



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Diseño de material didáctico  
para reforzar el aprendizaje  
en Principio de economía de  
movimientos**

**MATERIAL DIDÁCTICO**  
Que para obtener el título de  
**Ingeniera Industrial**

**P R E S E N T A**

Katty Valeria Alonso Alaniz

**ASESOR(A) DE MATERIAL DIDÁCTICO**  
M.I. María de Lourdes Arellano Bolio



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi mamá y Ale por el gran amor y el apoyo incondicional que siempre me han dado, porque han sabido guiarme y animarme en todo momento. Gracias por confiar y creer en mí.

A toda mi familia, por sus buenos deseos, estar siempre pendiente y ayudarme a crecer.

A Olvera y Paola, por compartir su vida conmigo, por apoyarme durante toda la carrera, por su comprensión y gran amor.

Finalmente, a la maestra Lourdes Arellano, por el tiempo dedicado y todo el apoyo durante la elaboración de este proyecto, por compartir consejos y su sabiduría.

## ÍNDICE

<b>1.-Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>2.-Objetivos</b> .....	<b>3</b>
<b>3.- Marco de referencia</b> .....	<b>4</b>
3.1    Objetivos de docencia universitaria .....	4
3.2    Estilos de enseñanza .....	4
3.3    Estilos de aprendizaje.....	5
3.4    Caso de estudio UCC .....	6
3.5    Material didáctico.....	8
3.6    Justificación teórica .....	10
<b>4.- Marco teórico</b> .....	<b>11</b>
4.1    Estado del Arte.....	11
4.2    Clasificación de los Principios de Economía de Movimientos.....	13
4.3    Aplicación de los Principios de Economía de Movimientos .....	15
<b>5.-Desarrollo de cápsulas</b> .....	<b>15</b>
5.1    Metodología.....	15
5.2    Realización del guión para las cápsulas.....	16
5.3    Justificación de los principios seleccionados .....	16
<b>6.-Resultados</b> .....	<b>23</b>
<b>7.- Conclusiones</b> .....	<b>24</b>
Bibliografía.....	25

## **1.-Introducción**

En este documento se abordan los Principios de Economía de Movimientos, los cuáles han sido desarrollados principalmente por Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth con ayuda del profesor Frederick Taylor.

Se detalla el desarrollo de diez cápsulas cortas en las cuáles se muestran las diversas aplicaciones de los principios de economía de movimientos como material didáctico de apoyo a la asignatura de Estudio del Trabajo, del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

Se presentan los métodos de enseñanza por parte de los docentes y los tipos de aprendizaje de los alumnos a nivel licenciatura, así como los más utilizados para una sana y efectiva relación enseñanza-aprendizaje.

Se definen los tipos de medios auxiliares así como las ventajas que tiene el uso de videos en la enseñanza de los universitarios en comparación con los métodos convencionales.

Se justifica el uso de las cápsulas como material didáctico de apoyo para la efectiva relación enseñanza-aprendizaje.

Con el fin de sustentar la parte teórica del tema “Principios de Economía de Movimientos” abordado en las cápsulas, se incluye el estado del arte, las aplicaciones y clasificación de los mismos.

Se describe la metodología para la realización de los guiones, las mejoras propuestas para cada principio de los diez seleccionados, así como el contenido detallado de estos, sus diversos campos de aplicación y las ventajas que producen al aplicarlos.

## **2.-Objetivos**

### Objetivo general

- Diseñar y producir una serie de cápsulas que aborden los conceptos de los Principios de Economía de Movimientos, de manera que éstas puedan ser un recurso didáctico de apoyo para el docente universitario, en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

### Objetivos particulares

- Mostrar las diferentes situaciones en las cuáles se pueden aplicar los Principios de Economía de Movimientos, tales como industrias, oficinas, negocios, a nivel escolar, entre otros, resaltando la importancia de su aplicación.
- Desarrollar la capacidad de identificar las áreas de oportunidad en donde se pueden aplicar los Principios de Economía de Movimientos para poder aportar mejoras, logrando que el trabajo se realice en el menor tiempo posible y con el menor esfuerzo, reduciendo la fatiga de los operarios.

### **3.- Marco de referencia**

#### **3.1 Objetivos de docencia universitaria**

“El objeto de la docencia universitaria no consiste en la exposición de los conocimientos de una ciencia, sino en cómo tal ciencia produce sus conocimientos, cuáles son los medios conceptuales y metodológicos para producir dichos conocimientos y por qué se producen dichos conocimientos en ruptura o desarrollo respecto de otros conocimientos.”<sup>1</sup>

En otras palabras, el objetivo de la docencia universitaria es incitar a los alumnos a analizar científicamente sus conocimientos, es decir, cuáles son las razones, circunstancias históricas, intelectuales o científicas que produjeron ciertos conocimientos.

Por otro lado, el reto de un docente universitario no es enseñar los conocimientos sino explicarlos; de esta manera los estudiantes universitarios aprenderán a analizar y comprender los conocimientos para poder aplicarlos. La docencia universitaria resulta eficaz cuando el docente conoce su ciencia, pues el modo en el que se produce organiza, expone, explica y desarrolla el conocimiento resulta diferente entre cada ciencia y por consiguiente la forma en que se ejecuta el método enseñanza-aprendizaje.

#### **3.2 Estilos de enseñanza**

El concepto de estilos de enseñanza se define como aquellas formas o maneras que tiene el profesor de estructurar, dirigir y ejecutar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Existe una clasificación sensorial, también denominada VARK (visual, auditivo, lector-escritor y kinestésico por sus siglas en inglés) o modelo de Neil Fleming, la cual señala que todos tenemos un sentido favorito y que podemos mejorar el aprendizaje si se tienen identificadas estas preferencias sensoriales.

A continuación, se describen los sistemas de clasificación sensorial:

- a) Visual: está relacionado con ver, leer, imaginar, escribir, comparar imágenes, pintar y dibujar. Algunas herramientas para este aprendizaje son: diagramas, esquemas, imágenes, películas, diapositivas, entre otros.

