

# ENSEÑANZA DE LA AUTOMATIZACION y habilidades de pensamiento EN EDUCACION SUPERIOR

HEREDIA GARCIA RAMON  
ISLAS TORRES HECTOR

15/12/2014

Ingeniería Industrial  
Ingeniería Electrónica  
Instituto Tecnológico de Tehuacán

## RESUMEN

En este artículo presentamos el modelo ehpdcp (empleo de habilidades del pensamiento, para el desarrollo de la capacidades de programación), iniciando con la programación de PLC, para posteriormente programar todo el sistema flexible de manufactura, incluyendo robots y maquinaria de torno y fresa. El modelo ehpdcp, pretende que el estudiante aplique Habilidades del pensamiento crítico y creativo para desarrollar la capacidad de programación de PLCs”, la aplicación de estas habilidades en la enseñanza de la materias relacionadas con la automatización industrial surge como una estrategia que intenta brindar las herramientas necesarias para lograr un pensamiento mas ordenado, profundo y revelador, y que permite coadyuvar a resolver problemas de manera satisfactoria y aplicando en parte los pasos de solución de Polya aumentados. Combinando habilidades inclusive meta cognitivas para adueñarse de las competencias respectivas.

## INTRODUCCION

El presente artículo surge por inquietudes relacionadas con el apasionante tema de la automatización, existe una gran variante de aristas desde las cuales abordarlo: es decir se pueden mencionar las vertientes apasionantes que la automatización abarca, o los perjuicios que ha llegado a ocasionar en diversos países, se le puede atacar o se le puede defender, se le puede llegar a considerar difícil de clasificar, cuando diversos autores no se llegan a poner de acuerdo en decir

donde empieza la manufactura, o los sistemas digitales, o delimitar cuáles son sus alcances, existe una infinita gama de interesantísimos tópicos para analizar.

Quienes este artículo escribimos, hemos trabajado diversas materias del área tales como: Controladores Lógicos programables (PLC), Control de Procesos, Sistemas de Manufactura, Máquinas de CNC y eso converge precisamente en otra de las aristas antes mencionadas: el rubro de la educación.

Para llevar a cabo este importante rubro, es indispensable contar con un laboratorio adecuado, y precisamente al tener uno de los mejores equipados a nivel nacional en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, ha permitido continuar figurando como la máxima casa de estudios de esta región poblana.

Ya con el equipo, el reto se encamina indudablemente hacia la parte pedagógica, en la cual, siendo ingenieros de profesión, el reto es ¿Cómo enseñar estos temas? ¿Cómo abordar las prácticas? Como compartir los conocimientos teóricos en la práctica, de entrada es bastante atractivo contar con el equipo y eso por sí mismo la mayoría de las ocasiones atrae la atención de los estudiantes de las carreras afines al tema.

Actualmente estamos trabajando con el enfoque por competencias de nuestro Modelo educativo para el siglo XXI (Formación y desarrollo de competencias Profesionales)(ref),y previamente hemos utilizado la herramienta de las habilidades del pensamiento, estos dos puntos de vista se compaginan perfectamente ya que han permitido tratar de desarrollar estas en los estudiantes. La intención es aplicar habilidades y competencias a la hora de analizar equipo y de realizar un programa que aporte soluciones prácticas a problemas planteados académicamente, con la intención de aplicarlos en la vida laboral.

Volviendo al tema del laboratorio contar con un sistema flexible de manufactura, integrado por estaciones de trabajo que realizan diversas funciones a través de un PLC, nos brinda la oportunidad y la obligación también, de interactuar los enfoques de áreas interdisciplinarias con este mismo equipo, y las posibilidades son realmente muy amplias.

## **GENERALIDADES**

La enseñanza de la automatización es un tema fundamental en el ámbito de la educación superior tecnológica, así como lo es también el de la enseñanza de las habilidades del pensamiento; sin embargo, hoy en día es poco frecuente encontrar estos dos temas compenetrados, es decir, desarrollar las habilidades del pensamiento encaminadas hacia la automatización.

