

# Revista Brasileira de Engenharias

ISSN 3085-8089

vol. 2, n. 1, 2026

## ... ARTIGO 10

Data de Aceite:03/03/2026

# “LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE SEGÚN EL MODELO DE PROGRAMACIÓN NEUROLINGÜÍSTICA APLICADOS AL ENTRENAMIENTO DE OPERACIONES DE MANUFACTURA”

### José Trinidad Reyes Portillo

Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Ciudad Juárez  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Ciudad Juárez Chihuahua.

### Judith Cecilia Herrera Portillo

Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Ciudad Juárez  
Departamento de Metal Mecánica  
Ciudad Juárez Chihuahua.

### Ricardo Chavarría Estrada

Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Ciudad Juárez  
Departamento de Metal Mecánica  
Ciudad Juárez Chihuahua.

### José Heriberto Simental Vázquez

Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Ciudad Juárez  
Departamento de Metal Mecánica  
Ciudad Juárez Chihuahua.



Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

**Resumen:** Las empresas están obligadas, por normativa y por eficiencia operativa, a implementar sistemas de entrenamiento para operarios en actividades directas e indirectas. Este proceso implica costos significativos en infraestructura, tiempo, personal y pérdidas derivadas de errores durante la formación. El entrenamiento suele iniciar con una inducción en sala sobre seguridad, políticas internas, recursos humanos, finanzas y el sistema de calidad, seguido de un periodo práctico en líneas de entrenamiento donde se evalúan habilidades manuales y conductuales. Finalmente, el operario es incorporado al proceso productivo bajo supervisión hasta ser certificado conforme a estándares como ISO 9000. Surgen entonces dudas sobre cuándo realmente alcanza un nivel aceptable de aprendizaje. Según Neira (2011), cada empresa desarrolla su propio sistema educativo y mide el aprendizaje mediante productividad, eficiencia y calidad. Este estudio analiza la rapidez de asimilación de tareas aplicando los estilos de aprendizaje de Bandler (MPNL) y los modelos conductuales de Kolb (Manual de estilos de aprendizaje, SEP 2004).

**Palabras Claves** — Entrenamiento, Operario, Capacitación, Productividad, Calidad, Modelos de Aprendizaje, Programación Neurolingüística (MPNL), Certificación.

## INTRODUCCIÓN

En las organizaciones de manufactura, el desempeño del sistema productivo puede verse afectado cuando los operadores se integran a sus estaciones de trabajo sin haber asimilado adecuadamente los conocimientos necesarios para sus tareas. Esto puede deberse a que el tipo y la duración del entrenamiento no se ajustan a las preferencias

de aprendizaje de cada trabajador. Esta investigación se centra en evaluar el impacto que tiene la aplicación de las preferencias de aprendizaje en el sistema de entrenamiento de operarios dentro de un proceso productivo. El objetivo es reducir el tiempo de capacitación y, como consecuencia, incrementar la productividad, mediante la personalización del método de enseñanza de acuerdo con los estilos individuales de aprendizaje, tales como los que se muestran en la **Figura 1**.

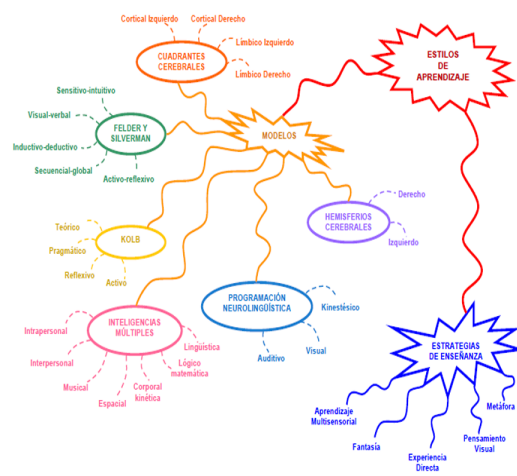


Figura 1 Mapa Mental de los Modelos y Estrategias de Enseñanza (Manual de Estilos de Aprendizaje, SEP 2004)

## MATERIALES Y MÉTODO

### Diseño de la Investigación.

En esta sección se explica el desarrollo del diseño, se discute el tipo de investigación que se trata, el enfoque que se adaptó, la manera como se realizaron las validaciones, el campo en dónde se ejecutó, la escala de medición de las variables involucradas y el periodo de tiempo que se requirió para el finiquito de la misma.

## Tipo de Investigación.

Está ampliamente relacionada con lo mencionado por Roberto Hernández (2010), en la condición del tipo de investigación que se presenta. Si por un lado está dentro de la investigación exploratoria, debido a que de cierta forma este problema no muestra un campo muy estudiado al respecto, y a la vez una de las intenciones es identificar conceptos nuevos o al menos no muy mencionados por la ciencia en este momento. También puede considerarse dentro de la investigación correlacional, ya que su encomienda es estudiar el grado de asociación entre el tipo de entrenamiento y el tiempo en que se alcanza la cresta de la curva de aprendizaje, explicando obviamente mediante las técnicas experimentales los conceptos y modelos que nos lleven a este fin, ambas en el campo de la investigación cuantitativa debido a la naturaleza de escala radial de los datos, así como la nominal en el caso de la calidad.

## Enfoque de la Investigación

a). Evaluar si el hecho de contemplar los estilos de aprendizaje en el diseño de un sistema de entrenamiento reduce el tiempo de aprendizaje en los operadores de un proceso productivo.

b). Evaluar si existe alguna diferencia en la habilidad de aprendizaje aplicado a un proceso productivo entre los diferentes estilos de aprendizaje.

c). Evaluar si la conjunción del estilo visual de la PNL y el modelo activo de Kolb, supera los resultados en el aprendizaje aplicado al proceso productivo logrado en las otras pruebas.

## Variables y Escalas de Medición.

En la **Tabla 2.4** se presenta la naturaleza de los datos a recabar en esta investigación: Eficiencia y eficiencia final, en segundos por pieza y piezas por unidad de tiempo, de escala radial debido a que el cero evidencia la ausencia de la medición y es factible establecer una distancia entre una y otra medición. En la escala nominal tenemos la calidad la cual será medida en defectos, bueno o malo, en partes defectuosas por lote producido, la cual se mostrará en una distribución del tipo binomial en el lote total de producción con una unidad de medida en partes defectuosas por millón de piezas producidas (PPM's).

## Operacionalización y Planes de Prueba de las Hipótesis.

En esta sección mostramos el razonamiento matemático y la operacionalización de las hipótesis establecidas además muestran la metodología seguida en el caso de las

| Característica | Tipo de Dato    | Dimensión            | Uso   |
|----------------|-----------------|----------------------|---|
| Eficiencia     | Radial/Continuo | Segundos /pieza      | Determinación de la curva de aprendizaje    |
| Eficiencia     | Radial/Continuo | Piezas / cada 5 min. | Curva de eficiencia<br>Pruebas de hipótesis |
| Calidad        | Nominal         | PPM                  | PPM'S, pruebas de hipótesis                 |

Tabla 2.4 Naturaleza de los Datos

pruebas de hipótesis en función de la variable piezas cada cinco minutos para variables continuas.

### ***Hipótesis Variables Continuas, Eficiencia***

Una vez obtenidos los valores de piezas cada 5 minutos procedimos a probar las siguientes hipótesis:

Interprete los datos de la siguiente forma:

$\bar{x}1$ : Promedio de datos, cuyo estilo de aprendizaje operadores fue seleccionada en forma indistinta, antes de trabajar el proceso.

$\bar{x}2$ : Promedio de datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue visual, antes de trabajar el proceso.

$\bar{x}3$ : Promedio de datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue auditivo, antes de trabajar el proceso.

$\bar{x}4$ : Promedio de datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue kinestésico, antes de trabajar el proceso.