---

<sup>1</sup> Sánchez Parga, José. (2003). *La docencia universitaria. Para un manifiesto antipedagógico*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.

- b) Auditivo: está relacionado con hablar y escuchar, siendo útil para unir ideas o elaborar conceptos. Algunas herramientas para este aprendizaje son: canciones, dispositivos móviles, videos, grabaciones, documentales, películas, conferencias, entre otros.
- c) Kinestésico: está relacionado con tocar y hacer. El aprendizaje suele ser más lento que el visual y auditivo pues se necesita más tiempo. Algunas herramientas para este aprendizaje son: piezas de construcción, crucigramas, juegos de mesa, mapas, instrucciones, excursiones o visitas, entre otros.

La mayoría de las personas emplean los tres sistemas de manera desigual, potenciando unos más que otros, desarrollándose proporcionalmente al uso que de ellos se haga. Por lo general, se absorbe con mayor facilidad aquella información que viene por la vía que más se emplea.

### **3.3 Estilos de aprendizaje**

Fueron los académicos Peter Honey y Alan Mumford, de la Universidad de Leicester quienes desarrollaron este concepto basándose en los trabajos previos de David Kolb un teórico educativo de procedencia estadounidense que creía que el aprendizaje se desarrollaba a partir de tres factores causales: genética, experiencias de la vida y experiencias del entorno.

Los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford son los rasgos que caracterizan a un estudiante y que sirven como indicadores relativamente estables, de la forma como los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje, es decir, el enfoque hacia la forma en la que mejor aprendemos.

Los estilos de aprendizaje son:

- a) Activos: son personas que aprenden haciendo, necesitan ensuciarse las manos y adentrarse en cualquier tarea implicándose al 100%.

Las actividades preferentes para transmitir conocimientos a este tipo de personas son los casos prácticos.

- b) Reflexivos: son personas que aprenden mediante la observación y la reflexión sobre lo que ocurre. Son ese tipo de perfiles que prefieren dar un paso atrás y mirar desde distintas ópticas para así poder elaborar conclusiones útiles.

Los reflexivos aprenden mejor mediante los cuestionarios, observando actividades, recibiendo retroalimentación de otros, o recibiendo entrenamiento.

- c) Teóricos: son personas que les gusta aprender las teorías que hay detrás de lo que se habla, qué conocimientos sustentan. Los teóricos necesitan modelos, conceptos y estudios que apoyen y sustenten lo que escuchan. Les gusta analizar y sintetizar la información que reciben para elaborar una teoría lógica que llevarse con ellos.

Las actividades que más ayudan a una persona teórica son los modelos, estadísticas, las teorías, las citas, los estudios, etcétera.

- d) Pragmático: son personas que ponen en práctica en el mundo real aquello que está aprendiendo, quieren saber la forma en la que el aprendizaje lo podrán llevar a su vida. Los conceptos más abstractos tienen una utilidad muy limitada, a no ser que ofrezcan posibilidades de llevar a la práctica lo aprendido.

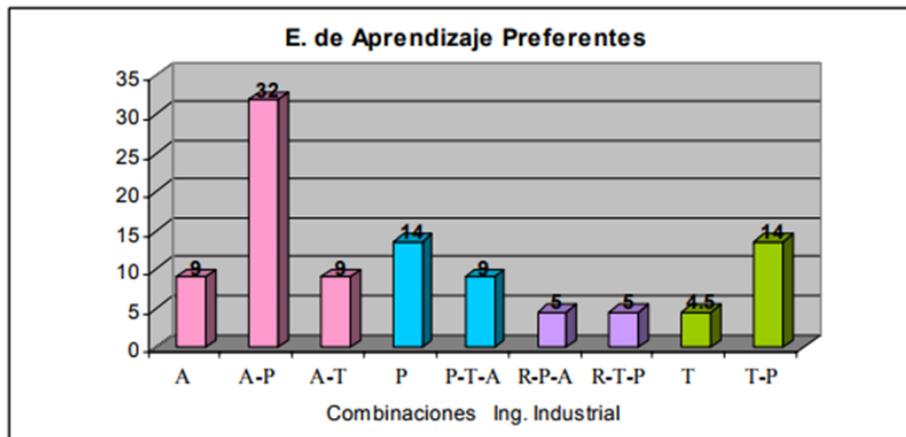
Los pragmáticos aprenden mejor mediante la visualización clara de las aplicaciones de lo aprendido. Suele ser de mucha ayuda tener tiempo para pensar y hablar con otros sobre las conclusiones, casos reales, solución de problemas y debates.

- e) Multimodales: son estilos de aprendizaje con combinaciones de los ya enunciados. Los estudiantes con más de un estilo de aprendizaje predominante son llamados multimodales, ya que tienen más de un estilo de aprendizaje utilizado de forma simultánea de manera constante.

### **3.4 Caso de estudio UCC**

En un estudio realizado en la UNIVERSIDAD CRISTÓBAL COLÓN ubicado en Veracruz, Ver., a través de una encuesta de opinión se estudiaron e indagaron los estilos de enseñanza y aprendizaje en varias licenciaturas ingresadas en el 2006. En este caso se tomó el enfoque de los resultados obtenidos de la

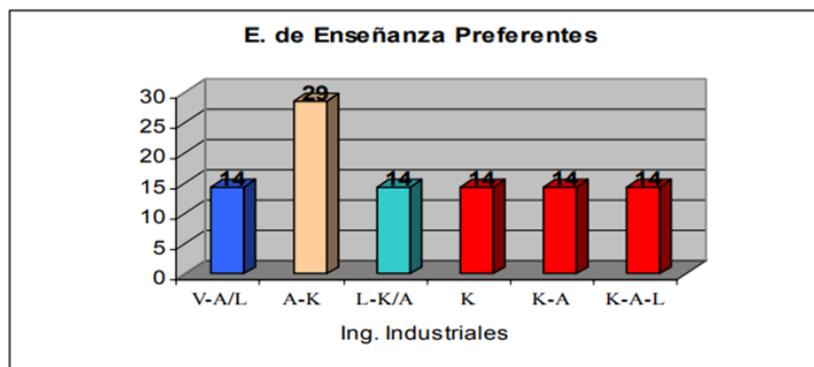
licenciatura de ingeniería industrial. A continuación, se muestran gráficamente los resultados:



**Figura 1. Preferencia de aprendizaje.** Nota: Delgadillo, C., y Guillén, J. A. (2007)

De acuerdo con la gráfica se puede concluir que la combinación preferida por los estudiantes es el Activo-Pragmático los cuales, como ya se comentó, buscan poner en práctica lo aprendido.

