

---

## Aprendizaje e industria maquiladora

### Análisis de las maquiladoras de la frontera del norte de México

**Alfredo Hualde Alfaro**

---

*En este artículo se exponen, de forma sintética y analítica, los principales resultados de investigaciones acerca de los procesos de formación de la mano de obra de distintos tipos de personal empleado en la industria maquiladora en la frontera norte de México. Alfredo Hualde es profesor investigador en El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México. Ahualde@colef.mx*

#### Introducción

Las plantas maquiladoras o plantas de ensamble son procesos de subcontratación típicos de las Zonas de Exportación que surgieron hacia los años sesenta. En México el desarrollo de la maquiladora tiene dos peculiaridades. En primer lugar, surge como un plan gubernamental con el objetivo específico de solucionar el problema de desempleo de la franja fronteriza colindante con Estados Unidos (Fernández Kelly; 1983, Carrillo y Hernández, 1985). En segundo lugar, el factor geográfico es determinante ya que las ciudades fronterizas desde su surgimiento tuvieron una fuerte dependencia económica de la vecina economía del norte. En este sentido el intercambio co-

mercial no constituía ninguna novedad, aunque resultaban diferentes los procesos de ensamble que trajo la maquiladora.

Como en otras Zonas de Exportación, el mercado de trabajo correspondía a un esquema característico: mano de obra femenina, trabajo manual, escasa tecnología, plantas con malas condiciones de salubridad, volátiles, con salarios bajos. Este “paquete” de características en el caso de la frontera mexicana ha experimentado algunos cambios interesantes que afectan al interés central de este trabajo: examinar qué tipo de competencias laborales se utilizan en la maquiladora, cómo se crean, cómo se transmiten y cuál es el papel de las instituciones y de las empresas en este aspecto.

67

El cambio más evidente se registra en los productos y procesos de ensamble y manufactura, en los cambios organizativos y en ciertas trayectorias empresariales donde se advierten transformaciones importantes. Las empresas tienen un esquema organizativo más completo, la maquinaria y el equipo utilizados son más complejos, se dan procesos de certificación ISO9000 e incluso una parte de las empresas llevan a cabo procesos de ingeniería y cuentan con departamentos de I+D.

Así pues, la maquiladora fronteriza presenta una fisonomía muy variada con tendencias contradictorias. Por eso la evaluación acerca de los beneficios o las deficiencias derivadas de su funcionamiento son polémicas y están condicionadas por expectativas, visiones, escenarios comparativos adoptados y sobre todo metodologías.

En este punto conviene hacer una pequeña consideración. Los análisis estadísticos respecto al número de ingenieros, técnicos, etcétera, no reflejan lo que observan los estudios de caso o los análisis cualitativos. Es evidente que la maquiladora en general no ha experimentado transformaciones que permitan caracterizarla como una industria intensiva en conocimiento. Sin embargo, ello no impide que determinados estratos del personal empleado participen en organizaciones con procesos de aprendizaje evidentes.

De hecho, la polémica alcanza al objeto mismo de estudio: la denomi-

nación de maquiladora viene siendo más cuestionada en la medida en que otras empresas se han acogido a esquemas de subcontratación similares por lo que las diferencias entre maquiladoras y no maquiladoras parecerían menores (Dussell, 2002).

Sin entrar en esta polémica, en este artículo nos proponemos sintetizar resultados de investigación acerca de los procesos de formación de la mano de obra de distintos tipos de personal empleado en la maquiladora. El tema plantea serios interrogantes acerca del significado de la formación en un territorio globalizado, de los beneficios e insuficiencias para el desarrollo de la región. Puede servir como referente para otras regiones en donde la pregunta acerca de las competencias y conocimientos de la mano de obra, ya sean obreros o profesionales, no encuentra una respuesta simple.

En el caso de la frontera norte de México, al menos desde principios de los noventa, varias investigaciones han indagado acerca de los conocimientos en las empresas, de la vinculación del sector educativo y productivo, de los conocimientos adquiridos por sectores técnicos y profesionales, etcétera (Hualde, 2001a, 2001b; Lara, 1998).

En este trabajo nos apoyaremos en dicho conocimiento acumulado y en trabajos más recientes que dan cuenta de las aproximaciones cuantitativas y cualitativas. Para ello ordenamos el trabajo de la siguiente forma:

- En primer lugar, ofrecemos datos significativos de la estructura industrial y del mercado de trabajo de Tijuana, así como de las remuneraciones del personal empleado en la maquiladora. Algunos de estos datos se observan desde la perspectiva del origen del capital de las plantas. Ello es importante porque da cuenta de un tejido industrial diferenciado y por lo tanto complejo. Se manifiesta tanto en la mezcla de culturas corporativas que confluyen en la ciudad, como en las regulaciones específicas que afectan a las plantas asiáticas por no formar parte del bloque de países firmantes del Tratado de Libre Comercio.
- En segundo lugar, analizaremos algunas características básicas de las relaciones entre educación y empleo en la localidad.
- Finalmente, expondremos dos casos específicos que reflejan las luces y sombras del aprendizaje en las ciudades fronterizas. Describiremos la creación y evolución de un Centro de Maquinados de Alta Precisión patrocinado en Ciudad Juárez por Philips en colaboración con dependencias públicas de educación. En segundo lugar, expondremos ciertas dinámicas de aprendizaje del corporativo Samsung en Tijuana, centrándonos principalmente en la planta de televisores.

Es necesario advertir que tanto los procesos formativos como los procesos de aprendizaje en la maquiladora están condicionados actualmente –finales del año 2002– por una serie de factores coincidentes que han interrumpido un crecimiento acelerado del empleo y de la planta industrial en los últimos veinte años. Estos factores son: a) Las regulaciones fiscales y arancelarias derivadas del Tratado de Libre Comercio; b) la caída de la demanda en el mercado de Estados Unidos; c) la competencia de China; y d) factores propios de las ciudades fronterizas, como el clima de inseguridad pública.

**Los procesos de aprendizaje en la maquiladora están condicionados actualmente por una serie de factores: a) Las regulaciones fiscales y arancelarias derivadas del Tratado de Libre Comercio; b) la caída de la demanda en el mercado de Estados Unidos; c) la competencia de China; y d) factores propios de las ciudades fronterizas, como el clima de inseguridad pública**

Los datos que presentamos provienen de distintas fuentes: estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática; en lo que se refiere al mercado de trabajo de Tijuana utilizamos datos de una encuesta reciente realizada en el Colegio de la Frontera Norte en el marco de un proyecto conjunto con la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) y la Universidad Autónoma Metropolitana (Xochimilco)<sup>1</sup> que se centra fundamentalmente en la rama electrónica; asimismo incluimos argumentos y resultados de otras investigacio-

nes donde se utilizaron encuestas, entrevistas y observación participante.

### **Características de las maquiladoras de Tijuana**

La estructura industrial de la maquiladora de Tijuana presenta algunas características diferentes de otras ciudades maquiladoras de la frontera norte de México: el tamaño de planta es relativamente reducido si se compara con el de Ciudad Juárez, la presencia asiática es mayor y la electrónica tiene mayor presencia que la de autopartes (Curry y Kenney, 1996; Hualde, 2002). En 1998, el empleo en la rama electrónica representaba alrededor del 35% del total de los empleos en la maquiladora local.

70

### ***Empleo según origen del capital***

En una encuesta realizada en el primer trimestre de 2002 en 120 plantas electrónicas y de autopartes se encontraron los siguientes datos respecto a la estructura: la mayor parte de las plantas entrevistadas (38.3%) se encontraba en el rango de plantas grandes, un 32.2% eran plantas pequeñas, el 24.3% plantas medianas y tan solo un 5.2% eran plantas micro.<sup>2</sup> La tendencia a la concentración del empleo en plantas grandes fue notable en los noventa, pero puede estar variando a partir de la crisis del bienio 2001-2002.

En relación con la estructura industrial, un primer aspecto interesante

es que el tamaño de planta es muy diferente cuando se considera el origen del capital. Las plantas asiáticas son las más grandes, las de origen estadounidense, que son las más numerosas ocupan un lugar intermedio y, finalmente, las mexicanas son las que tienen menor tamaño. Es decir, en la electrónica (y autopartes) Tijuana presenta una estructura diferenciada: los grandes corporativos japoneses que se dedican sobre todo a la fabricación de televisores, las plantas de origen norteamericano, centradas en componentes pasivos —como cables, fuentes de poder, resistores— y activos, y las plantas mexicanas más pequeñas que se dedican fundamentalmente al ensamble de componentes pasivos.

Algo más de la mitad de las plantas mexicanas, que en la muestra sumaron 21, son pequeñas, 23.8% son medianas y 19% son plantas grandes y solo una planta es micro.

Las de origen estadounidense tienen, como se dijo, un tamaño mayor que las mexicanas. El 35.9% son establecimientos grandes, el 32% plantas pequeñas, el 25% son medianas y, finalmente el 6.3% son plantas micro.

Finalmente, casi el 60% de las asiáticas son plantas grandes, el 23.3% son medianas, el 16.7% son pequeñas y el 3.3% son plantas micro.

Así pues, en lo que se refiere al origen del capital tenemos un tejido industrial claramente diferenciado. El

tamaño promedio del empleo así lo indica: las plantas de origen asiático, tienen en promedio casi 633 trabajadores, las de Estados Unidos, 335 empleados, y las mexicanas cuentan con un promedio de 234 trabajadores aproximadamente. En conjunto, el promedio de empleos por planta alcanza los 403 (Cuadro 1).

