mas bajo posible, las reglas generan una organización con una estructura modular anidada, parecida a las muñecas rusas que vienen una dentro de la otra. El gran beneficio de las organizaciones modulares y anidadas, es que las personas pueden realizar cambios a unas partes, sin afectar adversamente a otras partes. Por eso los gerentes de Toyota pueden delegar tanta responsabilidad sin crear un caos. Otras compañías que siguen las reglas también verán que es posible cambiar sin tener que experimentar una disrupción innecesaria.

Por supuesto, las estructuras de otras compañías tienen mucho en común con las de aquellas que siguen el Sistema de Producción Toyota, pero en nuestra investigación encontramos que ninguna compañía que tuviera todas las estructuras, no siguiera el sistema. Pudiera ser que al final sólo se puede crear la estructura

invirtiendo el tiempo que Toyota le ha dedicado. Pero creemos que, si una compañía se dedica a lograr un dominio y maestría sobre las reglas, tiene una mejor posibilidad de replicar el DNA de Toyota – y con ello, su desempeño.

Contramedidas en el Sistema de Producción Toyota

Toyota no considera las herramientas o prácticas –tales como el kanban o cordones andón, que muchos de los externos han observado y copiado- como una parte fundamental del Sistema de Producción Toyota. Toyota las usa simplemente como respuestas temporales a problemas específicos, que servirán hasta que se encuentre un mejor enfoque o las condiciones cambien. Se refieren a ellas como “contramedidas” en lugar de “soluciones”, porque eso implicaría que son una solución permanente a un problema. Con el pasar de los años, la compañía ha desarrollado un robusto conjunto de herramientas y prácticas que utiliza como contramedidas, pero muchas cambian o son eliminadas al realizarse mejoras.

Por lo tanto, el que una compañía use o no una herramienta o práctica en particular no es una indicación de si verdaderamente está aplicando las reglas de Toyota para el diseño y la mejora. Particularmente, contrario a la impresión de que el concepto de cero inventarios está en el corazón del sistema Toyota, hemos observado casos en los que típicamente crece sus inventarios de materiales como una contramedida. El sistema ideal no requeriría inventario, pero en la práctica, algunas circunstancias pueden requerirlo:

- **Demoras o rendimiento impredecibles.** A veces una persona o máquina no es capaz de responder al momento cuando se hace una requisición debido a una falla mecánica inesperada. Por esta razón, se genera un inventario de producción para proteger al cliente de incidentes aleatorios. La persona responsable de asegurar la confiabilidad de la máquina o el proceso es dueña de ese inventario y se esfuerza por reducir la frecuencia y duración de las demoras, para poder reducir el inventario de protección.
- **Tiempos de cambio prolongados.** Las dificultades para cambiar una máquina de un tipo de producto a otro, puede evitar que un proveedor responda inmediatamente. Por lo tanto, los proveedores producen ese producto en tamaños de lotes mas grandes que uno y mantienen el exceso como inventario para poder responder al cliente inmediatamente. Por supuesto, los proveedores tratarán de reducir constantemente el tiempo de cambio para mantener al mínimo posible el tamaño de los lotes y el inventario. Aquí, los dueños del problema y la contramedida son los operadores de la máquina y el líder de equipo, quienes son responsables de reducir los tiempos de cambio y tamaño de lotes.
- **Volatilidad en la mezcla y volumen de la demanda del cliente.** En algunos casos las variaciones en los requerimientos del cliente son tan grandes e impredecibles que es imposible para una planta el ajustar su producción con suficiente rapidez. En esos casos, se mantiene inventario amortiguador en el punto de embarque o cerca de él como contramedida. El inventario de buffer también sirve como una señal a los gerentes de producción y ventas de que la persona que trabaje mas directamente con el cliente debe ayudar al cliente a eliminar las causas detrás de cualquier variación previsible de la demanda.

En muchos casos, el mismo tipo de producto se mantiene en diferentes tipos de inventario. Toyota no agrupa sus diferentes tipos de inventario, aún cuando hacerlo reduciría sus requerimientos de inventario en el corto plazo. Esto puede sonar paradójico para un sistema de administración tan conocido por aborrecer el desperdicio. La paradoja se resuelve cuando reconocemos que lo que intentan los administradores y trabajadores de Toyota es empatar cada contramedida con cada problema.

No existe relación entre el motivo para mantener stock de seguridad – falta de confiabilidad del proceso- y el motivo para mantener un amortiguador de inventario – fluctuaciones en la demanda. Agruparlos haría difícil distinguir las diferentes actividades y conexiones cliente-proveedor involucradas. El inventario tendría muchos dueños y las razones de su uso se volverían ambiguas. El agrupar los inventarios empaña tanto la propiedad como la causa de los problemas, haciendo mas difícil el introducir mejoras.