Referente al estudio de la enseñanza preferido en los maestros de la UCC se mostraron los siguientes resultados:



**Figura 2. Preferencia de enseñanza.** Nota: Delgadillo, C., y Guillén, J. A. (2007)

De acuerdo con la gráfica se puede concluir que la combinación preferida por los maestros es el Auditivo- Kinestésico los cuales, como ya se dijo, están relacionados con hablar y hacer.

### **3.5 Material didáctico**

Los medios didácticos son todos aquellos recursos que el profesor puede utilizar para facilitar la comunicación con sus alumnos. Fundamentalmente, las tecnologías de la información y de la comunicación, visuales y audiovisuales, que se pueden emplear en cualquier situación docente son: clase presencial, laboratorio, enseñanza a distancia, tutoría, complemento, entrenamiento intelectual o de habilidades manuales, etc.

Los medios didácticos deben formar parte de la programación educativa, por ello, su utilización debe ser planificada y adecuada a las actividades científicas (conocer el medio que emplea), técnicas (saber utilizarlo y manejarlo) y prácticas (saber aplicarlo).

Los medios didácticos presentan una amplia variedad, pero siempre deben estar al servicio de una doble misión: ayudar a la preparación de la exposición y facilitar la comunicación entre profesores y alumnos.

Las principales funciones de los recursos didácticos son:

1. Facilitar la comprensión del estudiante.
2. Proporcionar medios de observación y experimentación.
3. Economizar tiempo en las explicaciones, para aprovecharlo en otras actividades.
4. Ilustrar algunos temas de difícil comprensión.
5. Comprobar información, datos o hipótesis adquiridas por medio de explicaciones o de investigaciones.
6. Propiciar el interés de los alumnos por temas que parezcan "poco útiles o importantes".
7. Acercar al estudiante lo más posible a la realidad.

Por otro lado, para que el docente pueda realizar y seleccionar su material didáctico es importante que tome en cuenta:

1. Los objetivos educativos que se pretenden lograr.
2. Los contenidos de los materiales deben estar en sintonía con los contenidos de la asignatura.
3. Las características de los estudiantes que los utilizarán, como son: capacidades, intereses, conocimientos previos, experiencia y habilidades requeridas para el uso de estos materiales.

4. Las estrategias didácticas que se diseñaran considerando la utilización del material.

Sin embargo, el material didáctico debe cumplir con algunos aspectos para que el proceso enseñanza-aprendizaje sea efectivo:

- Debe ser preparado y seleccionado con anterioridad.
- Permitir que el alumno se aproxime a la realidad.
- No obstaculizar el proceso de razonamiento por parte del estudiante.
- Favorecer la actividad y el desenvolvimiento de la capacidad creadora y crítica del profesor y los alumnos.
- Ser utilizados en el momento oportuno.

A continuación, se muestran los tipos de medios que existen en la docencia:

➤ Medios visuales

Son los medios relacionados con la vista siendo fundamentalmente de apoyo a la explicación del docente, como son las diapositivas y el pizarrón.

➤ Medios audiovisuales

Son los medios relacionados con la vista y el oído simultáneamente, los cuales, al complementarse, transmiten una enseñanza integral.

El video tiene una serie de características que lo distinguen del resto de los medios que conforman el sistema audiovisual, pues es un sistema de captación y reproducción instantánea de la imagen en movimiento y del sonido por procedimientos electrónicos. Cebrían (1987), destaca las siguientes:

- i. Da permanencia a los mensajes y permite su intercambio y conservación.
- ii. Permite la reproducción instantánea de lo grabado.
- iii. Tiene un soporte reutilizable un número determinado de veces.
- iv. Genera procesos de micro comunicación originales.

La introducción del video en el aula puede producir modificaciones de alto impacto en la docencia universitaria. Si su utilización es generalizada y continua, se convierte en un elemento más de los que intervienen en el proceso educativo.

El video como recurso didáctico presenta un bajo costo y facilidad de manejo, que le permiten estar presente en distintos momentos del proceso educativo:

como medio de observación, como medio de expresión, como medio de apoyo a la docencia y como medio de autoaprendizaje.

Dentro de los medios audiovisuales existen las tecnologías informáticas, las cuales se consideran aquellos medios electrónicos que crean, almacenan, recuperan y transmiten la información en grandes cantidades y velocidades.

De la combinación de los videos y las tecnologías informáticas surgen los videos interactivos, los cuales tienen como objetivo mantener la motivación de los alumnos durante su uso.

Las modalidades de formación apoyadas en las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) llevan a nuevas concepciones del proceso de enseñanza-aprendizaje que acentúan la implicación activa del alumno en el proceso de aprendizaje. Los retos que suponen para la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje dependerán en gran medida del escenario de aprendizaje (el hogar, el puesto de trabajo o el centro de recursos de aprendizaje); es decir, el marco espaciotemporal en el que el usuario desarrolla actividades de aprendizaje. De igual manera, el rol del personal docente también cambia en un ambiente rico en TIC. El docente deja de ser fuente de todo conocimiento y pasa a actuar como guía de los alumnos, facilitándoles el uso de los recursos y las herramientas que necesitan para explorar y elaborar nuevos conocimientos y destrezas; pasa a actuar como gestor del conjunto de recursos de aprendizaje y a acentuar su papel de orientador y mediador.

Los medios audiovisuales se consideran como refuerzo, complemento o, directamente, como sustitución del profesor. Así pues, las aportaciones visuales resultan idóneas como apoyo a la presentación oral y modifican la metodología docente.