Este trabajo tiene por objetivo llevar a cabo una conjugación de ambas teorías, de manera que el desarrollo de las habilidades del pensamiento en los estudiantes de Ingeniería orientados al área de automatización, les permita manipular los Controladores Lógicos Programables con más elementos, y más herramientas, que coadyuven a programar de manera más eficiente.

La Automatización se erige además como un instrumento de vanguardia que continuamente se está renovando hacia nuevas tecnologías, para adaptar lo existente hacia las nuevas tendencias; por tanto, es difícil mantenerse actualizado

en este demandante tema, lo que a su vez se convierte en un fascinante reto a vencer a través de Modelo Educativo del Siglo XXI.

Al proporcionar estas herramientas de aprendizaje al estudiante, las cuales además tienen una proyección aplicable en la práctica, en la comprobación y en el desarrollo de procesos industriales reales, se les invita a restablecer ese vínculo aparentemente desaparecido entre la universidad y la industria, en donde se refleja el desfase entre los conocimientos impartidos en las aulas y lo que el alumno realmente llega a encontrar cuando egresa e inicia su trabajo como ingeniero.

La combinación de estas habilidades del pensamiento con la parte tecnológica de la educación, busca ser una propuesta que responda a los requerimientos de un mundo globalizado, en donde se brindan oportunidades reales de educación, capacitación y formación integral, lo cual necesitan los nuevos profesionales de la ingeniería que se incorporan a las fuerzas productivas de nuestro país.

Dentro de las funciones de las tecnologías, están la de proveer a los estudiantes experiencias nuevas o prolongadas, pero se debe tener cuidado al tomar lo relativo de experiencias reales a aquellas adquiridas con la tecnología. En la misma dirección, las nuevas tecnologías pueden ser usadas para promover el hecho de que la enseñanza de las ciencias básicas puede llegar a ser excitante y divertida, además de que existen diversos medios, dependiendo de las necesidades específicas en las cuáles tanto docentes como alumnos requieren trabajar.

El uso de la tecnología permite que se puedan proponer soluciones factibles, y su beneficio debe ubicarse en constituir estructuras cognitivas que permitan comprender fácilmente fuentes de información ambiguas, tan comúnmente encontradas en la enseñanza de las ciencias y sobre todo obtener la máxima ventaja de los medios didácticos para poder desarrollar el pensamiento, interpretar, comprender y relacionarse con el contexto social, físico y cultural.

La realización de este proyecto guarda situaciones muy especiales, en primer término, los PLC's son material académico de primera necesidad a nivel ingeniería, por tal motivo, las actuales tendencias de las ingenierías tales como las conocemos y las nuevas como la mecatrónica necesitan del apoyo en lo que respecta a material académico, además, el docente tiene la enorme obligación de lograr, o al menos perseguir el noble objetivo de influir en el futuro de los educandos de una manera significativa.

Otra situación muy recurrente que se puede corregir es que el docente en muchas ocasiones no responde a los retos que demanda el estudiantado después de observar las nuevas tecnologías, para que en el futuro cercano, el estudiante recuerde a sus profesores como verdaderos auxiliares de su capacitación profesional, quienes les brindaron las herramientas necesarias para que en el ámbito laboral pudieran seguir aprendiendo siempre teniendo como base lo aprendido en las aulas y no de la manera contraria, como alguien que no les brindó los conocimientos adecuados y que posteriormente el mismo estudiante tuvo que obtener por que no existía una planeación clara sobre lo que se pretendía de un curso.

Por este camino estaremos llegando a un objetivo primordial en la enseñanza de las ciencias, que nuestros egresados estén efectivamente capacitados para

enfrentar los difíciles retos del mundo laboral y además que aprovechen las nuevas tendencias de la tecnología, estén actualizados y eliminen esa brecha tradicionalmente existente entre las escuelas y los entornos laborales.