$\bar{x}5$ : Promedio de datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue visual en conjunción con el modelo activo de Kolb, antes de trabajar el proceso.

Donde la representatividad de los datos corresponde a la inferencia:

$$\begin{aligned}\hat{\mu}_1 &= \bar{X}_1 & \hat{\mu}_2 &= \bar{X}_2 \\ \hat{\mu}_3 &= \bar{X}_3 & \hat{\mu}_4 &= \bar{X}_4 \\ \hat{\mu}_5 &= \bar{X}_5\end{aligned}$$

**PRUEBA 1 (Pruebas de Hipótesis para Variables Continuas):** En esta prueba, con una significancia del 5%, deseamos probar, si el tratamiento aplicado con el método de entrenamiento considerando los diferentes

estilos de aprendizaje, tuvo el mismo efecto en las diferentes preferencias de aprendizaje. Se recaban los datos en piezas producidas por cada 5 minutos de:  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  y  $\mu_4$ .

a) Prueba de hipótesis principal: prueba de hipótesis, prueba de medias de más de dos poblaciones.

$$H_0: \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una es diferente

b) Considerando las pruebas positivas de:

i) Normalidad mediante la prueba de Anderson-Darling. ii) Independencia, (supuesta)

iii) En caso de incumplimiento del inciso i), aplicar las pruebas alternativas.

c) Se realiza la prueba de homogeneidad de varianzas, donde:

$$S_2^2 \text{ Varianza de la muestra 2}$$

$$S_3^2 \text{ Varianza de la muestra 3}$$

$$S_4^2 \text{ Varianza de la muestra 4}$$

d) La prueba de homogeneidad de varianza, se define con la prueba de:

i) Bartlett para datos normales, Alternativa: Levene's Test. ii) Prueba de hipótesis:

$$H_0: S_2^2 = S_3^2 = S_4^2$$

$H_1: S_2^2 \neq S_3^2 \neq S_4^2$  (al menos una es diferente)

c1 Significancia estadística. Alfa 0.05

c2 Estadístico de prueba F

c3 Regla de decisión, valor  $P > 0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula, Se asume homogeneidad en las varianzas

e) Significancia estadística, alfa 0.05.

f) Prueba de medias, ANOVA. Alternativa Kruskal Wallis.

g) Regla de decisión, valor  $P$ ,  $P > 0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula, es decir, todas las muestras son iguales, si esto se cumple, cualquiera de ellas se tomará para las pruebas posteriores.

PRUEBA 2 (Pruebas de Hipótesis para Variables Continuas): En esta prueba, con una significancia del 5%, deseamos probar, si el tratamiento aplicado con el método de entrenamiento considerando los diferentes estilos de aprendizaje  $\mu_3$ , es mejor en términos de piezas cada 5 minutos, que el sistema tradicional de entrenamiento  $\mu_1$ . Asumiendo que las poblaciones  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  y  $\mu_4$  son homogéneas, (en caso de no serlo se tomará la mejor población [auditivo]) y los supuestos de normalidad e independencia son cumplidos. En caso de no cumplir con normalidad se aplica prueba alternativa.

a) Prueba de hipótesis principal: prueba de hipótesis, prueba de medias de más de dos poblaciones.

$$H_0: \mu_2 \geq \mu_3 \quad H_1: \mu_2 < \mu_3$$

b) Se realiza la prueba de homogeneidad de varianzas, donde:

$S_1^2$  Varianza de la muestra 1

$S_3^2$  Varianza de la muestra 3

b1 La prueba de homogeneidad de varianzas, se define con la prueba de:

i) Bartlett para datos normales. Alternativa Levene

ii) Prueba de hipótesis:

$$H_0: S_1^2 = S_3^2 \quad H_1: S_1^2 \neq S_3^2$$

b2 Significancia estadística. Alfa 0.05.

b3 Estadístico de prueba F.

b4 Regla de decisión, valor  $P > 0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula, se asume homogeneidad en las varianzas.

c) Significancia estadística alfa 0.05

d) Estadístico de prueba t-t de student. Alternativa Mann Whitney.

PRUEBA 3 (Pruebas de Hipótesis para Variables Continuas): En esta prueba, con una significancia del 5%, deseamos saber, si el tratamiento aplicado con el método de entrenamiento considerando los diferentes estilos de aprendizaje  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  o  $\mu_4$ , no es mejor en términos de piezas por cada 5 minutos, que la conjunción del estilo de aprendizaje auditivo en combinación con el modelo conductual activo  $\mu_5$ . Asumiendo que las poblaciones  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  y  $\mu_4$  son homogéneas, (en caso de no serlo se tomará la mejor población) y los supuestos de normalidad e independencia son cumplidos. En caso de no cumplir con normalidad se aplica prueba alternativa.

e) Establecimiento de la prueba de hipótesis: Prueba de media de dos poblaciones:

$$H_0: \mu_3 \geq \mu_5 \quad H_1: \mu_3 < \mu_5$$

f) Se realiza la prueba de homogeneidad de varianzas, donde:

$S1^2$  Varianza de la muestra 1

$S5^2$  Varianza de la muestra 5

b1 La prueba de homogeneidad de varianzas, se define con la prueba de:

j) Bartlett para datos normales. Alternativa Levene

iii) Prueba de hipótesis:

Ho:  $S1^2 = S5^2$  Hi:  $S1^2 \neq S5^2$

b2 Significancia estadística. Alfa 0.05.

b3 Estadístico de prueba F.

b4 Regla de decisión, valor  $P > 0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula, se asume homogeneidad en las varianzas.

g) Significancia estadística alfa 0.05

h) Estadístico de prueba t-t de student. Alternativa, Mann Whitney.

i) Regla de decisión, valor P, Valor  $P > 0.05$ , no se rechaza la hipótesis nula.

### ***Hipótesis Variables Categóricas, Calidad***

Una vez obtenidos los valores de defectos producidos en PPM's en las corridas totales procederemos a probar las siguientes

hipótesis: Interprete los datos de la siguiente forma:

P1: Fracción de los datos, cuyo estilo de aprendizaje operadores fue seleccionada en forma indistinta, antes de trabajar el proceso.

P 2: Fracción de los datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue visual, antes de trabajar el proceso.

P3: Fracción de los datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue auditivo, antes de trabajar el proceso.

P4: Fracción de los datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue kinestésico, antes de trabajar el proceso.

P5: Fracción de los datos, cuyo estilo de aprendizaje seleccionado en los operadores fue visual en conjunción con el modelo activo de Kolb, antes de trabajar el proceso. Donde la representatividad de los datos corresponde a la inferencia:

$$P_i = p_i \quad \text{desde } i=1 \text{ hasta } 5$$

PRUEBA 1 (Pruebas de Hipótesis para Variables Discretas): En esta prueba trataremos de demostrar, si existe algún tipo de dependencia del tratamiento dado por la diferencia de entrenamiento según su estilo de aprendizaje y modelo conductual y la proporción defectuosa de las corridas, los datos recolectados son los relativos a la proporción

|            | Varios | Visual | Auditivo | Kinestésico | Auditivo+Activo |
|------------|--------|--------|----------|-------------|-----------------|
| Producción | P1     | P2     | P3       | P4          | P5              |

Tabla 2.5.2 Tabla de contingencia de calidad

defectuosa presentada en la corrida experimental. **Datos en la Tabla 2.5.2.**

Las hipótesis son las siguientes:

Ho: No existe relación, de los estilos de aprendizaje en conjunción con el entrenamiento y los defectos en proceso.

Hi: Si existe relación entre los estilos de aprendizaje en conjunción con su entrenamiento y la proporción defectuosa.