### **3.6 Justificación teórica**

El autor Juan Luis Bravo Ramos menciona que “para que un video pueda ser considerado como instrumento de transmisión de conocimientos deben emplearse grabaciones de temas generales o de contenidos descriptivos que, por su naturaleza, se vean favorecidos con la introducción de imágenes de elementos reales.”<sup>2</sup>

Por otra parte, Salas Perea plantea que “el video didáctico es un medio de comunicación que posee un lenguaje propio, cuya secuencia induce al receptor a sintetizar sentimientos, ideas, concepciones, etc., y que puede reforzar o

---

<sup>2</sup> Bravo, J. (1998). *Los medios didácticos en la enseñanza universitaria*. Recuperado de <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/tecnorec.pdf>

modificar los que tenía previamente. Permite metodizar actuaciones y enfoques, profundizar en el uso de técnicas, recomponer y sintetizar acciones y reacciones, así como captar y reproducir situaciones reales excepcionales, que pueden estudiarse y analizarse minuciosamente en diferentes momentos".<sup>3</sup>

Por lo tanto, el uso de la imagen o video en la formación universitaria ayuda a aclarar, entender y reforzar la información del mensaje verbal proporcionada por el docente mostrando relaciones y describiendo los procesos.

Es por ello que el uso de las cápsulas como apoyo a la docencia resulta efectivo, pues combinan las preferencias de alumnos y profesores en la enseñanza-aprendizaje manteniendo el interés y la motivación en el tema.

## **4.- Marco teórico**

### **4.1 Estado del Arte**

A lo largo de la historia ha habido innumerables aportaciones al desarrollo de los fundamentos científicos, metodológicos y a la misma filosofía de la Ingeniería Industrial.

Frederick W. Taylor (1856-1915) es el hombre considerado como padre de la Ingeniería Industrial, y, por lo tanto, de la ingeniería de métodos.

Taylor, ingeniero mecánico estadounidense, realizó investigaciones sobre los mejores métodos de trabajo siendo el primer especialista que desarrolló una teoría integrada de los principios y metodología de la Dirección.

Entre los principales aportes de Taylor está la determinación científica de los estándares de trabajo (estudio de movimientos, tiempos temporales y estandarización de herramientas).

Por otro lado, los esposos Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth están identificados con el desarrollo del estudio de movimientos, este matrimonio norteamericano llegó a la adaptación de los procedimientos de la Ingeniería Industrial al hogar y entornos similares, así como a los aspectos psicológicos de la conducta humana.

A principios del siglo xx colaboraron en el desarrollo del estudio de los movimientos como una técnica de la ingeniería y la dirección. Él y su esposa continuaron su estudio y análisis de movimientos en otros campos y fueron

---

<sup>3</sup>Salas Perea RS. (2005). *Los medios de enseñanza en la educación en salud*. Capítulo 2. San Francisco de Macorís: Universidad Católica Nordestana.

pioneros de los filmes de movimientos para el estudio de obreros y sus tareas. Frank Gilbreth desarrolló el estudio de micro movimientos, que es la descomposición del trabajo en elementos fundamentales, a los que nombró therbligs (su propio apellido Gilbreth leído al revés).

En 1907, la pareja conoció a Frederick Taylor. Encantados con el trabajo de Taylor y sus estudios del tiempo, los Gilbreth se involucraron rápidamente en la investigación científica. Usando lo que aprendieron mientras trabajaban con Taylor, cambiaron su enfoque a la consultoría de gestión científica y rompieron su relación de trabajo con Taylor en 1914.

Los Gilbreth fueron capaces de combinar el elemento humano de la gestión con las observaciones técnicas que habían realizado durante su investigación. Los dos vincularon la idea de la satisfacción del trabajador con la productividad y vieron que cuando la satisfacción del trabajador aumentaba, también lo hacía el nivel de productividad y eficiencia en esos mismos trabajadores. Lo que resultó fue el diseño de un sistema que aliviaría la cantidad de fatiga experimentada por un trabajador, proporcionándole movimientos específicos para usar mientras completaba su trabajo. También notaron la necesidad de considerar las condiciones de trabajo y el entorno general en el que los trabajadores realizaban su trabajo, lo que llevó a innovaciones en las áreas de trabajo.

Frank Gilbreth, con la ayuda de su esposa Lillian, desarrolló también la técnica de la cámara de cine para estudiar los movimientos, la cual ha contribuido a la fecha a la solución de muchos problemas. En la industria, esta técnica se conoce con el nombre de Estudio de micro movimientos, la cual ha probado de sobra su utilidad en el estudio de operaciones manuales altamente repetitivas.

Los Gilbreth estaban enfocados en la reducción y eliminación de los movimientos inútiles de las estaciones de trabajo, por lo que Frank desarrolló el concepto de división básica del trabajo, el cual se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos del operador. El llamó therbligs a estos movimientos fundamentales y concluyó que, todas y cada una de las operaciones, se componen de una serie de 17 divisiones básicas. En la tabla 1 aparecen estos 17 movimientos fundamentales de las manos:

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I

DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

**Tabla 1. Movimientos fundamentales.** Nota:

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/micromovimientos/>

Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs eficientes e ineficientes. Los primeros son aquellos que agregan valor a la operación; estos therbligs con frecuencia pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos por completo, los therbligs de la segunda categoría no agregan valor al trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios de economía de movimientos.

Entre 1924 y 1933 surgen los estudios realizados por Elton Mayo, conocido como el padre del movimiento en relaciones humanas. Los estudios del profesor Elton fueron dirigidos a los factores que influían en la productividad de la planta Hawthorne ubicada en Chicago.

La primera teoría estableció que al aumentar la iluminación aumentaría la productividad, sin embargo, esta teoría fue rechazada debido a los demás factores que no habían sido considerados.

El estudio contó con 4 fases siendo la primera el estudio de la iluminación, a partir de la segunda fase, Elton concluye que para incrementar la productividad debía motivar y escuchar a los trabajadores, pues al mejorar la actitud de los trabajadores, la productividad aumentaba.