De esta manera estaremos logrando un objetivo primordial en la enseñanza de las ciencias, que nuestros egresados estén efectivamente capacitados para enfrentar los difíciles retos del mundo laboral.

### **Modelo didáctico ehpdcp**

**(empleo de las habilidades del pensamiento para desarrollar la capacidad de programación )**

**Retos en la enseñanza de habilidades para la resolución de problemas** En la ingeniería se debe ser capaz de resolver problemas, esto es una expectativa que las diversas áreas de la ingeniería deben contemplar, la resolución de problemas (RP), se puede definir como un proceso conductual , ya sea de naturaleza cognoscitiva manifiesta , que hace disponible una variedad de respuestas potencialmente efectivas para manejar una situación problemática e incrementar las probabilidades de seleccionar la respuesta mas efectiva entre varias alternativas, para los fines de este trabajo la RP también se define como la actividad mediante la cual se determina el mejor valor para una incógnita , sujeta a un conjunto de condiciones específicas y entonces se pueden identificar una estrategia, un procedimiento o conjunto de pasos mediante los cuáles podemos realizar una actividad y elementos o habilidades que son necesarios para llevar a cabo dicha estrategia . Algunos de estos elementos son habilidades previamente adquiridas y otras son parte integral de los que puede llamarse RP.

Este trabajo trata de mejorar las habilidades, y retos a vencer son los cuarenta y tres que proponen (Woods-Cameron-Hoffman-Wright, 2013) listados a continuación:

1. Ayudar a los estudiantes a mejorar su habilidad para tomar notas en clase.
2. Los estudiantes tienen gran dificultad en seleccionar las ideas, leyes o fundamentos más importantes que deben ser memorizados, por lo tanto se les puede enseñar a clasificar la información de manera que sea más favorable para ellos.
3. A los estudiantes les cuesta trabajo visualizar la estructura del área de estudio o de las relaciones entre los diferentes conceptos que se están aprendiendo, se debe facilitarle la comprensión de la estructura.
4. Los estudiantes no tienen experiencia para organizar su tiempo, es necesario ayudarles a desarrollar buenos hábitos de estudio.
5. Los profesores necesitan hacer mayor énfasis en la importancia de memorizar factores de experiencia
6. Los estudiantes necesitan identificar la resolución de problemas como una habilidad que se debe adquirir y preguntarse así mismos lo que han aprendido sobre esta disciplina con cada problema que resuelven.

7. Es necesario establecer una estrategia universal para resolver problemas, pedir al profesorado que las use y que ilustre su aplicación constantemente, y también pedir a los estudiantes que la usen en sus tareas.
8. Los estudiantes deben ser capaces de describir verbalmente lo que están haciendo
9. Deben también tomarse el tiempo necesario para entender perfectamente lo que están resolviendo.
10. Aprender a realizar diagramas
11. Identificar exactamente el sistema que se presenta en un diagrama.
12. Identificar las limitaciones de un problema.
13. Los estudiantes de primer año deben vencer la tentación de hacer el problema tan complejo como sea posible.
14. Seleccionar los criterios para juzgar cuando el problema está resuelto.
15. Se debe resistir la presión de los estudiantes para resolver un problema en su totalidad y en vez de eso dedicarse a desarrollar habilidades de pasos intermedios.
16. Realizar prácticas para identificar los atributos o propiedades de los objetos, eventos o actividades.
17. Los estudiantes deben visualizar los problemas que pueden ser resueltos con base a otros problemas previamente resueltos.
18. El grado de dificultad de un problema lo valora quien lo resuelve y no quien lo propone.
19. Convencer a los instructores que los estudiantes necesitan guía, reforzamiento y ayuda en los RP.
20. Desarrollar más habilidades cuando se atorán en un problema
21. Enseñar a los estudiantes a identificar el obstáculo que los detiene.
22. Apreciar y ayudar a desarrollar las preferencias individuales para captar la información.
23. Desarrollar la habilidad de traducir descripciones verbales a representaciones gráficas.
24. Evitar la confusión entre pensamiento crítico y creativo.
25. Utilizar pensamiento crítico con tormenta de ideas
26. Crear problemas de prueba
27. Favorecer la atmósfera
28. Habilidad para explorar un problema
29. Identificar suposiciones que sean razonables para simplificar el problema.
30. Mantener un enfoque flexible para los 5 pasos de RP.
31. Planes alternativos para trabajar en reversa y resolver sub problemas
32. Seleccionar ecuaciones que utilicen todas las variables dadas
33. Vencer dependencia de los problemas previamente resueltos
34. El profesor debe dar retroalimentación para apreciar las habilidades
35. Debe pasar tiempo para que el trabajo se refleje y se adquiera mayor habilidad para RP
36. La RP requiere una serie de habilidades previas y se debe convertir en una meta educacional.
37. Motivar a los estudiantes