Estadístico de prueba: Chi cuadrada, tabla de contingencia. Significancia estadística: alfa = 0.05

Regla de decisión, valor P, Valor  $P < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

## Curva de Aprendizaje

Obtenida la información con respecto a los valores matemáticos de las teorías del aprendizaje nos daremos a la tarea de comparar y comprobar que el entrenamiento basado en los estilos de aprendizaje es mayormente efectivo que el entrenamiento tradicional, también podremos observar si algún estilo de aprendizaje es más hábil que otro y finalmente si los modelos conductuales de Kolb en su estilo activo aportan una mayor habilidad en la consecución del objetivo del entrenamiento.

a. Tiempo de producción en segundos por pieza, a lo cual debemos encontrar los valores promedio y varianzas.

b. Una vez encontrado el promedio de las corridas iniciamos con la evaluación de las corridas, haciendo una tabla comparativa en el tiempo, para calcular la pendiente de aprendizaje:

$$Y = KX^{-A}$$

Donde:

Tiempo de ciclo

Tiempo del primer ciclo

Número de ciclos o unidades producidas

Pendiente

Una vez calculada la pendiente de aprendizaje, se calcula el tiempo de ciclo del producto en el tiempo (valor futuro).

$$AV = \frac{\int_{N1-\frac{1}{2}}^{N2+\frac{1}{2}} KX^{-A}}{\left(N2+\frac{1}{2}\right) - \left(N1-\frac{1}{2}\right)}$$

Donde:

AV tiempo medio

N1 primera unidad de la serie

N2 última unidad de la serie

Se calcula el tiempo en el que el equipo de operadores es capaz de llegar al tiempo estándar según los datos arrojados en el estudio.

$$C = \frac{K[(N2+\frac{1}{2})^{1-A} - (N1-\frac{1}{2})^{1-A}]}{1-A}$$

Donde:

C Tiempo acumulado

## Medio Ambiente

El ambiente donde se llevó a cabo la investigación es el Laboratorio de Manufactura de la División de Posgrado e Investigación (DEPI), del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez (ITCJ). Esta aula cuenta con espacio suficiente para albergar un área académica de exposición y proyección, un espacio donde se ubican 6 estaciones de tra-



bajo diseñadas previamente por personal de la DEPI para usos múltiples. Cada estación de trabajo cuenta con: iluminación local, descansa pies, silla ergonómica de cinco apoyos con movimiento, espacio para ayudas visuales con iluminación independiente, mesa de trabajo, banda de transporte entre estaciones. Las estaciones están colocadas en una formación lineal doble de tres estaciones por lado, por lo que el producto y proceso diseñados para esta investigación se ajustarán a una celda de manufactura de cuatro estaciones de trabajo y una de inspección en forma de “U” exterior. Es posible hablar de condiciones controladas, ciertamente no se tiene el ambiente real de una empresa de ensamble; sin embargo, las condiciones de clima, ruido, iluminación, estaciones con medidas antropométricas aplicadas (ergonomía), entre otras, están dentro de los parámetros ideales debido a la naturaleza propia de un laboratorio de manufactura.

## Método de trabajo y medición

La metodología está basada en tres etapas, las cuales son aplicadas y probadas en un proceso diseñado previo a la primera etapa de la metodología. **Las Figuras 2.8.1, 2.8.2 y 2.8.3** muestran el esquema de la metodología que se llevará a cabo.

### *ETAPA No. 1*

La primera etapa está dividida en 6 pasos, en el primero se seleccionaron al personal (voluntario), el cual debe cumplir con características físicas y motoras normales, es decir no tener alguna incapacidad física o mental que pueda poner en riesgo su integridad, de preferencia la edad de las personas que cooperaron en esta investigación fue entre 18 y 30 años, lo anterior debido a que

estarán participando jóvenes de los primeros semestres de profesional del ITCJ y UTCJ. En el segundo paso se aplicó el cuestionario denominado: “Cuestionario para identificar el tipo de inteligencia de percepción dominante, Modelo PNL”, recomendado por la Secretaria de Educación Pública en su publicación “Manual de estilos de aprendizaje (2004), (anexo A4), la aplicación de este cuestionario fue en aula a diferentes grupos de estudiantes de reciente ingreso al ITCJ y UTCJ. Una vez aplicado este cuestionario se realizó el análisis sugerido por el mismo documento y los resultados anotados en el formato de resumen. Una vez obtenida la base de datos del cuestionario antes mencionado, en tercer lugar se seleccionó un grupo de cinco personas donde se incluyeron los tres estilos de aprendizaje. La cuarta actividad se refiere al entrenamiento antes de entrar al proceso; en esta parte no se consideran el estilo de aprendizaje de las personas, simplemente se proporciona un entrenamiento basado en habilidades, mostrándole al personal estación por estación, la operación correspondiente en forma verbal y mostrándole muestras de los sub ensambles propios del proceso. El quinto paso consiste en trabajar en el proceso, así que es el momento donde inicia la producción, la cual consta de aproximadamente 350 ciclos durante cien minutos, en dos sesiones diferentes.

En el paso final se tomarán los datos de la muestra para ser sometidos a las pruebas mencionadas en la sección 2.5.

### *ETAPA No. 2*

Esta etapa consiste en los mismos pasos que la etapa anterior, solo que esta vez en el tercer paso, se seleccionan a las personas conforme su estilo de aprendizaje, 5 personas por cada estilo. El cuarto paso también





Figura 2.8.1 Etapa I de la Metodología.

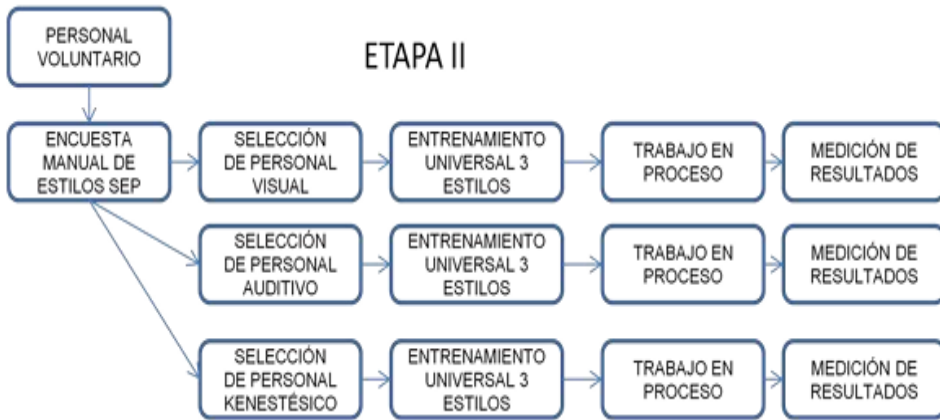


Figura 2.8.2 Etapa II de la Metodología.

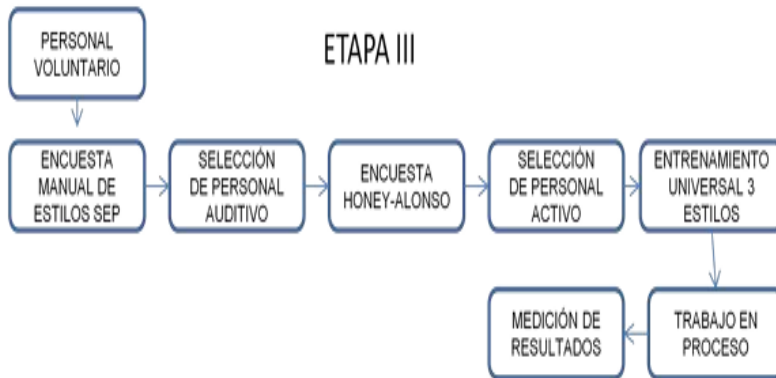


Figura 2.8.3 Etapa III de la Metodología

es diferente, ya que mientras en la etapa 1 se dio un entrenamiento general de las operaciones, ahora se establece un entrenamiento diseñado de tal manera que la habilidad de aprendizaje de los operarios sea considerada, utilizando herramientas de video, audio y demostración-ejecución, se diseñaron los tres elementos de entrenamiento que se utilizaron para el entrenamiento basados cada uno en los diferentes estilos de la PNL, el entrenamiento basado en los estilos de aprendizaje ha sido personalizado para cada uno de los estilos. Los siguientes pasos son análogos a la etapa I.