### **Estructura del empleo**

Uno de los aspectos indicativos de las transformaciones en el tejido industrial es la composición del empleo y su evolución en el tiempo. Los datos en este sentido parecen apoyar la tesis de un tejido con mano de obra poco calificada.

El porcentaje promedio de obreros por planta alcanza al 78.1% del personal empleado. Curiosamente, el porcentaje desciende al 75% en las plantas mexicanas cuyo tamaño promedio es menor. La desviación estándar mayor entre las plantas mexicanas indica una gran heterogeneidad entre ellas; si a ello se añade que se trata tan solo de 21 plantas, se puede inferir entonces que el menor porcentaje de obreros se encuentra concentrado en unas pocas plantas.

Los porcentajes de personal directo son similares a los que registran otras encuestas a nivel nacional. En estas, se apunta además que durante la década de los noventa la proporción de técnicos y administrativos fue similar a la de los trabajadores directos. Sin

embargo, hay autores que registran ligeros aumentos en las plantas fronterizas durante esta misma década.

Posiblemente una de las causas por las cuales la proporción de técnicos y administrativos no aumenta en los noventa es debido a que la rama que más crece a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio (de 1995 en adelante) es la de la vestimenta, que es la más intensiva en trabajo. Este tipo de industria se concentra en estados del centro y sur de México como Aguascalientes y Yucatán y su empleo se multiplicó por siete entre 1988 y 1999, de menos de 31.000 empleados a más de 222.000 en 1999.<sup>3</sup>

En cualquier caso, la maquiladora presenta una estructura de empleo más intensiva en mano de obra directa que el resto de la manufactura mexicana. Rodríguez Vargas (2002: 116) estima que en la manufactura mexicana no maquiladora existe un empleado administrativo (incluye técnicos) por cada tres obreros. En la maquiladora la proporción es de uno a trece.

Según los gerentes entrevistados en los tres años anteriores a la encuesta, –la mitad de crecimiento y la mitad de recesión–, en casi el 40% de las mismas aumentaron los ingenieros contratados, en el 44.2% no cambió el número de ingenieros y disminuyó en el 17%. Los aumentos fueron especialmente significativos en las plantas de origen estadounidense: el 42.6% de los casos; y de origen asiático el 40%. Los

porcentajes son muy similares, aunque un poco más bajos, en lo que se refiere a la contratación de técnicos.

Resulta significativo que, a pesar de la menor proporción de técnicos y administrativos que trabajan en la maquiladora, las grandes plantas tenían dificultades en los años noventa para encontrar profesionales, especialmente ingenieros, en las ciudades fronterizas. Muchas de ellas “importaban” ingenieros de ciudades industriales con más tradición, en primer lugar Monterrey y en segundo lugar Guadalajara.

### **Los trabajadores directos**

La mano de obra de las ciudades fronterizas es mano de obra local o emigrantes del centro o del sur. Una parte de estos acude a las ciudades mexicanas de la frontera en busca de trabajo, principalmente en las maquiladoras; otra parte es mano de obra cuyo objetivo es cruzar a los Estados Unidos, pero no lo consigue y busca trabajo en el lado mexicano. Tal vez, la transformación más importante respecto a su composición es que la proporción de trabajadores varones aumentó paulatinamente durante los noventa, de modo que en Tijuana los hombres se acercan al 50% de los trabajadores directos y en Ciudad Juárez ya hay más hombres que mujeres.

Acerca de los trabajadores directos, se detecta en la encuesta un patrón relativamente consistente que di-

ferencia a las plantas norteamericanas. Hay varias características significativas de este tipo de plantas:

- Son las que menos rotación declaran en el momento de la encuesta y durante el año anterior a la misma.
- Son las plantas con mayor porcentaje de mujeres.
- Tienen la mano de obra que ha trabajado en un número promedio mayor de plantas maquiladoras.
- El personal promedio tiene una antigüedad relativamente elevada, aunque ligeramente menor al de las plantas mexicanas.
- El promedio de años de escolaridad del personal directo es algo más elevado que el de las otras plantas.

Así pues, las plantas de origen estadounidense tienen en esta encuesta características más definidas de plantas más estables, con mano de obra más experimentada en la maquila, con bastante antigüedad y más feminizada (Cuadro 2). El promedio de ingreso se encuentra por encima del promedio de la muestra (alrededor de 80 dólares semanales), pero es ligeramente inferior al de las plantas mexicanas. También el salario promedio de los ingenieros es más elevado en las plantas estadounidenses que en las mexicanas –que ocupan el segundo lugar– y en las asiáticas (ver Gráfica).

En relación con lo que acabamos de señalar, llaman la atención los da-

tos referentes a las plantas asiáticas: son las que tienen promedios salariales más bajos y más altas tasas de rotación; sus trabajadores son los de menor antigüedad y son los más jóvenes. En este sentido la estructura del empleo en las plantas asiáticas es más cercano al de las plantas de “primera generación” a pesar de tratarse de plantas grandes (Carrillo y Hualde, 1998).

Otro aspecto importante es que el salario de los trabajadores directos (incluidas prestaciones) es a finales de los noventa muy similar al de principios de la década: alrededor de tres salarios mínimos.

### **Aprendizaje, calificación y capacitación**

El aprendizaje de los obreros en la industria maquiladora ha estado condicionado por dos aspectos: a) por la mayor complejidad de algunas operaciones en ciertas plantas; b) por una regulación del empleo débil, individualizada, que se traduce en altas tasas de rotación.<sup>4</sup>

Por otro lado, el nivel educativo de la mano de obra ha aumentado ligeramente en la última década: de 6.6 años a principios de los noventa a 7.4 en Tijuana (Carrillo, coord. 1991:56, COLEF, 2002). Sin embargo, los promedios de escolaridad en la manufactura de Tijuana son menores que en ciudades como Guadalajara, Puebla y Monterrey (Hualde, 2002).

El tema de la calificación puede abordarse a partir de la percepción que tienen los gerentes sobre las carencias que presenta el personal empleado en la maquiladora:

¿Cuál es la percepción de los gerentes acerca de los problemas o las carencias del personal ocupado en la realización de las actividades productivas? Más específicamente, ¿las deficiencias en la calificación de la mano de obra son un obstáculo para los gerentes de las plantas?

El resultado principal encontrado en la encuesta referida coincide con hallazgos de otros estudios: los problemas principales se encuentran en las actitudes de los trabajadores, más que en las aptitudes (Hualde, 1994). El 39.4% de los gerentes entrevistados consideran que la falta de responsabilidad de los trabajadores es el principal problema del personal empleado. El segundo aspecto señalado por el 21.3% de los entrevistados es la falta de concentración de los trabajadores. Un 19.7% indican que no tienen ningún problema con el personal empleado y únicamente el 11% consideran que el problema principal es la falta de calificación (Cuadro 3).

Las plantas que en mayor número apuntan a la **falta de responsabilidad** como el principal problema, son las de origen asiático, pues exactamente la mitad de ellas señalan que este es el factor más problemático, seguido por

la falta de concentración de los trabajadores.

Resulta sin embargo significativo que en las plantas mexicanas la percepción varía considerablemente. Aunque la falta de responsabilidad es el primer factor para casi el 29% de los entrevistados, el segundo aspecto es la falta de calificación del trabajador, factor señalado por el 19% de los gerentes entrevistados en las plantas mexicanas. Para las estadounidenses la falta de responsabilidad son factores con una influencia más equilibrada: 40%; y 26% por falta de calificación.

En esta situación no es sorprendente que el 68.6% considere que el personal que necesita más capacitación son precisamente los obreros. Sin embargo, es interesante que un 17.4% señalan que los técnicos son quienes más capacitación necesitan. Las plantas que consideran en mayor medida que los técnicos son el personal que más capacitación necesita son las asiáticas – 23.3% de las mismas– y las estadounidenses, 18.6%.

El contenido de la capacitación se refiere fundamentalmente a los aspectos técnicos del proceso –respuesta del 63.6% de los entrevistados–, seguido de las normas de calidad mencionado por el 16.1%. Las normas de calidad son mencionadas principalmente por las plantas asiáticas, un 24.1% de ellas considera que es el aspecto principal en que se ha capacitado a ingenieros y técnicos.

Por otro lado, el gasto en capacitación aumentó en menos de la mitad de las plantas y no experimentó cambios en la mitad de las mismas. Un pequeño porcentaje, el 6.5% considera que el gasto en capacitación disminuyó.

Sin embargo, como es sabido, la capacitación es solo una de las formas posibles de aprendizaje. De hecho, las respuestas acerca de los métodos de aprendizaje de los ingenieros y técnicos reflejan la pluralidad mencionada. En promedio, los gerentes consideran que los dos procedimientos más utilizados por los técnicos e ingenieros son respectivamente, el aprendizaje práctico individual con el 23.4% de las respuestas, y los cursos en instituciones locales mencionado por el 21.8% de los entrevistados. Sin embargo, el aprendizaje **en** la casa matriz y el aprendizaje **con** gente de la casa matriz también alcanzan porcentajes significativos, 16.9% y 16.1% respectivamente.

Por origen del capital, se encuentran algunas diferencias: en las plantas mexicanas el procedimiento más utilizado es, según el 40%, los cursos en las instituciones locales; y el 35% piensa que es el aprendizaje práctico individual. Carece de importancia el aprendizaje en la casa matriz, al ser plantas independientes y el aprendizaje en grupos informales. Sin embargo, un 15% de los gerentes considera importante el aprendizaje en grupos de trabajo formales.