38. Desarrollar habilidades de los estudiantes
39. Poner énfasis para eliminar aspectos negativos de los problemas a resolverse.
40. Tener pruebas para medir las habilidades y preferencias.
41. Intercalar problemas que prueben diferentes niveles de capacidad
42. Buscar que los programas normales desarrollen habilidades en los estudiantes
43. Los individuos en general presentan el mismo tipo de problemática independientemente de donde vengan

### **El modelo de Polya:**

**Combinación de las etapas de Polya con las habilidades del pensamiento propuestas** Algo importante que se debe tener en cuenta, es que el profesor como especialista del campo disciplinar debe de ser creativo en el diseño del tema a innovar, y en caso de que no manipule el medio electrónico elegido, debe de solicitar apoyo al especialista. El profesor debe seleccionar los contenidos, el sustento teórico que fundamente su propuesta, los métodos y técnicas a usar, la tecnología a emplear, la forma de evaluar, en otras palabras, debe proponer el diseño instruccional para que el alumno al interactuar con las acciones propuestas adquiera los conocimientos necesarios. Tomando como base el modelo de Polya se propone lo siguiente:

Polya (1976) propone cuatro etapas para aportar la resolución de un problema, que son:

1. La etapa de comprensión,
2. la etapa de idear un plan,
3. la etapa de ejecutar el plan y
4. finalmente la etapa de verificación de resultados.

Estas cuatro etapas son revisadas a detalle y se proponen pasos intermedios en cada una de las etapas de Polya, de donde obtenemos una combinación de ambas incluyendo tres habilidades por cada etapa, las cuales se desglosan a continuación

### **HABILIDADES PARA CADA ETAPA DE POLYA**

**COMPRESIÓN EMPLEANDO INFERENCIA** Existen varios métodos para hallar la solución utilizando PLC el más factible y aplicable para todo tipo de alumnos es mediante el lenguaje de escalera (KOP), con un cúmulo de conocimientos previamente adquiridos y que permitan aplicar las siguientes habilidades en este problema

La primera etapa propuesta por Polya, la podemos llevar a cabo en tres pasos

**Observación.** Para comprender un problema es necesario observar y tener en cuenta las condiciones para solucionarlo.

**Codificación del material pensado.** Para tener mejor comprendido determinado problema es necesario codificar el material, tenerlo escrito de manera clara y precisa para visualizar a lo que se está enfrentando.

**Predicción.** En esta etapa es necesario prever todo lo necesario que se va a utilizar de manera que se tengan todas las herramientas que posteriormente se van a utilizar

**IDEACIÓN DE PLAN MEDIANTE LA INFERENCIA** Una vez comprendido el problema, se aplica la segunda etapa de Polya aplicando los tres pasos siguientes para idear un plan

**Enfoque de capacidades** Quien se enfrenta a presentar la resolución de un problema debe estar consiente de lo que puede lograr y de saber canalizar sus esfuerzos, para saber hasta que clase de problemas puede enfrentar y solucionarlos con éxito.