### **ETAPA No. 3**

Etapas también semejante a la anterior, la diferencia radica en que después de haber aplicado el cuestionario “Cuestionario para identificar el tipo de inteligencia de percepción dominante, (Modelo PNL)”, se seleccionaron solo personas con estilo auditivo. Una vez que se seleccionaron, se aplicó el cuestionario Honey-Alonso de forma similar a la aplicación del cuestionario de PNL, considerando en el equipo a trabajar aquellas personas en las que su modelo conductual haya predominado el estilo activo, de ahí en adelante las tres etapas son prácticamente iguales.

## **Instrumentos**

Los materiales y equipos utilizados en la investigación, podemos clasificarlos en: formatos para la recolección de la información, paquetes computacionales, para el análisis y clasificación de los datos y, herramientas y equipos para el desarrollo de la experimentación.

Equipos:

- a) Estaciones de trabajo fabricadas bajo la supervisión del departamento de posgrado del instituto tecnológico de Ciudad Juárez.
- b) Cronómetro digital marca SPORTLINE Modelo 470.
- c) Cámara de video digital marca Samsung.
- d) Contenedores de materiales en proceso y producto terminado.

Materiales:

- a) Legos educacionales modelo 6177

Computacionales:

- a) Minitab® versión 14.12 para manejo estadístico de las variables.
- b) Microsoft Office®.
- c) Procesador de videos Movie Maker de Microsoft

### **Período de Prueba**

El periodo de la prueba está considerado en seis fases, cada una representa una corrida de producción que se ejecuta en día sábado por la disponibilidad del laboratorio. La fase 1: es la prueba del proceso, comprobación de tiempos, entrenamiento a personal de calidad, entre otros, la fase dos a la seis son las corridas de producción relativas a los estilos de aprendizaje ya mencionados anteriormente. Previamente el personal ha sido seleccionado en función de la etapa que le corresponde, con las encuestas pertinentes. Cada corrida está planeada para una duración de 100 minutos, en dos sesiones

distintas, para tratar de evitar la fatiga, simulando diferentes turnos.

## Recolección de los Datos.

Los datos para su estudio pueden clasificarse en dos diferentes, datos primarios y secundarios. Según Leddy (1998) los datos primarios son aquellos que se encuentran en contacto directo con el fenómeno estudiado, en cambio los datos secundarios son menos evidentes y pueden ser derivados de los primarios o de cualquier otra fuente de información indirectamente relacionada con el sujeto de la investigación. La recolección de datos es llevada a cabo utilizando el formato propuesto, para datos primarios el cual deberá ser llenado en tiempo real conforme se desarrollen las experimentaciones propuestas en el Diseño de la Investigación. La fuente de donde se obtienen los datos primarios es directamente del proceso en el momento de su ejecución, los datos se expresan en segundos por pieza producida, piezas producidas cada cinco minutos y defectos encontrados en la corrida. Los tiempos no aceptados serán aquellos donde el tomador de tiempos incurra en una omisión del tiempo tomado, por lo que se cancelará el dato y se proseguirá con la lectura. Los datos secundarios serán expuestos acorde a los requerimientos de las pruebas de hipótesis propuestas.

## Tratamiento de los Datos.

Las consideraciones básicas en el tratamiento de los datos son simples, debido a que la investigación se llevó a cabo bajo el ambiente de laboratorio, las cantidades aquí presentadas no contienen características discrecionales, las cantidades se representan tal y como fueron medidas durante el proceso de experimentación. Los datos primarios de

la investigación son tomados directamente de la experimentación, los cuales a su vez han servido para el cálculo de los datos secundarios como son los valores de tendencia central y dispersión necesarios para el análisis de este trabajo.

## Precisiones Metodológicas.

En esta sección se presentan cinco precisiones metodológicas: representatividad, confiabilidad, validez, replicabilidad y sesgo, útiles para la elaboración y desarrollo de la presente investigación.

### *Representatividad*

Debido a que el proceso y producto utilizados para la realización de esta investigación han sido diseñados al margen de la misma, en donde la regla de manufactura es puramente ensamble, considerando estándares normales de la manufactura, estudio del trabajo y ergonomía, podemos afirmar que el proceso es representativo de una celda de manufactura de ensamble.

### *Confiabilidad*

Confiabilidad es un término directamente relacionado con la robustez de un proceso o producto, la eliminación de errores de ejecución durante la realización de la experimentación acrecienta la idea de confiabilidad en los datos, ya que esta experimentación es llevada a cabo por jóvenes pasantes de la carrera de ingeniería industrial, el investigador estudiante de maestría en ingeniería industrial, en supervisión de dos doctores en ingeniería industrial, un estudio elaborado por escrito de las características del proceso y producto asesorado además por la academia de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, pasan-

do por experimentación y ajustes previos al estudio real, aunado a esto la utilización de software ampliamente conocido por la comunidad internacional, decimos que el estudio es suficientemente confiable.

### **Validez**

La validez es definida como “la pertinencia, la efectividad del instrumento de medición.” La validez puede clasificarse en cinco tipos diferentes en un estudio de investigación: validez frontal, validez de criterio, validez de modelo, validez interna y validez externa. A continuación se describe brevemente cada una de ellas. Validez frontal, es la que cuestiona si el instrumento de investigación mide lo que se supone debe medir y cuestiona la representatividad de la muestra. En este estudio la validez frontal se cumple, considerando los siguientes elementos: el tamaño de la muestra es mayor a la calculada, los instrumentos utilizados son los recomendados por las técnicas del estudio del trabajo, la capacitación de los colaboradores es comprobada, todas las muestras han sido estudiadas bajo las mismas condiciones de prueba. Validez de criterio, es la que promueve “un criterio válido, un estándar contra el que se miden los resultados del instrumento que hace las mediciones”. La validez de criterio es cumplida, los instrumentos utilizados han sido previamente revisados y probados entre sí, para evitar riesgos de calibración, los formatos, software utilizados han sido previamente autorizados para su utilización por especialistas en el tema. Validez del modelo, se refiere a criticar y adecuar constantemente la aplicabilidad del modelo, esta validez se describe en la confiabilidad antes mencionada. Validez interna, es la que se refiere a “estar libre de sesgo en la formación de las

conclusiones derivadas de los datos”. Ésta se encarga de cuestionar como influyen las variables independientes sobre las variables dependientes y si existe relación entre ellas. La validez interna en esta investigación es soportada debido a que se utilizan técnicas estadísticas válidas y objetivas para la aprobación o rechazo de las hipótesis propuestas. Validez externa, es la que hace énfasis “a la generalización de las conclusiones alcanzadas hacia el universo a través de la observación de una muestra”. La validez externa está limitada a tres elementos, es aplicable solo a líneas de producción puramente de ensamble, las condiciones de experimentación han sido de laboratorio y los tiempos también han sido limitados, sin embargo esto no limita a replicar esta experimentación en ambientes reales de producción.

### **Replicabilidad**

Es la capacidad de un experimento, de ser repetido una o varias veces por un investigador bajo circunstancias, parámetros, condiciones y delimitaciones similares, con la finalidad de dar solución al problema de investigación. Este documento muestra todos los procesos seguidos en la experimentación de tal forma que puede ser replicado cuantas veces sea necesario y posible.