En las plantas estadounidenses destaca el aprendizaje en la casa matriz seguido de los cursos en las instituciones locales y el aprendizaje práctico individual (20.3% de respuestas en cada caso).

En las plantas asiáticas destaca la importancia del aprendizaje con personal que viene de la casa matriz; lo mismo ocurre con las plantas de otras nacionalidades donde este procedimiento es mencionado por el 27.3% de los gerentes.

Un dato hasta cierto punto sorprendente es la evaluación que los gerentes entrevistados realizan de la capacitación comparándolo con empresas altamente competitivas. Únicamente el 18% considera que la capacitación que brinda la planta es mejor que la de empresas altamente competitivas; el 38.6% piensa que es igual y el 43.3% señala que es menor.

Así pues en el tema de la capacitación aparece también un panorama que puede dar lugar a interpretaciones ambivalentes: en un mercado de trabajo con una escolaridad que no aumenta sustancialmente, las plantas señalan que la falta de responsabilidad es la mayor carencia que encuentran entre sus trabajadores. Al mismo tiempo, una mayoría de plantas dice haber aumentado la capacitación de sus empleados; en el aprendizaje, los métodos que utilizan los técnicos e ingenieros tienen rasgos interesantes: las ins-

tituciones locales son relativamente importantes, pero parecería que los conocimientos que provienen de la casa matriz lo son más, ya sea porque los ingenieros son enviados a los cuarteles generales, o bien como ocurre frecuentemente en las plantas asiáticas, porque ingenieros de la casa matriz son enviados a la frontera mexicana para capacitar a sus cuadros.

### **La vinculación con el sector educativo**

Hay en las ciudades fronterizas dos formas de vinculación con el sector educativo: mediante convenios formales o mediante redes informales. A menudo, ambas formas se dan de manera simultánea. Se llegan a formalizar acuerdos entre las empresas apoyándose en el conocimiento que surge a partir de redes informales.

Sin embargo, los contenidos de la vinculación formal son relativamente estrechos. Se le da una gran prioridad a las prácticas profesionales en las empresas, pero casi no se establecen otras formas de articulación: pocas empresas otorgan becas, no hay desarrollos conjuntos de proyectos tecnológicos, pocas empresas donan equipo a las escuelas, etcétera. Las acciones de vinculación que van más allá de las prácticas profesionales se concentran en unas pocas empresas generalmente grandes.

**Los obstáculos para mejorar la vinculación según la opinión de las propias empresas son principalmente dos: la falta de información acerca de la infraestructura educativa de la localidad –23.4%– y que la empresa tiene otras prioridades, 21.8%**

76

**A pesar de los esfuerzos realizados por las instituciones educativas por establecer vínculos con el sector productivo de la localidad, desde la perspectiva de los gerentes de las empresas, la vinculación en la frontera todavía tiene que vencer numerosos obstáculos**

Los obstáculos para mejorar la vinculación según la opinión de las propias empresas son principalmente dos: la falta de información acerca de la infraestructura educativa de la localidad –23.4%– y que la empresa tiene otras prioridades, 21.8%. Lo anterior indica que, a pesar de los esfuerzos realizados por las instituciones educativas por

establecer vínculos con el sector productivo de la localidad, desde la perspectiva de los gerentes de las empresas, la vinculación en la frontera todavía tiene que vencer numerosos obstáculos, como se ha observado en varios países latinoamericanos (Labarca, 1999).

En todo caso, las instituciones educativas y de capacitación tampoco son uniformes. Entre las instituciones de educación superior de Tijuana se puede distinguir tres tipos de vinculación con la industria maquiladora:

- Un primer grupo donde la vinculación es más antigua, está consolidada, y varias generaciones de egresados

han sido contratadas en los últimos quince o veinte años en la industria maquiladora. En este grupo encuadramos al Instituto Tecnológico de Tijuana y al Centro Tecnológico Industrial y de Servicios (Cetys). A pesar de clasificarlos en un mismo grupo, las diferencias entre ellos son importantes. El Tecnológico es una institución pública con 25 años de existencia, perteneciente a un sistema de tecnológicos a nivel nacional creados para conectarse con los sectores productivos. En Tijuana su importancia cuantitativa es grande –alrededor de 5.000 estudiantes–, y cuenta con carreras de Ingeniería Electrónica, Industrial, Informática y otras relacionadas con la industria.

El Cetys es una institución mucho más pequeña que nació patrocinada por grupos empresariales locales. Su intención es “formar líderes” por lo que sus egresados son formados para ocupar puestos gerenciales.

- En el segundo grupo se encuentra la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) donde estudia más del 60% de los inscritos en instituciones de educación superior. La UABC tiene una política de vinculación con la industria más reciente y sus egresados tienden a ocuparse en sectores más diversos, incluyendo el sector público. Se observa sin embargo que en los noventa se han constituido or-

ganismos de vinculación donde participan empresarios.

- Un tercer grupo de instituciones de nivel superior está formado por una serie de universidades privadas que surgieron en la década de los noventa en la ciudad, y que se han centrado especialmente en carreras de tipo administrativo: Negocios Internacionales, Comercio Exterior y similares. Son universidades relativamente pequeñas con una orientación práctica cuyos resultados todavía no se pueden evaluar.
- La vinculación no se limita a las instituciones de educación superior. Los centros que otorgan títulos de bachillerato técnico o los de Técnicos Profesionales también se han propuesto, al menos desde principios de los noventa, vincularse con las maquiladoras. Las acciones de vinculación se reflejan en una actividad constante de firma de convenios, envío de estudiantes para la realización de prácticas profesionales, realización de cursos para las empresas y actividades similares. Esta actividad padece de los mismos elementos de discontinuidad que se da en el mercado de trabajo maquilador. Es una tarea con carencias de profesionalidad y organización que, con todo, es bien recibida por ciertas maquiladoras. Otras, no tienen mayor interés en

tener vínculos con las escuelas. En este aspecto, uno de los factores que condiciona la vinculación es la forma en que algunos gerentes en puestos clave entienden la vinculación con el papel de la maquiladora en las ciudades fronterizas.

- En el nivel técnico destaca la labor del Colegio Nacional de Educación Profesional (CONALEP) que gestiona un Centro de Asistencia Técnica (CAST) que tiene dos actividades importantes: por un lado, imparten cursos a pedido de las empresas y adaptados a sus necesidades; por otro lado, han sido reconocidos como organismo certificador de competencias laborales.

En suma, los centros técnicos de la localidad han logrado una vinculación relativamente importante con un sector de las maquiladoras, aunque sin duda tienen limitaciones de contenidos, profesionalidad y organizativos. Por parte de las maquiladoras, la respuesta es desigual: plantas que trabajan por mantener y mejorar la vinculación y un gran sector que permanece al margen de la misma.

En este contexto las experiencias de Cenaltex y Samsung que describimos a continuación muestra los avances, la complejidad y las limitaciones de las experiencias de formación de técnicos en un contexto globalizado como la frontera norte de México.

## La experiencia Philips-Cenaltec en Ciudad Juárez<sup>5</sup>

Ciudad Juárez es la ciudad de la frontera mexicana con mayor número de empleos en la industria maquiladora, cerca de 200.000, y el mayor número de empleados por planta. Entre otros grandes grupos corporativos, se asientan en la ciudad, subsidiarias de Ford, General Motors, General Electric, Honeywell y otras (De la O, 1999).

El año 2001, el corporativo Philips tenía en Ciudad Juárez, once plantas con un total de empleados estimado entre 11.000 y 12.000. Tres de estas plantas –con un total de 4.000 empleados– se dedican a fabricar productos de electrónica de consumo destacando la planta de TV de Ciudad Juárez. Las demás plantas producen sistemas de audio para el hogar y autoestéreos.

La filosofía de Philips, según el gerente de Recursos Humanos de la planta de TV en Ciudad Juárez, es que la mayor parte de su personal se convierta en un instructor “interno”. El objetivo es crear líderes e innovadores.

Entre los programas de vinculación con el sector educativo uno de los más importantes es el denominado *Universidad Philips* en colaboración con el Tecnológico de Monterrey en Ciudad Juárez. Son programas de aplicación inmediata en ISO9000, ISO14000, Programa de Desarrollo de Habilidades del Supervisor, *Shop Floor Management* y otros. De acuer-

do con uno de los entrevistados, el programa se planea cuando la gerencia de Philips percibe que no todos los programas internos funcionan adecuadamente y que, por lo tanto, es necesario buscar la colaboración con las instituciones locales.

Una segunda iniciativa de Philips en este terreno es la creación del Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología (Cenaltec) que se inscribe dentro de una coyuntura específica. Se trata de formar técnicos en maquinados para la planta encargada de dar mantenimiento, reparación y fabricar piezas para los televisores que Philips fabrica en Ciudad Juárez. En la tradición del corporativo de dar importancia a la fabricación de maquinaria propia, en 1997 se consideraba que el taller de maquinados tenía posibilidades de expandirse y dejar de ser “el tallercito” de Philips. De este modo, podrían mejorarse y ampliarse las funciones tradicionales de la planta de maquinados: reparación y mantenimiento del equipo de la planta de TV y fabricación de algunas piezas. Los nuevos técnicos podrían fabricar piezas y moldes más complejos y vender sus servicios a otras empresas maquiladoras instaladas en Ciudad Juárez con quienes ya mantenían cierta relación de servicio.

El corporativo adquirió maquinaria y contrató nuevo personal para iniciar la “nueva unidad de negocio”. El proyecto da cuenta de una de las peculiaridades poco conocidas de las maquiladoras que pertenecen a grandes

corporativos: la posibilidad de tomar iniciativas de negocios con otras empresas sin dejar de pertenecer al corporativo. En esa relación es difícil discernir quién toma las decisiones, cómo se toman y hasta qué punto existen acuerdos y diferencias a la hora de emprender determinadas trayectorias de negocio.<sup>6</sup>

El proyecto de transformar el “taller de maquinado” en una “unidad de negocios” se expresó en la creación de una nueva moderna planta *Enabling Technologies*. Se trataba de darle una nueva identidad al negocio. Hasta 1997 en la planta había dos técnicos en diseño mecánico, un técnico electrónico y cinco técnicos en herramientas. Este mismo año se mudan a un edificio nuevo con más equipo, mayor capacidad de producción y mayor requerimiento de personal.<sup>7</sup>

Durante los años 1999 y 2000 la planta experimenta un “cuello de botella” pues dispone de la infraestructura y equipo pero carece de la capacidad y conocimiento para utilizar efectivamente esos equipos. En esta época la maquiladora crecía muy rápidamente en Ciudad Juárez, lo que se manifestaba en una gran demanda de trabajadores. Durante este periodo en algunas plantas maquiladoras la rotación del personal ascendió al 100%. En estas condiciones los gerentes de Philips perciben que es muy difícil reclutar personal con “buena actitud y suficientes habilidades”.

Para suplir la falta de personal preparado, los gerentes de Philips decidieron acercarse a un grupo variado de instituciones educativas locales: al Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial (CECATI) y al Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), con el objetivo de contratar gente con experiencia.<sup>8</sup> Así también establecieron relación con el Centro de Asistencia y Servicios Tecnológicos (CAST).<sup>9</sup> Sin embargo el problema de la escasez de personal calificado no se resolvió. En esas circunstancias de auge económico, alta rotación y escasez de buenos técnicos se crea Cenaltec.

### **Características del proyecto Cenaltec**

El Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología (en adelante Cenaltec) de Ciudad Juárez es una institución novedosa en el esquema de desarrollo fronterizo: una institución formadora de técnicos en maquinados de alta precisión con un financiamiento mixto público-privado, con las dificultades que este tipo de colaboración suele traer consigo (Gallart, 2001; Labarca, 2001).

De acuerdo con Cenaltec, el objetivo del centro es “Formar un técnico capaz de elaborar piezas complicadas de alta precisión en tornos, fresadoras, rectificadoras y mandrinadoras. Capaz de: preparar sus trabajos y maquinar

sus piezas en operaciones combinadas, interpretar y escribir programas simples de CNC (control numérico computarizado), trabajar en forma independiente y en equipo” (Documento interno Cenaltec).

Crear asimismo, una “infraestructura técnica” para la industria y desarrollar recursos necesarios para el desarrollo industrial de la región de Chihuahua. Una de las demandas más frecuentes de la maquiladora es disponer de técnicos de maquinaria de alta precisión.

Las características significativas del proyecto desde el punto de vista de la colaboración institucional y de la tecnología aportada es la siguiente: El gobierno Federal y el gobierno del Estado proporcionaron el terreno, el edificio, el equipo y la infraestructura. El sector privado contribuye con los costos anuales de operación, fundamentalmente las colegiaturas de los estudiantes.

Los candidatos que deseen ingresar a Cenaltec deben tener apoyo económico de alguna maquiladora o empresa. “Cenaltec considera indispensable y necesario que el alumno cuente con los medios y materiales necesarios para su capacitación y entrenamiento.” (*ibid*, Cenaltec).

Para evitar la piratería, los alumnos contraen obligación con sus maquiladoras, de cubrir \$9500usd., en

caso de abandonar la empresa de la que recibió apoyo económico

Siete empresas apoyan el centro financiando la formación de los estudiantes.<sup>10</sup> La más importante es Philips, la cual provee becas a treinta y un alumnos. Aunque la mayoría de los estudiantes, proceden de la empresa holandesa, el centro está abierto a la participación de técnicos de otras empresas. Esta nueva política de las empresas maquiladoras es un avance en el nivel de compromiso del sector maquilador en iniciativas de formación de personal pues se compromete a participar en los gastos derivados de la colegiatura de los estudiantes y “otras formas de ayuda financiera pertinentes”.

### **El equipo**

La escuela cuenta con cuatro áreas: área de rectificado, área de fresado, área de tornos y área de taladros.<sup>11</sup> Se estima que cada estación de trabajo tiene un costo promedio de \$35.000usd. Existen 1.6 estaciones de trabajo por alumno.<sup>12</sup>

El programa tiene una duración de dos años, durante la cual el alumno recibe 3.660 horas de instrucción. El 80% de los cursos son de naturaleza práctica y el 20% restante es teórico. Existen dos horarios (matutino y vespertino) para dos grupos diferentes de estudiantes. Para alentar procesos de aprendizaje se forman subgrupos integrados por once aprendices.

El estudiante debe asistir cuatro días por semana a Cenaltec. Cada jornada de aprendizaje esta dividida de la siguiente manera: dos horas de teoría y seis horas de práctica; el quinto día de la semana el estudiante debe asistir a una empresa.

En el caso de los estudiantes de Philips, el quinto día, distribuidos en cinco grupos, los estudiantes se integran al proceso de producción donde se les prueba para ver en qué área se adaptan más. Llevan a cabo funciones de inspección de proceso, control de calidad, fresadora, torneado, soldadura.<sup>13</sup>

*El estudiante puede, si así lo desea, suspender el entrenamiento al término de cada módulo. Al finalizar el entrenamiento la empresa otorga el certificado de Técnico en maquinados de alta precisión.*

El propósito es formar recursos humanos altamente especializados pero también formar sujetos con posibilidades de convertirse en “empresarios”. Esta es una manera de promover proveedores locales. Por ello los alumnos reciben cursos teóricos relacionados con la economía de los negocios.

Los procesos de enseñanza se basan fundamentalmente en un manual de más de 4.600 páginas del corporativo Philips – Holanda, traducidos expresamente para este centro.

A pesar del origen de Cenaltec, en la planta de Philips/Enabling se consi-

dera que la relación con este “ha sido distante”. Un gerente de Philips/Enabling señala: “había un supervisor responsable de conectar con Cenaltec, pero se hallaba muy enfocado a resolver el papeleo administrativo con el centro, de modo que eso le quitaba mucho tiempo.”

De todos modos, el entrevistado manifiesta que el Plan de aprendizaje de Philips se ha probado desde hace ochenta años, “pero no funciona si se aplica tal cual es, porque somos muy diferentes. El plan es demasiado rígido”. Es necesario adaptar este programa a las circunstancias e idiosincrasia local.

### **Los egresados de Cenaltec**

La consideración de los responsables de la planta de maquinados de Philips acerca de los egresados es muy positiva. De la primera generación de diez egresados, de los cuales algunos ya tienen trabajo, el gerente de la planta Philips señala que estos egresados “están ganando bien, alrededor de 1.500 pesos semanales (alrededor de 160 dólares) que es una buena cantidad para un técnico que empieza”. Otro de los alumnos decidió abrir su propio taller. “Al menos dos o tres de ellos van a tener un buen impacto. [Nuestros estudiantes] van a hacer un cambio allí donde se encuentren trabajando”.

Entre los alumnos de Cenaltec hay algunos apoyados financieramente por

otras empresas; así como dueños de talleres que se están pagando su propia escuela “porque les interesa mejorar su negocio”.

Sin embargo, a partir de la recesión económica iniciada en el 2001, hay dos obstáculos para la reincorporación de los egresados de Cenaltec en la planta de Philips,<sup>14</sup> por una parte, la caída en la demanda; y por otra, el giro de la planta hacia el negocio de fabricación de moldes de plástico. En Cenaltec, Philips cuenta con dos grupos de estudiantes, uno que finalizará sus estudios en la primavera de 2002 y el otro grupo al que le falta todavía un año. Sin embargo en las circunstancias de crisis que se vive, en el primer trimestre de 2002, la planta no puede cumplir todos sus compromisos. Pagaron, como se había acordado, la colegiatura, y la manutención de sus estudiantes mediante el pago de dos salarios mínimos, pero en esta coyuntura crítica no estaban en condiciones de exigir a los alumnos el compromiso de volver a la planta por dos años. Por el contrario, la planta no podía dar empleo a todos los egresados.

Actualmente hay nuevos desafíos ya que la planta ha decidido reorientar buena parte de su negocio hacia la fabricación de moldes de plástico para obtener mayores beneficios. En la escala técnico profesional de los plásticos, la planta está buscando “escalar” desde el técnico en maquinado hasta el fabricante de herramientas (*tool maker*) para llegar finalmente al  *mold*

*maker* que fabrica moldes. Para un egresado de Cenaltec esta evolución le llevaría aproximadamente entre cuatro y seis años de experiencia.

La falta de rentabilidad de Enabling Technologies y la crisis que afectó a la maquiladora además de afectar al proyecto Cenaltec interrumpe una trayectoria de aprendizaje. En Enabling Technologies se había conseguido transformar una línea de producción mecanizada en una automatizada para lo cual se contaba con un departamento de diseño mecánico que dejó de existir (Urióstegui, 2002).

La planta de maquinados había llevado a cabo otros proyectos importantes para Philips como montar la línea para el aparato de reproducción de DVD a emplear en la industria automotriz.

En la planta de maquinado se realizó el diseño del concepto, el montaje de la línea de producción, la realización de corridas piloto y la definición de los requerimientos de certificación de calidad. De acuerdo con Urióstegui (2002) en este proyecto se tenía un riguroso control de los niveles de sonido, estabilidad, especificaciones ergonómicas, requerimientos de seguridad, control de estática, etcétera.

Así pues, una iniciativa inédita de una transnacional en coordinación con organismos públicos locales es un síntoma del interés de algunos corporativos por mejorar la formación de sus

técnicos; al mismo tiempo el interés particular de Philips puede tener un efecto importante a escala local. Sin embargo, el proyecto resulta altamente vulnerable cuando cambia el ciclo económico y pelagra la rentabilidad de la empresa que lo sostiene.

## **Formación y aprendizaje en Samsung<sup>15</sup>**

### ***La expansión de Samsung en Tijuana***

En 1988, se instala en Tijuana la primera empresa del grupo Samsung, Samsung Televisores, la cual es parte de la subdivisión de Samsung Electronics. Esta planta se ha especializado en la producción de televisores de 13 a 37 pulgadas, televisores de pantalla Grande, videocaseteras, televisores de proyección y televisores digitales de alta definición. En noviembre de 2001 el total de empleo ascendía a 1.600 trabajadores.

La capacidad de producción en el año 2000 llegó a alcanzar 3 millones de televisores. Aunque la meta para 2001 se había fijado en 2.9 millones, después de la recesión de Estados Unidos la estimación había bajado a 2.7 millones de unidades.

En la planta producen veinte modelos diferentes incluyendo los de proyección, y dos modelos tipo digital de 62 pulgadas. La diferencia principal entre uno y otro es que el digital tiene

otra frecuencia y otro sistema de transmisión.

En 1994 se instala la segunda planta del grupo, Samsung Electromecanics que depende de la subdivisión corporativa del mismo nombre. La planta fue diseñada para abastecer a Samsung Televisores de componentes utilizados en la manufactura y ensamble del televisor. Inicia realmente sus operaciones hacia principios de 1995, pero es en 1998 cuando realmente alcanza su nivel óptimo de producción que consiste en partes críticas o componentes clave para televisores y monitores: el yugo de deflexión (*fly back*), capacitores, bocinas, sintonizadores y transformadores.<sup>16</sup>

Un año después, en 1995, inicia operaciones en la ciudad, Samsung Display dedicada a la producción del cinescopio, componente de la base para la producción del televisor estándar.<sup>17</sup>

Además de abastecer de cinescopios a Samsung Televisores, su tercer cliente en orden de importancia, es proveedor de otros productores y ensambladores de televisores, tales como Philips en Ciudad Juárez (su primer cliente), LG de Reynosa (su segundo cliente en importancia), Sanyo, JVC, Zenith y Sharp. La planta produjo en el año 2001 la cantidad de 8 millones de unidades.

En 1996, el corporativo instala en Tijuana su cuarta maquiladora, Samsung Monitores, cuya actividad es la

producción de monitores de computadora. Esta planta inicia sus actividades productivas en enero de 1997 con tres líneas de producción y un modelo de monitor, en este caso de 14 pulgadas. Resulta ser tan exitosa esta empresa, que en septiembre de 1997 se concluyen tres nuevas líneas de producción y se inicia el segundo turno de producción. La producción de monitores en esta empresa casi se ha duplicado de un año a otro, de enero a marzo del año 2000 se habían fabricado 5 millones de monitores, mientras que de enero a julio del año 2001 se habían producido ya 10 millones de monitores rebasando esta cifra para fines de dicho año.

A finales de 2001 los efectos de la recesión se habían hecho notar en algunas de las plantas. Samsung Electromechanics había reducido su personal de 1.700 a 1.000 personas; las metas de producción previstas no se habían alcanzado en algunos de los productos o componentes. Sin embargo, los entrevistados se mostraban confiados en poder recuperar el ritmo de producción y ventas en el 2002. El problema principal, según uno de ellos, se derivaba de los efectos del Art. 303 y de las indefiniciones en relación con la aplicación de las reglas del TLCAN. Sin embargo, consideraban que, a pesar de ello, la frontera seguía siendo una buena oportunidad para sus respectivas plantas.

A pesar de que Samsung fue tradicionalmente un imitador de las plan-

tas japonesas, en los años noventa propuso avanzar en la calidad de sus diseños y en la diversificación de sus servicios.

En este trabajo sintetizamos tres aspectos del aprendizaje en Samsung de Tijuana que en cierto sentido se relacionan con dicho objetivo: a) el aprendizaje relacionado con los cambios en el producto; b) el aprendizaje relacionado con la formación de un departamento de Investigación y Desarrollo; y c) el que se deriva de la formación de una empresa de servicios informáticos.

### ***Aprendizaje por cambios en el producto***

El proceso productivo de Samsung televisores consta de varias fases:

En primer lugar, el proceso de ensamble de componentes es manual, debido a que las máquinas automáticas para estos procesos cuestan entre 800.000 y 1 millón de dólares. La mayor parte de los componentes son insertados manualmente por los trabajadores, quienes están sujetos a tierra para no recibir descargas eléctricas.

En segundo lugar, una segunda parte del proceso de producción se encuentra automatizada (*through hole*) mediante la utilización de máquinas de distinta antigüedad; algunas de ellas tienen 10 ó 12 años de antigüedad, pero otras, son mucho más modernas. La

diferencia principal entre unas y otras es la velocidad. Las máquinas que se traen a la planta de Samsung Televisores provienen de plantas del corporativo o de procesos que han cerrado en otros países. La soldadura de los componentes es hecha con soldadura de ola, (la cual es automatizada), pero también se utiliza la soldadura manual con caudín que requiere de una gran habilidad y paciencia por parte de los operadores.

Dentro del proceso de producción, hay una fase de ajuste mecánico muy importante porque se revisa el sonido y la pureza de la imagen, de modo que el aparato quede listo para ser enviado al cliente. La fase de ajuste marca la diferencia en los TV normales y los TV de proyección. En estos últimos, el ajuste es más artesanal, tiene que ser más preciso y además se trabaja con equipo más caro que no se puede echar a perder. En este proceso se encuentran técnicos de producción con experiencia en la planta.

Asimismo hay un proceso de control de calidad y ajuste de la imagen en pantalla a cargo de una treintena de operadoras que recibieron capacitación en Corea durante un período de tres meses.

En el proceso de producción se cuenta con sistemas de control informático mediante pantallas que permiten comprobar visualmente distintas fases del proceso y los problemas por los que puede atravesar. Este sistema

forma parte del *Product Quality System (PQS)* que utiliza la empresa para asegurar la máxima calidad de sus productos.

En conjunto, se calcula que el proceso de automatización de TV medido por el número de operaciones es de 40%, algo menor al que se tiene en la planta de monitores calculado en 55%.

Los procesos de automatización se han extendido incluso al área de inventarios. Para mejorar el control de los mismos, el personal del área —que no tiene una escolaridad superior a secundaria— maneja computadoras manuales. Las ventajas de dicho sistema contrastan con el tiempo de capacitación de los operarios que no excede de las dos o tres semanas.

Las plantas de Samsung dan gran importancia a la formación que imparten los ingenieros que vienen de Corea. En lo que se refiere a los ingenieros locales, Samsung tiene un convenio con tres instituciones locales para becar anualmente a una veintena de estudiantes que hayan obtenido altas calificaciones, con el objetivo de formarlos y contratarlos posteriormente.

El problema principal con los ingenieros, según uno de los gerentes, es la calidad. Desarrollar a los ingenieros lleva mucho tiempo y muchos de ellos no tienen la paciencia para esperar mejores beneficios. “No podemos darles los grandes salarios”. Para el entrevistado “las carreras que se im-

parten en la localidad son demasiado generales y a la vinculación con instituciones como el Tecnológico no se le ha dado demasiado seguimiento por parte de la planta: al menos para dejar bien claro cuándo hay necesidades en materia de este tipo de personal”.

La conclusión principal respecto al aprendizaje en producción es que se da sobre todo con la introducción de nuevos productos y se complementa con aspectos de reestructuración organizacional; sin embargo, ambos procesos no necesariamente se dan de manera simultánea. La introducción de productos probablemente se decide a escala del corporativo porque el *staff* coreano que viene de aquel país tiene un papel muy importante. En cambio, en la reestructuración organizacional se detectan dinámicas propias de las plantas instaladas en Tijuana con mayor capacidad de decisión de los ingenieros locales.

Por ejemplo, la fabricación del TV de proyección es un proceso más lento y laborioso que requiere más entrenamiento de los operadores y de los técnicos porque se necesitan criterios de selección y ajuste en su fase final. A pesar de ello, las tareas de ajuste en TV de proyección se pagan igual que las otras porque el trabajo requiere más habilidad pero es menos intensivo.

Hay tres referentes importantes en relación con el aprendizaje: 1) lo que se hace en Corea en el corporativo; el

acortamiento de la distancia en Corea es para la planta mexicana un buen indicador del aprendizaje; 2) lo que otras empresas hacen en la localidad; 3) el tercer indicador sería la frontera tecnológica de los productos que se expresa en el tránsito hacia el televisor digital y/o la pantalla de cristal líquido.

### **Formación y evolución del departamento de Investigación y Desarrollo**

Los procesos de aprendizaje reseñados tienen como límite la propia estructura de la industria maquiladora que, en general, excluye los procesos de diseño de sus actividades, aunque una cuarta parte de las plantas entrevistadas en Tijuana dicen tener un departamento de ingeniería de diseño. Por eso, es importante el objetivo de Samsung de avanzar en la creación de un departamento de I+D.

El antecedente del departamento de I+D es el departamento de Ingeniería de producto. En este departamento se recibe el diseño de Corea y se lleva a cabo el desarrollo de preproducción (el prototipo) en el laboratorio. Posteriormente, hace una prueba piloto antes de pasarlo a la línea. En producto, las actividades principales de ingeniería se refieren a:

- Producto eléctrico
- Impresión de tarjetas
- Diseño y adaptación de *fixturas* (soportes para piezas o máquinas)

- Corregir defectos sobre la línea
- Problemas referidos a automatización
- Operaciones de calibración

En este proceso tuvieron apoyo de Corea entre 1995 y 1999; de 1999 a 2000 en la planta de Tijuana se corrieron dos modelos sin el apoyo de la casa matriz, aunque contaban con la asesoría de dos diseñadores de tiempo completo.

A pesar de las actividades mencionadas en Ingeniería de producto, el impulso al departamento de I+D fue perdiendo fuerza por la desaceleración de la economía coreana. En el 2000 nuevamente resurgió el proyecto de constituirlo. En enero de 2001 se separaron física y formalmente, Ingeniería de Producto, que pasó a llamarse departamento de R+D, e ingeniería de proceso. Del grupo de ingenieros del primer proyecto (quince) solamente quedan dos.

A partir de la separación de los departamentos, los diseños de productos se hicieron en colaboración entre Samsung y la planta de Tijuana. Se comenzó a trabajar por grupos en varios modelos para hacer más productiva la fabricación, y con los nuevos diseños se lograron reducciones significativas de costos.

El trabajo en los nuevos modelos corre a cargo de veinte ingenieros, coordinados por una ingeniera que fue

reclutada por Samsung sin experiencia previa en la maquiladora. Estos ingenieros son de Tijuana –UABC y Tecnológico– y otros estados de México como Sinaloa, Sonora y Veracruz. En agosto de 2001 regresaron de Corea tres ingenieros que se habían especializado en desarrollo: un becario, un ingeniero con dos años de experiencia y un ingeniero de producto. Este grupo transmitió al resto del grupo su aprendizaje en Corea durante dos semanas, una hora cada día.

Durante este periodo se han dado nuevas mejoras. Por ejemplo se consiguió reducir el tamaño de placa para los televisores con lo cual se utilizan menos componentes y aumenta la productividad en aproximadamente un 30%. Uno de los objetivos en este mismo trabajo es idear nuevos componentes para poder automatizar al máximo el proceso. Asimismo se introdujo un nuevo modelo que tiene integrado video y procesador y que había sido desarrollado por Samsung en Corea.

Las funciones de diseño se han facilitado enormemente con los sistemas de comunicación electrónicos. De este modo hay especificaciones que se ponen en la red desde Corea, y otras las ponen ellos mismos desde Tijuana. A pesar de ello, se sigue usando el teléfono, para lo cual hay que tener en cuenta los cambios de hora. Los nuevos sistemas propician una mayor interacción con la matriz y con otras plantas.

### **Los Sistemas de Información en las plantas de Samsung en Tijuana**

Otra dimensión importante del aprendizaje se refiere a la introducción de sistemas de información en los procesos productivos.

Las inversiones y transformaciones en esta área han sido, fundamentalmente, tanto en productos para manejar la información (*hardware* y *software*) como en la organización de los recursos para su manipulación y conservación (creación de una empresa nueva y subcontratación de los servicios informáticos).

En todas las plantas de Samsung en Tijuana tienen un sistema de producción *ERP* (*Enterprise Resource Planning*) *software*. El *ERP* implica, desde el punto de vista del manejo de la información de la empresa, un enfoque ambicioso, pues intenta integrar todas las funciones de una empresa en un único sistema que sirva por igual a todas las necesidades particulares de los diferentes departamentos que la forman. En general, el *ERP* está dividido en módulos, que de alguna manera emulan la división departamental de la empresa (materiales, producción, contabilidad, compras, etcétera).

Desde marzo de 1998 se implementó, por decisión corporativa, el sistema *SAP* en todas las plantas Samsung de Tijuana Park. El *SAP* es un *ERP* desarrollado en Alemania. Hoy por hoy

se considera el más complejo y más costoso del mercado, cuya implementación puede alcanzar millones de dólares. Antes de esa fecha operaban con *OASIS*, un sistema rudimentario, sin la complejidad y, por tanto, con las posibilidades del *SAP*, que había sido desarrollado dentro del propio corporativo Samsung. Conjuntamente con la decisión de implementar el sistema *SAP* para el manejo de la información generada por la actividad de la empresa, se decidió al mismo tiempo incorporarlas a una base de datos *ORACLE* que también es una de las bases de datos más complejas y seguras de las existentes en el mercado.

Actualmente las plantas de Samsung se encuentran realizando el proceso de adaptación a la versión más reciente del *SAP*.

De forma paralela al *ERP*, y enfocado específicamente a monitorear continuamente la producción, opera el *PQS* (*Product Quality System*). Cada producto terminado, al salir de la línea de producción, es captado por el *PQS* mediante un lector de código de barras, mostrando en un televisor el estado actual de la producción comparándola, al mismo tiempo, con el plan. Al final del día, el *PQS* se integra al *SAP*.

### **Internet**

La situación es disímil en las diferentes plantas. En Televisores, no existe una *intranet* ni un *web site* pro-

pio. *Internet* se utiliza fundamentalmente para el servicio de correo electrónico. En *Display*, sin embargo, aunque tampoco utilizan mucho las tecnologías de *internet* para el manejo y control de la información de sus operaciones, al menos tienen un *web site* propio. De cualquier manera, existe un reconocimiento de que mundialmente los procesos se mueven en la dirección de aprovechar al máximo, dentro de la actividad empresarial, las potencialidades que ofrece *internet*.

Uno de los costos que incorpora la implementación de un *ERP*, es el costo de entrenamiento. Tanto cuando se realizó el cambio de *OASIS* a *SAP* hace tres años, como en la actualización en estos momentos a la última versión de *SAP*, ha venido un grupo de especialistas de Corea para realizar la capacitación en el personal de manera tal que puedan estar en condiciones de manejar óptimamente el sistema. Este grupo de especialistas coreanos, de alrededor de cuarenta personas, se compone de expertos en los diferentes módulos del *SAP*. El proceso dura cerca de cuatro meses.

### **Administración de la información. Nueva empresa**

Aunque ya se encontraba operando desde marzo de 2001, en agosto de este mismo año se crea en Tijuana una nueva empresa, SDSM Tijuana Data Center, una filial de SDS (Samsung Data System). Ubicada dentro del mis-

mo complejo junto con las demás plantas de Samsung, SDSM Tijuana Data Center es una empresa independiente de la compañía de manufactura.

SDSM Tijuana Data Center se crea con la idea de ofrecer en lo inmediato, soporte en sistemas a las plantas de Samsung emplazadas en la localidad. Pero con el proyecto de entrar en el futuro en la competencia regional, ofreciendo sus servicios a las restantes maquiladoras que operan en la zona.

El establecimiento de esta nueva empresa tiene un origen corporativo. Su propósito es reducir costos al hacer más eficiente el manejo de los recursos informáticos. Con su fundación se centralizan las bases de datos de todas las plantas en el centro de cómputo de SDSM Tijuana Data Center y desaparecen los departamentos de cómputo de cada una de las plantas, cuyo personal pasa a nutrir la nueva empresa creada. Las diferentes plantas, entonces –Televisores, *Display*, etcétera– subcontratan a SDSM Tijuana Data Center para cubrir sus necesidades en términos de soporte en sistemas y otros requerimientos informáticos.

Todo esto, sin embargo, por el momento parece ser solo una cuestión de intención. En la práctica se está planteando el problema de lealtades y tiempos de dedicación de los empleados de SDSM Tijuana Data Center respecto a sus antiguos centros de adscripción laboral. Por eso actualmente

SDSM Tijuana Data Center se dedica en lo fundamental al mantenimiento de la información de las bases de datos comunes y apoyo a las redes internas. Salvo en estas dos cuestiones, las plantas de Samsung localizadas en Tijuana no están obligadas a contratar los servicios de SDSM Tijuana Data Center para sus requerimientos en cuanto a otras cuestiones relacionadas con el área de sistemas informáticos.

Para poder ofrecer los servicios que SDSM Tijuana Data Center se propone lograr, se realizó una mejora importante en equipos de cómputos. Se cambió el equipo IBM con que venían operando por un equipo más moderno HP. La modernización del equipamiento de cómputo en las instalaciones de Samsung en Tijuana permite que en SDSM Tijuana Data Center se encuentren físicamente las bases de datos de las plantas a las que esta empresa da servicios, a las que desde su lugar de ubicación tienen que hacer un *login* a estas bases.

También existe la idea de que desde SDSM Tijuana Data Center se pueda dar servicios de soporte en esa área a todas las plantas Samsung de América Latina.

Antes se planteó que esta nueva empresa, una vez afianzada, tratará de ofrecer sus servicios a otras empresas maquiladoras localizadas en la zona. Pero esto último solo está planteado en este momento como un proyecto a futuro.

## CONCLUSIONES

La evaluación de la formación y el aprendizaje depende de las metodologías empleadas y de las concepciones subyacentes a los procesos que se han dado en los últimos años en la frontera norte de México.

Una concepción macro y estructuralista se basa en las cifras acerca de la proporción de técnicos en el empleo, de las cifras de años de escolaridad de la mano de obra e incluso del tipo de producto, donde todavía abundan los componentes pasivos. En ese sentido, la conclusión respecto al tipo de estructura industrial presente en la frontera lleva a pensar que, en general, la maquiladora sigue obedeciendo a un proceso con pocas opciones de formación para la mano de obra. Si a ello se añade el estancamiento de los salarios para los trabajadores directos, la conclusión se acercaría bastante a la visión crítica que tradicionalmente se tiene de la maquiladora.