#### **4.2 Clasificación de los Principios de Economía de Movimientos.**

Los Principios de Economía de Movimientos de Julián López Peralta se clasifican en tres grupos:

1. Relativos a la utilización del cuerpo humano.
2. Relativos a la distribución del lugar de trabajo.
3. Relativos a herramienta y equipo.

A continuación se enuncian los principios que corresponden a cada grupo.

1. Relativos a la utilización del cuerpo humano:
  - a) Las dos manos deben comenzar y terminar sus movimientos a la vez.
  - b) No deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto en periodos de descanso.

- c) Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones simétricas y opuestas.
- d) Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
- e) Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al operario, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- f) Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- g) Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos y controlados.
- h) El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
- i) El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos, para que no sea necesario modificar el enfoque de vista a menudo.

## 2. Relativos al lugar de trabajo.

- a) Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquieran hábitos.
- b) Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.
- c) Deben utilizarse depósitos y medios de “abastecimientos por gravedad”, para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.
- d) Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo y tan cerca del trabajador como sea posible.
- e) Los materiales y herramientas deben situarse de forma tal que los movimientos adquieran el mejor orden posible.
- f) Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer “el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- g) Deben preverse medios para que el nivel luminoso sea suficiente, y facilitarle al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sienta en buena postura.
- h) La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que le permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.

- i) El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga visual.

### 3. Relativos a herramienta y equipo.

- a) Debe evitarse que las manos estén ocupadas "sosteniendo" la pieza cuando esta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
- b) Siempre que sea posible, deben combinarse dos o más herramientas.
- c) Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para pulsar las teclas, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.
- d) Los mangos, como los utilizados en las manivelas, y los desatornilladores grandes deben diseñarse para que la mayor área posible de superficie este en contacto con la palma de la mano.
- e) Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de "ventajas mecánicas".
- f) Siempre que sea posible se evitará colocar los materiales en el área situada delante del operario, ya que estirarse hacia adelante exige el empleo de los músculos de la espalda, lo que provoca fatiga.

### **4.3 Aplicación de los Principios de Economía de Movimientos**

Los principios de economía de movimientos son útiles a la hora de analizar procesos, pues determinan la rentabilidad de los mismos descubriendo las actividades innecesarias para poder simplificarlas y eliminarlas, reduciendo la fatiga del trabajo manual y llevándolas a una mejora tanto eficiente como productiva.

## **5.-Desarrollo de cápsulas**

### **5.1 Metodología**

Se describirá la metodología utilizada para la elaboración de las cápsulas como medio didáctico para el apoyo a la docencia de la asignatura.

Con este trabajo se busca complementar el conocimiento del alumno después de la explicación del docente por medio de la proyección de las cápsulas.

Trabajar en el contenido del video conlleva a la elaboración de una historia del concepto que se desea transmitir, y a la búsqueda de procesos que permitirán complementar la teoría.

La realización de cualquier medio didáctico conlleva una serie de dificultades que se deben afrontar, y estas surgen dada la necesidad de transmitir un concepto a través del medio audiovisual.

## **5.2 Realización del guión para las cápsulas.**

Para el desarrollo de las diez cápsulas se realizó una combinación de diferentes elementos: la elaboración de los guiones, la grabación de las actividades y la edición de cada una de las cápsulas.

Se realizó una investigación de los posibles casos de estudio y aplicación, deduciendo que cada principio tenía aplicación en industrias, microempresas y a nivel escolar.

Una vez establecidos los casos de estudio (fábrica de esferas artesanales, panadería, tortillería y laboratorio de metalografía de la Facultad de Ingeniería, UNAM) se analizaron los procesos de cada empresa para poder aplicar los principios que más se adecuaban o mostrarán cambios significativos en ellos.

Establecidos los principios a cada actividad, se elaboraron los guiones, cada guión describe brevemente la operación haciendo énfasis en la aplicación de cada principio, mencionando, cuando es necesario, la forma incorrecta y correcta de llevar a cabo la operación que está siendo analizada.

El desarrollo de los videos, tanto grabación como edición, se llevó a cabo por parte de la CUAED de la UNAM, siendo nosotros los encargados de supervisar el trabajo.

## **5.3 Justificación de los principios seleccionados**

Debido a que con este trabajo se busca actualizar el material didáctico de apoyo ya existente de la materia de Estudio del Trabajo, los principios seleccionados son los mencionados en la película de los años 50.

Sin embargo, se dará una breve explicación de su importancia y la aplicación de los mismos dentro de las áreas de estudio.

**Principio 1:** Las dos manos deben empezar y completar sus movimientos a la vez.

Cada mano trabaja en un área normal del mismo lado del cuerpo que le corresponde, es decir, la mano derecha trabaja en un área normal del lado derecho y la izquierda en un área normal del lado izquierdo, cuando sucede esto, existe una sensación de equilibrio, lo que genera al operario un desempeño óptimo. En un gran número de casos, se pueden diseñar las estaciones (o áreas de trabajo) para hacer dos a la vez haciendo uso de algunos accesorios auxiliares.

Para este principio se analizaron dos procesos, la elaboración de esferas artesanales y la práctica de laboratorio de templabilidad.

En la elaboración de esferas artesanales se muestra como al ejecutar el proceso de calentamiento del tubo se hace uso de las dos manos iniciando y terminando su movimiento a la vez. Por otro lado, en la práctica realizada en el laboratorio, se muestra una comparativa, antes de aplicar el principio y después de su aplicación, donde se observa que al usar ambas manos en el proceso de tomar con las pinzas la probeta, se vuelve más preciso.

**Principio 2:** Ambas manos no deben permanecer inactivas a la vez, salvo en periodos de descanso.

Solo se consigue una parte de la eficiencia máxima posible si una mano trabaja y la otra permanece inactiva. Cuando ocurre esto, la mano que permanece inactiva no reposa y no descansa, de hecho, muchas veces resulta más cansado permanecer con una mano inmóvil. El único tiempo permitido de inactividad es un periodo de descanso en el cuál el operario se repondrá del cansancio.

En trabajos que involucren piezas grandes, la mayoría de las veces resulta imposible que ambas manos trabajen al mismo tiempo.