**Saber como manejar la carga cognitiva.** Los conocimientos con los que cuenta una persona pueden marcar diferencias, además la persona debe aprovechar los conocimientos administrándolos adecuadamente.

**Inferencias.** Recurrir a problemas similares para hallar una solución específica. Cuando se trata de idear un plan de solución, es una herramienta valiosísima que ofrece recursos y ahorra tiempo y trabajo en hallar la solución

**EJECUCIÓN DEL PLAN EMPLEANDO LA INFERENCIA** Después de tener el plan hecho en la etapa anterior, se trata de la ejecución del mismo para lo cual aplicamos los tres pasos siguientes:

**Aplicar el conocimiento de un modo eficaz** Cuando ya se tiene experiencia es necesario aplicarla para obtener mejores resultados.

**Razonamiento** Pensar con claridad en el problema, contemplar las aristas que este tiene, y buscar la solución a cada arista mediante un proceso razonado

**Pensamiento creativo.** La mencionada experiencia a veces no basta, siempre es posible encontrar problemas de tipo muy especial que solo la creatividad de quien está tratando de resolverlo lo conducirá hacia la solución correcta.

**VERIFICACIÓN EMPLEANDO EL ANALISIS** Una vez aplicado el plan entramos a una etapa de análisis para verificar si lo resuelto corresponde a lo pedido inicialmente por el problema, esto lo podemos sugerir como dos pasos normales y uno que requiere de habilidades meta cognitivas, con lo cual verificamos los resultados y vamos más allá del problema.

**Ordenamiento de evidencias.** Cuando ya se cuenta con todo el material es necesario observar las evidencias, siempre buscando encontrar otros resultados alternativos, especialmente si se busca mejorar.

**Comprobación de resultados.** Verificar si el material que se desarrolló proporciona la solución correcta

**Uso de habilidades meta cognitivas** Para comprobar el resultado es necesario ir más allá del conocimiento para ver si la solución encontrada es correcta y de ser necesario regresar a la etapa de idear un plan.

Para cada problema se contemplan las tres habilidades de cada etapa, que es precisamente en lo que se hace hincapié, al final de cada uno de los mencionados problemas se ofrecen las habilidades del pensamiento que el estudiante aplicará, para quedar capacitado finalmente en la resolución de problemas utilizando como herramienta los controladores lógicos programables

## PROBLEMAS TIPO

**TRANSPOSICION DE PAQUETES** Los paquetes que llegan por transportador son elevados por un cilindro neumático a y empujados sobre otro transportador mediante un segundo cilindro b, existe el imperativo de que el cilindro b solamente retorne cuando haya alcanzado la posición final posterior. (Ver figura 1)

El problema anterior es una secuencia de pistones en donde el estudiante debe identificar las válvulas que se van a utilizar para poder controlar los pistones en la manera que se desea, para la realización de este ejercicio podemos apreciar el diagrama de movimientos de la secuencia de pistones que se estará manejando, cabe agregar que en esta práctica el profesor debe explicar al alumno, cuales son los algoritmos necesarios para la secuencia de pistones, para la posterior captura por parte del alumno y comprobación en tiempo real del problema

## BAÑO GALVÁNICO

En este problema se desea que si se acciona un pulsador, un pistón a transfiere el cesto de alambre a la derecha, una vez alcanzada su posición extrema, actúa el pistón b, a su vez debe llegar a su final delantero, el cesto permanece dentro del baño durante 5 segundos, al levantar de nuevo el cesto permanece detenido durante un tiempo de 4 segundos para escurrir el líquido, antes de que el cilindro regrese de nuevo a su posición final izquierda