### **Sesgo**

El sesgo es un error que aparece en el resultado de un estudio debido a factores que dependen de la recolección, análisis, interpretación, publicación o revisión de los datos que pueden conducir a conclusiones que son sistemáticamente diferentes de la verdad o incorrectas acerca de los objetivos de una investigación. Este error puede ser sistemático o no, y es diferente al error

aleatorio. En el caso de la experimentación que nosotros presentamos, el sesgo es nulo o casi nulo, debido a las siguientes consideraciones: las personas que se seleccionan provienen de una misma población, son elegidos al azar, no tienen experiencia en el proceso en el cual serán probados, no tienen experiencia en la aplicación de las encuestas aplicadas, inician todas las muestras en el mismo nivel de conocimiento.

## Delimitaciones Adicionales de la Investigación

Es necesario mencionar algunas delimitaciones, al desarrollar el estudio de investigación.

- a) El tiempo de proceso que se invirtió en la experimentación es una limitante, ya que dos sesiones de 100 minutos es poco en comparación de un proceso real. Sin embargo todas las muestras se trataron bajo las mismas condiciones.
- b) Las conclusiones hechas al final de la investigación solo se limitan a las líneas de producción experimentales mencionadas en este trabajo.
- c) La confiabilidad de este trabajo si bien existe, está limitada por una sola experimentación, sin réplicas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aquí se presentan los resultados de la investigación que se llevó a cabo, siguiendo la metodología descrita anteriormente. Su contenido es detallando el siguiente: identificación de estilos de aprendizaje según el MPNL; análisis de resultados independientes, tipo de distribución, medidas de tendencia central y dispersión. Una vez obtenidos

los datos de comportamiento, se procede a la comprobación de las hipótesis, con las primeras comprobaciones, se selecciona al grupo afín con mejor comportamiento en cuanto al promedio, en este caso el modelo auditivo, al cual se le aplica el cuestionario HONEY ALONSO, con el fin de seleccionar participantes auditivos según el MPNL en combinación con el modelo activo de Kolb. Una vez obtenida esta información, se analizó el comportamiento y las pruebas de hipótesis convenidas. Como último paso se calcularon los datos concernientes a la curva de aprendizaje y se evaluaron los resultados.

## Estilos de Aprendizaje Dominantes

El desarrollo de la metodología inició con la selección de personal voluntario de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (UTCJ), a 57 personas se les aplicó el Cuestionario para identificar el tipo de inteligencia de percepción dominante, [Modelo PNL], recomendado por el manual de estilos de aprendizaje, publicado por la Secretaría de Educación Pública. 20 hombres y 37 mujeres de entre 17 y 33 años, con una media de edad de 21 años aproximadamente. La encuesta fue aplicada dentro de las instalaciones de la UTCJ en tiempo previo a la experimentación. En la **Tabla 5.1** de elaboración propia se encuentra el resumen del resultado de la encuesta. En esta tabla se encuentran los porcentuales de comparación de cada estilo diferenciado básicamente por sexo.

## Grupo de Estilos Varios

Una vez determinando el personal con el que se cuenta para la investigación fueron seleccionadas las primeras seis personas (cuatro en proceso, dos por seguridad), con

|                 | Hombre |     | Mujer |     | Total |      |
|-----------------|--------|-----|-------|-----|-------|------|
| Visual          | 6      | 30% | 13    | 35% | 19    | 33%  |
| Auditivo        | 5      | 25% | 4     | 11% | 9     | 16%  |
| Kinestesico     | 6      | 30% | 18    | 49% | 24    | 42%  |
| Doble<br>Estilo | 3      | 15% | 2     | 5%  | 5     | 9%   |
| Total           | 20     | 35% | 37    | 65% | 57    | 100% |

Tabla 5.1 Resumen de Cuestionario para Identificar el Tipo de Inteligencia de Percepción Dominante

| No. | Nombre   | Edad | Sexo | Tipo de aprendizaje  |
|-----|----------|------|------|----------------------|
| 1   | Sujeto 1 | 18   | F    | Kinestésico          |
| 2   | Sujeto 2 | 18   | F    | Kinestésico          |
| 3   | Sujeto 3 | 19   | F    | Visual               |
| 4   | Sujeto 4 | 23   | F    | Visual               |
| 5   | Sujeto 5 | 18   | F    | Visual / Auditivo    |
| 6   | Sujeto 6 | 23   | M    | Visual / Kinestésico |

Tabla 3.2 Personal Seleccionado para la Etapa I (Estilos Varios)

| Estilo      | Variable     | N   | Pob.       | Media | S    | Mediana | Escala | Forma | Def | PPM'S |
|-------------|--------------|-----|------------|-------|------|---------|--------|-------|-----|-------|
| Varios      | PIZAS/5 MINS | 40  | Normal     | 18.75 | 2.58 | 19.5    |        |       |     |       |
|             | SEG/PZ       | 596 | 3P-Weibull | 15.73 | 4.2  | 14.8    | 6.19   | 1.36  |     |       |
|             | DEFECTOS     | 750 | Binomial   |       |      |         |        |       | 6   | 8000  |
| Ciclo (Seg) | 75.35        |     |            |       |      |         |        |       |     |       |

Tabla 3.2.1 Resumen de Datos de la Corrida Experimental con Estilos Varios



estilos varios, según se muestra en la **Figura 2.8.1** etapa I. El entrenamiento fue llevado a cabo en la misma estación de trabajo, proporcionándoles el entrenamiento en el lugar juntamente con las ayudas visuales relativas a cada estación. En la **Tabla 3.2** se muestran los datos de las personas seleccionadas para esta prueba.

Una vez realizada la experimentación, los resultados son los siguientes: Tiempo de ciclo de primera pieza: 75.35 segundos. En la **Tabla 3.2.1** se observan los resultados totales de la corrida de prueba con los estilos varios, medidas de tendencia central, dispersión, tipo de población y tamaño de la muestra son resumidos en la tabla.

### Grupo de Estilo Visual, Auditivo y Kinestésico

En la **Tabla 3.3** se observan los resultados totales de las corridas de prueba con los diferentes estilos de aprendizaje acorde al MPNL.

### Grupo de Estilo Auditivo + Activo

Para el análisis de este grupo de personas, se aplicó primero el cuestionario acorde al MPNL, seleccionando solo las personas con preferencia auditiva, una vez seleccionados los elementos auditivos se les aplicó el cuestionario Honey Alonso, para determinar el modelo conductual de Kolb, Activo, en la **Tabla 3.4** se muestran los resultados del cuestionario Honey Alonso a los elementos con preferencia de alta a muy alta en el modelo activo.

En el momento de obtener los cuatro participantes necesarios, dejamos de aplicar el cuestionario relacionado a los modelos conductuales. Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 3.4.1**, relacionado al

análisis de comportamiento de las diferentes distribuciones de probabilidad obtenidas.

### Comprobación de las Hipótesis

A continuación se muestran las comprobaciones de hipótesis para los diferentes casos.

### Prueba de Hipótesis entre Grupos de Estilos Específicos

En esta sección se comprobó estadísticamente si existe o no diferencia entre lo producido por los grupos con entrenamiento diferenciado. En conformidad con el **punto 2.5.1**, prueba 1, se procedió a la prueba de varianzas: en la **Figura 3.5.1.1** se muestra acorde a la prueba de Bartlett, que las varianzas son homogéneas.

Se observa en la **Tabla 3.5.1.2** que el valor probabilístico P es menor de .05, es decir, con un 95% de confianza podemos decir que se encontraron las suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Sin embargo es necesario comentar lo siguiente de cada estilo.

En relación al estilo visual, se observó en el momento de realizar, la operación número tres del proceso, la cual fue asignada (aleatoriamente), a una persona con muy poca habilidad manual, es decir, que solo en el 10 % de los ciclos establecidos alcanzaba a establecer sincronía con las operaciones dependientes. Esto se observó durante la experimentación, sin embargo no se dispuso de cambio alguno ya que la instrucción fue mantener las condiciones en todos los ensayos, acorde. El grupo pudo haber producido un 20% más de lo que realmente realizó, aun así el resultado de la prueba de hipótesis no se hubiera impactado. En el auditivo, no se presentaron observaciones, el grupo tra-

| Estilo      | Variable     | N     | Pob.      | Media  | S      | Mediana | Escala | Forma  | Def | PPM'S |
|-------------|--------------|-------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----|-------|
| Visual      | PIZAS/5 MINS | 40    | Normal    | 15.73  | 2.764  | 16      |        |        |     |       |
|             | SEG/PZ       | 621   | Weibull   | 18.42  | 4.059  | 18.6596 | 20.01  | 5.21   |     |       |
|             | DEFECTOS     | 629   | Binomial  |        |        |         |        |        | 7   | 11129 |
| Ciclo (Seg) |              | 95.78 |           |        |        |         |        |        |     |       |
| Auditivo    | PIZAS/5 MINS | 40    | Normal    | 19.975 | 3.101  | 21      |        |        |     |       |
|             | SEG/PZ       | 778   | Weibull   | 14.445 | 3.1588 | 14.63   | 15.686 | 5.2598 |     |       |
|             | DEFECTOS     | 758   | Binomial  |        |        |         |        |        | 10  | 12853 |
| Ciclo (Seg) |              | 69    |           |        |        |         |        |        |     |       |
| Kinestesico | PIZAS/5 MINS | 40    | Normal    | 17.45  | 2.099  | 18      |        |        |     |       |
|             | SEG/PZ       | 663   | Log Logis | 16.62  | 4.91   | 15.98   | 0.1549 | 2.77   |     |       |
|             | DEFECTOS     | 698   | Binomial  |        |        |         |        |        | 6   | 8596  |

Tabla 3.3 Resumen Individual de Comportamiento de Distribución, para Cada Estilo de Aprendizaje Según el MPNL

| NOMBRE   | ESTILO MPNL | PREFERENCIA ALTA A MUY ALTA |
|----------|-------------|-----------------------------|
| Sujeto 1 | AUDITIVO    | PRAGMATICO                  |
| Sujeto 2 | AUDITIVO    | ACTIVO                      |
| Sujeto 3 | AUDITIVO    | ACTIVO                      |
| Sujeto 4 | AUDITIVO    | MODERADO-4                  |
| Sujeto 5 | AUDITIVO    | REFLEXICO                   |
| Sujeto 6 | AUDITIVO    | ACTIVO                      |
| Sujeto 7 | AUDITIVO    | ACTIVO                      |

Tabla 3.4 Participantes Auditivo-Activos

| Estilo            | Variable     | N    | Población | Media  | S    | Mediana | Escala | Forma | Def | PPM'S |
|-------------------|--------------|------|-----------|--------|------|---------|--------|-------|-----|-------|
| Auditivo + Activo | PIZAS/5 MINS | 40   | Normal    | 19.675 | 2.55 | 20      |        |       |     |       |
|                   | SEG/PZ       | 745  | Weibull   | 15.04  | 3.47 | 15.22   | 16.38  | 4.96  |     |       |
|                   | DEFECTOS     | 787  | Binomial  |        |      |         |        |       | 10  | 12706 |
| Ciclo (Seg)       |              | 73.8 |           |        |      |         |        |       |     |       |

Tabla 3.4.1 Resumen de Datos Estilo Auditivo + Activo

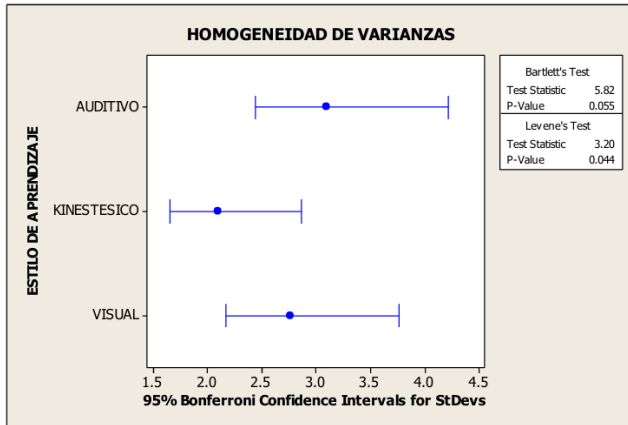


Figura 3.5.1.1 Homogeneidad de Varianzas Tres Estilos

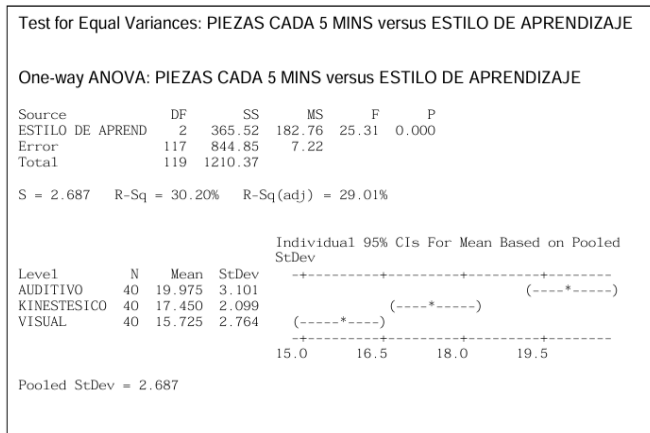


Figura 3.5.1.2 Tabla ANOVA

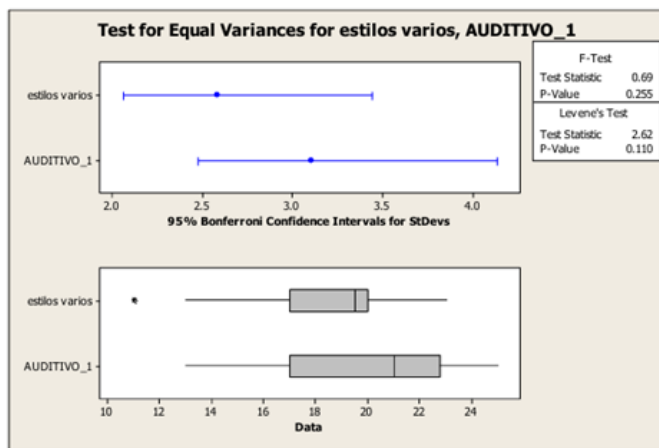


Figura 3.5.2.1 Homogeneidad de Varianza Auditivo-Estilos Varios

bajo coordinado, ninguna estación se convirtió en cuello de botella de acuerdo a los cálculos de tiempos predeterminados. Ahora bien, en el estilo kinestésico, una observación que llama la atención está relacionada con la teoría del mismo estilo, las personas en estilo kinestésico se observaron relajadas en su forma de producir (comparado con los demás estilos), sin embargo la lentitud si así la llamamos estaba coordinada, es decir el grupo trabajaba a un mismo ritmo donde no se observó diferencia significativa entre los miembros del grupo.

Una vez realizada la prueba de medias entre los grupos afines, realizamos un prueba simultanea Tukey, comparando básicamente el modelo auditivo contra los modelos visual y kinestésico, encontrando que efectivamente existe diferencia significativa de forma individual entre el auditivo y el visual con  $p=0$  y el auditivo contra el kinestésico con  $p=0.0002$ , con esta demostración se seleccionó al grupo de modelo auditivo para combinarlo con el modelo conductual activo de Kolb y realizar las pruebas subsecuentes.

### Prueba de Hipótesis Auditivo versus Estilos Varios

En conformidad con el **punto 2.5.1**, prueba 2, se procedió a la prueba de medias entre el estilo auditivo y los estilos varios. En la **Figura 3.5.2.1** se muestra la prueba de Bartlet, donde las varianzas son homogéneas.

Lo observado en la **Tabla 3.5.2.2**, indica que  $p<0.05$ , por lo que se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que, lo que produce el estilo auditivo es mayor que lo producido por el grupo de trabajo de estilos varios.

### Prueba de Hipótesis Auditivo versus Auditivo + Activo

En conformidad con el **punto 2.5.1**, prueba 3, se procedió a la prueba estadística entre el grupo auditivo y el grupo auditivo en combinación con el modelo activo de Kolb. En la **Figura 3.5.3.1** se muestra la prueba de Bartlet, donde las varianzas son homogéneas.

Lo observado en la **Tabla 3.5.3.2**, de la prueba de medias, indica que,  $p>0.05$ , por lo que se encontraron suficientes evidencias para no rechazar la hipótesis nula, es decir no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en lo que produce el estilo auditivo y lo producido por el grupo de trabajo de auditivo + activo. En palabras simples, el modelo conductual de Kolb, en su modelo activo, no afectó, estadísticamente en el desempeño del grupo auditivo.

### Prueba de Independencia, Calidad

De acuerdo a lo mencionado en el **Punto 2.5.2** de las pruebas de hipótesis para variables categóricas, se procede a realizar la prueba de contingencia. En la **Tabla 3.5.4.1** se muestran los datos de la prueba.

=**La Tabla 3.5.4.2** ( $\chi^2$ ), con un 95% de confianza argumenta, que no logramos obtener las suficientes evidencias para determinar que si existe una relación entre el entrenamiento y los estilos de aprendizaje con respecto a la calidad del producto, por lo que esta prueba demuestra que la calidad no es dependiente de los diferentes estilos de aprendizaje.

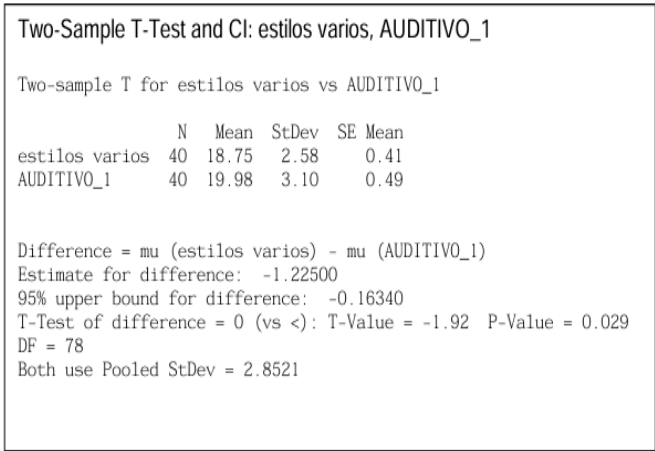


Tabla 3.5.2.2 Prueba t para Dos Medias

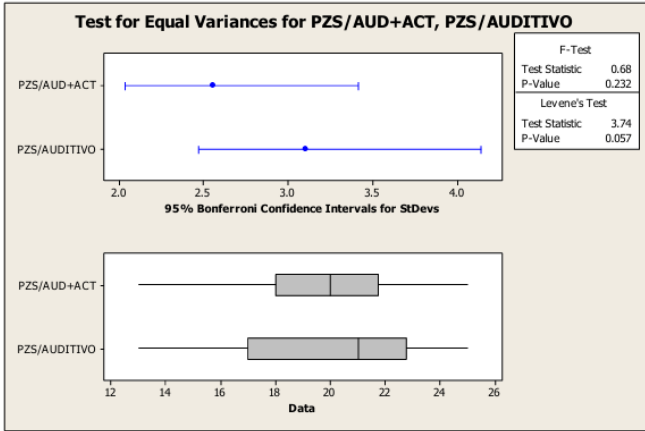


Tabla 3.5.3.1 Homogeneidad de Varianzas Estilo Auditivo y Auditivo + Activo

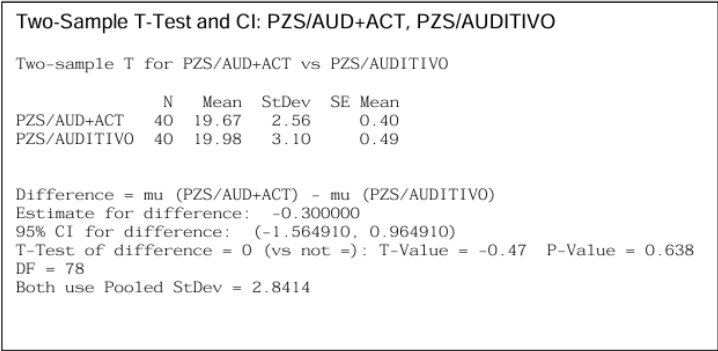


Tabla 3.5.3.2 Homogeneidad de Varianzas Estilo Auditivo y Auditivo + Activo

|            |        |        |          |             |                 |
|------------|--------|--------|----------|-------------|-----------------|
|            | Varios | Visual | Auditivo | Kinestésico | Auditivo+Activo |
| Defectos   | 6      | 7      | 10       | 6           | 10              |
| Producción | 750    | 629    | 778      | 698         | 787             |
| Pi         | 0.0080 | 0.0111 | 0.0128   | .0085       | 0.0127          |

Tabla 3.5.4.1 Defectos Encontrados en las Diferentes Corridas

| <b>Chi-Square Test: VARIOS, VISUAL, AUDITIVO, KINESTÉSICO, AUDITIVO+ACTIVO</b> |        |        |          |             |                 |       |
|--|--------|--------|----------|-------------|-----------------|-------|
| Expected counts are printed below observed counts                              |        |        |          |             |                 |       |
| Chi-Square contributions are printed below expected counts                     |        |        |          |             |                 |       |
|  | VARIOS | VISUAL | AUDITIVO | KINESTESICO | AUDITIVO+ACTIVO | Total |
| 1  | 6      | 7      | 10       | 6           | 10              | 39    |
|  | 8.01   | 6.74   | 8.35     | 7.46        | 8.44            |       |
|  | 0.504  | 0.010  | 0.327    | 0.285       | 0.287           |       |
| 2  | 750    | 629    | 778      | 698         | 787             | 3642  |
|  | 747.99 | 629.26 | 779.65   | 696.54      | 788.56          |       |
|  | 0.005  | 0.000  | 0.003    | 0.003       | 0.003           |       |
| Total  | 756    | 636    | 788      | 704         | 797             | 3681  |
| Chi-Sq = 1.428, DF = 4, P-Value = 0.839  |        |        |          |             |                 |       |

Tabla 3.5.4.2 Prueba  $\chi^2$  para Cinco Poblaciones

| Estilo               | K      | X | Y      | A      | X=100         | X=100<br>(graficado) | Rango<br>(Seg) | Estimación<br>para 15<br>Seg.<br>Tiempo<br>Estandar<br>n=5 | Estimación<br>para 15<br>Seg.<br>Tiempo<br>Estandar<br>Ciclos |
|----------------------|--------|---|--------|--------|---------------|----------------------|----------------|--|---|
| Varios               | 22.392 | 2 | 21.268 | 0.0743 | 15.9<br>Seq.  | 15.38                | 7.9            | 220  | 1095-1100   |
| Visual               | 31.53  | 2 | 28.54  | 0.1539 | 15.52<br>Seq. | 17.16                | 3.78           | 125  | 620-625   |
| Auditivo             | 26.57  | 2 | 21.68  | 0.2934 | 6.88<br>Seq.  | 10.69                | 3.29           | 7  | 30-35   |
| Kinestésico          | 22.99  | 2 | 20.72  | 0.15   | 11.52<br>Seq. | 15.14                | 10.8           | 18   | 85-90   |
| Auditivo +<br>Activo | 21.85  | 2 | 19.97  | 0.1298 | 12.01<br>Seq. | 13.33                | 12             | 18   | 85-90   |

Tabla 3.6.2 Cálculo de la Curva de Aprendizaje de Todos los Grupos Estudiados



## Curva de Aprendizaje

En ésta sección se incluyen los cálculos referentes a la curva de aprendizaje.

### 3.6.1 Cálculo de Proyección Futura, Estilos Varios (Curva de Aprendizaje)

Partiendo de la fórmula del **Punto 2.6** y suavizando las curvas a  $n=5$ , obtuvimos los valores para el modelo de estilos varios, quedando de la siguiente forma:

$Y=21.268$  segundos     $K= 22.392$  segundos     $X=2$  (ciclo)

Entonces, para calcular la pendiente de aprendizaje  $A$ ,

$$A = \frac{\text{LOG } K - \text{LOG } Y}{\text{LOG } X}$$

Resolviendo para la ecuación  $A = 0.0743$

Considerando este valor de la pendiente de aprendizaje, es posible predecir el tiempo de ciclo en el subgrupo número 100 ( $X=100$ ), por lo que de la ecuación obtenemos:

$$Y = KX^{-A}$$

Resolviendo para la ecuación  $Y = 15.38$  segundos

Comparando con el tiempo real según el gráfico en el tiempo,  $Y$  real = 15.38 segundos

Prediciendo en el futuro y suponiendo que se quiere lograr un tiempo de ciclo de 15 segundos, partiendo de la ecuación:

$$A = \frac{\text{LOG } K - \text{LOG } Y}{\text{LOG } X}$$

Se tiene:

$$X = \text{ANTILOG} \left( \frac{\text{LOG } K - \text{LOG } Y}{A} \right)$$

$Y = 15$  segundos por pieza; Primer ciclo  $K = 22.392$  segundos y  $A = 0.0743$

Tenemos que, este grupo de personas de estilos varios logrará el tiempo de 15 segundos en el subgrupo número 220, es decir entre la pieza 1095 y 1100.

### *Cálculo de la Estimación Futura Estilo de Todos los Grupos de Estudio. (Curva de Aprendizaje)*

En la **Tabla 3.6.2** se muestra un resumen de los cálculos en proyección futura sobre el aprendizaje de los diferentes estilos de aprendizaje.

Una vez concluida la tabla denominada 3.6.2 es indispensable hacer notar los siguientes puntos:

- La pendiente de aprendizaje de los estilos conjuntos es significativamente mayor que la de los estilos varios.
- Mientras que en los estilos varios se requieren 1100 ciclos para alcanzar un tiempo estándar de 15 segundos, en los estilos conjuntos se requieren entre 75 ciclos para el auditivo, 90 para los kinestésicos, 625 para los visuales (en este caso y considerando el cuello de botella provocado por una persona, detalle mencionado en el punto 5.3.1 de este capítulo, los ciclos necesario para lograr este estándar podría estar similar al auditivo) y 90 para el grupo que combina el estilo auditivo más el activo).

c) El estilo conjunto de auditivo más activo ha sido el grupo de menor tiempo de ciclo al iniciar, esto provoca que sus tiempos K y Y hayan sido los menores de todos los grupos, lo que implica una menor área de reducción de tiempo.

d) A fin de verificar el método utilizado, se evaluó considerando su efectividad para el tiempo según la curva de aprendizaje en el punto  $X=10$ . Para el grupo de estilos varios se obtuvo un dato calculado de 15.9 segundos y en la gráfica el dato real es 15.38 segundos; para el auditivo fue de 6.68 segundos y el real de gráfica fue de 10.6 con un rango de 3.29, esto sugiere que los datos calculados y los medidos ajustan con cierta variación.

e) Un detalle en particular durante esta experimentación es lo relacionado a la afectación real del sistema de entrenamiento en operaciones repetitivas, es decir, qué tan importante se convirtió el entrenamiento diferenciado para que el operario obtenga de una forma más rápida su eficiencia máxima, según esta metodología, los estilos conjuntos obtendrán siempre una eficiencia mayor durante el aprendizaje que los estilos varios. Sin embargo existen dos elementos a considerar, uno de ellos es el entrenamiento diferenciado potenciando el estilo de aprendizaje, el cual influye en las operaciones simples repetitivas en los primeros ciclos del producto. Otro elemento importante es que al haber conjuntado un mismo estilo de aprendizaje en un mismo proceso continuo de operaciones repetitivas, se presenta una reacción similar en el aprendizaje entre los operarios, lo

cual produce una velocidad en el proceso homogénea entre los integrantes del grupo de trabajo.

f) El conjuntar personas de un mismo estilo de aprendizaje pueden ser benéficas en aquellos procesos con alta cantidad de mezcla en números de parte.

## CONCLUSIONES

Una vez terminada esta investigación podemos concluir lo siguiente, con respecto a nuestra primera hipótesis, se muestra una diferencia significativa entre la aplicación de los estilos de aprendizaje del MPNL en el entrenamiento tanto entre sí como con respecto al grupo donde no se aplicó el entrenamiento siguiendo el modelo (estilos varios), no así en el caso de la segunda hipótesis donde se encontró un efecto no significativo en el tiempo de aprendizaje, en la tercera hipótesis se concluye independencia de la calidad con respecto al entrenamiento con o sin el MPNL. También, se puede concluir lo siguiente, se determinó el efecto de la aplicación del MPNL en la producción en un proceso de manufactura, siendo el modelo auditivo el mayormente productivo, no se logra mejoría en la producción del proceso aplicando la combinación del MPNL y el modelo activo de Kolb. El modelo auditivo fue el grupo con una pendiente mayor dentro del cálculo de la curva de aprendizaje, seguido por los modelos visual kinestésico, quedando con una menor pendiente de aprendizaje el modelo de los estilos varios, así mismo se demostró que la calidad no tiene relación con los estilos de aprendizaje aplicados al entrenamiento.

Finalmente, la investigación realizada se concluyó de acuerdo a la metodología escrita, los análisis de cada prueba se describen

al calce de las mismas, los objetivos fueron logrados parcialmente y no todas las hipótesis arrojaron diferencias de significancia estadística.

## REFERENCIAS

Castaño C. G. (2004). Independencia de los estilos de aprendizaje de las variables cognitivas y afectivo motivacionales.

Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, España. Recuperado de: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/ucm-t28051.pdf>.

Cheu R L. A. (2009). Modelo multivariable de aprendizaje para operaciones manufactureras. Tesis doctoral. Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, México.

Fernández C. C. (2001). La comunicación humana en el mundo contemporáneo; Ed. Mc Graw Hill, México.

García C. R. (2005), Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo, 2da Edición McGRAW-HILL\interamericana editors, S.A. de C.V. México.

Groover M., (1997). Fundamentos de manufactura moderna, Editorial Person, México.

Konz, S. (2006). Diseño de sistemas de trabajo; Ed. Limuza, .México.

Lucia, G. D., Marbel, I., Diazgranados, F. (2008) Procesos metacognitivos de estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje. Psicología desde el Caribe, p 1-24.

Niebel, B., Frivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, onceava edición. Ed. Alfaomega. México.

Ramírez L. C., (2011). Propuesta metodológica para el desarrollo de productos. Pensamiento y Gestión, p 21-45.

Secretaria de educación Pública. (2004); Manual de estilos de aprendizaje; Secretaria de educación pública, México.

Velázquez T., S. (2010). SIGMA,: Sistema de interacción grupal para la mejora anticipada, una alternativa de mejoramiento continuo para la industria manufacturera.