Para este principio se analizaron dos procesos, el proceso de envolver las tortillas y la elaboración de masa para pan.

En el primer proceso se muestra el método que sigue el operario, desde que toma las tortillas, las ordena, las sacude y hasta que las coloca sobre el papel que utilizará para envolverlas. Como se puede observar, el operario mantiene ambas manos en movimiento, es hasta que las coloca en la mesa, cuando ambas manos dejan de trabajar cumpliendo con el principio de mantener inactivas ambas manos en periodos de descanso.

En la elaboración de la masa para el pan, se muestra que el panadero aplanar la masa sujetando el rodillo con ambas manos, lo cual le permite lograr un aplanado uniforme y espesor deseado. Cuando el operario obtiene la forma deseada, ambas manos entran en periodo de descanso.

**Principio 3:** Los movimientos de los brazos deben hacerse siempre en sentido opuesto, en dirección simétrica y simultáneamente.

Los movimientos simultáneos y simétricos fomentan el rápido desarrollo de hábitos eficientes dando lugar a movimientos naturales (con respecto a características fisiológicas) y al equilibrio del cuerpo desde el eje del mismo.

Si los movimientos se realizan al mismo lado, el tronco tendría que servir de contrapeso y moverse, lo cual implica el movimiento de varios músculos ocasionando fatiga.

Igualmente se deberán realizar los movimientos de cada uno de los brazos siguiendo la misma trayectoria, pues de no hacerlo así, el operario enfrentará dificultades para trabajar de acuerdo con el segundo principio.

Para este principio se analizaron dos procesos, el proceso de envolver las tortillas y el empaquetado de esferas artesanales.

En el proceso de envolver las tortillas se muestra como los movimientos que realiza el operario son simétricos y los realiza simultáneamente. En el proceso de empaquetado, se muestra como la operaria toma una esfera con cada mano y las lleva al área donde se encuentra el empaque para colocarlas. En este proceso la operaria realiza movimientos simétricos y simultáneos.

**Principio 4:** Los materiales y herramientas deben estar colocados en el lugar que mejor facilite la secuencia de los movimientos.

Una operación puede hacerse dentro del área normal de trabajo y, sin embargo, resulta ineficaz porque las herramientas y los materiales no se han dispuesto en forma conveniente, si esto sucede, los movimientos de alcanzar y moverse se harán innecesariamente largos.

Los materiales y partes colocados previamente en el orden en que se van a usar disminuyen la necesidad de efectuar movimientos improductivos como buscar y seleccionar.

Para este principio se analizaron dos procesos, la elaboración de tortas y el decorado de esferas artesanales.

En el primer proceso se analizó la distribución de los elementos que conforman una torta, los cuales están dentro de su área de trabajo y colocados estratégicamente para evitar realizar movimientos bruscos o de búsqueda y volviendo su actividad eficiente. En el proceso de decorado de esferas se muestra que los materiales necesarios están colocados estratégicamente (frente a la operaria), como lo son la pintura, las esferas sin pintar y las esferas pintadas, facilitando los movimientos y evitando accidentes.

**Principio 5:** En trabajos ligeros se usará de preferencia el antebrazo y la mano, en lugar del brazo y el hombro.

Todos los movimientos físicos se encuentran divididos en cinco clasificaciones según las partes del cuerpo que los realizan y cuando se reducen a los de la clasificación más baja, se alcanza el máximo de ejecución con el mínimo de fatiga. Las clasificaciones son:

1. Movimientos de los dedos.
2. Movimientos de los dedos y la muñeca.
3. Movimientos de los dedos, la muñeca y antebrazo.
4. Movimientos de los dedos, la muñeca, antebrazo y parte superior del brazo.
5. Movimientos de los dedos, la muñeca, antebrazo, parte superior del brazo y cuerpo.

Este principio considera que las extremidades superiores poseen rapidez y precisión, mientras que las inferiores, tienen fuerza y estabilidad.

Para este principio se analizaron dos procesos, el proceso de elaboración de esferas artesanales y la elaboración de esferas tipo nochebuenas.

En el proceso de soplado de esferas se observa a la operaria sosteniendo, girando y soplando el tubo mientras lo expone al fuego, en estas operaciones la operaria solo hace uso de sus dedos, manos, muñecas y antebrazo cumpliendo con la tercera clasificación. La operaria realiza la operación con precisión y con la mínima fatiga.

En la elaboración de nochebuenas, se muestra que sus los elementos están cerca y dentro del área de trabajo lo que provoca movimientos rápidos y cortos haciendo eficiente el proceso y reduciendo la fatiga.

**Principio 6:** El ritmo es esencial para conseguir una acción automática sin esfuerzo.

La ejecución continua de una combinación de dos o más movimientos se puede lograr de una manera rítmica. Generalmente, se pueden disponer las herramientas, los materiales y el equipo para que se introduzcan al desarrollo de un cierto ritmo. Estas disposiciones ayudan mucho al desarrollo de los hábitos de trabajo del operario y a conseguir que los movimientos se ejecuten con fluidez.

Para este principio se analizaron dos procesos, el proceso de corte en el laboratorio de metalografía física y la elaboración de pan.

Para el proceso de corte se hizo una comparación de la postura correcta e incorrecta que debe tomar el alumno para efectuar el corte obteniendo un ritmo que le permita efectuar el corte con fluidez, rapidez y sin lastimar el cuerpo debido a una postura incorrecta.

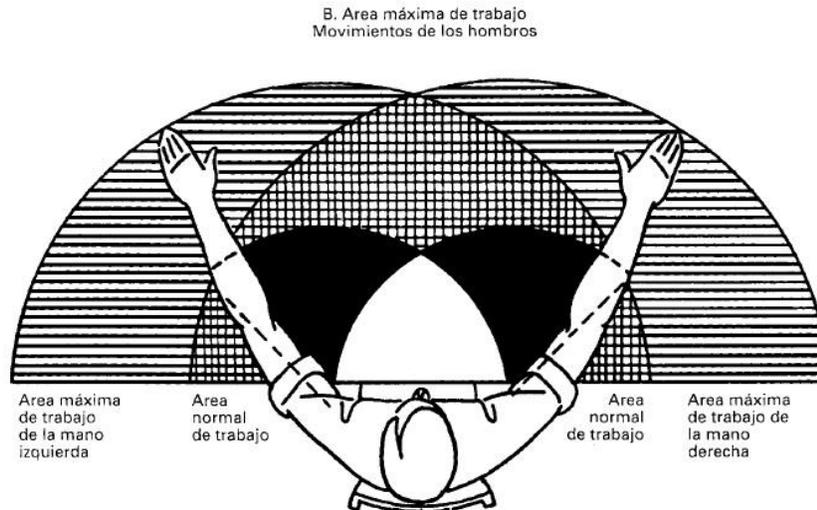
En la elaboración de pan, se muestra como el operario tiene un ritmo natural al amasar la pasta, esto como resultado de la práctica.

**Principio 7:** Las herramientas, materiales y llaves de control deben colocarse dentro del área máxima de trabajo, cerca y directamente frente al operador.

Disponer de un lugar fijo para todas las piezas y herramientas ayuda a la formación de hábitos, por lo que todas las herramientas y materiales deben estar colocados dentro o lo más cerca posible del área normal del operario, para poder agarrarlos o sujetarlos con facilidad, pues cuanto más lejos se tenga que desplazar por algo, costará más trabajo, esfuerzo y tiempo.

El área normal de trabajo en el plano horizontal para ambas manos comprende el área descrita por el antebrazo (derecho e izquierdo) al girar con centro en el codo con cada mano. Esta área será la zona más conveniente, dentro de la cual pueden realizarse movimientos con un gasto normal de energía. Puesto que los movimientos se ejecutan en tres dimensiones, el concepto de área normal de trabajo se aplica también al plano vertical.

El área máxima de trabajo se limita describiendo arcos con los brazos totalmente extendidos y, como en el caso del área normal de trabajo, deben considerarse tanto el plano horizontal como el vertical, como puede verse en la figura 3.



**Figura 3. Área de trabajo** Nota: <http://ingenieriametodos.blogspot.mx/2012/08/>

Para este principio se compararon dos casos, antes de aplicar el principio y después de su aplicación en la práctica de pulido en el laboratorio de metalografía física.

Antes de aplicar el principio se muestra como los elementos necesarios para realizar la práctica no están dentro de su área de trabajo lo cual origina ineficiencia, fatiga y un exceso de tiempo perdido, tanto como de la pulidora como de la alumna. Al aplicar el principio y colocar los elementos cerca y dentro de su área normal de trabajo, la práctica se lleva a cabo de manera eficaz, eficiente, sin fatiga y agregando valor a la operación.

**Principio 8.** Siempre que sea posible deben usarse depósitos de suministros por gravedad, la evacuación del trabajo debe procurarse que se haga también por gravedad.

Al utilizarse un depósito con alimentación por gravedad las piezas pueden llevarse continuamente al área normal de trabajo, eliminando los movimientos de alcance a gran distancia para traer nuevas piezas. Igualmente, la descarga por gravedad permite dejar dentro del área normal las piezas acabadas, eliminando así la necesidad de movimientos a gran distancia para retirar las piezas terminadas. Éstas pueden dejarse caer en vertederos o deslizadores cuando la mano inicie el primer movimiento del ciclo siguiente o colocarse en un recipiente de manera que los movimientos de las manos sean mínimos.

Para este principio se analizaron dos procesos, en la tortillería y una comparación, antes de aplicar el principio y después de su aplicación en la práctica de pulido en el laboratorio de metalografía física.

Para el proceso de elaboración de tortillas, se muestra que el operario hace uso de este principio, pues al final de la banda se encuentra un dispositivo, que, con ayuda de la gravedad, se acumulan, permitiendo al operario realizar solo la operación de tomarla. Con la aplicación del dispositivo se reduce la cantidad de movimientos, fatiga y tiempo.

En el proceso de lijado del laboratorio de metalografía física es necesario suministrar constantemente agua sobre la lija para remover las partículas del material y obtener buenos resultados, sin embargo, al no contar con un dispositivo que suministre agua, es necesario realizarlo manualmente, lo que conlleva a detener la ejecución.

Al aplicar el principio y hacer uso de la gravedad colocando el dosificador de agua se logró realizar la operación sin detenerla haciéndola eficiente.

**Principio 9:** Son preferibles los movimientos continuos y sin esfuerzo a los movimientos en zigzag con cambios de dirección repentinos.

Debido a la naturaleza de los enlaces de los segmentos del cuerpo, es más fácil que el ser humano produzca movimientos curvos, es decir, que gire alrededor de una articulación. Los movimientos en línea recta que involucran cambios repentinos y agudos de dirección reducen la velocidad y requieren realizar más movimientos, por lo que son menos precisos.

Para este principio se compararon dos casos, antes de aplicar el principio y después de su aplicación en el doblado de hojas. En esta cápsula se mostró a una alumna doblando hojas con movimientos bruscos, se observa que cuando llega al final del extremo a doblar, hace una pausa para cambiar de dirección, la cual reduce la velocidad, sin embargo, cuando realiza el mismo proceso aplicando el principio, esto es, realizando movimientos curvos al llegar al extremo del doblado, no hay pausa. Se puede observar que la velocidad y precisión aumenta, evitando la fatiga.

**Principio 10:** Debe relevarse a las manos de todo trabajo de sostener la pieza siempre que pueda efectuarse mediante una plantilla, aparato de sujeción o un dispositivo accionado con el pie.

Siempre que un trabajo pueda realizarse con otras partes del cuerpo que no sean las manos, así debe realizarse, de esta forma se releva a las manos de hacer ciertos movimientos empleando el mínimo de therbligs y se ahorra tiempo.

Para este principio se compararon dos casos, antes de aplicar el principio y después de su aplicación en la colocación de remaches de una blusa.

En el primer caso se realizó tanto la perforación como la colocación de los remaches manualmente, la cápsula muestra que para realizar esta operación se requiere de fuerza y de la clasificación de movimientos más alta, por lo que se propone aplicar el principio y sustituir la fuerza de las extremidades superiores por una máquina que funciona a partir de un pedal realizando el mismo funcionamiento de remachado; de este modo el trabajador solo requiere posicionar el remache y pisar el pedal de manera suave y natural para generar el orificio y el remache simultáneamente.

Otra aplicación del principio ocurrió en la práctica de lijado del laboratorio de metalografía física. Se muestra que para poder realizar el lijado es necesario sostener la lija, mientras que con la otra mano se realiza el proceso, sostener la lija no representa una operación de valor.

Para eliminar la acción de sostener se diseñó un mecanismo que sostiene la lija y ofrece la oportunidad de modificar la inclinación de este para mayor comodidad del alumno, obteniendo con esto mejores resultados al realizar el trabajo de lijado, reduciendo el tiempo y evitando el desgaste del alumno en operaciones que no aportan valor.

## **6.-Resultados**

Como resultado, las diez cápsulas que se presentan pueden ser utilizadas como material didáctico para apoyo del docente universitario, en donde, como ya se mencionó, se aplican los principios de economía de movimientos. Al realizar el estudio en una empresa (esferas artesanales) con la mayoría de los procesos manuales se pudieron aplicar los principios en su generalidad.

El proyecto buscó lograr una óptima aplicación de los principios, con las recomendaciones sugeridas de utilización de elementos auxiliares como contenedores, distribución del material, uso de plantillas, entre otros, teniendo como resultado procesos eficientes, reducción de tiempos de producción y fatiga de operarios.

En el caso de estudio de las prácticas del laboratorio de metalografía física, la aplicación de los principios fue limitada, sin embargo, se realizó una comparación de cómo se ejecutan los procesos con y sin la aplicación de los principios, obteniendo mejoras visibles, reduciendo el tiempo de trabajo y haciendo eficiente el proceso.

Al aplicar los principios en micro negocios con procesos manuales como la tortería, tortillería y panadería, las oportunidades de análisis y mejoras fueron amplias. Buscar la reducción de tiempos y la distribución del material favorecedora para los procesos y la utilización de utensilios para el aprovechamiento de la gravedad son los elementos que hacen procesos eficientes.

Cuando no existe un método establecido para llevar a cabo una tarea, los operarios suelen buscar la manera de realizar la operación de forma que les resulte lo más conveniente, tanto en la comodidad como en la rapidez.

## **7.- Conclusiones**

Para que el material didáctico se considere efectivo, este debe de aproximar al alumno lo más posible a la realidad. El uso de video como material didáctico a nivel licenciatura permite reforzar la teoría transmitida por el docente, dándole a la clase un ambiente de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el cual no solo es entender la teoría, sino mostrar la diversidad de aplicaciones reales de la misma por medio de las cápsulas y creando en el alumno un panorama amplio de trabajo.

El uso de video en el aprendizaje presenta la ventaja de poder visualizarlo tantas veces sean necesarias, así como pausar y regresar, con el objetivo de aclarar cualquier duda que surja durante la reproducción.

El diseño de un video implica conocimientos amplios del tema a tratar, ya sea investigación, creatividad, entre otros; lo que permite generar recursos del docente para utilizar y mejorar cuando sea utilizado en la docencia.

Cada vez que se observa un material didáctico tipo video realizado con anterioridad, se pueden obtener diferentes críticas para mejorar posteriores materiales.

El reto al que nos enfrentamos al realizar este trabajo fue adaptar, elegir y analizar los principios a las diversas “empresas” estudiadas, buscando mejorar los procesos, logrando, con recomendaciones, mejora permanente. La experiencia adquirida permitió concluir que es indispensable el guión para el material

didáctico de apoyo, pues permite guiar al diseñador, al productor del video y servir como guía para el narrador, que es la voz que será escuchada por los alumnos.

Este tipo de materiales pueden ser presentados en diferentes grupos, cada uno podrá tener una perspectiva diferente; por lo que se considera de apoyo y se requiere de la participación del docente, pues es él quien conoce las necesidades de sus grupos de clase.

Los estilos de aprendizaje pueden ser buenos indicadores para la permanencia de los estudiantes en la universidad, considerándolos como un componente de análisis para la disminución de deserción académica.

## Bibliografía

Bravo, J. (1998). *Los medios didácticos en la enseñanza universitaria*. Recuperado de <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/Libros/tecnorec.pdf>

Delgadillo, C., y Guillén, J. A. (2007). Concordancias entre los estilos de aprendizaje y de enseñanza en estudiantes universitarios. En M. de Ibarrola (Presidencia), *Prácticas educativas en espacios escolares*. Conferencia llevada a cabo en el IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, Mérida Yucatán. Recuperado de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at14/PRE1178902203.pdf>

Figuras 1 y 2: Recuperado de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at14/PRE1178902203.pdf>

Figura 3: Recuperado de <http://ingenieriametodos.blogspot.mx/2012/08/>

López, J., Alarcón, E., y Rocha, M. A. (2013). *Estudio del Trabajo. Una nueva visión*. México: Grupo Editorial Patria.

Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: Pearson Educación.

Niebel, B. W., y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw Hill

Rodríguez, A. E., Tasende, B., González, A. L., Muelas, Álvaro., y Juanas, A. (2014). Contenido audiovisual y enseñanza universitaria a distancia: una propuesta metodológica. *Historia y Comunicación Social*, (19), 236-246.

Recuperado de  
<https://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/viewFile/44954/42332>

Salas, R. S. (2005). *Los medios de enseñanza en la educación en salud*.

Recuperado de  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412007000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412007000200006))

Salvendy, G. (1990). *Biblioteca del ingeniero industrial*. México: Limusa.

Sánchez, J. (2003). *La docencia universitaria. Para un manifiesto*

*antipedagógico*. Recuperado de  
[http://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1136&context=abya\\_yala](http://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1136&context=abya_yala)

Tabla 1: Recuperado de

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/micromovimientos/>

Vaughn, R. C. (1988), *Introducción a la Ingeniería Industrial* (pp.89-91). Barcelona: Editorial Reverté, S.A.