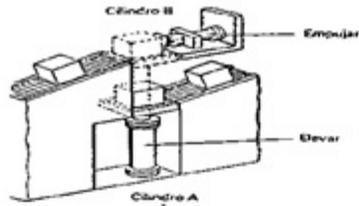
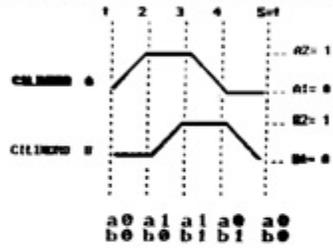


DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS.



$$2^{2/2} = 2^{4/2} = 4 \text{ COMBINACIONES}$$

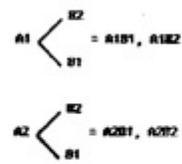


Figure 1: Diagrama de Movimientos para el problema de transposición de paquetes(FESTO DIDACTIC)

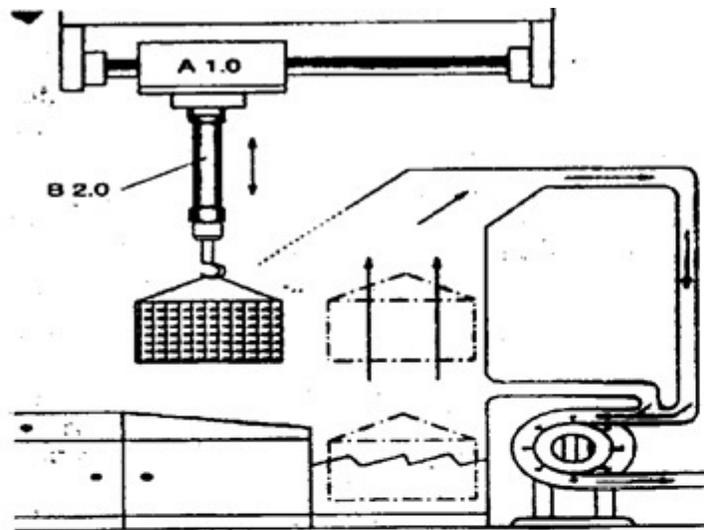
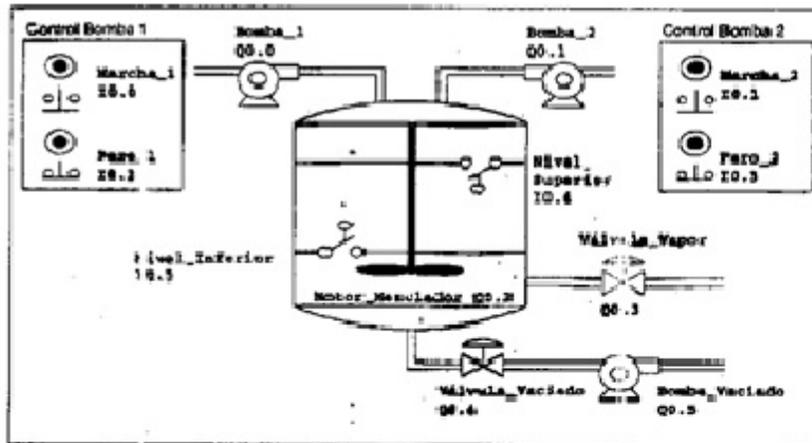


Figure 2: Diagrama de Movimientos del baño galvánico(MANUAL FESTO DI-DACTIC)



Programa de ejemplo: Mezclador de pinturas

Figure 3: Diagrama tomado de SIMATIC S7-200 Programmable Controller de SIEMENS

### MEZCLADOR DE PINTURA.

En la parte superior del mezclador hay dos tuberías por donde se suministran dos componentes diferentes, en la parte inferior se aprecia una sola tubería que transporta la mezcla de pintura preparada, el programa debe controlar la operación de llenado, supervisar el nivel del tanque y controlar un ciclo de mezcla y de calefacción.

