

## **Diseño de puestos de trabajo en líneas de montaje de Centros Especiales de Empleo bajo criterios de Diseño Universal: antecedentes y aplicación**

**Cristóbal Miralles Insa<sup>1</sup>, Jose Pedro García Sabater<sup>2</sup>, Carlos Andres Romano<sup>3</sup>, Manuel Cardos Carboneres<sup>4</sup>**

Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. Camí de Vera, s/n. 46022 Valencia.

<sup>1</sup>cmiralles@omp.upv.es

<sup>2</sup>jpgarcia@omp.upv.es

<sup>3</sup>candres@omp.upv.es

<sup>4</sup>mcardos@omp.upv.es

### **Resumen**

*En todo el Estado Español se ha producido en los últimos años un verdadero auge de los Centros Especiales de Empleo para personas con discapacidades, convirtiéndose esta fórmula de empleo protegido en la principal vía de inserción laboral para estas personas. A pesar de ello muchas de ellas no tienen ninguna perspectiva de empleo o se enfrentan a muchos obstáculos cuando lo tienen debido, más que a su propia discapacidad, a una serie de barreras que dificultan su inserción laboral y que son ampliamente analizadas.*

*La propuesta aquí presentada supone la aplicación de la filosofía de Diseño Universal al diseño de puestos de trabajo en entornos laborales donde existen personas con discapacidades, aprovechándose además las ventajas que las líneas de montaje ofrecen como configuración productiva en dichos entornos. Así, se demuestra mediante un caso real como una adecuada estructuración de los sistemas productivos puede integrar a muchas más personas con discapacidades, sin más que aprovechar y aplicar adecuadamente las herramientas de Dirección de Operaciones existentes, superándose con ello muchos de los prejuicios existentes al respecto.*

**Palabras clave:** Integración laboral, Diseño de Puestos, líneas de montaje

### **1. Introducción**

Las personas con discapacidades no constituyen un grupo homogéneo. Pueden padecer una discapacidad física, una deficiencia visual o auditiva, una discapacidad intelectual o un desorden mental grave. Pueden sufrir de una discapacidad congénita, o adquirida durante la infancia o la adolescencia, o bien posteriormente durante la educación superior o la vida activa. La discapacidad puede no influir prácticamente en la capacidad para trabajar y participar en la sociedad o, por el contrario, puede tener una repercusión importante, requiriendo un apoyo y una ayuda considerables, con variaciones múltiples entre ambas situaciones. El contexto social también es importante, mientras en algunas sociedades las personas discapacitadas no son consideradas aptas para el empleo, en otras son miembros valiosos de la población activa.

Desde el punto de vista laboral por “persona discapacitada” se entiende toda persona cuyas posibilidades de obtener y conservar un empleo adecuado y de progresar en el mismo quedan sustancialmente reducida a causa de una deficiencia de carácter físico o mental debidamente

reconocida [O.I.T., 1980]. En las últimas décadas se han modificado de forma apreciable los marcos jurídicos y normativos en torno a la discapacidad. Muchos gobiernos han adoptado políticas orientadas a promover el derecho de las personas con discapacidades a integrarse lo más plenamente posible en la sociedad. En ese sentido, la integración social y laboral de las personas con discapacidad, está auspiciada desde las más solemnes normas internacionales, la Declaración Universal de Derechos Humanos, la Carta para los años ochenta de Rehabilitación Internacional, el Programa de Acción Mundial de las Naciones Unidas de 1988, la Carta Social Europea de 1981 y todos sus respectivos desarrollos posteriores.

El derecho español ya recogía esta problemática en la Ley 193/1963 de Bases de la Seguridad Social, que promulgaba que las personas con discapacidad volvieran a su antiguo trabajo o adquirieran las aptitudes necesarias para prestar sus servicios en un nuevo empleo en armonía con su capacidad disminuida. En el decreto 2531/1970 se extendía la aplicación de la reserva a todos los inscritos en el registro de trabajadores con discapacidad y se fijaba en un 2% el cupo de personas con discapacidad que debían emplear las empresas con plantillas superiores a cincuenta trabajadores. En este Decreto también se incluía otra serie de medidas, como la concesión de ayudas para fomentar el trabajo autónomo, cooperativo o asociativo de este colectivo. Ya en la era constitucional, se elaboró una ley que abordó integralmente la problemática de las personas con discapacidad. Se trata de la Ley 13/1982: Ley de Integración Social de los Minusválidos (LISMI), que fue aprobada en las Cortes por unanimidad, y en cuyo artículo 37 expresa que:

*“...será finalidad primordial de la política de empleo de trabajadores minusválidos su integración en el sistema ordinario de trabajo o, en su defecto, su incorporación al sistema productivo mediante la fórmula especial de trabajo protegido”.*

## **1.1 Situación actual de la discapacidad desde el punto de vista laboral**

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, el 10 por ciento de la población, o sea, 610 millones de personas, padecen una discapacidad. De ellas, 386 millones tienen entre 16 y 64 años de edad [Naciones Unidas, 1999], donde las tasas de desempleo varían desde el 13 por ciento en el Reino Unido, tasa que es el doble de la correspondiente a la población activa no discapacitada, hasta el 80 por ciento o más en muchos países en desarrollo [O.I.T., 2001]. En España, donde la población discapacitada ya ascendía a 5.750.000 ciudadanos en 1986, aunque se han hecho muchos esfuerzos en los últimos años, estamos todavía muy lejos de alcanzar tasas razonables de empleo.

Así, aunque muchas personas con discapacidades sí desempeñan una actividad laboral, ya sea en puestos de trabajo poco cualificados, o bien en puestos profesionales, de gestión y de toma de decisiones, muchas otras no tienen ninguna perspectiva de empleo o se enfrentan a muchos obstáculos cuando lo tienen. Dichos obstáculos en su búsqueda de empleo o en el lugar de trabajo son debidos en la mayoría de ocasiones, más que a su propia discapacidad, a una serie de barreras sociales entre las que se encuentran:

- la accesibilidad al entorno físico;
- las legislaciones, políticas y reglamentos que rigen el mercado laboral.
- la actitud y los prejuicios de las personas no discapacitadas, en especial de los empleadores;
- la estructuración y organización del trabajo;

En materia de accesibilidad y sobre todo de legislación se han producido grandes avances que, en muchas ocasiones, no son llevados a la práctica por las enormes carencias en los otros dos puntos mencionados: la falta de una estructuración adecuada del trabajo que tenga en cuenta sus limitaciones y los prejuicios de muchos empleadores.

En este sentido este artículo pretende demostrar como una adecuada estructuración de los sistemas productivos puede integrar a muchas personas con discapacidades, superando muchos de los prejuicios existentes hasta la fecha al respecto, sin más que aprovechar ciertas ventajas que algunas estructuras productivas proporcionan.

## **1.2 Filosofía de actuación propuesta: Diseño Universal de puestos**

En la última década se han desarrollado institucionalmente conceptos de “Diseño Universal” entre muchos otros a través del “I Plan Nacional de Accesibilidad” (aprobado por el Consejo de Ministros en 2003 y desarrollado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales) aplicados a ámbitos relacionados con la discapacidad en general. El propósito del Diseño Universal es simplificar la realización de las tareas cotidianas mediante la construcción de productos, servicios y entornos más sencillos de usar por todas las personas y sin esfuerzo alguno. Los principios básicos del Diseño Universal se resumen en:

- Igualdad de uso: el diseño debe ser fácil de usar y adecuado para todas las personas independientemente de sus capacidades y habilidades);
- Flexibilidad: el diseño debe poder adecuarse a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales;
- Simple e intuitivo: el diseño debe ser fácil de entender independientemente de la experiencia, los conocimientos, las habilidades o el nivel de concentración del usuario.
- Información fácil de percibir: el diseño debe ser capaz de intercambiar información con usuario, independientemente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del mismo.
- Tolerante a errores: el diseño debe minimizar las acciones accidentales o fortuitas que puedan tener consecuencias fatales o no deseadas.
- Escaso esfuerzo físico: el diseño debe poder ser usado eficazmente y con el mínimo esfuerzo posible.
- Dimensiones apropiadas: los tamaños y espacios deben ser apropiados para el alcance, manipulación y uso por parte del usuario, independientemente de su tamaño, posición, y movilidad.

El Diseño Universal es por tanto el diseño de productos y entornos de fácil uso para el mayor número de personas posible, sin la necesidad de adaptarlos o rediseñarlos de una forma especial, beneficiando así a personas de todas las edades y habilidades.

Esta filosofía de Diseño Universal, o también llamada de “Diseño para todos”, debe también extenderse, según nuestra propuesta, al ámbito del diseño de puestos de trabajo. En este sentido para la integración socio-laboral de personas con discapacidad no se trata tanto (que también) de adaptar ergonómicamente el puesto de trabajo específico de cada persona según su discapacidad. En vez de eso, resulta más eficiente aplicar estos conceptos de Diseño Universal y emplear adecuadamente las herramientas de dirección de operaciones disponibles para encontrar la tarea más adecuada para cada persona, minimizando así el esfuerzo técnico que la integración de estas personas supone; y que, en ocasiones, actúa como barrera para su accesibilidad al trabajo. Si esto se combina con una asignación a priori de los puestos de

trabajo dentro de una configuración productiva que permite especial flexibilidad como son las líneas de montaje, el objetivo de integración será, si cabe, aún menos dificultoso.

### **1.3 Estructura del artículo**

Para sostener esta tesis el presente artículo se estructura del siguiente modo: en el apartado que sigue a continuación se establecen los antecedentes históricos en que se inspira la idea de aplicar las líneas de montaje como medio de integración laboral de personas con discapacidad. A continuación se describen los Centros Especiales de Empleo para personas con discapacidades, la principal vía de inserción laboral y medio natural donde esta propuesta tiene su máxima aplicación. En el siguiente apartado se describen las líneas de montaje y las ventajas que se derivan de su aplicación en estos centros, así como los inconvenientes o factores que deben superarse para la correcta aplicación de esta configuración productiva. Estos factores fueron caracterizados gracias a la experiencia que supuso la aplicación de la propuesta aquí presentada en un Centro Especial de Empleo, donde se adoptaron con éxito los principios básicos de Diseño Universal a la hora de diseñar los puestos de trabajo implicados. Dicha experiencia se resume en el penúltimo apartado, al que le sigue un punto final de conclusiones.