Una concepción más “interaccionista” con una aproximación más cualitativa observa sobre todo los procesos entre actores que se dan en la actividad cotidiana de las plantas. Este tipo de concepción parte de algunas reflexiones acerca de la forma en que se dan los procesos de innovación y aprendizaje.

En lo que respecta al aprendizaje, este se identifica frecuentemente con las acciones intencionales de forma-

ción o en general de transmisión de conocimientos. En esta concepción, habría unos agentes del aprendizaje y unos receptores del aprendizaje. Sin embargo, existen concepciones más amplias. Efectivamente, el criterio intencional del aprendizaje que está dirigido a satisfacer “necesidades de conocimientos identificados”; por otro lado, hay sistemas de aprendizaje denominados evolucionistas en los cuales el aprendizaje organizacional es el “resultado” de las prácticas de acción de la organización.

En esta concepción los actores del aprendizaje son todos aquellos que pertenecen a la organización y no exclusivamente los destinatarios de las acciones de formación o capacitación. El aprendizaje se deriva entonces de fenómenos autónomos ligados a la acción de los individuos (Gasser, 2000; Villavicencio, 2000). Un enfoque en la misma línea hace decir a Alter (2002) que la innovación es el resultado de una sucesión de una constelación de acciones ordinarias.

Aunque la investigación en este sentido todavía puede considerarse incipiente, los resultados modifican las conclusiones propuestas por los enfoques macro (Lara, 1998; Contreras, 2000; Urióstegui, 2002; Dutrenit y Vera-Cruz, 2002). Nuestra propia investigación nos ha llevado a insistir en los procesos de aprendizaje, intencionales o no, que se dan en las maquiladoras de las ciudades fronterizas, tanto en aspectos técnicos como organi-

zativos. Sin duda, existen matices importantes respecto a estos procesos de aprendizaje: se dan principalmente en plantas ligadas a grandes corporativos, son más evidentes entre los cuadros técnicos y de ingenieros, y además se producen en un contexto signado por la vulnerabilidad en coyunturas de crisis económica. Este aspecto que resulta muy agudo en la maquiladora es común a otros ambientes económicos y es un elemento constituyente de la capacidad de *expertise*. Grasser (2000) menciona que esta se encuentra anclada a la producción industrial mercantil que distingue la *capacidad de expertise* de los conocimientos técnicos. La distinción se establece por tres razones: la primera reside en la singularidad de las situaciones de trabajo, que se especifican en el seno de trayectorias tecnológicas propias de cada organización productiva. Las otras dos razones provienen de la inscripción de la capacidad de *expertise* en un doble sistema de restricciones: restricciones de costos y búsqueda permanente de economías de tiempo que da ritmo y modela las condiciones de producción.

Las restricciones mencionadas han interrumpido de manera drástica procesos de aprendizaje en las ciudades fronterizas por cierre de plantas o eliminación de procesos. Urióstegui (2002) documenta en Ciudad Juárez la pérdida de capacidades técnicas y organizativas con el cierre de una planta de monitores; algo similar ocurre con el caso relatado de Enabling Technologies y su experiencia con Cenaltec. Los

casos mencionados ponen a prueba la capacidad de los actores locales para poder aprovechar aquello que de genérico tengan los aprendizajes acumulados; por otro lado, hablan de los riesgos inherentes a la inversión de las plantas transnacionales (Martinelli, 2002).

Las ciudades de la frontera norte de México se encuentran en una encrucijada: por un lado, tienen que seguir apoyando la presencia de maquiladoras con procesos de aprendizaje, por otro lado deben institucionalizar el apren-

dizaje y anclarlos a procesos con un referente local más fuerte. Uno de ellos podría ser el intento que empresarios locales llevan a cabo de constituir un *cluster de software*. Sin embargo, ello no es suficiente; sin duda, la organización del trabajo prevaleciente privilegia todavía un aprendizaje muy selectivo centrado en los cuadros altos; este tipo de estrategia y las deficiencias de escolaridad y capacitación que se dan entre los obreros, resultan un obstáculo para avanzar hacia procesos más intensivos en conocimiento. ♦

Cuadro 1  
Empleo por origen del capital

Origen de Capital	Número de empleados Promedio	Número de Plantas	Desviación Estándar
Mexicano	234.43	21	395.61
USA	335.13	64	518.77
Asiático	632.87	30	923.87
Otro	492.67	12	502.18
Total	403.69	127	631.10

Fuente: Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Colef, 2002. Proyecto Conacyt n° 36947-s, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", Colef/Flasco/UAM.

**Cuadro 2**  
**Características de los trabajadores directos**

Origen de Capital	% Experiencia Laboral	Promedio de Maquilas en la que trabajaron anteriormente	Promedio antigüedad en la planta (años)	Promedio de edad	Promedio de años de escolaridad	Tasa de Rotación (mes pasado)	Promedio Rotación (2001)
Mexicano	54.00	2.06	4.50	26.48	7.33	3.25	14.25
USA	77.39	3.40	4.11	25.48	7.52	2.87	8.37
Asiático	66.21	2.40	2.23	24.63	7.10	6.43	12.79
Otro	75.00	2.50	2.75	22.92	7.75	5.67	9.08
Total	70.66	2.86	3.60	25.20	7.41	4.06	10.44

Fuente: Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Colef, 2002. Proyecto Conacyt n° 36947-s, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", Colef/Flacso/UAM.

93

**Cuadro 3**  
**Percepción gerencial acerca de las carencias del personal ocupado (según origen del capital)**

Origen de Capital	Deficiente Calificación del trabajador	Falta de Responsabilidad	Deficiente calificación de gerentes y mandos medios	Deficiencia en habilidades manuales	Falta de concentración de los trabajadores	Ninguna	Total
Mexicano	19.0%	28.6%	9.5%	9.5%	14.3%	19.0%	100.0%
USA	6.3%	39.1%	4.7%	1.6%	26.6%	21.9%	100.0%
Asiático	13.3%	50.0%	3.3%	6.7%	16.7%	10.0%	100.0%
Otro	16.7%	33.3%			16.7%	33.3%	100.0%
Total	11.0%	39.4%	4.7%	3.9%	21.3%	19.7%	100.0%

Fuente: Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Colef, 2002. Proyecto Conacyt n° 36947-s, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", Colef/Flacso/UAM.

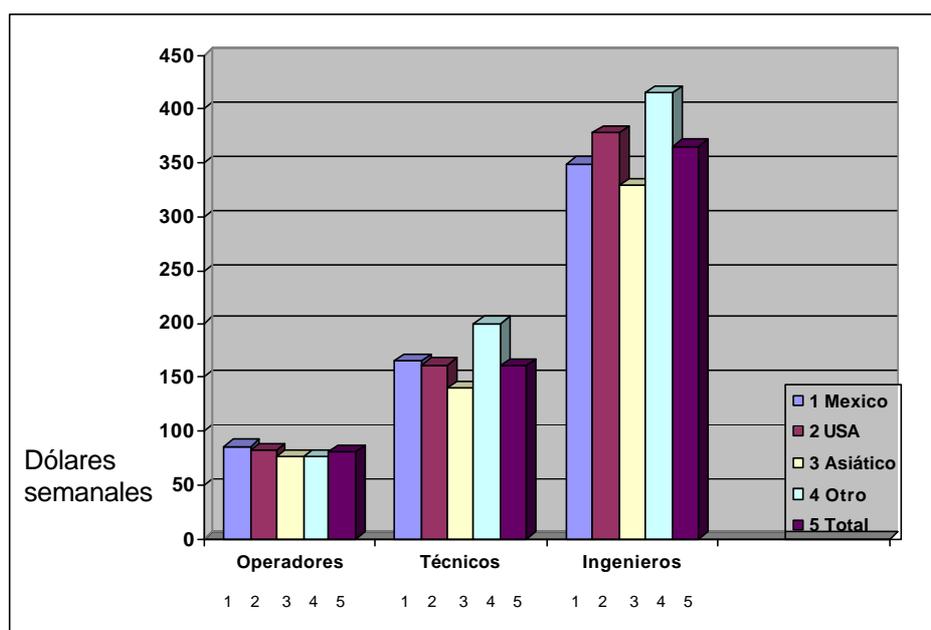
**Cuadro 4**  
**¿Quiénes necesitan más capacitación?**

Origen de Capital	Obreros	Técnicos	Ingenieros	Gerentes	Adminis- trativos	Todos	Super- visores y líderes de grupo	Total
Mexicano	76.2%	9.5%		9.5%	4.8%			100.0%
USA	67.8%	18.6%	3.4%	5.1%	5.1%			100.0%
Asiático	66.7%	23.3%		3.3%	3.3%		3.3%	100.0%
Otro	63.6%	9.1%		9.1%	9.1%	9.1%		100.0%
Total	68.6%	17.4%	1.7%	5.8%	5.0%	.8%	.8%	100.0%

Fuente: Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Colef, 2002. Proyecto Conacyt n° 36947-s, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", Colef/Flasco/UAM.

**Gráfica**  
**Salario semanal promedio por origen de capital**

94



Fuente: Encuesta Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras, Colef, 2002. Proyecto Conacyt n° 36947-s, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", Colef/Flasco/UAM.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alter, Norbert, "L' innovation: un processus collectif ambigu", en *Les Logiques de l'innovation*, Alter, Norbert (direcc.), La Decouverte, París, 2002.
2. Carrillo, Jorge (coord.), *Mercados de trabajo en la industria maquiladora de exportación*, Colef/ Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1991.
3. Carrillo, Jorge y Hualde, Alfredo, "Third Generation Maquiladoras? The Delphi-General Motors Case", *Journal of Borderlands Studies*, vol. XIII, n° 1, Spring, 1998.
4. Colef, "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en plantas maquiladoras", Departamento de Estudios Sociales(encuesta), Tijuana, México, 2002.
5. Contreras, Oscar, *Empresas globales, actores locales: producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras*, El Colegio de México, 2000.
6. Curry, James and Kenney, Martin, "The Japanization of Baja California: Japanese-Owned maquiladoras and the Rise of Integrated Production Complexes in Tijuana and Mexicali", informe preliminary, Alfred P. Sloan Foundation, 21 pp., mimeo, 1996.
7. De la O, María Eugenia, "Ciudad Juárez: la conformación de una ciudad maquiladora", en Morales Josefina (coord.), *El eslabón industrial: cuatro imágenes de la maquila en México*, Editorial Nuestro Tiempo, 1999.
8. Dussel, Enrique, "¿Ser o no ser maquila? Esa es la pregunta. Una reflexión", ponencia presentada en el Seminario Internacional, *Retos y perspectivas en la maquiladora mexicana: entornos locales y procesos globales*, Guadalajara, México, 29 al 31 de octubre, 2002.
9. Gallart, María Antonia, "La Articulación Entre El Sector Público y La Empresa Privada en La Formación Profesional De América Latina" en Labarca Guillermo, *Formación para el trabajo: ¿pública o privada?*, Cinterfor/OIT, Montevideo, 2001.
10. Grasser, Benoît, "Contribution du travail a l'apprentissage organisationnel", en Tanguy C. & D Villavicencio, (Eds.), 2000; "Apprentissage et innovation dans l'entreprise: approche socio-économique des connaissances", en Revista *Téchnologies, idéologies, pratiques*, Ed. Érès; Aix-en-Provence, France.
11. Hualde, Alfredo, "Capacitación y calificación en la maquiladora fronteriza: un ensayo de evaluación", en Daniel Villavicencio (coord.), *Continuidades y discontinuidades de la capacitación*, UAM-X-Fundación Ebert, México, 1994.
12. Hualde, Alfredo, *Saberes productivos y polarización en la frontera norte de México*, *Sociología del Trabajo*, Siglo XXI, pp.59-87, 1999.
13. Hualde, Alfredo, *Aprendizaje industrial en la frontera Norte de México: La articulación entre el Sistema Educativo y el Sistema Productivo Maquilador*, Plaza y Valdez/Colef, 2ª ed., México, 2001a.
14. Hualde, Alfredo, "Del territorio a la empresa: Conocimientos productivos entre los ingenieros del Norte de México", *Región y Sociedad*, n° 21, pp.3-45, enero-julio, 2001b.
15. Hualde, Alfredo, "Gestión del conocimiento en la maquiladora de Tijuana: trayectorias, redes y desencuentros", *Comercio Exterior* 52, no. 6, pp.538-550, 2002.
16. Labarca, Guillermo, "Formación para el trabajo: observaciones en América Latina y el Caribe", en Labarca, Guillermo (coord.), *Formación y empresa*, Cinterfor/OIT/Cepal, Montevideo, 1999.
17. Inegi, *La producción, salarios, empleo y productividad de la industria maquiladora de exportación 1988-1999*, www.inegi.gob.mx, 2002.
18. Labarca, Guillermo, "Formación para el trabajo: ¿pública o privada?", Cinterfor/OIT, 314 pp., Montevideo, 2001.
19. Lara Rivero, Arturo, *Aprendizaje Tecnológico y Mercado de Trabajo en las Maquiladoras Japonesas*, Miguel Ángel Porrúa, UAM-Xochimilco, México, 1998.
20. Lara Rivero, Arturo, "Convergencia Tecnológica y maquiladora de tercera generación: el caso Delphi- Juárez", 2000a, en *Comercio Exterior*, vol. 50, n° 9, 2000.
21. Lara Rivero, Arturo, "Packard Electric/Delphi y el nacimiento del Cluster de autopartes: el caso de Chihuahua", en *Aglomeraciones locales o clusters globales? Evolución empresarial e institucional en el norte de México*, (coord.) J. Carrillo, El Colegio de la Frontera Norte, México, 2000b.
22. Rodríguez Vargas, "Concentración industrial y desigualdad salarial en el sector manufacturero en México (1994-1999)", *Tesis de Maestría en Economía Aplicada*, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, 2002.
23. Urióstegui, Alma, "Del ensamble simple de componentes al producto final: el caso de Philips-México", *Tesis de Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico*, UAM-Xochimilco, México D.F., 2002.

24. Villavicencio, Daniel, «Le rôle de l'apprentissage et des savoirs tacites pour la maîtrise des systèmes productifs et l'innovation», en Tanguy C. & D Villavicencio, Eds., 2000; «Apprentissage et innovation dans l'entreprise: approche socio-économique des connaissances», en Revista *Téchnologies, idéologies, pratiques*, Ed. Érè, Aix-en-Provence, France, 2000.

## NOTAS

1 Encuesta "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial en Plantas Maquiladoras", COLEF, 2002; Proyecto Conacyt # 36947-s "Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial. Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en las Maquiladoras en México", COLEF/FLACSO/UAM.

2 Se consideran plantas micro las que tiene de 1 a 15 trabajadores; pequeñas entre 15 y 100, medianas de 100 a 250 y grandes de 250 trabajadores en adelante.

3 Según datos del INEGI en la década de los noventa, los empleados (no obreros) en la rama de prendas de vestir aumentó de 5.22% del empleo maquilador total al 11.85% entre 1988 y 1999; en la rama de equipo y aparatos electrónicos pasó de 23.8% a 26.41%. Es decir, uno de cada cuatro empleos técnicos o administrativos se encontraba en esta rama, y uno de cada diez en la de la vestimenta (INEGI, 2002).

4 La rotación puede tener dos efectos: el primero, interrumpir procesos de aprendizaje; el segundo, acumular aprendizajes en distintos tipos de plantas. Este segundo efecto es cuestionable si no se traduce en mayores remuneraciones o mejores puestos.

5 La información respecto a este caso proviene principalmente de Hualde, Alfredo y Lara, Arturo, "Nuevas formas de aprendizaje industrial y vinculación institucional: la experiencia de Cenaltec-Philips en Ciudad Juárez, México", *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, N° 16, en prensa, Buenos Aires, Argentina.

6 La dificultad, que no es exclusiva de la planta en estudio, reside en el hecho de que no todos los actores tienen acceso a la misma información, sus interpretaciones no siempre coinciden y además en ocasiones no tienen claras las razones que dan lugar a ciertas decisiones, o no quieren expresarlas con claridad por tratarse de asuntos delicados que afectan a la imagen externa de la empresa.

7 Se contrató un ingeniero de diseño, un ingeniero electrónico y un supervisor de producción.

8 Los Cecati es la oferta más significativa de formación de mano de obra para el trabajo industrial a nivel de operarios. No se necesitan requisitos de educación formal previos. En 1995-1996 se inscribieron en México en esos centros 335 mil alumnos (Labarca, 2001). El Conalep, fundado en 1978, se dirige a la formación de técnicos dentro del nivel de Bachillerato o Técnico de nivel de medio/superior.

9 Dependiente del Conalep.

10 Entre ellas se encuentra Thompson, empresa francesa productora de TV color, AMEPS y auto electrónica, entre otras.

11 Un gerente estimaba que a fines de 2000, la empresa contaría con máquinas de control numérico, de manera que en el centro se podría capacitar con la tecnología más cercana a la que utilizan las maquiladoras.

12 El centro cuenta con: siete tornos EMCO de operación manual y automática con indicador digital; tres fresadoras EMCO; cuatro rectificadores Jacobsen; cuatro perforadoras de precisión (mandrinadoras) FEHLMANN; tres taladros de banco IXION y una Sierra Banda mecánica DOALL automática. El taller está equipado con juegos completos de herramientas y equipos de medición para toda clase de operaciones.

13 Este trabajo lo efectúan bajo el control de un supervisor dado que los estudiantes que vienen de Cenaltec, señala un gerente de Philips, no pueden manejar "solos" el equipo, adicionalmente es necesario supervisar el trabajo de los alumnos para evitar accidentes.

14 Con todo, para el entrevistado "lo primero para contratar a alguien es la actitud que trae el trabajador porque de esa manera lo voy a poder hacer (moldear) a mi modo".

15 La información en Samsung se obtuvo a partir de doce entrevistas llevadas a cabo en cada una de las plantas del corporativo y en diferentes departamentos. Las entrevistas se hicieron en colaboración con los colegas Rocío Barajas y Redi Gomis dentro del mismo proyecto de CONACYT que la encuesta citada anteriormente.

16 El yugo de deflexión, uno de los componentes más complejos del televisor, tiene como función principal distribuir el haz de electrones en la pantalla del televisor. Así mismo, el transformador *o fly back* constituye otro componente crítico que sirve para mantener regulado el voltaje del televisor proporcionándole seguridad, evitando con ello el riesgo de que el televisor falle.

17 En particular, en esta planta se fabrican cinescopios para televisores de cuatro tamaños: 20, 21, 25 y 27 pulgadas, aunque existen planes para fabricar modelos de 35 y 37 pulgadas. En el año 2000 se produjeron 4.2 millones de cinescopios.