Este problema es de considerable utilidad, dado que coadyuva a que el estudiante adquiera una visión mas completa sobre la resolución de problemas, además de tener elementos indicativos de errores, para ser más eficiente en la mencionada resolución de problemas, con base al conocimiento tradicional, podemos enfocarlo hacia las capacidades de los estudiantes, para que establezcan parámetros que ayuden a mejorar la canalización de sus capacidades, yendo

más allá de la comprensión del problema y sus implicaciones.

## **EMPLEO DE HABILIDADES META COGNITIVAS**

Para resolver esta clase de problemas es necesario haber trabajado previamente con los PLC's con la ayuda y explicaciones del profesor, entonces el alumno capturará y cargará en la PC el programa propuesto, para posteriormente simularlo en tiempo real, el docente recibirá la explicación por parte del alumno apreciando si éste fue capaz de cargar el programa y si entendió los objetivos que se están tratando, además el docente revisará que en la práctica el problema haya sido correctamente solucionado. Para lograr lo anterior el alumno debe haber apreciado las entradas, las salidas y el proceso lógico para solucionar el problema, es necesario que apreciando dichas entradas y salidas planifique una solución y la compruebe, para posteriormente hallar la estrategia más eficaz para solucionar el problema, con el conocimiento previamente adquirido, se enfrenta ahora con problemas por su propia cuenta para ofrecer una resolución, tomándose el tiempo necesario para contemplar las aristas del problema y con eso en mente proceder a la captura y comprobación pero empleando plenamente esta estrategia.

### **HABILIDAD METACOGNITIVA: EL CONTROL Y LA EVALUACION DEL PROPIO CONOCIMIENTO Y DESEMPEÑO**

Esta parte contempla otras condiciones de entrada y de salida, ya que parte de la información del problema es el conexionado necesario para lograr hacer funcionar el programa que efectuó las acciones que involucran al motor, al montacargas etc., y el alumno en esta etapa se concentra básicamente en el programa que debe elaborar con el PLC, esto favorecerá la capacidad del alumno para valorar sus propias aptitudes y limitaciones con respecto a la demanda cognitiva que esta tarea le ofrece y la capacidad de ver si sigue adelante en ese camino o va a cambiar de estrategia, como siempre en este tipo de ejercicios se ofrece la importante perspectiva de comprobar el camino de solución propuesto por el alumno para que sino se llega a la solución se ofrezcan nuevas estrategias que culminen en el éxito.

### **HABILIDAD METACOGNITIVA:**

#### **RECONOCIMIENTO DE LA UTILIDAD DE UNA HABILIDAD**

Es evidente que aunque cada problema es particular y específico a medida que se avanza se cuentan con más recursos para la resolución de problemas y el alumno indudablemente se percata de esta situación, por tanto en esta etapa el propósito es que el estudiante reconozca sus propias habilidades desarrolladas en su trabajo de los problemas anteriores para que lo pueda aplicar en este

problema y lo resuelva de manera más práctica y efectiva, en menor tiempo y con mejores resultados

## **HABILIDAD METACOGNITIVA:**

### **LA RECUPERABILIDAD**

Para continuar aprovechando las habilidades meta cognitivas, con las soluciones previamente realizadas por el estudiante se busca ahora que esas actividades cognitivas especializadas que pueden ser empleadas ya sea para facilitar la memorización de la información (estrategias de almacenamiento) o la recuperación de la información de la memoria (estrategias de recuperación), evidentemente lo que el alumno recupera es la experiencia y conocimientos anteriores para resolver problemas empleando PLC's y seguirse capacitando aun más.

## **HABILIDAD METACOGNITIVA:**

### **PLANIFICACION, PREDICCIÓN, VERIFICACION, COMPROBACION, SUPERVISION Y CONTROL**

Consideramos que la gran utilidad y lo más valioso de este material es en el sentido de que en todos los problemas que aquí se han propuesto se pasa por estas etapas: PLANIFICACION, PREDICCIÓN, VERIFICACION, COMPROBACION, SUPERVISION Y CONTROL coadyuvando plenamente a desarrollar habilidades meta cognitivas en los estudiantes, ya que para programar un PLC se requiere todo lo anterior y se obtiene una comprobación real, efectiva y práctica que a diferencia de otras materias, ofrece una perspectiva diferente de aplicación para los estudiantes.