## **2. Antecedentes históricos de las líneas de montaje**

Antes de la Revolución Industrial de finales del siglo XVIII los trabajos eran artesanales y cambiaban poco de una generación a la siguiente. Preguntas como quien debía realizar qué tareas o su procedimiento, se respondían desde las tradiciones y las reglas del pulgar, que eran reforzadas por los gremios [Davis y Wacker, 1987]. Las máquinas aparecidas durante la Revolución Industrial no sólo implicaron el diseño de nuevos puestos alrededor de dicha tecnología, sino que generaron en cierto modo la creencia de que los puestos y las organizaciones habían de ser diseñados con el mismo criterio de certeza que las máquinas. Se determinó que cada tarea podía suponer un trabajo en sí misma y que cuando las tareas fueran agrupadas, las asignadas a un mismo individuo deberían estar todas al mismo nivel de habilidad, de modo que las tareas que requiriesen habilidades de un nivel superior estuviesen en manos del menor número de individuos posible. De hecho, de estas ideas básicas de división del trabajo, expresadas por Adam Smith en 1776 [Smith, 1970] y estudiadas científicamente por Frederick Taylor en [Taylor, 1911], surgirían las primeras líneas de producción. Sin embargo, se asume generalmente que no es hasta la llegada de Henry Ford, cuando todas estas ideas se aplicarían a gran escala en la industria poniendo en marcha la Producción en Masa y facilitando la obtención por un gran segmento de la población de gran cantidad de bienes a bajo coste.

Esto no quiere decir que anteriormente no existiera este tipo de configuración en ciertos entornos. En este sentido [George, 1972] describe como:

*“El arsenal de Venecia empleó un sistema similar a nuestras líneas de ensamble modernas. Los almacenes fueron dispuestos a lo largo de un canal, de forma que las galeras pudieran ser traídas para el equipamiento más bien que el equipo ser llevado a las galeras. Al remolcarse las galeras a lo largo del canal, las armas y el equipo se pasaban a través de ventanas de los almacenes, cuya localización fue tal que las artes se colocaban sobre las galeras en las secuencia propias del equipamiento”*

Por tanto, aunque es posible encontrar entornos, industriales o no, donde se aplicaran con anterioridad parte de las ideas básicas de asignación de tareas a estaciones sucesivas de trabajo, se asume que el primero que desarrolló y aplicó realmente estas ideas fue Henry Ford, quien diseñó una línea de montaje ya en 1913 [Erel y Sarin, 1998]. La aportación básica de Henry Ford fue aplicar con rigor las ideas de división en tareas sencillas que Taylor desarrolló, pero con la particularidad de hacer que fuera el producto, en este caso el coche, el que se moviera a través de distintas estaciones sucesivas de trabajo y no los correspondientes operarios al producto.

## 2.1 Las líneas de montaje y su potencial para la integración laboral

Pero los puestos de trabajo diseñados bajo estos principios tayloristas presentan problemas importantes, que han sido ampliamente analizados en la literatura, relativos a la alienación del trabajador; el cual pierde todo sentido de contribución a la eficacia organizativa, limitándose su capacidad e iniciativa personal. Afortunadamente, el reconocimiento generalizado de los costos organizacionales y personales que este modelo mecanicista suponía provocó el inicio, en torno a los años 40, de una nueva era en el diseño de puestos de trabajo en la que se consideraba al ser humano como algo más que una herramienta, y que ha dado lugar desde entonces a múltiples propuestas que no son objeto de este estudio. Dichas propuestas han intentado minimizar a través de distintas estrategias (alargamiento horizontal y/o vertical de funciones, enriquecimiento del trabajo, equipos de trabajo autosuficientes, rotación de puestos...) el principal y claro inconveniente de esta configuración: el embrutecimiento del trabajo.

En cambio, paradójicamente, esa división de los trabajos en tareas sencillas y especializadas típica de las líneas de montaje, puede ser un elemento tremendamente útil cuando hablamos de personas que poseen discapacidades que les impiden o dificultan realizar ciertas tareas. En cierto modo, dichas ideas pueden aprovecharse en este contexto para que personas mermadas puedan trabajar normalmente, siempre que se encuentre el puesto más adecuado para cada persona y se complementen con algunas de las estrategias comentadas.

De hecho, podemos encontrar antecedentes de este planteamiento en las memorias de Henry Ford [Ford, 1922], escrita a principios del siglo XX, de las que se extrae la siguiente cita:

*“Siempre se puede realizar una división del trabajo ideal de forma que personas discapacitadas puedan realizar un tipo de trabajo en que no se note en absoluto esa discapacidad”*

O esta otra cita, que aparece en la misma obra en un apartado dedicado al análisis de las líneas de montaje de una de sus plantas automovilísticas:

*“...hice clasificar todas las operaciones distintas en la fábrica, según la índole de máquina y del trabajo, (...). La estadística demostró que entonces contaban en la fábrica 7882 clases distintas de operaciones, entre las cuales (...) 3595 clases de trabajo ninguno requería esfuerzo físico, de modo que hubiera podido efectuarlos el hombre más caco y débil. (...) eran clasificados, a su vez, para comprobar cuáles requerían el uso completo de las facultades; comprobóse entonces que 670 trabajos podían confiarse a hombres faltos de ambas piernas; 237 requerían el uso de una sola pierna; en dos casos se podía prescindir de ambos brazos; en 715 casos, de un brazo, y en 10 casos, la operación hubiera podido corresponder a un ciego...”*

A este 25% de puestos que tendríamos adaptados de manera natural, que no voluntaria, hay que hacerle una pequeña observación: sólo considera discapacitados de tipo físico, y en algún caso sensorial. Teniendo en cuenta que el mismo Ford indica que entre sus objetivos estaba el de que cualquier nuevo trabajador aprendiera sus funciones en menos de un día, podemos pensar que habría una importante cantidad de puestos adaptados para personas con discapacidad psíquica.

Obviamente, las condiciones de trabajo que Ford creó están muy lejos de ser las idóneas desde el punto de vista del operario pero, salvando las distancias, se puede considerar como válida su anterior afirmación, que haría recaer en el diseñador de puestos de trabajo la responsabilidad de encontrar una tarea que, en cierto modo, haga “invisible” la discapacidad de cada trabajador.

Siguiendo este hilo argumental, este artículo pretende evidenciar el gran potencial que las líneas de montaje tienen en este entorno, siempre teniendo en cuenta que son necesarias herramientas que apoyen la toma de decisiones para la asignación no sólo de tareas a estaciones sino a operarios concretos con limitaciones. Esta labor no es sencilla si se tienen en cuenta los condicionantes que conllevan los entornos laborales donde existen personas con discapacidades. Estas situaciones específicas conforman un nuevo problema de equilibrado de líneas notablemente más complejo que el problema simple de equilibrado tradicional, tal y como se observará en los próximos apartados.

### **3. Los Centros Especiales de Empleo**

En el ámbito de la integración socio-laboral de personas con discapacidades, los Centros Especiales de Empleo (en adelante CEE) han venido adquiriendo una especial relevancia en los últimos años. Uno de los objetivos de los CEE es realizar un trabajo productivo, participando regularmente en las operaciones del mercado laboral y teniendo como finalidad la realización de un trabajo real por parte de personas discapacitadas; ofreciendo a cambio una remuneración y ciertos servicios de ajuste personal y social de acuerdo con las necesidades de sus trabajadores.

Así, los objetivos básicos que persigue un CEE no difieren demasiado de los objetivos de una empresa convencional. La particularidad de esta forma de trabajo protegido radica en el estar específicamente orientada a la integración socio-laboral de la persona que por sus características actuales y las posibilidades del mercado, no le permitan una alternativa laboral más integradora, que sería obviamente lo deseable. Ahora bien, no difiere de la empresa ordinaria en otros de sus objetivos, como son:

- Asegurar un empleo remunerado.
- Especializar a sus miembros en una actividad laboral productiva y competitiva.
- Facilitar la integración económica y social.
- Ajustar el funcionamiento del centro a las demandas que se generan en la economía social de mercado.

Este modelo pretende huir del estereotipo tradicional que considera a las personas con discapacidad como no capaces de desarrollar una labor profesional continuada. De hecho, estas personas pueden tolerar perfectamente una jornada y horario de trabajo similares a los de una empresa ordinaria y presentan una motivación laboral alta por su gran deseo de ser aceptados. Se ha comprobado como, a menudo, su rendimiento laboral se incrementa con el paso del tiempo debido a su gran afán de superación, llegando incluso a superar en ocasiones el rendimiento de personas sin discapacidad.

En el caso de los trabajadores con discapacidad psíquica, el prejuicio aún es más acusado. En cambio, también éstos pueden realizar trabajos de modo profesional siempre que no exijan conocimientos intelectuales complicados o un alto nivel de abstracción ni tampoco requerir ordenes muy complejas. Esto último cuadra perfectamente con la división en tareas sencillas, típica de las líneas de montaje, por lo que ya a priori se evidencia la gran aplicabilidad y potencial de este tipo de configuración productiva en los CEE; aplicabilidad que se razonará convenientemente en los siguientes apartados.

### **3.1. Evolución de los Centros Especiales de Empleo**

En todo el Estado Español se ha producido un verdadero auge de los CEE en los últimos años. Aunque normalmente éstas son pequeñas o medianas empresas surgidas, en muchas ocasiones, a partir de iniciativas de familiares de personas discapacitadas, existen excepciones de CEE que han crecido hasta conformar verdaderas corporaciones capaces de dar trabajo a un gran número de personas. En este sentido destacan por ejemplo instituciones como el Grupo Gureak o Lantegui Batuak en Euskadi y Navarra, la Fundación Paideia en Galicia, o el grupo Promi en la provincia de Córdoba. Todos ellos realizan no sólo labores de inserción social y laboral a través de CEE sino que también abarcan la inserción mediante las otras vías existentes en la legalidad vigente así como aspectos de Investigación y Desarrollo.

En la Comunidad Valenciana en particular no existen en cambio grandes corporaciones de ese estilo. La típica estructura del tejido industrial valenciano basada en la pequeña y mediana empresa (PYME) también se reproduce en los CEE, existiendo una red de pequeños y medianos centros que se extiende a lo largo de toda la comunidad, y que se concentra mayormente en la provincia de Valencia. Así, existen desde centros con sólo tres personas contratadas hasta centros de 120 personas en plantilla; siendo muchos de ellos centros mixtos que dan trabajo a personas con discapacidades tanto físicas, como psíquicas, como sensoriales.

Aunque hay algunos centros especializados subcontratados de forma estable por grandes empresas, muchos de estos centros trabajan en distintos sectores, dependiendo para su supervivencia de las oportunidades puntuales que el mercado les va ofreciendo. En todo caso, se puede afirmar que los sectores industriales en que más trabajan los CEE de la Comunidad Valenciana son principalmente: Manipulados y Manufacturas, Montajes Eléctricos, Textil y Confección, Artes Gráficas, Azulejos y Pavimentos, Jardinería y Lavandería Industrial; así como otros varios relacionados más con el sector servicios. Concretamente, el presente trabajo surge del análisis de las necesidades de varios CEE valencianos centrados principalmente en el sector de Manipulados y Manufacturas, Montajes Eléctricos y el de Azulejos y Pavimentos; aunque la propuesta es aplicable a muchos otros sectores y obviamente no circunscritas únicamente al perfil de CEE de esta comunidad.

## **4. Las líneas de montaje y su aplicabilidad en los Centros Especiales de Empleo**

Las llamadas líneas de producción o de montaje son configuraciones muy frecuentes en los sistemas productivos. Parten de la idea básica de la división del trabajo en un conjunto finito de tareas sencillas, cuyo tiempo de operación es definido, y que mantienen una serie de relaciones de precedencia entre ellas, que deben ser respetadas a la hora del montaje. Así, el problema fundamental de equilibrado de una línea reside en asignar las tareas a una serie de

estaciones de trabajo, de tal modo que se respeten dichas relaciones de precedencia y que se optimice cierta medida concreta de eficiencia [Ghosh y Gagnon, 1989].

Durante el periodo en que se ha desarrollado la presente investigación, se ha contemplado una gran aplicabilidad de las líneas de montaje como configuración productiva en el entorno referido. Pero, a su vez, se han detectado una serie de carencias en los métodos actuales de equilibrado de líneas que no contemplan muchos de los condicionantes específicos de los CEE. En dicho entorno, la aplicación de las técnicas clásicas de equilibrado de líneas resulta insuficiente debido a la complejidad que se añade al problema cuando se consideran nuevos condicionantes como: tiempos de operación variables según la persona que desarrolle las tareas, existencia de habilidades limitadas, absentismo laboral, ritmos de aprendizaje distintos, diferentes grados de motricidad, altas necesidades de rotación de puestos para evitar monotonía o como medida terapéutica... aunque puede afirmarse que la mayoría de estos problemas no son exclusivos de los CEE. Así, aunque el campo inicial de investigación y de aplicación de las herramientas que aquí se proponen sean los CEE, campo prototípico de la diversidad humana, los resultados que se alcanzan pueden y deben ser extensibles a empresas con trabajadores ordinarios en las que se pretenda efectuar un equilibrado de líneas más ajustado a la realidad, más humano y, en definitiva, más completo.

#### **4.1 Ventajas de su aplicación**

La tradicional visión mecanicista de las líneas de montaje, que divide el trabajo en tareas sencillas, tiene conocidos inconvenientes para el trabajador (rutina, excesiva especialización, embrutecimiento del trabajo...) que, de hecho, han propiciado el desarrollo de diversas técnicas de enriquecimiento del trabajo que intentan minimizar dichos inconvenientes. Pero, como se ha introducido, esta clásica división del trabajo en tareas sencillas resulta, paradójicamente, una perfecta herramienta para conseguir cierta autonomía por parte de personas con discapacidades. De hecho, un adecuado equilibrado de la línea que encuentre el puesto más adecuado para cada persona, no sólo puede conseguir hacer “invisibles” la mayoría de discapacidades, sino que, con una apropiada asignación progresiva de tareas (con mecanismos de rotación), se puede incluso contribuir a la recuperación terapéutica de algunas capacidades.

En cambio, cuando no existe esa división y asignación especializada del trabajo son normalmente requeridas muchas adaptaciones en el puesto de trabajo de cada operario. La definición de los trabajos que cada persona puede desempeñar y el diseño correspondiente de cada puesto de trabajo debe hacerse en dicho caso teniendo en cuenta criterios ergonómicos muy específicos, que hacen que ese puesto no pueda desempeñarlo otra persona cuando, por alguna causa, la persona titular del puesto no está disponible. Esto sucede muy a menudo en los CEE debido a dos causas fundamentales:

- existe, por un lado, un alto absentismo laboral, ya que las personas con discapacidades suele tener problemas de salud, tanto física como mental, con mayor frecuencia de la habitual; y por otro lado
- los CEE deben disponer de unos servicios de ajuste personal que implican un seguimiento y control de cada trabajador, para el que en muchas ocasiones éste debe abandonar su puesto con una periodicidad que dependerá de su discapacidad.

En estas condiciones, con puestos individuales adaptados a cada persona, se establece un sistema de roles que es, en muchas ocasiones, difícil de mantener teniendo en cuenta las limitaciones económicas de la mayoría de los CEE. Muchos de ellos, como se ha introducido



en el apartado 3.1, trabajan en mercados turbulentos en que a menudo dependen, para su mera supervivencia, de la entrada de nuevos pedidos con fechas de entrega ajustadas; pedidos que no se pueden permitir el lujo de rechazar o dejar insatisfechos por falta de flexibilidad de sus operarios.

Configurando sus sistemas productivos en línea, los gerentes de los CEE disponen de una flexibilidad que les permite afrontar con mayores garantías una demanda inestable y variable. En una línea de montaje con división en tareas sencillas siempre se puede encontrar un equilibrado en el que todos los trabajadores disponibles participen, independientemente de su discapacidad. Sólo se trata de definir a priori, en el diseño de los puestos, que tareas puntuales puede desempeñar cada persona y cuales no; todo ello aplicando criterios de Diseño Universal que minimicen las incompatibilidades. Por tanto, ésta es la forma perfecta de evitar la aparición de roles descrita, en donde puede darse la paradoja de que el CEE tenga pedidos que satisfacer, pero varios puestos queden ociosos porque los trabajadores que sí están disponibles no puedan trabajar en ellos por su tipo de discapacidad o por la gravedad de la misma.

Desde el punto de vista del trabajador, esto provoca además un sentimiento de frustración, al evidenciarse claramente su incapacidad. En cambio, en una línea de montaje todas las personas se sienten involucradas en un equipo de trabajo y se sienten partícipes del trabajo que realizan entre todos. Hasta para las personas de discapacidad más acusada se pueden encontrar normalmente unas tareas que no disturben el comportamiento normal de la línea; consiguiéndose una integración de dichas personas en el grupo y evitándose la formación de ghettos dentro del CEE.

Pero esto no es óbice, como se ha introducido, para olvidar que la línea de montaje debe enriquecerse con mecanismos progresivos de rotación que beneficien a los trabajadores más discapacitados en el sentido de aumentar progresivamente su autonomía y sus capacidades. De lo contrario éstos quedarían estancados en puestos donde se les asignan los trabajos más triviales. Esto último resulta también beneficioso para el responsable del CEE, que así además obtiene trabajadores más flexibles, más capaces y con mayor facilidad general de adaptación a potenciales nuevas tareas que aparecieran en el montaje de nuevos productos.

## **4.2 Factores a contemplar en el equilibrado**

Para dotar de mayor eficiencia a las líneas de montaje de los CEE, el equilibrado debería poder realizarse contemplando además las diferentes características de las personas que allí trabajan. Sin embargo, el problema clásico del equilibrado de líneas de montaje se ha abordado tradicionalmente sin dar mucha importancia a la diversidad existente en las habilidades y características de los operarios que ejecutan las tareas.

La mayor parte de la investigación realizada en equilibrado de líneas de montaje se ha dedicado a modelar y resolver el problema simple de equilibrado de líneas, el Simple Assembly Line Balancing Problem o SALBP [Baybars, 1986]. En dicho problema incluso se considera la simplificación de que el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea es constante a lo largo del tiempo e independiente del trabajador al que se le asigna. Si en cualquier empresa esta excesiva simplificación puede resultar problemática, en los CEE este problema se acentúa de modo considerable. Asimismo hay muchas otras características específicas que habría que tener en cuenta si se pretende realizar un equilibrado eficiente de la línea y que son analizadas pormenorizadamente en [Miralles, García, Andres, Cardós, 2004a], donde se puede encontrar una revisión de los problemas similares que han sido abordados en

la literatura, así como la descripción del modelo matemático que integra todos estos condicionantes específicos en este nuevo problema de equilibrado de líneas. Independientemente de otras restricciones adicionales expuestas que lo “enriquecen”, el problema básico que se caracteriza es un problema de doble asignación:

- De tareas a estaciones, al igual que en el clásico SALBP, respetando una serie de relaciones de precedencia.
- De operarios a estaciones, dado que no son intercambiables pues cada tarea tiene unos tiempos de operación diferentes según el operario que la ejecute, y dado también que hay definidas ciertas incompatibilidades tarea-operario.

A dicho problema se le da una denominación en [Miralles, García, Andres, Cardós, 2004a] que resume sus principales características: “Problema de asignación de puestos y equilibrado en líneas con tiempos dependientes del operario”, que se traduce al inglés mediante un acrónimo que pretende ser conciso y representativo: “ALWABP” - *Assembly Line Worker Assignment y Balancing Problem*. Dado que no es objetivo de este artículo el describir cada una de las restricciones específicas asociadas a este problema ni su resolución matemática, se emplaza al lector a observar dicha modelización, así como los distintos métodos de resolución exactos y heurísticos que se presentan en [Miralles, García, Andres, Cardós, 2004b] para el mismo problema.

## **5. Aplicación en un Centro Especial de Empleo**

La propuesta aquí presentada, de aplicación de la filosofía de Diseño Universal para los puestos de trabajo configurados en líneas de montaje, fue experimentada en un CEE ubicado en las cercanías de Valencia. Dicho CEE, con una plantilla en torno a los 80 empleados, monta diversos productos que le subcontratan varias empresas matrices que son a la vez proveedores y clientes (ya que facilitan los componentes a ser ensamblados y además reciben el producto terminado).

Este es el caso del interruptor magnetotérmico que fue objeto de estudio. En la sección de interruptores se llevó a cabo un arduo proceso de reingeniería que ha supuesto el paso desde los originales puestos individuales de ensamblado, hasta líneas de montaje de interruptores; proceso de reingeniería que se detalla a continuación y que ha supuesto sustanciales incrementos de accesibilidad al trabajo para muchos operarios con discapacidades.

### **5.1 Puestos individuales iniciales**

Cabe señalar que en la situación inicial sólo algunos de los empleados eran flexibles y capaces de realizar diversas funciones y ser asignados a distintas secciones en función de las necesidades del CEE. Aunque el absentismo en el centro es bastante alto, se puede decir que entre 10 y 13 trabajadores estaban asignados a la sección de interruptores magnetotérmicos en puestos individuales de ensamblado, en donde se insertaban simultánea y coordinadamente componentes con ambas manos en las dos partes idénticas del interruptor, partes que se encajan en la operación final del montaje conformando el producto acabado. Estos trabajadores producían en la situación inicial una media de 3000 productos al día.

Dado que es un puesto muy estudiado ergonómicamente, pero pensado exclusivamente para personas plenamente capacitadas y no bajo criterios de Diseño Universal como los descritos en el apartado 1.1, sólo unos pocos operarios tenían suficientes habilidades para montar el producto de principio a fin; siendo además relativamente baja la productividad de los que sí

llegaban a poder desempeñarlo. Debido a este hecho la empresa, a pesar de tener la posibilidad de ampliar la contrata de estos interruptores, en vez de ello se veía obligada a tener que asignar muchos operarios a otras secciones secundarias donde realizaban *stock pilings* de productos de montaje más simple y sin tanta demanda por parte de las empresas matrices del CEE.

## 5.2 Reingeniería y aplicación de la propuesta

Con el diseño e implantación de líneas de montaje realizada, ahora muchos más operarios pueden participar en el equipo de trabajo de la sección de interruptores, habiéndose tenido en cuenta para esta implantación los condicionantes expuestos en el apartado 4.2 a la hora de realizar el equilibrado y asignación de puestos en la línea, así como distintos criterios de Diseño Universal. Este proceso de reingeniería ha pasado por distintas fases hasta llegar a la definición final de tareas, precedencias, incompatibilidades y tiempos para cada tarea y operario.

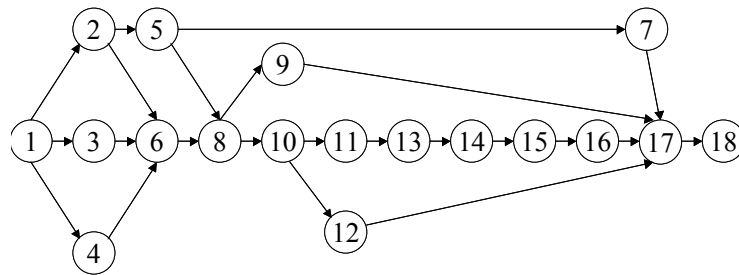
Todo proceso de implantación de líneas de montaje no es sencillo ni lineal, sino que son necesarias numerosas realimentaciones según se van diseñando y rediseñando los métodos de trabajo, aunque en este caso esto es especialmente acusado. Así, aunque el proceso de implantación necesitó de varias realimentaciones, un buen resumen del método seguido sería el siguiente:

1. EXAMEN CRÍTICO del método de trabajo inicial, localizando aquellos aspectos potencialmente mejorables a priori.
2. MAXIMA DIVISION DEL TRABAJO en tareas sencillas, de forma que dispongamos del mayor número de combinaciones posibles a la hora de asignar tareas al equilibrar la línea.
3. DISEÑO UNIVERSAL DE TAREAS Y ESTACIONES del modo más genérico posible para que sea sencillo trasladar algunas tareas a distintas estaciones de trabajo en función del equilibrado óptimo que se obtenga (de hecho la mesa de montaje se diseñó de una forma modular que permite hacer cambios fácilmente) y de forma que el máximo número de tareas sea realizable por el máximo número de operarios.
4. DEFINICIÓN DE RESTRICCIONES de precedencia y otras.
5. DEFINICIÓN DE INCOMPATIBILIDADES tareas-operarios, que se ven minimizadas gracias al paso 3.
6. MEDICIÓN Y DEFINICIÓN DE TIEMPOS provisional.
7. EQUILIBRADO de la línea.

Siguiendo este guión las primeras mesas de montaje prototipo, casi artesanales, llevaron a nuevas ideas de mejora que hicieron rediseñar las tareas, obligando a modificar de nuevo las precedencias, incompatibilidades hasta llegar, después de varias realimentaciones, a los ficheros de datos definitivos para cada una de las líneas implantadas.

A modo de ejemplo, el fichero de datos definitivo para la primera línea prototipo constó de 18 tareas con tiempos definidos para cada tarea y operario, eligiendo para ella siete de los operarios que trabajaban originalmente en la sección en puestos individuales. El fichero definitivo de datos incluía también la red de precedencias entre tareas que se puede observar en la Figura 1. La definición de precedencias también tuvo su complejidad y se detectaron

cuatro tipos básicos de precedencias entre las 18 tareas definidas, relativas a cuestiones técnicas del propio montaje del producto o a la posible pérdida de calidad de éste.



**Figura 1.** Gráfico de precedencias de las tareas definidas.

Fue necesario además un análisis persona a persona en que, con la ayuda y el conocimiento de sus operarios del responsable de producción del CEE, se definieron las incompatibilidades tarea-operario. Estas incompatibilidades deben minimizarse al máximo aplicando precisamente los criterios de Diseño Universal aplicados al puesto de trabajo ya comentados. De hecho por ejemplo la actividad 17 de “Tapado de interruptor” requería de un considerable esfuerzo físico que varios operarios no eran capaces de ofrecer, definiéndose las correspondientes incompatibilidades tarea-operario. Sin embargo nuevas mejoras de métodos que se desarrollaron después de finalizado este estudio incluyeron un pequeño sistema de palanca que permitía a más personas ejercer esta actividad. Es por ello muy importante la aplicación de estos principios de Diseño Universal para descargar al sistema de restricciones y simplificar al máximo el posterior equilibrado.

Concretamente en esta línea se realizó un equilibrado de los siete operarios que la integran con siete estaciones correspondientes en que la estación cuello de botella resultó ser la quinta estación donde se desarrollan las tareas 9, 13 y 14 (ver Figura 1) con un tiempo de ciclo de 177 milésimas de minuto, que equivalen a algo más de 10 segundos/producto o 2600 productos/día. Cifra que mejora ostensiblemente el rendimiento y la productividad habida hasta entonces en la sección con estos mismos operarios en puestos individuales. De hecho, a partir de esta experiencia piloto, cinco nuevas líneas de montaje se han implantado desde entonces con éxito en el centro, incrementándose en un 30% la plantilla existente.

Dada la precaria situación de este colectivo en nuestro país en cuanto a las altas cifras de desempleo existentes, este último objetivo citado debe ser el objetivo primordial de estos centros: generar puestos de trabajo de calidad que posibiliten al máximo la integración socio-laboral de más personas con discapacidades.

## **6. Conclusiones**

La propuesta aquí presentada supone la aplicación de la filosofía de Diseño Universal al diseño de puestos de trabajo en entornos laborales donde existen personas con discapacidades, aprovechando además las ventajas que las líneas de montaje proporcionan en dichos entornos. Estas ventajas han sido ampliamente analizadas y, gracias al éxito obtenido con esta aplicación real en un CEE, la tesis expuesta en este artículo acerca del gran potencial que las líneas de montaje suponen como medio de integración laboral, queda plenamente validada.

Además queda claro como se supera con ello muchos de los prejuicios y barreras existentes hasta ahora respecto a las personas con discapacidades: con esta configuración para cada

persona, por muy limitada que ésta se encuentre, siempre se puede encontrar una tarea que realizar dentro del equipo de la línea. Todo ello se consigue desde una óptica de Diseño Universal del puesto de trabajo, que permite una menor necesidad de inversión en complejas adaptaciones ergonómicas individuales que, a pesar de la ayuda institucional que reciben, a menudo no están alcance de muchos CEE.

## **Agradecimientos**

Este artículo se ha realizado gracias a los fondos FEDER-CICYT destinados a los proyectos DELIMER “Diseño y Equilibrado de Líneas de Montaje en Entornos Realistas” (con referencia DPI2004-03472) y GESCOFLOW “Herramientas para la Ayuda a la Toma de Decisiones en la Programación de Producción Colaborativa de Procesos en Línea Extendidos” (con referencia DPI2004-02598).

## **Referencias**

- Baybars, I. (1986). A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem. *Management Science* 32, No 8, 909-932
- Davis, L.E. y Wacker, G.J. (1987). Job Design, en *Handbook of human factors*, John Wiley&Sons, Nueva York
- Erel, E. y S. Sarin (1998). A survey of the assembly line balancing procedures. *Production Planning and Control* 9, No 5, 414-434
- Ford, H. (1922): *My life and work*. Double day & Page Ed., Londres
- George, J. (1972): *Historia del pensamiento administrativo*. Prentice/Hall Internacional
- Ghosh, S. y R.J. Gagnon (1989). A comprehensive Literature Review and Analysis of the Design, Balancing and Scheduling of Assembly Systems, *International Journal of Production Research* 27, 637-670
- Miralles C., García J.P., Andres C., Cardós M. (2004a). Modelos matemáticos para el problema de equilibrado y asignación de puestos en líneas con tiempos dependientes del operario. Aplicación en Centro Especial de Empleo. Actas XXVIII Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa, Cádiz.
- Miralles C., García J.P., Andres C., Cardós M. (2004b). Procedimientos de resolución para el problema de equilibrado y asignación de puestos en líneas con tiempos dependientes del operario. Actas XXVIII Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa, Cádiz.
- Organización Internacional del Trabajo, OIT (1980). *Introducción al Estudio del Trabajo*. OIT.
- Organización Internacional del Trabajo, OIT (2001). *Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT* (Proyecto), Ginebra.
- Naciones Unidas (1999). *World Population Prospects*, 1998; Edición revisada, Nueva York
- Smith, A. (1970). *The wealth of nations*. Penguin Ed., Londres (original publicado en 1776)
- Taylor, F.W. (1911): *The principles of scientific management*. Harper&Row Eds., Nueva York