# **CONCLUSIÓN**

Aunque el uso de habilidades usando inferencia es parte del proceso de aprendizaje al resolver problemas, también resulta por demás útil la aplicación de habilidades meta cognitivas que le permiten al estudiante ir más allá de lo propiamente resuelto.

En este modelo de solución del problema de aprendizaje mediante un método didáctico que utiliza la inferencia por un lado pero que además propone el uso de habilidades meta cognitivas para completar su alcance de resolver un problema de automatización puede ser ampliado hasta el punto de reconocer como se incide en los 43 retos propuestos, situación que dejaremos para otro estudio.

La serie de actividades propuestas en este modelo educativo han buscado satisfacer la búsqueda de una imperiosa necesidad de aumentar una idea de aprendizaje un tanto difuminada hacia lo abstracto en tratar de obtener algo más concreto sobre algunas líneas de pensamiento que el estudiante carece, estas propuestas realizadas de manera experimental permiten apreciar una mejoría en

el grupo en general hacia habilidades del pensamiento más claras y establecidas, que se reflejan en la obtención de resolución de problemas más depurados y obtenidos en menor tiempo.

Una de las ventajas de trabajar en procesos de automatización es que se puede visualizar el resultado a través del funcionamiento de un dispositivo que es el indicador final sobre si la programación realizada es la apropiada, ya que si no lo es sencillamente el dispositivo realizará una actividad diferente a la propuesta lo cual no sería la resolución adecuada (generalmente solo hay una), hacer conciencia en el estudiante de que programar mejor un dispositivo como el PLC, es un trabajo que requiere práctica, experiencia y que abarca fronteras sólo en medida que las necesidades van siendo satisfechas, es decir, se maneja un panorama general del tipo de problema que se puede resolver, pero a su vez cada problema es específico y su solución puede llegar a ser única y el programador debe conservar esta perspectiva para mantenerse actualizado.

## BIBLIOGRAFIA

García Moreno Emilio (2001) Automatización de procesos industriales Editorial: Alfaomega, grupo editor Valencia, España

Campirán Ariel. Guevara, Gabriela. Sánchez Ludivina. Compiladores (2002) Habilidades del pensamiento Crítico y Creativo Editorial: Fondo de empresas de la Universidad Veracruzana. A.C. Xalapa, Veracruz

Sarker, Ruhul Amin (2002) Heuristic and Optimization for Knowledge Discovery Hershey, PA, USA Editorial: Idea Group Publishing

Tersi, Regber, Loffler, Ebel (1999) Controladores Lógicos Programables: Nivel Básico Esslingen, Alemania Editorial: Festo Didactic

Lara-Barragán Gómez Antonio. Desarrollo de habilidades y superación de errores conceptuales en física. Escuela de Ingeniería Industrial Universidad Panamericana campus Guadalajara

Lara-Barragán Gómez Antonio Escuela de Ingeniería Industrial Universidad Panamericana campus Guadalajara

MANUALES DE FESTO DIDACTIC del material para laboratorio de Ingeniería Electrónica

Developing Problem Solving Skills: The McMaster Problem Solving Program, Donald R. Woods, Andrew N. Hrymak, Robert R. Marshall Director, Philip E. Wood, Cameron M. Crowe, Terrence W. Hoffman, Joseph D. Wright, Paul A. Taylor, Kimberly A. Woodhouse and C.G. Kyle Bouchard, 2 JAN 2013, DOI: 10.1002/j.2168-9830.1997.tb00270.

MODELO EDUCATIVO DEL SIGLO XXI SISTEMA NACIONAL DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLOGICA