



**Benemérita Universidad Autónoma
de Puebla**

Instituto de Ciencias

Maestría de Educación en Ciencias

**DISEÑO Y DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA DE LA ASIGNATURA “NEUMÁTICA
BÁSICA” PARA LA FORMACIÓN DE TÉCNICOS INDUSTRIALES.**

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

Maestro de Educación en Ciencias

Presenta

Hugo Fernando Ramírez Castro

Directora: M. C. Lidia Meléndez Balbuena

17 de junio de 2016

Agradecimientos

A mis padres y familia

Que gracias a sus consejos y a sus palabras de aliento he aprendido a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar esta gran meta.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla e Instituto de Ciencias

Por abrir un espacio educativo y cultural en la “Maestría de Educación en Ciencias” que permite a los profesionistas su profesionalización docente.

A la coordinación de la Maestría de Educación en Ciencias

M.E.S. Silvia Vázquez Montiel

Por su trabajo en la gestión de la MEC y el apoyo prestado para la culminación de este trabajo.

A mi asesora de tesis

M. C. Lidia Meléndez Balbuena

Por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de este proyecto.

A la comisión revisora de tesis

M.T.C.E. Hilda Alicia Carrasco Peral

M. C. Leopoldo Castro Caballero

M.C. Ismael Soto López

Por su tiempo, dedicación en la revisión de este trabajo y valiosos comentarios.

Indice

Capítulo 1 Objeto de estudio

1.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.2 JUSTIFICACIÓN	10
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos particulares	12
1.4 IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	13

Capítulo 2 Marco teórico

2.1. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA	14
2.2. EL APRENDIZAJE, PROCESO DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DEL PENSAMIENTO.	15
2.3 EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS.....	16
2.4. LAS COMPETENCIAS EN LAS HABILIDADES DEL PENSAMIENTO.....	16
2.5. UNIDAD DIDÁCTICA	18
2.5.1. Puntos que integran el diseño de una unidad didáctica	20
2.5.1.1. Análisis científico.....	22
2.5.1.2. Análisis didáctico.....	22
2.5.1.3. Selección de objetivos	23
2.5.1.3.1 Criterios en la selección de objetivos.....	24
2.5.1.4. Selección de estrategias didácticas.....	25
2.5.1.5. Los materiales de aprendizaje	26
2.5.1.6 Selección de estrategias de evaluación.....	27
2.6 EL PAPEL DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS.	28
2.7. EVALUACIÓN	30
2.7.1. Evaluación diagnóstica	31
2.7.2. Evaluación formativa.....	31
2.7.3. Evaluación acumulativa.....	32
2.7.4. Las rúbricas.....	33
2.8. LA NEUMÁTICA.....	35

Capítulo 3 Metodología

3.1. SUJETOS DE ESTUDIO.....	37
3.1.1. Géneros de los grupos de estudio	38
3.1.2. Escolaridad	39
3.2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.	40
3.3. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	42
3.4. ORGANIZACIÓN DEL CURSO Y MATERIALES DE ESTUDIO.....	43
3.4.1 Organización del curso.....	43
3.4.2. Bienvenida al curso	44
3.4.3. Inicio del curso y de la aplicación de la unidad didáctica.....	44
3.4.4. Contextualización y materiales utilizados	44
3.5. DESARROLLO DEL CURSO APLICANDO LA UNIDAD DIDÁCTICA	45
3.5.1. Primera parte: importancia del tratamiento de aire comprimido.....	45
3.5.1.1. Actividad 1	45
3.5.1.2. Actividad 2	46
3.5.1.3. Actividad 3	46
3.5.1.4. Actividad 4	46
3.5.1.5. Actividad 5	47
3.5.1.6. Actividad 6	48
3.5.1.7. Análisis del primer día del curso	48
3.5.2. Segunda parte: válvulas direccionales de flujo.....	48
3.5.2.1. Actividad 1	48
3.5.2.2. Actividad 2.	49
3.5.2.3. Actividad 3.	49
3.5.2.4. Actividad 4	50
3.5.2.5. Actividad 5	51
3.5.2.6. Actividad 6	51
3.5.2.7. Análisis del segundo día del curso	52
3.5.3 Tercera parte: Actuadores	52
3.5.3.1 Actividad 1.....	52
3.5.3.2. Actividad 2	53
3.5.3.3. Actividad 3	54
3.5.4 Integración de conocimientos	55
3.5.5. Evaluación final del curso	56

3.6 ANÁLISIS DEL ÚLTIMO DÍA DEL CURSO	57
---	----

Capítulo 4 Resultados y discusión

4.1. EVALUACIÓN PREVIA	58
4.1.1. Características del instrumento de evaluación previa	59
4.1.2. Categorías de conocimientos previos de neumática	63
4.1.3. Resultados de la evaluación diagnóstica	64
4.1.3.1. Grupo 1	64
4.1.3.2. Grupo 2	66
4.1.3.3. Grupo 3	67
4.2 EVALUACIÓN FORMATIVA	68
4.2.1. Resultados de la evaluación formativa	74
4.2.1.1. Resultados del grupo uno	74
4.2.1.2. Resultados del grupo dos	76
4.2.1.3. Resultados del grupo tres	78
4.3 EVALUACIÓN EFECTIVIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	80
4.3.1 Mejora de aprendizaje del grupo uno	80
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
4.4.1. Sobre los conocimientos previos de neumática de los grupos de estudio	84
4.4.2 Sobre la aplicación de la unidad didáctica	85
4.5 CONCLUSIONES	87

Bibliografía

Anexos

Anexo A Evaluación de neumática básica	92
Válvulas	93
Preparación de aire	94
Actuadores	94
Circuitos Neumáticos y cálculo de Cv de válvula	95
Anexo B Escala de rango de conocimientos previos de neumática	96
Anexo C Unidad didáctica	97
Anexo D Ficha para evaluación sumativa	112
Anexo E Prácticas neumáticas	113
Práctica 1	113
Práctica 2	113

Práctica 3	113
Práctica 4	114
Anexo F Rubrica de habilidades en neumática	115
Anexo G Evaluación del curso de entrenamiento.....	116

Resumen

El presente trabajo es el resultado de una investigación educativa de los conocimientos de neumática con los que cuentan grupos de egresados de escuelas técnicas de nivel superior y que permitió generar y probar una propuesta educativa para mejorar su nivel de manejo de los conceptos de neumática industrial y desarrollar competencias procedimentales y actitudinales.

Se muestran los resultados del diseño y aplicación de la unidad didáctica, como propuesta educativa, dirigida al curso de capacitación de técnicos industriales de "Neumática Básica.

La unidad didáctica incorpora actividades prácticas que permiten al egresado de carreras técnicas e ingenierías adquirir habilidades para generar nuevo conocimiento y proponer soluciones a problemas de tipo industrial. La unidad didáctica también favorece que el capacitado adquiera competencias para el manejo de equipos neumáticos industriales y control de procesos que a su vez mejoran su desempeño en el campo profesional.

Abstract

This work is the result of an educational research about knowledge of the subject of pneumatics with groups that have graduated from universities or technical schools and allowed to generate and test an educational proposal to improve their industrial pneumatics concepts and develop procedural and attitudinal skills.

The design of the didactic unit, shown as an educational proposal, and results obtained when applied in training courses in "Basics Pneumatics" for industrial technicians.

The teaching unit incorporates hands on activities that allow the graduate of engineering acquire skills to generate new knowledge and propose solutions to industrial problems. The teaching unit also favors the trained acquire skills for managing industrial pneumatic equipment and process control which in turn improves their performance in the professional field.

Capítulo 1: Objeto de estudio

1.1 INTRODUCCIÓN.

La enseñanza de las ciencias en los niveles de educación técnica se lleva a cabo, por la mayoría de los docentes, de manera expositiva, durante las clases y prácticas de laboratorio se usan algunas estrategias sin embargo en su mayoría los temas se dan de manera expositiva y no se conjugan las partes disciplinar y didáctico pedagógica para lograr un aprendizaje significativo por los alumnos, quienes al no encontrar una relación entre los conceptos teóricos y la explicación de los fenómenos pierden el interés y se desmotivan para adquirir nuevos conocimientos sobre el tema. Como es el caso de los conocimientos adquiridos en la asignatura de neumática, impartida en las universidades tecnológicas, dando resultados poco satisfactorios.

Las evaluaciones de conocimientos sobre neumática industrial aplicadas a los egresados de carreras técnicas muestran resultados que en varias ocasiones, no son los esperados por lo que surge la necesidad de capacitarlos cuando se insertan en el ámbito laboral, en donde se enfrentan a retos como la aplicación adecuada de sus conocimientos así como de sus habilidades en la parte práctica.

En este sentido en este trabajo se diseñó y aplico una unidad didáctica del curso de “Neumática Básica” dentro de un programa de capacitación y formación de técnicos industriales, con la finalidad de contar con una planeación adecuada del curso en donde se proponen contenidos y actividades experimentales cuidadosamente diseñadas

En este proyecto se pretende que se cumplan dos objetivos, el primero de ellos estructurar una unidad didáctica que sirva al instructor de neumática en el sector industrial para la capacitación del personal de planta, que ya cuenta con una formación técnica deficiente y, que requiere de conocimientos prácticos, acordes con el desarrollo tecnológico global y relacionados con aspectos de seguridad e higiene industrial. Al mismo tiempo debe contribuir al desarrollo de habilidades y capacidades para generar nuevo conocimiento y proponer soluciones a problemas de tipo industrial lo cual les permitirá un mejor desempeño en el campo profesional.

Comprender los conceptos de la neumática y conocer las nuevas tecnologías relacionadas con la neumática tiene ventajas pues permite a los técnicos, en el sector industrial, resolver problemas, hacer más eficientes las operaciones, automatizar los procesos, incrementar la seguridad de las personas y los equipos, reducir los accidentes de trabajo, reducir los costos por

mantenimiento correctivo al implementar el mantenimiento preventivo, reducir el consumo de energía y costos involucrados, generar tecnología en lugar de importarla y reducir o eliminar la contaminación del medio ambiente.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el contexto internacional en 2013 México registra el nivel más bajo de productividad laboral de la OCDE 60 por ciento por debajo del promedio de la OCDE y 70 por ciento inferior al de EUA, debido al bajo nivel educativo de su fuerza laboral. En 2012 solo un 18 por ciento presenta estudios superiores cuando el promedio en de la OCDE es de 32 por ciento. Además las competencias que tienen los trabajadores con frecuencia no cumplen con lo solicitado por los empleadores.¹

Dado que la neumática tiene aplicación en el sector industrial y que la mayoría de los trabajadores, egresados de las escuelas, no cuentan con conocimientos básicos de neumática las empresas se ven en la necesidad de contratar servicios externos de capacitación para sus trabajadores además de que esta situación pone en duda la efectividad de las instituciones en la generación de recursos humanos con competencias que el sector productivo demanda.

Este panorama representa un reto a los docentes para mejorar, desde nuestro entorno, la calidad educativa y favorecer la formación de recursos humanos de calidad, útiles a la actividad productiva del país ya sea en el sector privado o público.

Durante la impartición de cursos de neumática a personal de las áreas de comercialización, mantenimiento y producción del sector industrial manufacturero que cuentan con una formación técnica o en ingeniería es frecuente encontrar el problema de que una parte significativa de los participantes de los cursos no tienen los conocimientos básicos de neumática ni recuerdan los conceptos básicos de la teoría de los gases o flujo de fluidos necesarios para comprender un curso de neumática industrial aplicada.

El hecho de que los técnicos e ingenieros no cuenten con conocimientos básicos y actualizados sobre la tecnología neumática repercute negativamente en la eficiencia y rentabilidad de las

¹ OCDE Serie mejores políticas México (2015). Políticas prioritarias para fomentar las habilidades y conocimientos de los mexicanos para la productividad y la innovación. Pp. 3 – 5. Fecha de consulta 10 de junio de 2015.

URL: http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/2015.04_Mexico_BPS_ESwebsite.pdf

empresas, del estado y del país cuando sus productos compiten con aquellos producidos por empresas de países desarrollados en una economía globalizada.

Otro aspecto es la influencia del contexto social en el que se da el proceso de enseñanza y aprendizaje pues debido a que la técnica neumática se relaciona con los procesos industriales de transformación de materias primas en productos, al creciente grado de automatización y uso de las tecnologías de información que las industrias llevan a cabo en los procesos industriales, los docentes y alumnos que se encuentran alejados de las zonas industriales se encuentran en desventaja para interactuar con profesionales del área y obtener un panorama más amplio de la tecnología neumática y de un probable campo laboral. Esta situación hace que los alumnos que estudian la asignatura de neumática en zonas alejadas de los sectores industriales perciban de manera diferente los conceptos relacionados a la neumática y adquieran una conducta característica en el campo de aplicación.

El problema no radica tanto en la enseñanza expositiva como en la estrategia didáctica usada por el docente, “según Ausubel, los problemas generados por la enseñanza tradicional no se deberían tanto a su enfoque expositivo como al inadecuado manejo que hacía de los procesos de aprendizaje de los alumnos, por lo que, para fomentar la comprensión, o en su terminología un aprendizaje significativo, no hay que recurrir tanto al descubrimiento como a mejorar la eficacia de las exposiciones. Para ello hay que considerar no solo la lógica de las disciplinas sino también la lógica de los alumnos”².

Por otra parte los diseños experimentales que se presentan a los alumnos son recetas ya preparadas, excluyen la reflexión sobre las relaciones entre ciencia y tecnología por lo que es necesario reorientar las prácticas para que se aprovechen las tecnologías actuales en la formulación de hipótesis, elaboración de diseños, análisis de resultados, elaboración de memorias y presentación de trabajos, además se debe tomar en consideración que en la técnica neumática se hace uso de un lenguaje simbólico, el cual es vital en el proceso de aprendizaje de la asignatura, debido a que es esencial en la formación de conceptos y del pensamiento formal, así como es necesaria su comprensión para el desarrollo de experimentos y solución de problemas.

Con relación a los anterior este trabajo tiene como finalidad diseñar una unidad didáctica que contemple actividades experimentales para el curso de “Neumática Básica” dirigido a personal de las empresas en el sector industrial, que sirva al instructor de neumática para la capacitación del personal de las áreas de mantenimiento, producción y comercialización del sector industrial

² Municio, Juan Ignacio Pozo, Gómez Crespo Miguel Angel, (1988). Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata, pp. 280

manufacturero, que ya cuenta con una formación técnica, y que requiere de conocimientos prácticos, acordes con el desarrollo tecnológico global y relacionados con aspectos de seguridad e higiene industrial. Por otra parte se espera que este programa, al incorporar elementos de tipo constructivista, favorezca el aprendizaje significativo de conceptos por parte de los estudiantes de ingeniería y carreras técnicas relacionadas con la asignatura de neumática pero además desarrolle habilidades y capacidades para generar nuevo conocimiento y proponer soluciones a problemas de tipo industrial permitiéndoles un mejor desempeño en el campo profesional.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Estructurar una unidad didáctica del curso de capacitación de “Neumática Básica”, que incorpore actividades prácticas y elementos de enseñanza de las ciencias tal que permita al egresado de las carreras de ingeniería y técnicas, adquirir las competencias de los sistemas de neumática y control de procesos actuales que favorezcan su desempeño apropiadamente en el campo laboral.

1.3.2 Objetivos particulares

- Sistematizar las actividades de capacitación indicando los objetivos, actividades y recursos que se usaran durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Diseñar una guía para el instructor o docente que le sirva en el desarrollo de actividades de manera organizada y sistemática.
- Clasificar contenidos teniendo como parámetro el análisis de actividades de forma organizada y sistemática con base en la detección de necesidad del sector productivo.
- Incluir actividades prácticas que permitan que el estudiante desarrolle habilidades y capacidades para generar nuevo conocimiento y proponer soluciones a problemas de tipo industrial lo cual les permitirá un mejor desempeño en el campo profesional.
- Definir las bases para la evaluación del programa considerando a este como medio de aprendizaje del educando.

1.4 IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La importancia de este trabajo radica por una parte, en permitir conocer y caracterizar los conocimientos de neumática que tienen los grupos de personas pertenecientes a empresas de comercialización o manufactura así como sus necesidades de capacitación y compararlos con el nivel de conocimiento de neumática y necesidades de formación detectados en grupos de técnicos e ingenieros de otras latitudes. Por otra parte este trabajo resulta importante para validar la propuesta didáctica de este trabajo partiendo de los conocimientos previos de los grupos de estudio y atendiendo a su contexto de trabajo que a su vez permita una evolución conceptual, procedimental y actitudinal que repercuta en un mejor desempeño de los técnicos, en el sector industrial, al favorecer que logren resolver problemas, hacer más eficientes las operaciones, automatizar los procesos, incrementar la seguridad de las personas y los equipos, reducir los accidentes de trabajo, reducir los costos por mantenimiento correctivo al implementar el mantenimiento preventivo, reducir el consumo de energía y costos involucrados, generar tecnología en lugar de importarla y reducir o eliminar la contaminación del medio ambiente.

En cuanto a las limitaciones, estas están relacionadas con las acotaciones características de un proyecto de investigación donde los resultados tienen validez en un contexto similar al que se ha llevado este trabajo. Para hacer una generalización al comparar los resultados de este trabajo con aquellos de otras investigaciones reseñadas en la revisión bibliográfica, solo podrá hacerse encontrando las características comunes en las diferentes situaciones estudiadas.

Capítulo 2: Marco teórico

Este apartado contiene los resultados de la revisión bibliográfica realizada en torno a los temas de los procesos de aprendizaje, planeación de unidades didácticas, el papel del trabajo experimental en la educación en ciencias, el desarrollo de competencias, la evaluación como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y los conceptos básicos de neumática, con el propósito de destacar los aspectos más significativos sobre la formación en lo referente a los aspectos conceptual, procedimental y actitudinal que autores reconocidos en materia de educación han presentado. Todo ello con la intención de fundamentar la propuesta de la unidad didáctica presentada en este proyecto que busca potenciar el aprendizaje de los conceptos de neumática y el desarrollo de competencias en la formación de técnicos industriales.

2.1. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Vivimos en una era en donde debido al avance de la ciencia y la tecnología, se han automatizado muchos procesos, el ser humano tiende a realizar actividades cotidianas como asearse, preparar sus alimentos, limpiar su casa, trasladarse de su hogar hacia su centro de trabajo o hacia la escuela, trabajar, divertirse, comunicarse, educarse, etcétera; todo ello con el apoyo de equipos y sistemas los cuales tienen un alto grado tecnológico. Incluso hacer guerras hoy en día implica el uso de tecnologías avanzadas. No obstante que una parte importante de la población mundial hace uso de la ciencia y la tecnología para la realización de sus actividades cotidianas, la mayor parte no conoce los principios básicos en que se basa la tecnología que utiliza, es decir, los ciudadanos no han logrado la alfabetización científica.

Por otra parte ha surgido la llamada “sociedad del conocimiento” que ha generado cambios en los contenidos de los aprendizajes y la manera de enseñar por parte de los educadores centrándose en el aprendizaje autorregulado, lo que hace evolucionar a la sociedad hacia otra realidad. Los procesos de enseñanza y aprendizaje se han vuelto dinámicos, condicionados y regulados por las transformaciones sociales. Con el avance y alcance de las tecnologías de información, que muchas personas logran en número cada vez mayor, se tiene acceso a una gran cantidad de información; la comunicación se ha vuelto global y traspasa fronteras y

barreras geográficas. La información fluye en tiempo real sin importar las grandes distancias que separan a las personas.

En este mundo globalizado la competencia entre sociedades esta también fuertemente influida por la ciencia y tecnología, siendo más competitivas aquellas sociedades que cuentan con altos niveles de desarrollo tecnológico y grupos de personas especializadas.

Las organizaciones privadas y públicas dedicadas a la transformación exigen ingenieros y técnicos con un buen nivel de conocimientos y habilidades como es el caso en el área de neumática y automatización.

La vinculación entre las empresas y los centros educativos genera sistemas de reclutamiento y capacitación de personal, influidos por teorías de calidad internacional.

En el ámbito educativo las escuelas preocupadas por la calidad de sus egresados reestructuran sus planes de estudio para que les permitan ofrecer a sus alumnos una educación acorde a las necesidades de la sociedad actual.³

2.2. EL APRENDIZAJE, PROCESO DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DEL PENSAMIENTO.

El aprendizaje es un proceso de adquisición de conocimientos y habilidades que el individuo adquiere a lo largo de su vida. Además el comportamiento del individuo cambia cuando interacciona con información. El aprendizaje se desarrolla en el comportamiento y el pensamiento orientado hacia el desarrollo integral del individuo, delimitado por las necesidades y gustos personales como por el contexto social en que el individuo se desarrolle.

Es importante desarrollar las habilidades del pensamiento en los alumnos que estudian ciencias y en particular en los alumnos de ingeniería, con el fin de lograr un aprendizaje significativo que les permite retener los conocimientos adquiridos durante su formación profesional y los cuales les servirán después en el ejercicio profesional.

Dado que las habilidades del pensamiento son procesos mentales que permiten al ser humano el manejo y la transformación de la información⁴, estos procesos mentales le permiten al hombre construir y organizar su conocimiento para aplicarlo en diversas situaciones.

³ Silva M. (2006). La calidad educativa de las universidades tecnológicas: su relevancia, su proceso de formación y sus resultados. México: ANUIES, Biblioteca de la Educación Superior)

⁴ Campirán A. (1999). Las habilidades del pensamiento en la perspectiva de las competencias. En Campirán, A. Guevara, G & Sánchez, L. (compendio). Habilidades del Pensamiento Crítico y Creativo (pp 45-49)

Las habilidades del pensamiento pueden clasificarse en cuatro grupos⁵:

1. Habilidades básicas del pensamiento
2. Habilidades meta cognitivas
3. Habilidades de razonamiento
4. Habilidades de solución de problemas

2.3 EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS.

Otra forma de desarrollar las habilidades del pensamiento científico en los educandos es la disposición de conocimientos conceptuales adecuados que les permitan una comprensión efectiva de conceptos científicos. Los alumnos tienen fuertes concepciones alternativas a los conceptos científicos que se les enseñan, que resultan muy difíciles de modificar⁶

La enseñanza de la ciencia está articulada en contenidos verbales de datos, conceptos y principios muchos de los cuales interactúan cotidianamente con los alumnos. Aquí lo importante es que los alumnos, al adquirir un concepto, sea capaz de dar significado a la información que se le presenta y no solo aprenda mediante un proceso memorístico.

Las concepciones alternativas de los alumnos tienen orígenes sensoriales, culturales y escolares y es importante que el docente diseñe estrategias que permitan un cambio conceptual en los alumnos.

2.4. LAS COMPETENCIAS EN LAS HABILIDADES DEL PENSAMIENTO

El concepto de competencia es muy diverso, según el enfoque desde el cual se mire, pero el más generalizado es el de “saber hacer en un contexto”. Las competencias integran conocimientos, potencialidades, habilidades, destrezas, prácticas y acciones de diversa índole: personales,

⁵ Campirán, A. Sánchez L., Aguilar G. (2009.). Taller de habilidades del pensamiento crítico y creativo. Universidad Veracruzana. Fecha de consulta 7 de diciembre de 2015. Pp. 108

⁶ Pozo J., Gómez M. (1988), Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, Ediciones Morata, pp.4

colectivas, afectivas, sociales, culturales en los diferentes escenarios de aprendizaje y desempeño.⁷

Las competencias se desarrollan a través de la educación, la experiencia y el contexto. Un estudiante o profesional competente es aquel que logra llevar a cabo exitosamente una actividad o tarea y para ello adquiere los conocimientos necesarios, los sabe aplicar y además mantiene buenas relaciones interpersonales; cada competencia es un aprendizaje que integra habilidades, actitudes y conocimientos; se desarrolla a través de experiencias de aprendizaje y en su campo de conocimiento se suman tres tipos de saberes: conceptual (saber); procedimental (saber hacer) y actitudinal (ser).

Al respecto dice Gonczy que el desarrollo de una competencia es una actividad cognitiva compleja que exige a la persona establecer relaciones entre la práctica y la teoría, transferir el aprendizaje a diferentes situaciones, aprender a aprender, plantear, resolver problemas, actuar de forma inteligente y crítica en una determinada situación.⁸ En la tabla 2.1 se muestran las jerarquías de competencias en un centro de trabajo.

⁷ Posada R. (2004), Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681 – 5653), pp 1 – 6.
<http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>

⁸ Argüelles A., Gonczy A. (2001) Evaluación y Capacitación basadas en normas de competencia: una perspectiva internacional, CONALEP Limusa Noriega, pp. 295.

Tabla 2.1. Jerarquía de competencias en el centro de trabajo⁹

	EN CAPACITACIÓN	CAPAZ	COMPETENTE	EXPERTO
FASE DE APRENDIZAJE	Aprende y pone en práctica nuevas habilidades	Lleva a cabo tareas específicas en un entorno simulado o establecido por el proveedor	Lleva a cabo tareas sistemáticamente y conforme a una determinada norma y cumple con requisitos de competencia en entornos reales de desempeño	Desarrolla nuevas metodologías y asesora, capacita, supervisa a otras personas de manera rutinaria
HABILIDAD COGNITIVA	Experiencia insuficiente para identificar patrones o sucesos	Entiende los patrones y las situaciones que tienen probabilidad de ocurrir	Identifica patrones de sucesos recurrentes y aplica sus conocimientos correctamente en la mayoría de las situaciones	Sabe cuando los conocimientos existentes son inadecuados para las situaciones que enfrenta, desarrolla nuevos patrones y pone a prueba sus hipótesis
CERTIFICACIÓN PROFESIONAL	Ninguna	Primera calificación	Miembro de un instituto profesional	Miembro activo de un instituto profesional

2.5. UNIDAD DIDÁCTICA

Un método para la enseñanza de las ciencias necesita de una serie de técnicas y apoyos didácticos para concretarse; así el diseño de las unidades didácticas para planificar los contenidos y estrategias de aprendizaje permitirán lograr los objetivos que se hayan planeado; objetivos que obedecen a las necesidades del alumno o a los objetivos curriculares, en consecuencia, las técnicas de enseñanza son formas de orientación inmediata del aprendizaje para el alumno, por lo que los encuentros con el profesor permitirán que se oriente al alumno a tomar ciertas actitudes hacia los contenidos de las materias relacionadas con las ciencias donde se pueda ampliar la información, abordar problemáticas que inquieten al alumno o simplemente

⁹ Argüelles A., Gonczci A. (2001) Evaluación y Capacitación basadas en normas de competencia: una perspectiva internacional, CONALEP Limusa Noriega, pp. 295.

le sean de interés, en este proceso el profesor desempeña funciones de orientación, de docencia y de motivación.

La investigación didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre las dificultades cabe citar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno, por lo que tomar en cuenta las concepciones epistemológicas de los alumnos, sus estrategias de razonamiento o la meta cognición nos permite proponer estrategias de aprendizaje para promover el autoaprendizaje.

Un ejemplo que evidencia lo anterior es cuando los alumnos abordan el análisis de problemas científicos, donde utilizan estrategias de razonamiento y metodologías superficiales¹⁰ o aplican conocimientos importados del contexto cotidiano pero de dudosa utilidad cuando se trabaja con contenidos científicos¹¹.

A la vista de los problemas anteriores, podía parecer que existiese una especie de conspiración cognitiva contra el trabajo del profesor. Ante esta realidad parece claro que las estrategias tradicionales de enseñanzas de las ciencias son poco eficaces para promover el aprendizaje significativo. Es innegable que en muchas de las aulas predomina un modelo de enseñanza por transmisión. Este modelo tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas: enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación; el proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados; el fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, de capacidad, de motivación etcétera¹².

Como punto de partida, los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional de las ciencias descartan el modelo de aprendizaje por transmisión, para lo cual proponen nuevas estrategias de enseñanza que conduzcan al aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias¹³.

Llevar a cabo la planificación y el desarrollo de estrategias de enseñanza, para lograr que la apatía reflejada en un índice de reprobación considerable en materias relacionadas con las ciencias se revierta, no es una tarea fácil; por lo tanto se requiere:

¹⁰ Gil P. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Comunicación presentada en el congreso PEDAGOGÍA 86. La Habana, Cuba. Pp 115.

¹¹ Pozo, J.L., Sanz, A., Gómez, M.A. Y Limón, M. (1991) Las ideas de los alumnos sobre las ciencias: Una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las ciencias. Pp 88

¹² Calatayud, M.L., Gil, D. Y Gimeno, J.V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente del profesorado universitario: ¿Las deficiencias de la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? Revista interuniversitaria de formación del profesorado, no. 14, Mayo 7 Agosto 1992. Pp 72

¹³ Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. Enseñanza de las ciencias. Pp 116 – 119.

- 1) Reconocer que los alumnos aprenden a partir de los conocimientos que ya poseen, por lo tanto indagar en los conocimientos percepciones y predisposiciones que estos tienen en materias relacionadas con las ciencias debe ser trabajo conjunto del tutor, profesor de la asignatura y alumno.
- 2) Se deben tomar decisiones sobre los contenidos que se deben enseñar. Para tal efecto se deben marcar los objetivos de manera adecuada para la integración de conceptos, actitudes y valores.
- 3) La formación de los alumnos en los ámbitos mencionados anteriormente debe fomentar de manera dirigida aprendizajes de carácter actitudinal, para favorecer normas, valores y comportamientos.

La planificación de unidades didácticas, tiene características que la hacen diferente a la enseñanza por transmisión, por ejemplo por su diseño presenta flexibilidad, en los contenidos, en los espacios donde se imparte la clase (salón, laboratorio, jardín etc.), en los diversos métodos y medios para el aprendizaje (videos, debates, investigación, proyectos, etcétera) permiten el auto-aprendizaje, donde el profesor debe acompañar, dirigir, asesorar y orientar a los alumnos. Para cumplir con esta función, el profesor de asignatura debe contar con la información sobre la naturaleza, filosofía, objetivos, métodos y organización de las unidades didácticas y en qué momento la participación de cada uno es esencial para que no se pierda la dinámica de este proceso.

Factores como la motivación, la concentración, la actitud, la organización, la comprensión y la relación con la vida cotidiana o profesional le permitirán al profesor desarrollar un proceso de sensibilización y de interacción con el alumno para que no se sientan alejados o abandonados, además el fomentar los procesos de autoaprendizaje pueden apoyar su desarrollo y construir un ambiente de aprendizaje.

2.5.1. Puntos que integran el diseño de una unidad didáctica

La planificación de una lección está condicionada por una serie de factores como el tipo de contenido, el número de alumnos por aula, las experiencias previas del profesor y los alumnos. Tratar de jerarquizar estos factores por lo decisivo de su incidencia no es una tarea sencilla; sin embargo, es posible establecer una relación de ellos con tres referencias que conscientemente o

inconscientemente tiene cualquier profesor de ciencias: su formación científica, su formación didáctica y su modelo educativo.

Las acciones que se recogen (análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación) son las cinco tareas incluidas en el modelo que se describe de manera resumida en la tabla «Modelo para el diseño de unidades didácticas» (Tabla 2.2)¹⁴. En esta propuesta se percibe un doble propósito: proporcionar las referencias teóricas que puedan fundamentar la toma de decisiones del profesor en la planificación y facilitar un procedimiento para abordar cada una de estas tareas.

Tabla 2.2. Modelo para el diseño de unidades didácticas.

OBJETIVOS	PROCEDIMIENTOS
I. ANALISIS CIENTIFICO	
a) La reflexión y actualización científica del profesor	1) Seleccionar los contenidos
b) La estructuración de los contenidos	2) Definir el esquema conceptual
	3) Delimitar procedimientos científicos
	4) Delimitar actitudes científicas
II. ANALISIS DIDACTICO	
a) La delimitación de los condicionamientos del proceso de enseñanza y aprendizaje: adecuación al alumno	1) Averiguar las ideas previas de los alumnos
	2) Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos
	3) Delimitar implicaciones para la enseñanza
III. SELECCION DE OBJETIVOS	
a) La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos	1) Considerar conjuntamente el análisis Científico y el análisis didáctico
b) El establecimiento de referencias para el proceso de evaluación	2) Delimitar prioridades y jerarquizarlas
IV. SELECCION DE ESTRATEGIAS DIDACTICAS	
a) La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo para la enseñanza	1) Considerar los planteamientos metodológicos del tema.
b) La definición de tareas a realizar por profesor y alumnos	2) Diseñar la secuencia global de enseñanza
	3) Seleccionar actividades de enseñanza
	4) Elaborar materiales de aprendizaje
V. SELECCION DE ESTRATEGIAS DE EVALUACION	
a) La valoración de la unidad diseñada	1) Delimitar el contenido de la evaluación
b) La valoración del proceso de enseñanza y de los aprendizajes desarrollo de los alumnos	2) Determinar actividades y momentos del tema
	3) Diseñar instrumentos para la recogida de información

Refiriéndose de una manera más precisa a los puntos incluidos en el modelo que se presenta, en cuanto a sus objetivos como en los procedimientos que se proponen, a continuación se detalla cómo se aborda cada uno de estos puntos.

¹⁴ Sánchez G. y Valcárcel M. (1993) “Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales”. Investigación y experiencias didácticas. Pp 38 – 42.

2.5.1.1. Análisis científico

El objetivo del análisis científico es doble: la estructuración de los contenidos de enseñanza y la actualización científica del profesor, deriva del proceso de consulta y reflexión sobre el propio conocimiento científico incluido en la Unidad Didáctica (UD).

La selección de contenidos de enseñanza ha de ser coherentes con los conocimientos y habilidades que se pretende que los alumnos adquieran.

La estructuración de los contenidos la UD debe de referirse a un marco teórico o esquema conceptual concreto. La UD se define por los contenidos que el profesor considere necesarios para proporcionar al alumno un esquema conceptual científico sobre el objeto de estudio. Como profesores no nos interesa que el alumno adquiera uno o muchos conceptos aislados, sino que los utilice en un entramado conceptual más complejo que le permita explicar hechos o fenómenos de una manera similar a como lo hace la ciencia.

La selección de los contenidos pueden ser diferentes según los objetivos planteados:

- ▶ Identificación: ¿qué es o ¿qué ocurre? son contenidos de tipo descriptivo; hechos, conceptos, principios o leyes.
- ▶ Interpretación: ¿por qué es así? o ¿por qué ocurre de tal modo? son contenidos de tipo explicativo, teorías o modelos
- ▶ Aplicación: ¿para qué sirve ese conocimiento? o ¿qué nos puede explicar? Son contenidos de tipo funcional y predictivo; pueden ser problemas cotidianos, problemas relativos al medio ambiente, a la salud, industriales, etc.

2.5.1.2. Análisis didáctico

Una vez estructurados los contenidos de la unidad didáctica desde una perspectiva científica, se propone el análisis didáctico con la finalidad de delimitar los condicionantes del proceso enseñanza y aprendizaje. Dentro de esta tarea se debe centrar en la capacidad cognitiva del alumno por ser este el factor determinante de lo que es capaz de hacer y aprender en cualquier situación, teniendo en cuenta que no es el único condicionante del proceso de enseñanza y aprendizaje, pues inciden otros factores como la competencia profesional del profesor, los hábitos de trabajo del alumno, sus actitudes e intereses, el ambiente del aula, los recursos del centro educativo, las políticas educativas, etcétera, los cuales son generadores de problemas a los que no es posible dar respuesta. Dos referencias se pueden considerar como indicadores de

la capacidad cognitiva del alumno, sus conocimientos previos sobre el tema y el nivel de desarrollo operatorio donde se encuentran los alumnos.

Lo que el alumno sabe sobre un contenido determinado o en relación con una tarea de aprendizaje, constituyen sus conocimientos previos y manifiesta su importancia en la relación con aprendizajes significativos.

Las ideas previas:

- ▶ La importancia de conocer las ideas previas de los alumnos no radica sólo en detectar errores sino también sus aciertos porque ambos forman parte de su estructura cognitiva.
- ▶ La indagación de las ideas previas puede hacerse desde el aula o por la bibliografía, que se dirigen hacia aquellos contenidos seleccionados como relevantes en los que suponemos que los alumnos tendrán serias dificultades bien sea por nuestra experiencia docente o por la información recabada.

El nivel de desarrollo

- ▶ Es otro factor determinante a tomar en cuenta, nos da el marco explicativo que describe el desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento como la capacidad de abstracción, identificación de variables, análisis, síntesis, etc. Habilidades consideradas necesarias para la comprensión de las ciencias.
- ▶ Conocer e identificar las condiciones que tiene el alumno nos permitirá realizar mejor la planificación de la unidad didáctica y tomar decisiones pertinentes sobre las estrategias de enseñanza que vamos a utilizar.

2.5.1.3. Selección de objetivos

Es necesario que el profesor reflexione sobre los aprendizajes que desea favorecer en los alumnos, considerando simultáneamente los resultados de los análisis científico y didáctico, y que concrete en un conjunto de objetivos a conseguir sus intenciones educativas. La reflexión y toma de decisiones del profesor deben de estar guiadas por criterios coherentes con el nivel

educativo y con el concepto de unidad didáctica que se propone. La selección de objetivos debe de tener como referencia el nivel educativo en el que estamos. Así mismo también se deben de tomar en cuenta por los contenidos relevantes (conceptuales, procedimentales, actitudinales) implicados en el desarrollo de la unidad didáctica.

Abordar la selección de objetivos tras los análisis científico y didáctico debe servir para que contemplemos no sólo los contenidos científicos que queremos trabajar en el aula, sino también las experiencias previas y posibles dificultades de aprendizaje de los alumnos.

Uno de los problemas que surgen en esta tarea es el decidir el nivel de concreción con que formulamos los objetivos didácticos.

2.5.1.3.1 Criterios en la selección de objetivos

- ▶ Es necesario que el profesor reflexione sobre los aprendizajes que desea favorecer en los alumnos, considerando los análisis científico y didáctico en la toma de decisiones.
- ▶ Deben tener como referencia el nivel educativo al que va dirigida la unidad didáctica y enfocada a los contenidos relevantes (conceptuales, procedimentales y actitudinales).
- ▶ Un mismo contenido puede plantearse con diferentes niveles de complejidad utilizando diferentes estrategias de aprendizaje.
- ▶ La formulación de objetivos no ha de convertirse en una descripción de los resultados y conductas observables esperadas (llevando a una atomización que hacer perder la visión global que se requiere de la unidad didáctica).
- ▶ Ya que no podemos olvidar el carácter constructivo del aprendizaje en el que cada alumno construye su conocimiento de acuerdo a sus propias peculiaridades, el desarrollo de sus capacidades no puede ser medido por conductas observables idénticas para todos.

2.5.1.4. Selección de estrategias didácticas

Para desarrollar una lección, el profesor debe de adoptar unas normas de actuación ante las que espera que los alumnos respondan de una determinada manera. La selección de estrategias didácticas tiene por objeto el que estas normas de actuación sean eficaces para el logro de los objetivos propuestos. Dentro de la estrategia didáctica el profesor debe de contemplar sus planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza, las actividades de enseñanza y los materiales de aprendizaje cómo cuatro conceptos que permiten comprender cómo se concreta la acción en el aula y nos serán útiles para la realización de esta tarea.

El tipo de actividades a utilizar y su secuenciación dependerán de los objetivos que se pretendan alcanzar en la unidad didáctica y de la orientación de la enseñanza de las ciencias que se desee enfatizar.

Conviene diferenciar dentro de la estrategia didáctica del profesor cuatro puntos:

1. Sus planteamientos metodológicos
2. La secuencia de enseñanza
3. Las actividades de enseñanza
4. Los materiales de enseñanza

En el aula, el desarrollo de la unidad didáctica ocurre a través de un conjunto de actividades de enseñanza que van de acuerdo a los objetivos didácticos; cada actividad tiene un contenido y una intencionalidad que la hacen diferente; los objetivos didácticos marcarán la pauta de las actividades a realizar. Es posible que un objetivo requiera la selección de varias actividades o una actividad persiga varios objetivos. La relación objetivo-actividad debe planearse globalmente y un una esquema de esta relación se muestra en la figura 2.1.

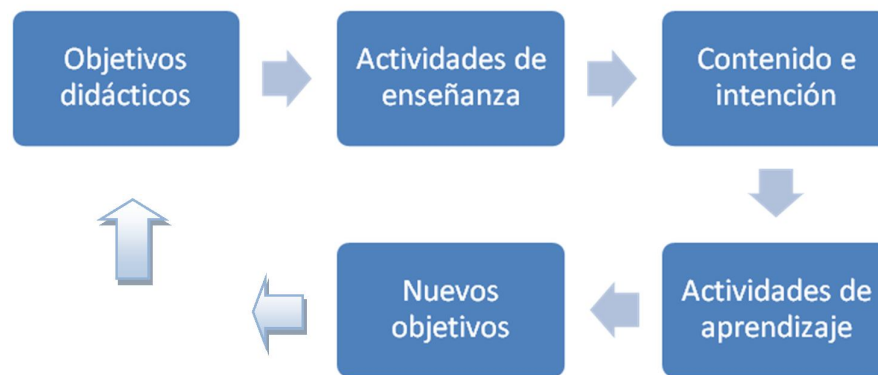


Figura 2.1 Relación objetivo – actividad de enseñanza

2.5.1.5. Los materiales de aprendizaje

Deben mostrar claramente la estrategia didáctica del profesor, pues van a ser los instrumentos mediante los cuales el profesor comunica tanto el contenido de su enseñanza como su intención, pueden ser por ejemplo: el programa-guía, las hojas de trabajo y el cuaderno del alumno.

- ▶ El **programa-guía**: describe la secuencia de enseñanza (puede ser de uso exclusivo para el profesor o también para los alumnos)
- ▶ Las **hojas de trabajo**: amplían el contenido de las actividades y dan indicaciones para su desarrollo y son para el uso del alumno.
- ▶ El **cuaderno del alumno** (no es una libreta de trabajo) es un dossier o portafolios en que el alumno irá construyendo durante el desarrollo de la unidad didáctica.

2.5.1.6 Selección de estrategias de evaluación

La selección de estrategias de evaluación es la última tarea del modelo. Tanto las valoraciones como las consiguientes decisiones, implícitas en la evaluación, están condicionadas por la concepción que el profesor tenga del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Asumida como objetivo de la labor docente la construcción de aprendizajes por los alumnos, la evaluación, como un elemento más de esa labor, no puede sustraerse a dicho objetivo y hemos de considerarla, no con carácter restrictivo de valoración al final del proceso, si no con carácter formativo, siendo por tanto su función la de favorecer dichos aprendizajes, ayudar para seguir avanzando y rectificar si es necesario. Desde la concepción constructivista, el profesor al valorar una situación, un hecho, un concepto o una experiencia, debe hacerlo de manera compartida con el alumno, mostrándole la utilidad que dicha valoración puede tener para el futuro o en sí misma, con objeto de que la evaluación sea realmente formativa.

Para que la evaluación sea formativa debemos utilizarla como un medio que nos proporcione información, tanto para suministrar una retroalimentación adecuada a los alumnos como para mejorar la enseñanza del profesor. Se convierte, por tanto, en un instrumento para el aprendizaje de los alumnos, para el seguimiento y mejora del desarrollo de la unidad didáctica.

Desde la planificación de la unidad didáctica hemos de reflexionar y tomar decisiones sobre el qué, cómo y cuándo evaluar. Delimitar los aspectos relevantes, que van a construir el contenido de la evaluación, es la primera decisión.

En relación con el aprendizaje de los alumnos y la función formativa de la evaluación es necesario que la misma tenga los siguientes contenidos: a) la situación de inicio, es decir, el conocimiento e ideas previas de los alumnos, b) los progresos en la construcción de conocimientos y del cambio conceptual que llevan a cabo los alumnos y c) los conocimientos científicos adquiridos (conceptuales, procedimentales y actitudinales)¹⁵.

Un aspecto importante del proceso enseñanza – aprendizaje es la evaluación, ya que por este medio el maestro puede observar en forma organizada el aprovechamiento de sus alumnos y registrarlo. La evaluación es una tarea importante en la práctica educativa. Es necesario que el docente la lleve a cabo durante el ciclo escolar, observando tanto la forma en que evolucionan los conocimientos de los alumnos como el desarrollo de ciertas habilidades y actitudes. Por

¹⁵ Coll, C. Pozo J., Sarabia B., Valls E. (1992). Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Santillana: Madrid. Pp 135 – 136.

medio de la evaluación es factible que el docente identifique si las estrategias didácticas y los recursos utilizados fueron los adecuados y detecte, al mismo tiempo, aquellos factores que interfirieron en el logro de los propósitos establecidos. Al planear el proceso de evaluación, es necesario que el docente considere las siguientes preguntas: ¿Qué conocimientos deben manejar mis alumnos? ¿Qué habilidades y actitudes debo favorecer en ellos? ¿Qué dificultades tienen mis alumnos para acceder a los contenidos? ¿Qué instrumentos puedo usar para evaluar estos aspectos? Al dar respuesta a estas preguntas, el docente podrá definir tanto los propósitos como los instrumentos de evaluación.

2.6 EL PAPEL DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS.

Desde un punto de vista constructivista el atractivo de la realización de experimentos es su capacidad de promover el cambio conceptual a los alumnos ya que las experiencias en el laboratorio proporcionan a los alumnos la oportunidad de cambiar sus concepciones superficiales por enfoques científicos más elaborados sobre los fenómenos naturales. Sin embargo es cuestionable el que las prácticas de laboratorio habituales cumplan los objetivos antes señalados y no por falta de interés de los estudiantes, pues ellos “contemplan el paso de una enseñanza eminentemente experimental como una revolución pendiente”¹⁶, sino porque los trabajos de laboratorio pueden dar una visión deformada sobre el trabajo científico, al convertir las prácticas de laboratorio en simples recetas en donde no se permite la reflexión por parte de los alumnos de los fenómenos investigados y también por desconocimiento del profesor del fenómeno estudiado en forma cabal.

Además de que los diseños experimentales que se presentan a los alumnos son recetas ya preparadas excluyen la reflexión sobre las relaciones entre ciencia y tecnología por lo que es necesario reorientar las prácticas para que se aprovechen las tecnologías actuales en la formulación de hipótesis, elaboración de diseños, análisis de resultados, elaboración de memorias y presentación de trabajos.

La experiencia universitaria en educación técnica es una etapa crítica en el desarrollo estudiantil debido a que los estudiantes se preparan para tomar decisiones importantes en la sociedad y en

¹⁶ Furio Carles, Paya José, Valdes Pablo, “Cómo promover el interés por la cultura científica?, una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años, Década de la Educación para el desarrollo sostenible, UNESCO, pp. 82

los centros de trabajo. El proceso interactivo de enseñanza y aprendizaje se da en el salón de clases con diferentes actividades a base de instrucciones que son el elemento fundamental del proceso de aprendizaje y en donde se identifican diferentes estilos de aprendizaje en jóvenes y adultos y se relacionan con los estilos de enseñanza que predominan en el nivel universitario. En este punto cobran importancia los estilos de enseñanza en función de los retos que da la sociedad del conocimiento actual.

El uso de un modelo de enseñanza y aprendizaje basado en actividades prácticas profesionales permite una formación integral de los alumnos quienes adquieren los conocimientos que emplearan en problemas reales en donde es importante una asociación e interpretación de conocimientos para aplicarlos a situaciones reales y en donde es fundamental el trabajo en grupo. De esta manera el alumno logra una participación más activa y responsable en su proceso formativo contando con la orientación del docente.

En este sentido, como señala Kolb, el papel del docente cobra importancia al identificar los estilos de aprendizaje de los alumnos y desarrollar técnicas y métodos de instrucción para los alumnos acordes con su perfil para el aprendizaje.¹⁷

En la figura 2.2 se muestra los estilos de aprendizaje de Kolb para el procesamiento de la información y resolución de problemas.



Figura 2.2 Estilos de aprendizaje de Kolb

¹⁷ Kolb, D. (2015) Experiential learning. Experience as the source of learning development. Second edition. USA: Pearson. Pp 32

Otro aspecto que debe considerarse en el trabajo experimental es que la presentación de resultados de la investigación de una persona o de un equipo no es suficiente para aceptar o rechazar una hipótesis sino que se requieren los resultados obtenidos parte del trabajo realizado por la comunidad científica. En este sentido es necesario que los experimentos realizados por los estudiantes los presenten ante el grupo y los contrasten con los resultados obtenidos por otros equipos de manera que comprenda la importancia de trabajar en equipo para la verificar o falsear una hipótesis.

En resumen puede decirse que el papel del trabajo experimental en la educación en ciencias debe reorientarse de forma que las prácticas que los alumnos realizan no sean recetas para llegar a un resultado previamente expuesto sino que permitan la reflexión por parte de los estudiantes, propongan hipótesis, elaboren diseños haciendo uso de las nuevas tecnologías a su alcance, analicen resultados, relacionen sus resultados con otros campos de conocimiento y presenten sus resultados ante el grupo emulando con ello el quehacer científico. Para lograr estos objetivos la participación del docente es crucial y requiere de profesores capacitados en ciencias y comprometidos con formar ciudadanos conscientes de sus decisiones y despertar el interés por el estudio de ciencias.

2.7. EVALUACIÓN

Las formas tradicionales de evaluar los cursos por parte de los profesores se caracterizan por definir calificaciones para los trabajos, exámenes y participaciones diversas de los alumnos, donde incluso, la asistencia y la conducta también son componentes a sumar en la calificación diaria, bimestral y anual. Sin embargo, se requiere cambiar la visión sobre la “calificación” por otra nueva de “evaluación”, donde ésta última reconoce principalmente tres tipos: la inicial o diagnóstica, la permanente o formativa y la sumativa o acumulativa.

2.7.1. Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica pretende reconocer los conceptos previos de los alumnos en el inicio de una secuencia didáctica y no tiene como fin la asignación de una calificación, es sólo para que el profesor se percate del nivel de conocimientos que poseen sus alumnos, en forma por demás aproximada. El docente puede hacer una evaluación cualitativa en su diario de clases, basada en juicios y valoraciones discursivas que se constituyan en referentes, lo más objetivos posible, para que en el desarrollo del curso se puedan orientar los procesos de aprendizaje en cuanto a su reforzamiento y pertinencia.

2.7.2. Evaluación formativa

La **evaluación formativa** constituye la parte medular en la adquisición de conceptos, el desarrollo de habilidades y la promoción de actitudes geográficas, los cuales requieren de la apropiación de contenidos básicos para operar aprendizajes que serán evaluados cualitativa y cuantitativamente, eliminando las “baterías de pruebas objetivas” que sólo promueven la memoria de corto plazo y propician la atomización de los contenidos, sin nexos o relaciones evidentes que permitan a los alumnos desarrollar la observación, el análisis, la integración, la representación y la interpretación de la información geográfica en escala mundial y nacional.

El profesor puede utilizar instrumentos de evaluación que respalden, no las calificaciones de sus alumnos, sino los procesos y productos elaborados que dan cuenta del cumplimiento, o no, de los aprendizajes esperados y las competencias para la vida a través del trabajo individual, en equipo y por grupo. En ocasiones los padres de familia no logran comprender las razones por las cuales su hijo fue promovido, o no, con ciertas calificaciones, e intuyen que los exámenes no son prueba suficiente de los saberes que éstos demuestran tener cotidianamente en forma útil y aplicada en sus respectivos ambientes sociales. Los cuadernos de clase de los estudiantes, el diario del profesor, los procesos y productos del trabajo escolar se constituyen en los principales instrumentos para evaluar en forma permanente y no extraordinaria los avances semanales y bimestrales evidentes, por lo que el juicio valorativo del profesor deberá confrontarse con las notas, producto de la autoevaluación y coevaluación de sus alumnos.

2.7.3. Evaluación acumulativa

La **evaluación acumulativa** no es la suma final de calificaciones, sino la evaluación de procesos y productos durante el año escolar, que hacen posible medir en forma sistemática y gradual el aprendizaje de un alumno, observando la adquisición y aprovechamiento de sus aprendizajes significativos, que no se evalúan por promedio, sino por el nivel de logro obtenido. A diferencia del pasado, donde el profesor dependía básicamente del examen final (semestral y/o anual) para saber a última hora si el alumno aprobaba o no su curso. Esta forma de proceder de los profesores debe cambiar, no es justificable que un alumno obtenga la calificación final por medio de un examen para el cual se preparó el día anterior, y después del cual le quedan muy pocos conocimientos en su memoria de largo plazo para aplicarlos o utilizarlos posteriormente.

Esta visión de la evaluación implica cuestionar los exámenes que se realizan en forma por demás extraordinaria, pero antes, implica establecer la responsabilidad del profesor en las medidas pertinentes para orientar y apoyar a los alumnos que más lo requieran. Su condición de guía en los procesos de aprendizaje seguramente le permitirá detectar a tiempo aquellos temas difíciles o áridos que se les complican normalmente a ciertos adolescentes.

En conclusión, la evaluación no debe entenderse como una nota aprobatoria o reprobatoria exclusivamente, que segmenta y califica a los alumnos a partir de un número, verlo así es dejar de lado todas aquellas experiencias y procesos significativos que se construyen paso a paso modificando conocimientos, habilidades y actitudes que hacen posible o no el éxito académico de los alumnos. La evaluación debe ser un proceso amplio y abierto.

Es importante evaluar porque:

- Es una oportunidad más de aprendizaje.
- Se obtiene información sobre el grado en que se han alcanzado los propósitos y los aprendizajes esperados.
- Se da a conocer el grado en que se han logrado las competencias.
- Se tienen indicadores de los logros y las debilidades de los alumnos.
- Es necesario evaluar, acreditar y promover al alumno.

Es importante evaluar para:

- Guiar la práctica docente.
- Regular el proceso de enseñanza y de aprendizaje.
- Conocer las dificultades de los alumnos en sus aprendizajes.

- Obtener información sobre el tipo de ayuda que debe brindarse a los alumnos.
- Ajustar la ayuda mediante aproximaciones sucesivas a las características individuales de los alumnos.

Hasta ahora se ha abordado la evaluación didáctica, como se propone en el programa de la asignatura. Sin embargo, desde el punto de vista social, la calificación es una exigencia que no puede hacerse a un lado fácilmente. La calificación exige una modificación en la manera como se utiliza; debe derivarse de la evaluación formativa y convertirse en una estimación cuantitativa del grado en que cada estudiante logra su aprendizaje en conceptos, habilidades y actitudes. Los avances de un estudiante deben valorarse también en función de los resultados en equipo con sus compañeros, la calificación también es un indicador de los logros colectivos.

Existen algunas posibilidades de estimaciones para que el profesor evalúe y califique a sus alumnos, como las rúbricas, también conocidas como matrices de valoración.

En este trabajo se presenta una propuesta basada en las rúbricas, ya que se consideran adecuadas, para una evaluación permanente del aprendizaje de conceptos, habilidades y actitudes. A través de ponderaciones cualitativas, que pueden trasladarse a ponderaciones cuantitativas, se obtienen instrumentos para guiar a los profesores en la asignación de una calificación y en obtener información sobre el grado en el que se han alcanzado las intenciones educativas.¹⁸

2.7.4. Las rúbricas

“Las rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada. Son escalas ordinales que destacan una evaluación del desempeño centrado en aspectos cualitativos, aunque es posible el establecimiento de puntuaciones numéricas”.¹⁹

Las rúbricas deben definirse y consensarse con base en los aprendizajes esperados, e indicar el grado de desempeño de los alumnos; construidas así, permitirán a los docentes retroalimentar a los alumnos y a éstos últimos autoevaluarse, con base en criterios comprensibles.

¹⁸ Nieda, Juana y Beatriz Macedo (1997), Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años, México, OEI-UNESCO/SEP (Biblioteca del normalista). Pp. 162 – 165.

¹⁹ Díaz Barriga, Frida (2006). Enseñanza situada, Vínculo entre la escuela y la vida, Mc Graw Hill. Pp 134.

Las rúbricas también se conocen como *listas de comprobación o desempeño*. Este tipo de instrumentos ofrece un registro pormenorizado del desempeño de los alumnos, donde el profesor les puede explicar las áreas que necesitan mejorar, o incluso los propios alumnos pueden identificarlas. Usar la misma lista más de una vez en la evaluación continua, es una forma fácil de observar los avances de los alumnos.

Las rúbricas pueden evaluar tanto la totalidad del proceso como las diferentes partes del desempeño, las cuales se suman al final para evidenciar el proceso de aprendizaje a lo largo de una actividad, un ciclo o un curso, en función de criterios planteados en un enfoque propositivo y que de pauta a los profesores o alumnos sobre dónde deben dirigir sus esfuerzos y retroalimentarse para lograr el aprendizaje esperado, por lo que es conveniente no usar términos peyorativos o descalificadores. En la tabla 2.3 se listan las ventajas que ofrecen las rubricas tanto al instructor como al alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje.²⁰

Tabla 2.3 Ventajas del uso de rúbricas o matrices de valoración

Ventajas para el instructor	Ventajas para el alumno
Es una herramienta para una evaluación objetiva	Permite a los estudiantes saber los criterios con los que se va a evaluar el proceso de aprendizaje o los productos, con base en los propósitos y aprendizajes esperados
Reflexionar sobre los objetivos y los criterios de evaluación planteados al grupo.	Los alumnos pueden ver los criterios antes, durante y después de la elaboración de sus productos
Ofrece información de la efectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje al permitir evaluar conceptos, habilidades y actitudes.	Promueve la responsabilidad de su aprendizaje
Es un instrumento de evaluación abierto en donde los alumnos pueden participar en su elaboración	Promueve la autonomía del aprendizaje
Reflexionar sobre la evaluación para mejorar el proceso e instrumento de evaluación	La calificación adquiere otro sentido, ya que se fundamenta con criterios cualitativos

²⁰ García M., Sampere J. M., Marco F., De la Sen M. La rúbrica de evaluación como herramienta de evaluación formativa y sumativa. Universidad de alicante, España. IX Jornadas redes de investigación en docencia universitaria. 16 y 17 de junio de 2011. Fecha de consulta 8 de enero de 2016. Pp. 1

Al terminar el desarrollo de cada secuencia didáctica, el profesor puede evaluar si las estrategias e instrumentos funcionaron, elaborar otros nuevos para la autoevaluación o coevaluación de los alumnos respecto a los aprendizajes esperados (conceptos, habilidades y actitudes) y evaluarse él mismo.

Se propone que las rúbricas se ajusten a los criterios de planeación de cada uno de los subtemas de los bloques, así, la evaluación debe considerar las actividades y los productos elaborados en la secuencia didáctica.

2.8. LA NEUMÁTICA

La neumática es una tecnología que usa un gas comprimido, generalmente aire aunque también se usa nitrógeno u otro gas inerte, para diversas aplicaciones: como forma de transmisión de energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos ²¹ ; en la automatización de procesos; como medio de transporte, por ejemplo movimiento de materiales como semillas secas o cemento, para consumo humano como por ejemplo en sistemas de aire inducido en espacios cerrados con ausencia de oxígeno, en la elaboración de alimentos, como catalizador de reacciones químicas, sistemas de vacío, entre otras.

En la industria de manufactura el aire comprimido se usa para el movimiento de cargas pesadas, liberando de tareas pesadas y agotadoras al ser humano, también en la automatización de procesos en sectores como el automotriz, empaque, producción de papel, fabricación de pañales y toallas sanitarias, elaboración y envase de bebidas carbonatadas, elaboración de pan, industria farmacéutica, fabricación de llantas, industria de componentes electrónicos; como agente de combustión en generadores de vapor.

Otra aplicación de la neumática es como medio de transporte de productos como pintura, granos y materias primas.

En áreas de la salud la neumática se utiliza para sistemas de consumo humano como en el caso de terapia intensiva y quirófano para el suministro de aire comprimido a ventiladores pulmonares y estaciones de trabajo para anestesia.

²¹ National Fluid Power Association (2015). Hydraulics and Pneumatics at work in your world. USA. URL: <http://www.nfpa.com/fluidpower/whatisfluidpower.aspx#pneum>

En diversión el aire comprimido se usa como medio de locomoción de juegos y estructuras animadas. En la milicia se utiliza aire comprimido para la fabricación y traslado de armamento, movimiento de equipos de entrenamiento en prácticas de tiro, entre otras.

El aire comprimido también se usa en las instituciones de educación superior para la enseñanza de la asignatura de neumática o para la operación de equipos didácticos.

El aire comprimido se prefiere a otras formas de transmisión de potencia debido a que es una tecnología limpia en comparación con otras tecnologías como los sistemas hidráulicos, que utilizan aceites sintéticos presurizados por sistemas de bombeo, los cuales desarrollan mayores fuerzas que la neumática pero tienen el inconveniente de que contaminan el ambiente; la neumática se prefiere a la energía eléctrica porque resulta más económica para ciertas aplicaciones o bien por aspectos de seguridad en áreas con atmósferas explosivas.

Debido a que el aire comprimido usa, principalmente, al aire atmosférico como materia prima los usuarios la consideran como una tecnología limpia y de bajo costo sin embargo el aire comprimido en el proceso de compresión se contamina y al expulsarse a la atmósfera al final de su ciclo operativo, sin previo tratamiento, se vuelve un foco de contaminación. Debido al tratamiento que requiere y los equipos involucrados en su manejo el aire comprimido se convierte en una tecnología cara en comparación con los sistemas hidráulicos y la electricidad. Por ello la importancia de que los usuarios de esta tecnología conozcan el tratamiento que debe dársele además de que ese tratamiento le confiere al aire comprimido una mejor calidad que a su vez mejora la eficiencia de los sistemas y equipos neumáticos.²²

Otro aspecto que los usuarios de la neumática deben comprender con cabalidad es el de la magnitud y distribución de las fuerzas que desarrollan los equipos como actuadores para que se diseñen correctamente los componentes de los circuitos neumáticos.²³

²² A. Serrano N. (2000) La Neumática Paraninfo

²³ Mott R. (1979) Applied Fluid Mechanics. Charles E. Merrill Publishing Company. USA. Pp 55

Capítulo 3. Metodología

En este capítulo se describe el perfil de los sujetos con los que se llevó a cabo el trabajo de investigación educativa, así como también se aborda el diseño y aplicación de la Unidad Didáctica, se describen las actividades que constituyen la unidad didáctica, se indica el objetivo de cada actividad, así como la forma que se propone evaluar el proceso enseñanza- aprendizaje.

3.1. SUJETOS DE ESTUDIO

La Unidad didáctica diseñada para el curso de capacitación de neumática, se aplicó al personal del sector industrial de áreas de mantenimiento y producción así como a personal de empresas proveedoras de equipos y servicios a industrias relacionadas con la neumática. Cabe destacar que los cursos de neumática fueron solicitados a “ASCO Numatics” por las empresas descritas para cubrir sus necesidades de capacitación de su personal en neumática y para el conocimiento de funcionamiento y especificación de productos de la marca Numatics.

Los grupos de estudio están formados por personal de las empresas que son egresados de escuelas técnicas, universidades y algunas con un nivel de escolaridad medio superior; en todos los casos son trabajadores de organizaciones relacionadas con el sector industrial de transformación y de servicios.

Los grupos de estudio forman parte de un muestreo probabilístico, las muestras de estudio fueron variables manejándose rangos de 8 a 12 sujetos por grupo. La razón de no manejar muestras uniformes es que la unidad didáctica se aplicó a grupos de empresas que solicitaron cursos de capacitación con un número variable de empleados.

Es importante mencionar que la unidad didáctica propuesta se aplicó a tres grupos de estudio en diferentes momentos y en zonas geográficas distintas de México.

Al estudiar grupos mixtos, con diferentes niveles educativos y culturales de diferentes regiones de México las muestras probabilísticas de estudio son representativas del universo de la fuerza laboral del sector industrial de México en el área de estudio de este proyecto de la educación en ciencias.

La unidad didáctica propuesta se aplicó a tres grupos de estudio en diferentes momentos y en zonas geográficas distintas de México, siendo estas: Distrito Federal, Monterrey, N. L., León y

Silao, Guanajuato. Los tres grupos están formados por sujetos de los géneros masculino y femenino, mayores de 18 años, desempeñándose como trabajadores de organizaciones relacionadas con el sector industrial de transformación y de servicios.

Las fechas de realización de los cursos de capacitación en donde se aplicó la unidad didáctica se presentan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Fechas, región y número de participantes de grupos de estudio

Grupo	Fecha	Región	Participantes
1	Enero de 2013	Monterrey, N.L.	8
2	Abril de 2013	México, D. F.	8
3	Julio de 2014	Silao, Guanajuato	10

3.1.1. Géneros de los grupos de estudio

Los participantes del curso son mayores de edad, en su mayoría del género masculino y algunas personas del género femenino. En la figura 3.1 se muestran estadísticas de los géneros y

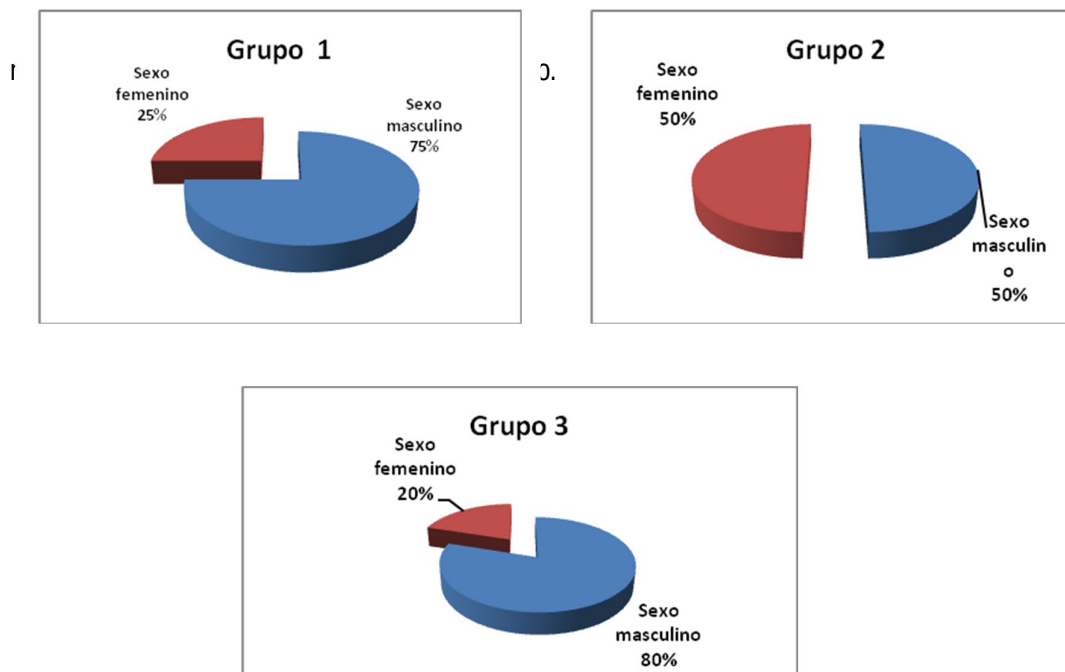


Figura 3.1. Géneros de los grupos de estudio

3.1.2. Escolaridad

La escolaridad de los individuos es variable pues no se manejaron grupos estratificados, los grupos de estudio están formados tanto por técnicos e ingenieros egresados de escuelas técnicas o del nivel superior como por personas con un nivel de escolaridad medio superior. En la figura 3.2 se muestra el nivel de escolaridad de los participantes.

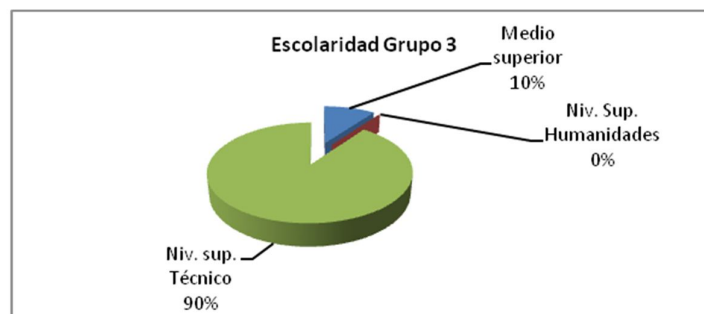


Figura 3.2. Escolaridad o grado académico de los participantes.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

La capacitación de los participantes en neumática se realiza mediante la aplicación de una unidad didáctica diseñada para llevarse a cabo en un tiempo de 24 horas, considerando los principales temas de la neumática que permite reforzar los conceptos básicos de las técnicas de neumática que los alumnos revisaron durante su formación profesional técnica, al mismo tiempo se pretende proporcionarles nuevos conceptos relacionados con el nivel tecnológico actual, las normas internacionales y construir sobre la bases de estos conceptos otros nuevos relacionados con el control de equipos y procesos industriales.

Para el diseño de la unidad didáctica se tomó como modelo la propuesta de Sánchez y Valcárcel (1993)²⁴ y de Tobón, Pimienta y García (2010)²⁵ descrito en el apartado del marco teórico. Las acciones que se recogen (análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación) son las cinco tareas incluidas en el modelo. En esta propuesta se persigue un doble propósito: proporcionar las referencias teóricas que puedan fundamentar la toma de decisiones del profesor en la planificación y facilitar un procedimiento para abordar cada una de estas tareas. En la tabla 3.2 se muestran los datos generales y apertura de la unidad didáctica y en el anexo C se muestra por completo el diseño de la unidad didáctica que fue aplicada en el curso de neumática. Se describen los contenidos que se pretenden abordar, las actividades que constituyen la unidad didáctica, se indica el objetivo de cada actividad, así como la forma que se propone evaluar el proceso enseñanza- aprendizaje.

²⁴ Sánchez G. y Valcárcel M. (1993) “Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales”. Investigación y experiencias didácticas. Pp 38 – 42.

²⁵ Tobón S., Pimienta J., García J. (2010) “Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de competencias”. Pp 76 – 77.

Tabla 3.2. Unidad didáctica

Datos Generales											
Entidad Federativa: Ciudad México		Emerson México		Ciclo de capacitación: 2012-2013		Servicio					
						CE	X	CAE			
Nombre del instructor: Ing. Hugo Fernando Ramírez Castro						Situación laboral:					
						Interno		X		Externo	
Nombre del curso: Neumática Básica						Horario del curso:					
Campo de formación profesional: Sistemas industriales						Especialidad: Automatización de fluidos				Lunes , Martes y Miércoles de	
										8:00 a 17:00 horas	
Lugar de impartición: Servicios educativos de Emerson ciudad de México						Fecha				Duración en horas: 24	
						Inicio: 1/04/2013		Término: 3/04/2013			
Objetivo General: Al finalizar el curso, el egresado(a) comprenderá los principios básicos de la técnica neumática, conocerá el adecuado tratamiento del aire comprimido como forma de energía de acuerdo a requerimientos de ISO, conocerá la simbología ANSI / ISO de válvulas de 2, 3 y 4 vías así como válvulas de 2 y 3 posiciones y sus aplicaciones, conocerá las características y beneficios de varios tipos de válvulas y marcas, conocerá los diferentes modos de actuación de válvulas explicando los pros y contras de cada uno, conocerá los diferentes tipos de actuadores, su dimensionamiento y los diferentes modos de controlar las velocidades de un cilindro así como aplicaciones, analizará e interpretará circuitos neumáticos básicos, conocerá medidas de seguridad al operar equipo neumático.											
Justificación: Atender las necesidades de capacitación de ingenieros, técnicos y personal involucrado en la operación, mantenimiento y selección de equipo neumático en el sector industrial, interesado en conocer sistemas de control eficientes y requieren de conceptos y herramientas para llevar a cabo su tarea. Para la apertura del curso, se han inscrito 5 participantes de la empresa Ascomatica, S. A de C. V., los cuales asistirán a las instalaciones de los servicios educativos de Emerson México, en los horarios ya establecidos y con el docente-instructor titular.											
Observaciones: CE: Curso para empresas CAE: Curso para empresas acorde a sus necesidades											

Apertura y encuadre				
Etapas	Actividades	Técnica grupal	Material y equipo de apoyo	Duración
Presentación del instructor / facilitador y de los participantes	Presentación ante el grupo Cada participante dice su nombre, empresa que representa, antigüedad, escolaridad y expectativa del curso.	• Rompe hielo	• Computadora • Proyector • Presentación Point Power	10 min.
Presentación del curso	1. Presentar los objetivos del curso 2. Presentar la descripción general del desarrollo del curso 3. Mencionar el temario del curso 4. Explicar los beneficios del curso e importancia de la neumática en los procesos industriales 5. Crear un ambiente participativo mediante preguntas al grupo 6. Especificar el tipo evaluaciones a realizar, los instrumentos a utilizar, el momento de aplicarlos y los criterios a utilizar 7. Acordar con el grupo las reglas de operación del curso como descansos, uso de teléfonos, uso de computadoras, uso de equipos de pruebas y aspectos de seguridad al manejar equipos de pruebas.		• Computadora • Proyector • Presentación Point Power	10 min.

3.3. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Se diseñó y aplicó un cuestionario de conocimientos de neumática, el cual fue aplicado al inicio de la secuencia de la unidad didáctica como evaluación diagnóstica (ver anexo A). Durante la aplicación de la unidad didáctica fueron empleadas rubricas y actividades experimentales diseñadas especialmente para medir el nivel de conocimiento de neumática durante el proceso de enseñanza.

Para determinar el grado de conocimientos previos de neumática se aplicó una rúbrica que permite identificar cuanto sabe el alumno sobre los bloques de estudio: preparación de aire, válvulas y actuadores. En el anexo B se encuentra esta rúbrica.

Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje también se mide el nivel de asimilación de conceptos y el desarrollo de habilidades. Para ello se usa el instrumento de evaluación formativa que se muestra en el anexo D, que permite evaluar a los alumnos en cuanto al desarrollo de contenidos procedimentales y actitudinales, que van desarrollando durante su capacitación.

Como parte de la capacitación se usan prácticas de neumática para comprender las características y modo de operación de los equipos que usan aire a presión. En el anexo E se encuentran las prácticas que se usan en este trabajo.

Debido a que la formación que se pretende lograr con la aplicación de la unidad didáctica es de carácter profesional en el área de neumática industrial es necesario conocer el grado de competencia que el capacitando adquiere durante su entrenamiento y para ello se propone una rúbrica que mida los conocimientos y las habilidades que logra el capacitando (Ver anexo F).

Para medir la efectividad de la unidad didáctica se aplica una evaluación final que tiene el mismo contenido de la evaluación diagnóstica y permite conocer el grado de comprensión que los alumnos logran tener de los conceptos expuestos durante la capacitación (anexo A).

Como parte de una evaluación y para mejorar la calidad de los cursos se solicita a los alumnos realizar una evaluación anónima de carácter cualitativo y cuantitativo del curso ofrecido así como del instructor con la finalidad de obtener retroalimentación de la utilidad de la capacitación

y los aspectos en donde deben hacerse cambios para una mejora continua. En el anexo G se muestra la rúbrica de referencia.

3.4. ORGANIZACIÓN DEL CURSO Y MATERIALES DE ESTUDIO

Enseguida se describe la secuencia de actividades llevadas a cabo para la organización del curso y los materiales de estudio usados.

3.4.1 Organización del curso

El proceso de capacitación inicia con la organización del curso recabando información de fecha de realización, zona geográfica de realización, número de participantes, área de aplicación industrial, es decir, producción, mantenimiento, distribución, ventas, institución educativa; disponibilidad de recursos para la capacitación como aula de capacitación adecuada al número de participantes, pizarrón, energía eléctrica, video-proyector, suministro eléctrico, aire comprimido, Internet, aire acondicionado.

Conociendo la información anterior se agenda de acuerdo al calendario de cursos y se procede con la elaboración de los manuales de capacitación, acopio de catálogos y material didáctico y de evaluación adecuado al número de participantes; por otra parte se trabaja en la logística de materiales, muestras, equipos de demostración y alimentos que se ofrecerán en los recesos. Todo ello para solicitarlos, trasladarlos y se tengan en el sitio de la capacitación en tiempo y forma.

Dependiendo del alcance del curso se solicita previamente a cada participante llevar consigo una computadora portátil con acceso a Internet inalámbrico para las prácticas que implican el uso de sitios WEB o uso de programas específicos.

Adicionalmente cuando el curso se ofrece en planta industrial en las instalaciones del cliente se realizan los trámites requeridos para el ingreso de equipos y se cubren los requisitos de seguridad solicitados por el cliente para el ingreso a planta.

Previamente al inicio del curso se prepara el aula y se prueban los equipos auxiliares como video-proyector, Internet y aire comprimido para no tener demoras o distracciones al inicio o durante el curso.

3.4.2. Bienvenida al curso

En el primer día del curso se da una bienvenida y se hace un encuadre grupal presentando el contenido del curso, objetivos, duración, mecánica de trabajo y los momentos de evaluación para establecer el compromiso de aprendizaje. Se solicita una presentación breve de cada participante y sus expectativas del curso.

3.4.3. Inicio del curso y de la aplicación de la unidad didáctica.

Se inicia con la aplicación del cuestionario de la evaluación diagnóstica, el cuestionario que aparece en el Anexo A. El cuestionario consiste en preguntas abiertas sobre conceptos básicos de neumática y su aplicación en los procesos de control industrial, resolver problemas comunes mediante la aplicación de la neumática; también se incorporan en la evaluación preguntas relacionadas con la seguridad industrial y con la calidad de aire requerida para el procesamiento de productos para consumo humano. Con la revisión posterior de los exámenes y la rúbrica del anexo B, se recopilan los niveles de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que los capacitados tienen antes de iniciar el curso.

3.4.4. Contextualización y materiales utilizados

Como parte de la contextualización el capacitando reconoce la importancia de la neumática en los procesos industriales analizando un video relacionado con la neumática industrial.

Se entrega a cada participante un manual de capacitación con los materiales que se revisan durante el curso y se explica las partes que lo componen, haciendo énfasis en que los materiales que se presentan en imágenes están en su carpeta de entrenamiento por lo que no es necesario apuntar todo sino mejor atender el curso y tomar notas de lo que consideren importante.

Dependiendo del nivel y alcance del curso se entregan adicionalmente catálogos, folletos e información que se ocupa durante el curso.

Como parte de los materiales de enseñanza y evaluación se usan equipos neumáticos de la marca Numatics.

3.5. DESARROLLO DEL CURSO APLICANDO LA UNIDAD DIDÁCTICA

A continuación se describe paso a paso la secuencia de actividades llevadas a cabo durante el curso, la aplicación la unidad didáctica propuesta en cada uno de sus bloques de estudio, la integración de equipos de trabajo y el proceso de evaluación. Se describen las tres etapas del desarrollo del curso de neumática: importancia del tratamiento del aire comprimido, simbología de válvulas y principios de operación; estilos y simbología de actuadores mediante la aplicación de la unidad didáctica.

3.5.1. Primera parte: importancia del tratamiento de aire comprimido

3.5.1.1. Actividad 1

Esta primera parte tiene una duración de 8 horas, durante esta sección se resalta la importancia del aire comprimido como forma de energía, se conocen los daños que causa el aire comprimido contaminado a los equipos industriales; se identifican los equipos involucrados en el tratamiento del aire comprimido; se conoce la clasificación de la calidad del aire comprimido de acuerdo a normas ISO. Mediante una exposición se aborda el proceso de tratamiento de aire comprimido desde su generación en el compresor y las diferentes etapas de tratamiento hasta llegar al punto de uso. Además se repasan las leyes de los gases involucradas con el proceso de manejo de gases y se resalta la importancia de su comprensión para aplicación en diseño y selección de equipos industriales.

3.5.1.2. Actividad 2

Se realizan cálculos con las leyes de los gases expuestas para detectar problemas de diversa índole, desde aquellos con algebra básica, leyes físicas, leyes químicas, concepciones equivocadas sobre los conceptos de la teoría de gases hasta problemas con el manejo de equipos industriales y la causa de diversos problemas operacionales de planta relacionados con calidad de productos, contaminación del medio ambiente y costos relacionados con una mala calidad de aire comprimido y uso deficiente de esta forma de energía.

3.5.1.3. Actividad 3

En otra etapa del curso se hace uso de la literatura técnica de equipos industriales para el manejo del aire comprimido de los fabricantes que hoy en día regularmente se encuentra en disponible en sitios WEB de fabricantes de equipo. Para ello se hace uso de las tecnologías de la información como Internet y redes sociales en donde los fabricantes colocan información de sus productos. Los alumnos acceden a los sitios WEB indicados por el instructor y descargan los catálogos e información que se usan esta etapa del curso.

Una vez que los alumnos han logrado descargar los catálogos técnicos se muestra la estructura de la información técnica y dado que la mayoría de información se encuentra en el idioma inglés se explican las traducciones al español de los principales tecnicismos usados en los catálogos. Cabe señalar que para este nivel de manejo de información los alumnos deben contar con cierto nivel de dominio del idioma inglés.

3.5.1.4. Actividad 4

Una vez que se han descargado los catálogos se muestra el uso de gráficas de desempeño de equipos de tratamiento de aire como filtros, válvulas e instrumentos de regulación de presión y flujo. Estas gráficas relacionan variables como presión temperatura, flujo, caída de presión y temperatura por lo que los alumnos deben comprender estas variables de proceso. Dado que los alumnos generalmente no lo recuerdan de sus cursos previos de licenciatura se hace hincapié en la importancia de comprender esas variables para la correcta selección y operación de equipos en los procesos industriales por lo que se hace un repaso de las principales variables

de proceso y se explica el manejo de las gráficas y nomogramas que forman parte de la literatura técnica de los equipos relacionados con el tratamiento y manejo del aire comprimido.

Después de la explicación por parte del instructor del uso de gráficas y manejo de variables los alumnos practican resolviendo problemas específicos solicitados por el instructor y se comprueba el aprendizaje mediante la solicitud a los alumnos de la selección de equipos adecuados a condiciones específicas de proceso para sus procesos industriales que tienen en sus respectivas plantas. Con ello los alumnos reconocen la importancia y beneficio del adecuado manejo de la información presentada en la literatura técnica de los fabricantes.

Los alumnos reconocen sus deficiencias y logran en poco tiempo un “conocimiento conceptual” que les permite resolver problemas en diferentes áreas de sus áreas de trabajo.

3.5.1.5. Actividad 5

En esta parte se presentan normas internacionales relacionadas con la calidad del aire comprimido como OSHA (“Occupational Safety and Health Administration”) e ISO (“International Organization for Standardization”) con lo cual los alumnos reconocen que la calidad de aire comprimido usado en los procesos industriales está clasificada en una normatividad internacional y que con ello se puede o no estar cumpliendo con los sistemas de gestión de calidad de acuerdo a la ISO. Este punto permite hacer conciencia entre los alumnos la relación entre los conceptos básicos de la química, los procesos industriales y la competitividad de una empresa en una economía global; lo que a su vez desde el punto de vista de la educación es una estrategia para un aprendizaje significativo y la formación de ciudadanos con una alfabetización científica.

3.5.1.6. Actividad 6

Para la ejercitación de los conocimientos aprendidos se usan muestras de equipos usados en el tratamiento del aire comprimido permitiéndole al alumno conocer físicamente los equipos y familiarizarse con su operación y aplicación para la obtención de diferentes niveles de calidad de aire comprimido en función de las diversas aplicaciones industriales.

Se demuestra la operación de equipos de filtración portátil mediante el análisis del aire comprimido usado en el aula donde se expone el curso. Con ello se logran dos objetivos: el alumno aprende el uso de los equipos presentados durante el curso y al mismo tiempo se presenta evidencia de los contaminantes presentes en una red típica de aire comprimido y que son invisibles al sentido de la visión humana.

3.5.1.7. Análisis del primer día del curso

Con los resultados de la evaluación diagnóstica y empleando la rúbrica de conocimientos previos (ver anexo B), el instructor organiza los contenidos de los temas a revisarse en el resto del curso para ajustarlos a las necesidades de capacitación detectadas en los participantes.

3.5.2. Segunda parte: válvulas direccionales de flujo

3.5.2.1. Actividad 1

En la segunda parte del curso de neumática básica, con una duración de 8 horas, se hace un repaso de la simbología neumática para el desarrollo e interpretación de circuitos neumáticos básicos mediante la simbología comúnmente usada y de acuerdo a normas internacionales; también se presenta la tecnología de válvulas de corredera de carrete y camisa sin sellos de la marca Numatics que permite la configuración de las válvulas para diferentes aplicaciones y la optimización de equipos en el control de actuadores neumáticos. Por último se presentan los diferentes mecanismos de actuación y construcción de las válvulas neumáticas.

Se hace un repaso de la simbología usada en válvulas de 2, 3 y 4 vías de 2 y 3 posiciones así como de otros componentes neumáticos como actuadores, reguladores de flujo y presión de

acuerdo a normas internacionales como ANSI e ISO. Mediante la exposición de circuitos neumáticos básicos y explicación de los principios de funcionamiento de las válvulas, actuadores y otros componentes neumáticos se estimula el razonamiento lógico de los alumnos para que comprendan la lógica neumática y mediante ejercicios simples en papel y en pizarrón por parte de los alumnos se facilita que desarrollen la habilidad de crear nuevos circuitos yendo de casos simples hasta situaciones complejas que los participantes tienen presentes en sus respectivas plantas para que propongan soluciones en base al diseño de circuitos neumáticos. Como complemento al aprendizaje se presentan muestras físicas de los equipos y sus modos de actuación que previamente se representaron mediante símbolos para que los alumnos logren relacionar a la simbología neumática con equipos que generalmente tienen instalados en su planta pero de los cuales desconocen, hasta antes del curso, su aplicación y principios de funcionamiento.

3.5.2.2. Actividad 2.

En una segunda etapa del curso de válvulas se enseñan las múltiples configuraciones que se pueden lograr con la marca Numatics. Mediante esquemas neumáticos, retomando lo aprendido previamente, se construyen modelos de configuraciones de válvulas de 4 vías y 5 puertos y luego se pide a los alumnos que construyan modelos en papel y luego en pizarrón de otras configuraciones de válvulas trabajando en equipos y ocupando su manual de capacitación como herramienta de apoyo. Durante esta etapa los alumnos presentan al inicio cierta dificultad para diseñar los circuitos neumáticos requeridos pero con el apoyo de su manual de capacitación y mediante trabajo colaborativo entre los integrantes del equipo los alumnos logran realizar la mayor parte de los ejercicios solicitados. Luego del trabajo en papel se solicita a los alumnos presenten sus resultados en pizarrón y expongan sus circuitos propuestos; con este ejercicio el grupo comparte experiencias y aprende distintas formas de configurar las válvulas que la marca Numatics permite por su diseño de válvula.

3.5.2.3. Actividad 3.

Como soporte al aprendizaje se realizan prácticas en donde el instructor coloca válvulas y equipos neumáticos sobre una mesa y se pide a los alumnos que analicen las prácticas

solicitadas e incluidas en sus manuales de capacitación. Las prácticas que se presentan en forma de enunciados (ver anexo E), piden “construir” circuitos neumáticos para aplicaciones específicas mediante el uso de determinadas válvulas y equipos neumáticos indicados en cada práctica. La actividad se realiza en equipos solicitando que tomen las válvulas y equipos indicados que se encuentran sobre la mesa, conecten su circuito siguiendo las normas de seguridad y usando los equipos de protección personal como lentes de seguridad y protección auditiva. Para lograr llevar a cabo exitosamente las prácticas los alumnos deben identificar los equipos colocados sobre la mesa tanto físicamente como por la simbología neumática que se encuentra grabada en equipos como válvulas o filtros; una vez identificados los equipos solicitados en las prácticas los alumnos deben conectar los equipos neumáticos y lograr el control de los equipos de acuerdo a lo solicitado en cada práctica para lo cual a su vez deben partir de la construcción simbólica de los circuitos mediante la aplicación de la simbología neumática de válvulas y aplicar la lógica neumática. Esta actividad pone en juego los conocimientos teóricos aprendidos en la sección anterior y su aplicación en la solución de problemas mediante actividades prácticas.

Cada práctica tiene un grado de complejidad mayor con respecto a la anterior lo cual a su vez permite que el alumno construya nuevo conocimiento en la lógica neumática a partir de actividades prácticas y use ese nuevo conocimiento para lograr resolver la siguiente práctica. Estas actividades prácticas estimulan en los alumnos el análisis y la conceptualización y a partir de la experimentación activa ponen en práctica los conceptos estudiados para enfrentar nuevas situaciones.

3.5.2.4. Actividad 4

En la tercera fase del curso de válvulas se exponen los tipos y principios de operación de las válvulas neumáticas de tres posiciones y su aplicación en el control de los actuadores neumáticos. Mediante el desarrollo de circuitos neumáticos, por parte de los alumnos, en donde se involucran válvulas de tres posiciones se aprende la selección adecuada de válvulas neumáticas para diferentes aplicaciones industriales en donde se requiere el control de los actuadores en tres posiciones.

Dependiendo del tiempo disponible se realizan otras prácticas que involucran el uso de válvulas de tres posiciones para el control de paro de actuadores en posiciones intermedias.

3.5.2.5. Actividad 5

Una vez que los alumnos conocen los diferentes tipos de actuación convencionales de válvulas se presenta la nueva tecnología de actuación de las válvulas a base de tarjetas electrónicas que permiten a las válvulas, en conjunto con otros elementos electrónicos, formar parte de una red de comunicación industrial que cada vez toma mayor auge en los procesos industriales actuales que a su vez responden a los cambios en las tecnologías de información.

La comprensión de la operación de válvulas neumáticas que incorporan componentes electrónicos y sistemas de comunicación industrial requiere la explicación de los aspectos básicos de lógica digital y sistemas de comunicación a través de redes. Este conocimiento lo tienen los alumnos que tienen una formación en electrónica y sistemas de cómputo sin embargo los grupos a quienes se imparte capacitación son multidisciplinarios y están formados en diferentes disciplinas técnicas o bien de las ciencias sociales por lo tanto el instructor se enfrenta en esta etapa de la aplicación de la unidad didáctica al reto de explicar los principios básicos de los sistemas digitales a personas que no tienen la formación técnica necesaria por lo que se aplica la estrategia de comparación con sistemas digitales de uso común por todos como las computadoras, impresoras y teléfonos móviles en donde los equipos responden a nuestras necesidades por medio de comunicación a través de interfaces hombre – máquina.

3.5.2.6. Actividad 6

Una vez comprendida la operación cotidiana de las tecnologías de información actuales se regresa al conjunto de válvulas que incorpora componentes electrónicos y sistemas de comunicación digitales y mediante algunas dinámicas grupales se logra la comprensión del funcionamiento de las nuevas tecnologías incorporadas a los equipos neumáticos. Como complemento y apoyo al aprendizaje se presentan muestras físicas de los equipos electrónicos involucrados y equipos de demostración accionados por electricidad y aire comprimido.

Con esta actividad grupal y trabajo colaborativo se refuerza el aprendizaje de la técnica neumática mediante la conexión entre la teoría y la práctica mediante el aprendizaje por experimentación. Los alumnos en equipos deben presentar ante el grupo el cumplimiento de los

objetivos de las prácticas mediante la explicación del circuito neumático así como las dificultades encontradas para que los equipos neumáticos cumplieran los objetivos planteados. En esta etapa de aprendizaje los alumnos adquieren confianza para abordar problemas de mayor complejidad y resolver problemas que comúnmente tienen en sus plantas o bien hacer más eficientes sus procesos industriales con lo cual logran adquirir competencias que el sector industrial demanda.

Por otra parte esta etapa implica una evaluación en donde a través de la solución de las prácticas y el trabajo colaborativo se forman nuevos conceptos. Para determinar el grado de aprendizaje de la clase se utiliza la ficha de evaluación sanativa (ver anexo D) y la rúbrica de habilidades en neumática (ver anexo F).

3.5.2.7. Análisis del segundo día del curso

Con los resultados de la evaluación sanativa el instructor organiza los contenidos de los temas a revisarse en el resto del curso ajustando los tiempos y las actividades a las necesidades de capacitación detectadas en los participantes.

3.5.3 Tercera parte: Actuadores

3.5.3.1 Actividad 1

En la tercera parte de la unidad didáctica se presenta la simbología y clasificación de los actuadores neumáticos y se muestran diferentes técnicas para el cálculo, dimensionamiento, control de velocidad y fuerza así como selección de actuadores en función de necesidades de los procesos industriales.

Se comienza con un repaso de la simbología de los actuadores neumáticos y se presentan los diferentes tipos de construcción y operación de los principales actuadores de uso industrial. Para

apoyar el aprendizaje se presentan muestras físicas de los actuadores, algunos de los cuales están seccionados para mostrar sus interiores y elementos de construcción.

Enseguida se presentan técnicas de cálculo de variables relacionadas con la aplicación de los actuadores como la fuerza que desarrollan en función de su área y presión del aire comprimido empleado para su actuación. Las técnicas de cálculo usadas van de lo más simple usando solo fórmulas de las leyes de los gases y tablas de fabricantes hasta el uso de programas especializados para el diseño de componentes neumáticos en sitios web de fabricante y uso de aplicaciones para teléfonos inteligentes.

Cabe señalar que esta etapa involucra además de los actuadores a los otros equipos revisados en las dos primeras partes del curso, es decir, sistemas de preparación de aire, válvulas y equipos de control así como la aplicación de las leyes de los gases y sistemas de control digital.

3.5.3.2. Actividad 2

Se presentan los diferentes estilos construcción, montaje de actuadores, materiales de construcción y su selección en función de la aplicación y de acuerdo a las diferentes normas internacionales. Con la ayuda de muestras físicas y catálogos de diferentes series de actuadores los alumnos aprenden a diferenciar los diferentes estilos de montajes y a especificar modelos en catálogo. Cabe señalar que esta parte de formar modelos de productos en catálogo solo se presenta cuando el curso va dirigido a personal técnico cuya función es la de seleccionar productos para cotizar o dar soporte técnico a usuarios del producto.

Se expone la técnica de dimensionamiento de actuadores mediante el uso de equipos especializados como flexo-metro, cuenta-hilos y calibradores digitales. Se explican los distintos tipos de cuerdas usados tanto en sistemas americanos como europeos y se enseña el uso de los equipos de medición señalados. Se pide a los alumnos practicar, en equipos, la medición de actuadores distintos a los cuales previamente se les cubren las etiquetas de sus modelos; se les facilita los instrumentos de medición (flexo-metro, cuenta-hilos y calibrador digital) y se les pide presentar al grupo sus resultados. Los datos correctos no se dan y debido a que los equipos presentan resultados diferentes de los actuadores medidos los alumnos tienen que argumentar sus resultados. Enseguida se descubren las etiquetas de los modelos y con la ayuda del catálogo se tienen que corroborar las dimensiones de los actuadores pero en esta otra etapa de

la capacitación los alumnos tienen que interpretar la información del catálogo (en inglés) enfrentándose ahora al reto del manejo de la información que tiene un catálogo técnico. Para superar el reto el instructor enseña a los alumnos la forma en que se encuentra estructurado el catálogo y a relacionar los tecnicismos con las partes que componen los actuadores y lo aprendido en la sección anterior en relación a la nomenclatura de actuadores. Se realizan algunos ejercicios de manejo de información mediante el uso del catálogo tanto en papel como el uso del catálogo electrónico en el sitio WEB del fabricante para lo cual los alumnos tienen que acceder a Internet y navegar en el sitio WEB para aprender al manejo electrónico de la información. Una vez que los alumnos han aprendido a interpretar el catálogo técnico se corrobora la medición obtenida por cada equipo de trabajo con el modelo indicado en la etiqueta del actuador. Con este método los alumnos además de aprender la medición de actuadores logran interpretar la información del catálogo al relacionar la información técnica de un catálogo del fabricante con las características técnicas del actuador. Los equipos que no midieron adecuadamente el actuador tienen que repetir la medición para identificar en donde cometieron el error de medición. Este proceso se repite intercambiando los actuadores entre los equipos y realizando nuevas mediciones y comprobación mediante la literatura técnica.

3.5.3.3. Actividad 3

Se integra la operación de las válvulas neumáticas al movimiento de los actuadores neumáticos mediante la construcción de modelos de circuitos que representan el control del movimiento de los actuadores y sus diferentes aplicaciones en el sector industrial. Los alumnos en esta etapa del curso pueden construir los modelos de los circuitos neumáticos porque han aprendido la operación de las válvulas neumáticas y de los actuadores. Se resaltan las ventajas de las múltiples configuraciones que permiten las válvulas de la marca Numatics y que reducen la cantidad de válvulas y por ende los costos asociados a inventarios.

Posteriormente se presentan los equipos involucrados con el control de presión y velocidad del actuador comenzando con la explicación de su funcionamiento mediante su simbología neumática, luego integrando estos equipos de control a la operación conjunta de válvulas y actuadores mediante la construcción de circuitos neumáticos, enseguida mostrando muestras físicas de los reguladores de flujo y presión así como los escapes rápidos y mostrando su actuación mediante prácticas neumáticas en donde se involucran estos equipos de control.

3.5.4 Integración de conocimientos

Para integrar lo aprendido en las tres secciones del curso de neumática básica y complementar con las tecnologías de información actuales, relacionadas a este campo del conocimiento, se presentan los programas de cálculo y diseño de componentes neumáticos que se encuentran en Internet en sitio web del fabricante. Además se hace uso de la aplicación para teléfonos inteligentes de la marca Numatics. Para tal efecto se pide a los participantes conectarse a Internet y abrir los sitios WEB indicados por el instructor mostrando las distintas opciones de cálculo disponibles para válvulas, actuadores y circuitos neumáticos; se realizan simultáneamente alumnos e instructor algunos cálculos de componentes neumáticos; se hace hincapié a los alumnos que aunque los programas están disponibles en los sitios WEB para su comprensión y obtención de resultados correctos es primordial contar con los conocimientos básicos de neumática que se obtienen en escuelas técnicas o ingenierías, en cursos especializados de fabricantes o bien en sitios WEB específicos. Luego se pide a los alumnos que en equipos de 2 personas corroboren sus resultados obtenidos en cálculos previos mediante el uso de fórmulas o tablas. Debido a que los resultados obtenidos mediante los programas coinciden con los resultados obtenidos en forma manual se comprueba la eficiencia de los programas y las ventajas en ahorro de tiempo al usar los programas disponibles en Internet. Con respecto a los programas de fabricantes se enseña las diferencias entre ellos y que se tienen programas de cálculo, programas de dibujo y programas de diseño, todos en relación a componentes neumáticos. Se explica que el aprendizaje de estos programas computarizados forma parte de los cursos de neumática actuales en el sector industrial y que para su mejor aprovechamiento es recomendable cursar cursos básicos de neumática. Se invita a los alumnos a continuar especializándose en esta rama de conocimiento que es la neumática con el fin de ser más eficientes en su trabajo y contribuir con el posicionamiento de su empresa en un entorno global.

En este nivel del curso los alumnos logran construir modelos de circuitos neumáticos que involucran unidades de tratamiento de aire comprimido, válvulas y actuadores neumáticos pero no con la eficiencia y los costos mínimos para una operación rentable. Por lo que se les invita a seguir capacitándose en cursos avanzados de neumática, electro-neumática y sistemas de comunicación “bus de campo” para poder desempeñarse con más eficiencia en su trabajo dentro

de la industria y contribuir al incremento de productividad que tiene como beneficios un mejor posicionamiento de su empresa y al ofrecer productos de mejor calidad a los consumidores.

En esta tercera etapa del curso además de comprender la simbología, principios de funcionamiento, componentes y selección de los actuadores neumáticos los alumnos integran los conocimientos adquiridos en las dos secciones anteriores, es decir, la importancia del tratamiento del aire comprimido, la operación de las válvulas para el control de los actuadores y su selección en función de capacidades y características para las diferentes aplicaciones que demanda el sector industrial.

3.5.5. Evaluación final del curso

Una vez concluida la aplicación de la unidad didáctica de neumática básica se procede a la evaluación del aprendizaje y la efectividad de la misma para lo cual se aplica un examen final cuyo contenido es el mismo de la evaluación previa (ver anexo A). A cada participante se entrega un juego de copias con la evaluación que consta de 17 reactivos de los cuales se tiene la siguiente frecuencia de tipo de reactivo:

Tipo de reactivo	Cantidad
Problema	11
Conceptual	3
Complementación	1
Jerarquización	1
Opción múltiple	1
Total	17

La evaluación es individual, tiene una duración de 90 minutos y se permite a los alumnos hacer uso de su manual de capacitación y computadora para la resolución de problemas. Se permite el apoyo del material didáctico para la evaluación porque esta etapa forma parte de su aprendizaje de los alumnos en donde los reactivos representan situaciones reales en el contexto de los alumnos y para ofrecer una solución óptima es válido el uso adecuado de las herramientas que se enseñaron durante el curso. Al ser esta etapa una evaluación sanativa, esta técnica permite a los alumnos darse cuenta de que para la solución de situaciones complejas pueden hacer uso tanto del conocimiento básico de neumática así como de las herramientas que les ofrece las tecnologías de información actuales de su entorno.

Generalmente los alumnos están acostumbrados a que para la resolución de problemas de un examen no pueden hacer uso de apuntes, calculadora, computadora, Internet, sitios WEB o

trabajo en equipo. Desde mi punto de vista esta estrategia restringe desarrollar el potencial cognitivo del alumno al restringir su capacidad de poner en práctica muchas herramientas que forman parte de su contexto sin embargo en la realidad los alumnos al enfrentarse a problemas están solos y a la vez rodeados de mucha información y herramientas tecnológicas que son subutilizadas por los alumnos porque se les enseña que no deben usarlas para afrontar situaciones complicadas.

Por otra parte los productos que produce una empresa no son producto de una persona sino de un proceso que involucra equipos de personas con diversas especialidades así como maquinas, equipos y sistemas cada vez más automatizados; las personas que forman parte de los equipos de trabajo deben mantener una comunicación efectiva y saber trabajar en equipos multidisciplinarios para resolver problemas y hacer más eficientes los procesos. Esto requiere que desde los centros de estudio se forme a los alumnos en forma integral tanto en las teorías propias de la especialidad como a trabajar en equipo porque el trabajo en equipo es lo que permite el logro de objetivos.

Es por ello que en la aplicación de esta unidad didáctica el uso de todas las herramientas, comenzando por el conocimiento, el trabajo en equipo y la tecnología, forman parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Una vez concluida la evaluación se recogen los exámenes y se entrega a cada participante una hoja para que el alumno en forma anónima evalúe el aprovechamiento del curso y al instructor.

Al final se agradece su participación al curso y se recogen opiniones verbales de la calidad del curso y el grado de utilidad en que lo aprendido les servirá en su quehacer diario.

3.6 ANÁLISIS DEL ÚLTIMO DÍA DEL CURSO

Se revisan las evaluaciones y se generan estadísticas de aprovechamiento así como un análisis de las evaluaciones anónimas del desempeño del curso. Los resultados se hacen llegar al encargado de capacitación o recursos humanos de la empresa que solicito el curso de capacitación a su personal. Se presenta un resumen del curso y recomendaciones para un mejor aprovechamiento.

Capítulo 4. Resultados y discusión

En este capítulo se analizan los resultados obtenidos al aplicar la unidad didáctica a tres grupos diferentes de técnicos industriales. La evaluación se llevó a cabo en tres momentos: antes de iniciar el curso, durante la aplicación de la unidad didáctica y después de aplicar la unidad didáctica. Teniendo en cuenta las razones para justificar la acción pedagógica, se determinó el desempeño de los alumnos considerando las teorías pedagógicas que fundamentan esta investigación.

Desde el marco teórico de referencia se asumió que el cambio conceptual de los alumnos es un proceso complejo en el que intervienen diversos elementos que lo direccionan; en este sentido, en este capítulo se describen los resultados derivados de las acciones desarrolladas que reflejan el nivel de cambio conceptual, procedimental y actitudinal logrado por los alumnos a raíz de la implementación de la unidad didáctica.

4.1. EVALUACIÓN PREVIA

En virtud de que este trabajo de investigación considera la importancia de las ideas previas de los alumnos para la construcción de nuevo conocimiento se aplica un instrumento de evaluación previa que cumple dos funciones, la primera conocer el nivel de conocimientos que los alumnos tienen de la técnica neumática y en segundo lograr que los alumnos reconozcan las deficiencias que tienen sobre la técnica neumática antes de iniciar el curso así como identificar los conceptos y habilidades que deben tener al finalizar el curso.

4.1.1. Características del instrumento de evaluación previa

Se aplicó un cuestionario (Anexo A) que consta de 17 reactivos de los cuales se tiene la siguiente frecuencia de tipo de reactivo:

Tipo de reactivo	Cantidad	Reactivos
Problema	11	3, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 17
Conceptual	3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14
Complementación	1	5
Jerarquización	1	11
Opción múltiple	1	15
Total	17	

Los reactivos se muestran en la tabla 4.1, los cuales se agrupan en cinco bloques de conocimiento de la técnica neumática:

- a) Conocimientos generales,
- b) Válvulas,
- c) Preparación de aire,
- d) Actuadores,
- e) Circuitos neumáticos y selección de válvulas.

En donde se abrevian los tipos de conocimientos de acuerdo a lo siguiente

C	Conceptual
P	Procedimental
A	Actitudinal

Tabla 4.1 Reactivos de la evaluación previa

Área de conocimiento	Reactivo	Tipo de conocimiento
Conocimientos generales	(1) ¿Cómo definirías a la neumática?	C
	(2) Al realizar un recorrido por un proceso industrial, como empaclado de un alimento, el movimiento de materiales y equipos o producción de envases plásticos se observan muchos equipos en movimiento, ¿Qué energías son las que permiten los movimientos de estos equipos? Y ¿Qué equipos están involucrados en los movimientos?	C
	(3) ¿Por qué es posible mover cargas de más de 500 kilogramos usando solo aire comprimido?	C
	(4) Menciona las características que consideres debe tener el aire comprimido usado para manipular alimentos o productos farmacéuticos	C
	(5) Describe los equipos neumáticos de acuerdo a los siguientes símbolos (Ver anexo (A)	C
Válvulas	(6) Dibuja una válvula de 3 vías 2 posiciones con operador de solenoide directo y regreso por resorte. Con accionamiento manual para operar válvula sin voltaje a) Normalmente abierta b) Normalmente cerrada c) ¿Qué tipo de actuador se controla con una válvula 3/2?	P
	(7) Dibuja el símbolo de una válvula de doble solenoide piloto, 3-posiciones, 4-vías, 5-puertos, centrada por resortes, en posición centro, presión conectada a los puertos del cilindro y los puertos del escape están bloqueados, también agregar un accionamiento manual para accionar cada bobina	P
	(8) Se solicita su apoyo para dos circuitos de paro de emergencia en una industria cementera con dos cilindros de doble efecto simple vástago. Seleccione la válvula adecuada para a) El cilindro 1 regresa a su posición de inicio (retraído) b) El cilindro 2 se queda en posición media	P

Tabla 4.1 Reactivos de la evaluación previa (continuación)

Área de conocimiento	Reactivo	Tipo de conocimiento
Preparación de aire	(9) Al usar el aire comprimido para energizar equipos, ¿cuál es la preparación que debe hacerse al aire comprimido después del compresor y hasta inmediatamente antes de los circuitos neumáticos? Haga un diagrama	P
	(10) Describa el principio de funcionamiento de un filtro de partículas y uno coalescente indicando usos, micro najes y la dirección de flujo en cada uno	C
	(11) Ordene los siguientes componentes de un sistema de preparación de aire: filtro coalescente de 0.3 micrones, filtro de partículas de 5 micrones, regulador de presión y válvula de corte	P
	(12) Describa el principio de funcionamiento de un regulador de presión electrónico proporcional y mencione dos aplicaciones	P
	(13) Cuándo debemos usar un regulador de presión de precisión	C
Actuadores	(14) ¿Qué información se requiere para especificar un actuador neumático? Ver anexo (A)	C
	(15) Determine la fuerza de extensión y retracción de un cilindro de diámetro de 2 pulgadas, flecha de 5/8", cuando la presión de aire disponible es de 80 libras por pulgada cuadrada manométricas (Ver anexo (A)	P
Circuitos neumáticos y selección de válvulas	(16) Conectar una válvula 5 / 2 simple solenoide regreso por resorte a un cilindro de simple efecto retraído por resorte para que cuando el cilindro se encuentre extendido y se active la válvula el cilindro se retraiga. Considerar silenciador	P
	(17) Determine el Cv de la válvula para el actuador con las siguientes características - o Presión: 80 PSIG - o Diámetro: 4 pulgadas - o Flecha: 1 pulgada - o Temperatura: 70 °F - o Carrera: 10 pulgadas - o Tiempo de ciclo: 4 segundos - o Número actuadores: 1 - o Caída de presión: 15 PSI	P

Recordando que el aprendizaje de un contenido procedimental implica un conjunto de acciones que se ejecutan de forma ordenada para la obtención de una meta²⁶, la evaluación que se aplica antes y después de la unidad didáctica está formada por distintos tipos de reactivos en función del aprendizaje esperado.

Los conocimientos previos que se requieren para abordar los temas de neumática se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Conocimientos básicos de neumática

Contenidos de la unidad didáctica	Conocimientos previos necesarios
Preparación de aire comprimido	Leyes de los gases Presión atmosférica Presión absoluta Mecánica de fluidos Sistemas de unidades internacional e inglés Normas de seguridad industrial Clasificación del aire comprimido de acuerdo a norma ISO Tamaños de partículas contaminantes Equipos para el tratamiento de aire Simbología neumática de acuerdo a normas ISO y ANSI
Válvulas	Principios de funcionamiento de las válvulas direccionales Materiales de construcción Tipos de accionamiento Simbología ANSI e ISO Control de actuadores
Actuadores	Tipos de actuadores Estilos de actuadores Principio de funcionamiento Materiales de construcción Factores de seguridad Cálculo de fuerzas Dimensionamiento Estilos de montaje

²⁶ Barriga F & Hernandez G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Mc Graw Hill. Pp 363

El criterio que se sigue para definir el grado de conocimiento que el alumno tiene sobre la técnica neumática es asignar un puntaje sobre una escala de medición de 0 a 10, de acuerdo al rango mostrado en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Grado de conocimiento de la técnica neumática

Calificación	Ubicación	Grado de conocimiento
0 a 6	No acreditado	1) No lo conoce
7	Bien	2) Conocimiento escaso
8	Medio	3) Conocimiento parcial
9	Avanzado	4) Conocimiento aceptable
10	Experto	5) Puede explicar a otros de forma adecuada

4.1.2. Categorías de conocimientos previos de neumática

Para tener un panorama general de los grupos de estudio y al mismo tiempo una relación detallada de cada alumno se usó la tabla 4.4 de concentrado para el análisis de los conocimientos previos de los alumnos (Anexo B).

Tabla 4.4 Concentrado para analizar los conocimientos previos de los alumnos

Estudio previo			Grado de conocimiento				
Conceptos	Sí	No	1	2	3	4	5
Conocimientos generales							
Válvulas							
Preparación de aire							
Actuadores							

En donde cada número indica el siguiente nivel de conocimiento

1. No lo conoce
2. Conocimiento escaso
3. Conocimiento parcial
4. Conocimiento aceptable
5. Puede explicar a otros de forma adecuada

4.1.3. Resultados de la evaluación diagnóstica

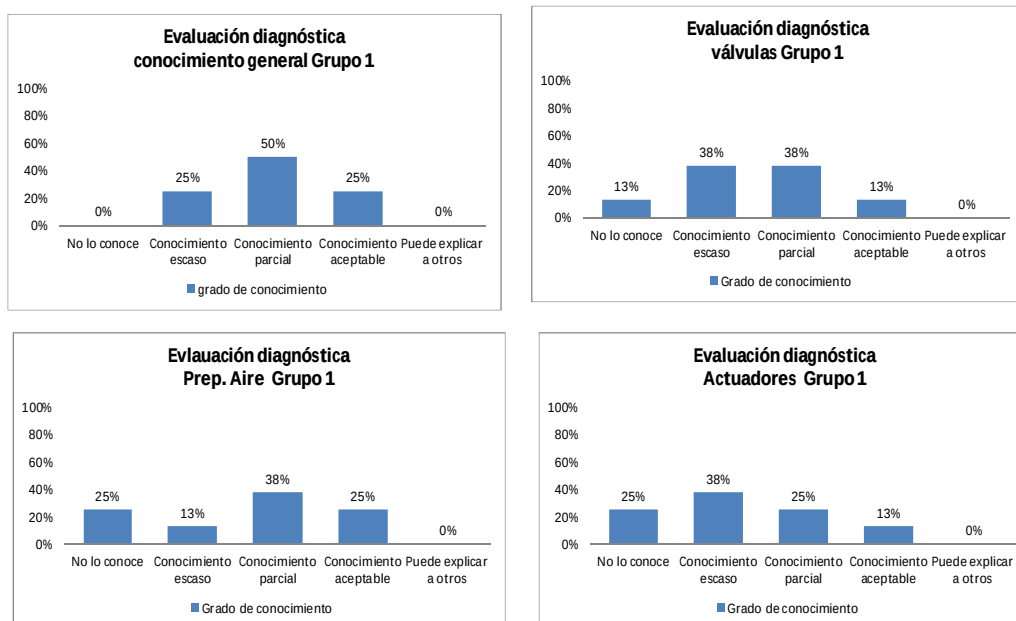
4.1.3.1. Grupo 1

En la tabla 4.5 se muestran los resultados de la evaluación diagnóstica del grupo 1. Mediante esta tabla es posible identificar a los alumnos con conocimientos escasos, parciales o aceptables para su atención posterior durante el curso.

Tabla 4.5. Resultados de evaluación diagnóstica del grupo 1

Grupo de estudio 1 GZP Pneumatics Monterrey		Conocimientos generales					Válvulas					Preparación de aire					Actuadores					
Alumno	Estudio previo	Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					
	Sí	No	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 Coronado Guajardo Primitivo	X					X					X						X				X	
2 Mata Charles Noe	X					X			X						X							X
3 Mata Romo Felipe de Jesús	X					X				X					X							X
4 Saucedo Coronado Laura Idalia		X				X				X				X					X			
5 Zamora Pacheco David	X					X				X					X						X	
6 Zamora Pacheco José Luis	X							X			X					X					X	
7 Zamora Pacheco Juan Guillermo	X						X					X				X						X
8 Zavala Hernández Maria Claudia		X				X				X				X					X			

Los resultados anteriores se representaron gráficamente para cuantificar como se encuentra distribuido el nivel de conocimientos del primer grupo de estudio. En la gráfica 4.1 se puede visualizar los porcentajes y se observa que menos del 25% del primer grupo tiene un conocimiento aceptable y que la mayor parte del grupo tiene un conocimiento escaso o parcial de los conceptos básicos de neumática. Además es posible identificar fortalezas o debilidades por cada uno de los bloques de conocimiento de neumática. Para el primer grupo los resultados indican que es necesario dirigir la atención del instructor hacia los temas de actuadores y válvulas mientras que para el tema de preparación de aire solo basta complementar conocimientos.



Grafica 4.1. Nivel de conocimientos previos del grupo 1

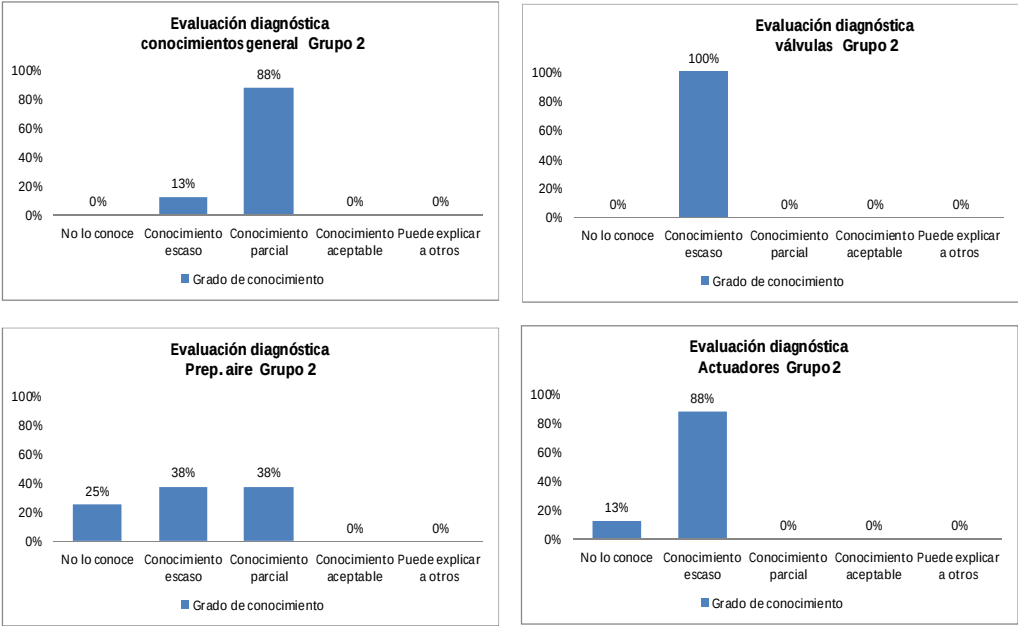
4.1.3.2. Grupo 2

En la tabla 4.6 se muestran los resultados de la evaluación diagnóstica del grupo 2. Mediante esta tabla es posible identificar a los alumnos con conocimientos escasos, parciales o aceptables para su atención posterior durante el curso.

Tabla 4.6. Resultados de evaluación diagnóstica del grupo 2

Grupo de estudio 2		Conocimientos generales										Válvulas					Preparación de aire					Actuadores				
Ascomática DF		Estudio previo		Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos							
Alumno		Sí	No	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
1	Carmen Itzel Belman Novelo	X					X			X						X					X					
2	Evelyn Torres Chávez	X					X			X					X						X					
3	Gabriela Danae García Zamudio	X					X			X					X						X					
4	Irving Vizcaino Vázquez	X					X			X						X					X					
5	Jorge Marcial Infante	X					X			X					X					X						
6	José Rodolfo Alvarez Rizo	X					X			X						X					X					
7	Jorge Carlos García Nieto	X					X			X					X						X					
8	Mildret Rodríguez Rodríguez	X				X				X					X						X					

Los resultados de esta tabla se representaron gráficamente para cuantificar como se encuentra distribuido el nivel de conocimientos del segundo grupo de estudio. En la gráfica 4.2 se puede visualizar los porcentajes y se observa que más del 80% del primer grupo tiene un conocimiento escaso o parcial de los conceptos básicos de neumática. Además es posible identificar fortalezas o debilidades por cada uno de los bloques de conocimiento de neumática. Para el segundo grupo los resultados indican que es necesario dirigir la atención del instructor principalmente hacia el tema de válvulas y luego hacia actuadores mientras que para el tema de preparación de aire es necesario reforzar conocimientos.



Grafica 4.2. Nivel de conocimientos previos del grupo 2

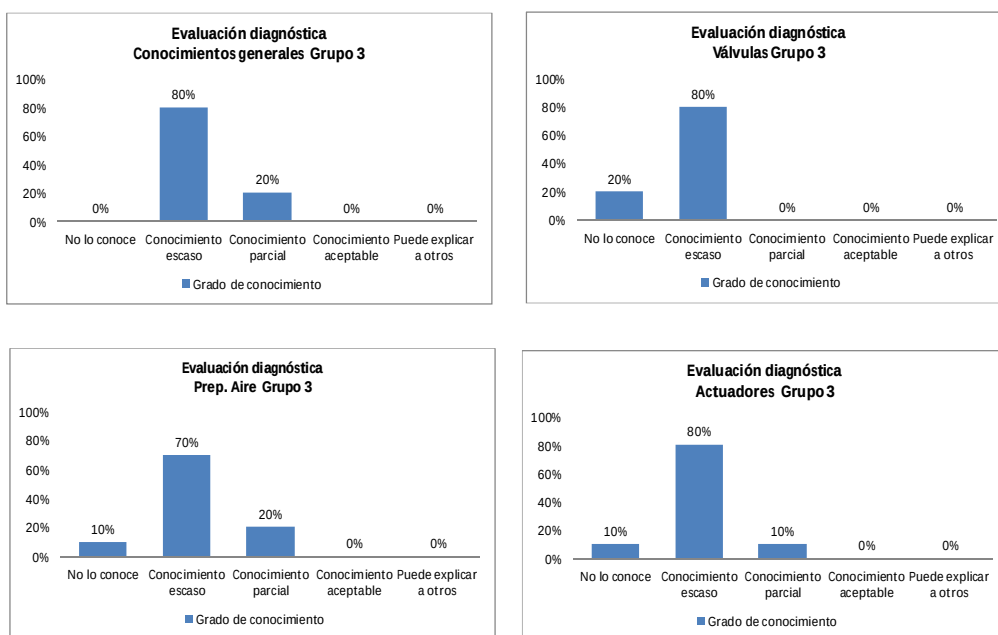
4.1.3.3. Grupo 3

En la tabla 4.7 se muestran los resultados de la evaluación diagnostica del grupo 3. Mediante esta tabla es posible identificar a los alumnos con conocimientos escasos, parciales o aceptables para su atención posterior durante el curso.

Tabla 4.7. Resultados de evaluación diagnostica del grupo 3

Grupo de estudio 3 GM Silao		Conocimientos generales							Válvulas					Preparación de aire					Actuadores				
		Estudio previo		Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos					Grado de conocimientos				
Alumno	Sí	No	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1 Rosalba A Castro Rosiles	X			X				X						X					X				
2 Jose Manuel Cisneros Vargas	X			X				X							X					X			
3 Omar E Cleto Hernández	X					X			X						X					X			
4 Abril Irais Díaz Orozco	X					X			X							X					X		
5 José Alberto Dionicio Simón	X				X				X						X					X			
6 Victor M Fernández Morado	X				X				X						X					X			
7 Angel Gutiérrez Alamilla	X				X				X						X					X			
8 Alejandro Ortega Medina	X				X				X						X					X			
9 Pedro A Reynoso Calvillo	X				X				X							X				X			
10 Ricardo Sierra Robles	X				X				X						X					X			

Los resultados de esta tabla se representaron gráficamente para cuantificar como se encuentra distribuido el nivel de conocimientos del tercer grupo de estudio. En la gráfica 4.3 se puede visualizar los porcentajes y se observa que menos del 15% del tercer grupo tiene un conocimiento parcial de los conceptos básicos de neumática. Además es posible identificar fortalezas o debilidades por cada uno de los bloques de conocimiento de neumática. Para el tercer grupo los resultados indican que es necesario dirigir la atención del instructor hacia los temas de válvulas, actuadores y preparación de aire mientras que para el tema de conocimientos generales es necesario reforzarlo.



Gráfica 4.3. Nivel de conocimientos previos del grupo 3

4.2 EVALUACIÓN FORMATIVA

Durante el desarrollo del curso y posterior a la presentación de los bloques de estudio se realizaron 4 cuatro prácticas neumáticas para afianzar la asimilación de los conceptos teóricos expuestos y lograr el desarrollo de habilidades en el “saber hacer” relacionadas con la neumática. (Anexo E).

Para que los grupos conozcan las características que debe tener su trabajo, los criterios de evaluación y el nivel de competencias que deben adquirir, se les presento la rúbrica de la tabla 4.8 (ver anexo F), en la que se evalúa: planeación, diseño, trabajo en equipo y seguridad. Este instrumento, desarrollado con el programa Rcampus y al cual puede accederse con el código ZXXCW25, le permite al instructor: diagnosticar, intervenir en el proceso de enseñanza y aprendizaje así como evaluar competencias procedimentales y actitudinales.

Tabla 4.8. Rúbrica de evaluación formativa

Hugo Ramirez Student: _____

Rubric: Habilidades en neumatica

Comprensión y desarrollo de habilidades en aplicaciones de neumática básica

	Excelente 100 % (Criterio 10 puntos)			
	Bien 3 pts (Criterio 8 puntos)	Escaso 2 pts (Criterio 7 puntos)	No competente 1 pts (Criterio 6 puntos)	
Planeación 30 % Adecuada selección de equipos y planeación de la práctica	Bien Se tiene evidencia de una planeación de las prácticas pero el plan no es lo suficientemente completo.	Escaso Poca evidencia de planeación de las prácticas. Se identificaron algunos equipos y metrales pero sin un conocimiento cabal.	No competente Se mostro escasa o ninguna evidencia de planeación de las prácticas. Solo se identificaron algunos equipos y no se usaron adecuadamente los materiales.	
Diseño 20 % Excelente uso de equipos. Se maximizo el uso de materiales y se lograron los objetivos de las prácticas	Bien Buen uso de los equipos y el plan Se lograron las prácticas pero no se optimizaron los materiales.	Escaso No se usaron todos los equipos adecuadamente y no se optimizo el uso de los materiales. Se realizaron algunas prácticas pero no se completaron satisfactoriamente.	No competente Solo se usaron algunos equipos y materiales de forma adecuada. Se complico la realización de las prácticas.	
Trabajo en equipo 30 % Todos los miembros del equipo trabajaron perfectamente y lograron terminar el trabajo solicitado. El equipo nunca se distrajo de sus tareas.	Bien La mayoría de los miembros del grupo trabajaron en equipo y solo les pidio ocasionalmente que se concentraran en la práctica.	Escaso La mayor parte de los miembros del grupo trabajaron en equipo pero se tuvo que pedirles en varias ocasiones que se concentraran en la práctica.	No competente Se tuvo que pedir a algunos miembros del equipo en varias ocasiones que se dedicaran a trabajar en las prácticas.	
Seguridad industrial 20 % Todos los miembros del equipo usaron su equipo de protección y siguieron las prácticas de seguridad solicitadas.	Bien Todos los miembros del equipo usaron su equipo de protección y la mayoría del grupo siguió las prácticas de seguridad solicitadas.	Escaso Algunos miembros del equipo usaron su equipo de protección y solamente algunos integrantes del grupo siguió las prácticas de seguridad solicitadas.	No competente Muy pocos integrantes del equipo usaron el equipo de protección y pocos siguieron las indicaciones de seguridad solicitadas.	

Para cuantificar los niveles de desempeño de los integrantes de los equipos que participaron en las prácticas en cuanto a los distintos tipos de contenidos se usó un instrumento para medir los niveles de aprovechamiento (ver rúbrica del anexo D), pero adaptada a cada uno de los bloques de la unidad didáctica: preparación de aire, válvulas y actuadores

En tabla 4.9 se muestra el formato de evaluación sumativa usado para el bloque de preparación de aire. En la tabla 4.10 se muestra el formato de evaluación sumativa usado para el bloque de válvulas y en la tabla 4.11 se muestra el formato de evaluación sumativa usado para el bloque de actuadores.

4.2.1. Resultados de la evaluación formativa

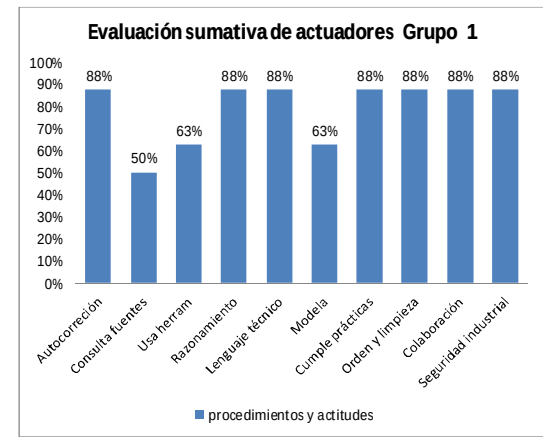
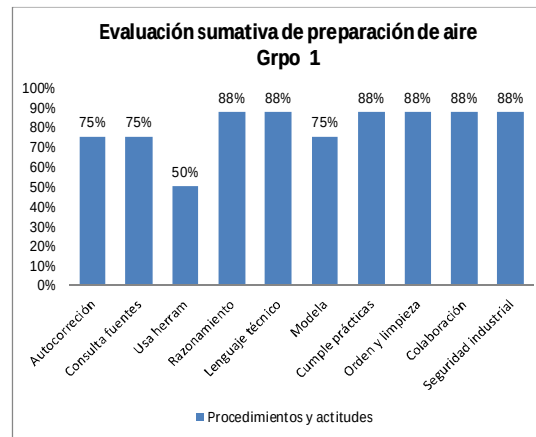
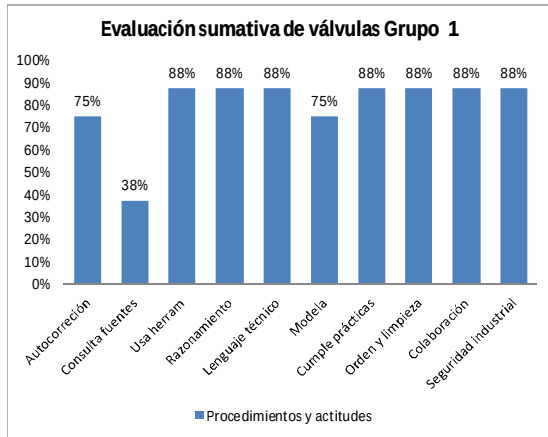
4.2.1.1. Resultados del grupo uno

Los resultados obtenidos para el primer grupo, al usar los formatos de evaluación sumativa de los bloques de válvulas, preparación de aire y actuadores se presentan en la gráfica 4.4. Se observa una distribución más uniforme tanto del nivel de manejo de conceptos como del desarrollo de competencias procedimentales y actitudinales. No obstante también se hace evidente que es necesario reforzar algunos procedimientos como: consultar fuentes, el uso de herramientas y el modelado.

Alumno	Válvulas										
	Conceptos	Procedimientos							Actitudes		
	Operación, materiales, configuraciones, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		X		X	X	X	X	X	X	X	X
2		X		X	X	X	X	X	X	X	X
3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5		X		X	X	X	X	X	X	X	X
6											
7		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8				X	X	X		X	X	X	X

Preparación de aire										
Conceptos	Procedimientos							Actitudes		
Leyes de los gases, filtración, secado, control de presión, normas, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X		X	X	X	X	X	X	X
	X	X		X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X		X	X		X	X	X	X

Actuadores										
Conceptos	Procedimientos							Actitudes		
Operación, estilos, materiales, factores de seguridad, selección, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X			X	X		X	X	X	X
	X			X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X		X	X	X	X



Claves: 1 Autocorrección 2 Consulta fuentes 3 Usa herramientas 4 Razonamiento 5 Lenguaje técnico 6 Modela 7 cumple prácticas
8 Orden y limpieza 9 Colaboración 10 Seguridad industrial

Gráfica 4.4. Resultados de la evaluación sumativa del grupo 1

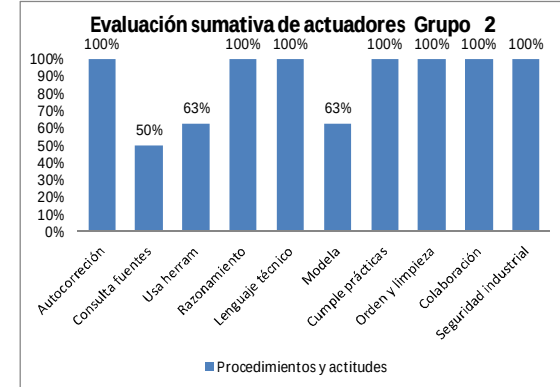
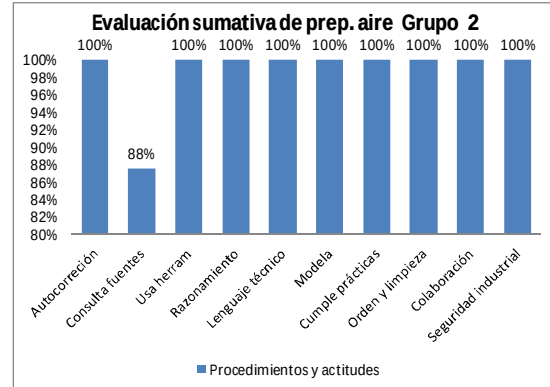
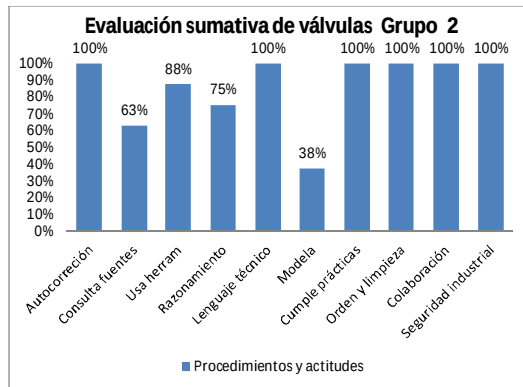
4.2.1.2. Resultados del grupo dos

Los resultados obtenidos para el segundo grupo al usar los formatos de evaluación sumativa de los bloques de válvulas, preparación de aire y actuadores se presentan en la gráfica 4.5. Se observa una distribución más uniforme tanto del nivel de manejo de conceptos como del desarrollo de competencias procedimentales y actitudinales. Para el segundo grupo también se observa que es necesario reforzar algunos procedimientos como: consultar fuentes, el uso de herramientas y el modelado en los tres bloques sin embargo en el bloque de válvulas se observa mayor disparidad en la parte procedimental.

Alumno	Válvulas									
	Conceptos	Procedimientos						Actitudes		
	Operación, materiales, configuraciones, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10
1		X	X	X	X	X		X	X	X
2		X		X	X	X		X	X	X
3		X		X	X	X		X	X	X
4		X		X	X	X		X	X	X
5		X	X		X	X	X		X	X
6		X	X	X	X	X		X	X	X
7		X	X	X		X	X		X	X
8		X	X	X		X	X		X	X

Preparación de aire									
Conceptos	Procedimientos						Actitudes		
Leyes de los gases, filtración, secado, control de presión, normas, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10
	X		X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Actuadores									
Conceptos	Procedimientos						Actitudes		
Operación, estilos, materiales, factores de seguridad, selección, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10
	X	X	X	X	X		X	X	X
	X	X		X	X		X	X	X
	X	X		X	X		X	X	X
	X		X	X	X	X		X	X
	X		X	X	X	X	X		X
	X	X		X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Claves: 1 Autocorrección 2 Consulta fuentes 3 Usa herramientas 4 Razonamiento 5 Lenguaje técnico 6 Modela 7 cumple prácticas
8 Orden y limpieza 9 Colaboración 10 Seguridad industrial

Gráfica 4.5. Resultados de la evaluación sumativa del grupo 2

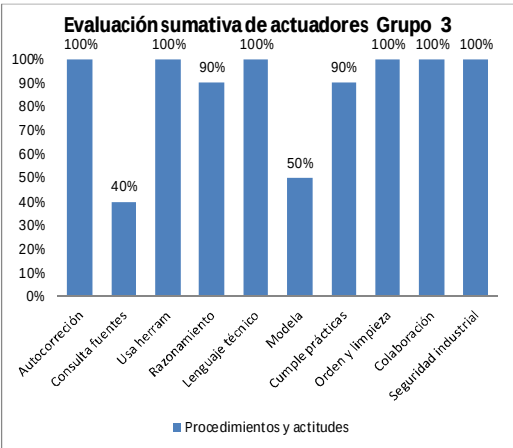
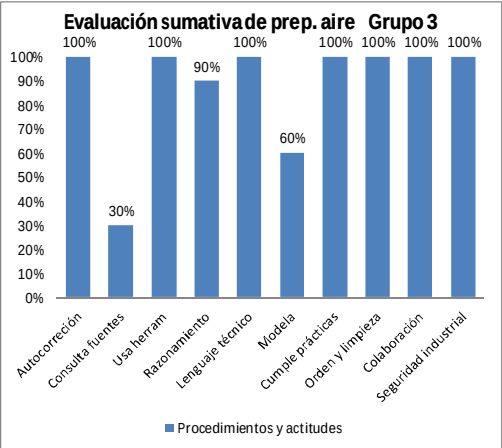
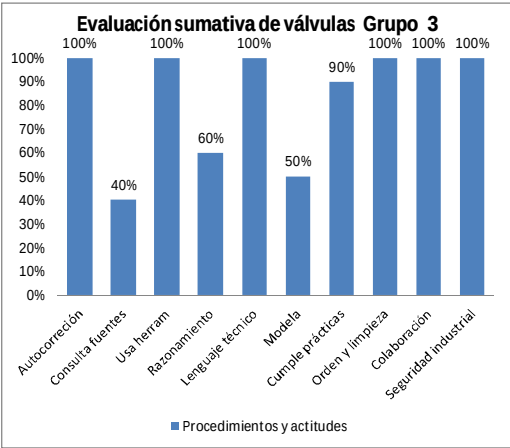
4.2.1.3. Resultados del grupo tres

Los resultados obtenidos para el tercer grupo al usar los formatos de evaluación sumativa de los bloques de válvulas, preparación de aire y actuadores se presentan en la gráfica 4.6. Se observa una distribución más uniforme tanto del nivel de manejo de conceptos como del desarrollo de competencias procedimentales y actitudinales. Para el tercer grupo también se observa que es necesario reforzar algunos procedimientos como: consultar fuentes y el modelado.

Alumno	Válvulas										
	Conceptos	Procedimientos						Actitudes			
	Operación, materiales, configuraciones, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		X		X		X		X	X	X	
2		X		X		X	X	X	X	X	
3		X		X		X		X	X	X	
4		X	X	X	X	X		X	X	X	
5		X	X	X		X	X	X	X	X	
6		X		X	X	X		X	X	X	
7		X		X	X	X	X	X	X	X	
8		X		X	X	X		X	X	X	
9		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Preparación de aire										
Conceptos	Procedimientos						Actitudes			
Leyes de los gases, filtración, secado, control de presión, normas, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	X		X	X	X		X	X	X	X
	X		X	X	X		X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X		X	X	X	X
	X		X	X	X		X	X	X	X
	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X

Actuadores										
Conceptos	Procedimientos						Actitudes			
Operación, estilos, materiales, factores de seguridad, selección, simbología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	X		X	X	X			X	X	X
	X		X		X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X		X	X	X	X
	X	X	X	X	X		X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Claves: 1 Autocorrección 2 Consulta fuentes 3 Usa herramientas 4 Razonamiento 5 Lenguaje técnico 6 Modela 7 cumple prácticas
8 Orden y limpieza 9 Colaboración 10 Seguridad industrial

Gráfica 4.6. Resultados de la evaluación sumativa del grupo 3

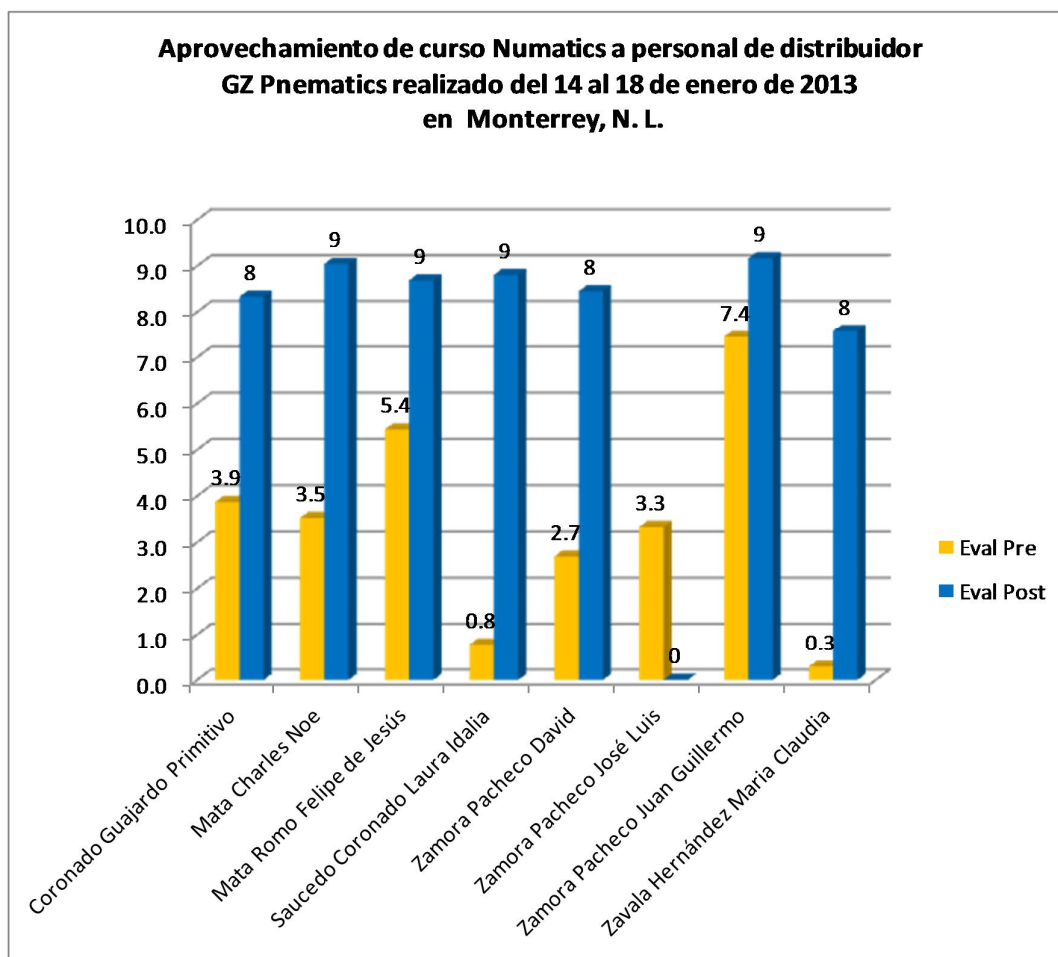
4.3 EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Finalmente se realizó un comparativo general de los resultados obtenidos, considerando el número de aciertos con respecto al total de preguntas, tanto en la evaluación previa como en la evaluación posterior a la aplicación de la unidad didáctica, para medir el nivel de mejora del aprendizaje de los conceptos de neumática industrial.

4.3.1 Mejora de aprendizaje del grupo uno

En el primer grupo de estudio la calificación promedio al aplicar la evaluación diagnóstica fue de 3 puntos de 10 posibles. Luego de aplicar la unidad didáctica la calificación promedio del grupo fue de 8 puntos de 10 posibles. Ello da una mejora del 62.5 %

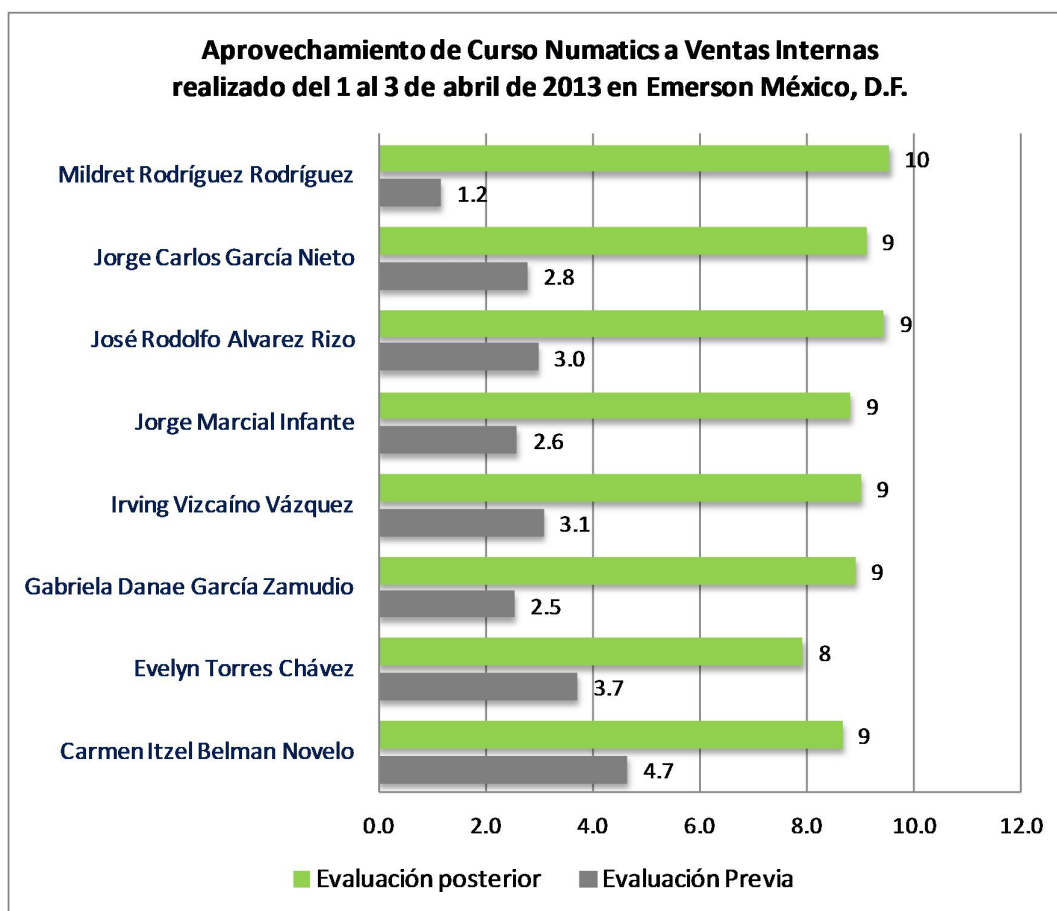
Los resultados se muestran en la gráfica 4.7.



Gráfica 4.7. Mejora de aprendizaje del grupo uno

Para el segundo grupo de estudio la calificación promedio al aplicar la evaluación diagnóstica fue de 2.9 puntos de 10 posibles. Luego de aplicar la unidad didáctica la calificación promedio del grupo fue de 9 puntos de 10 posibles. El resultado implica una mejora del 68 %

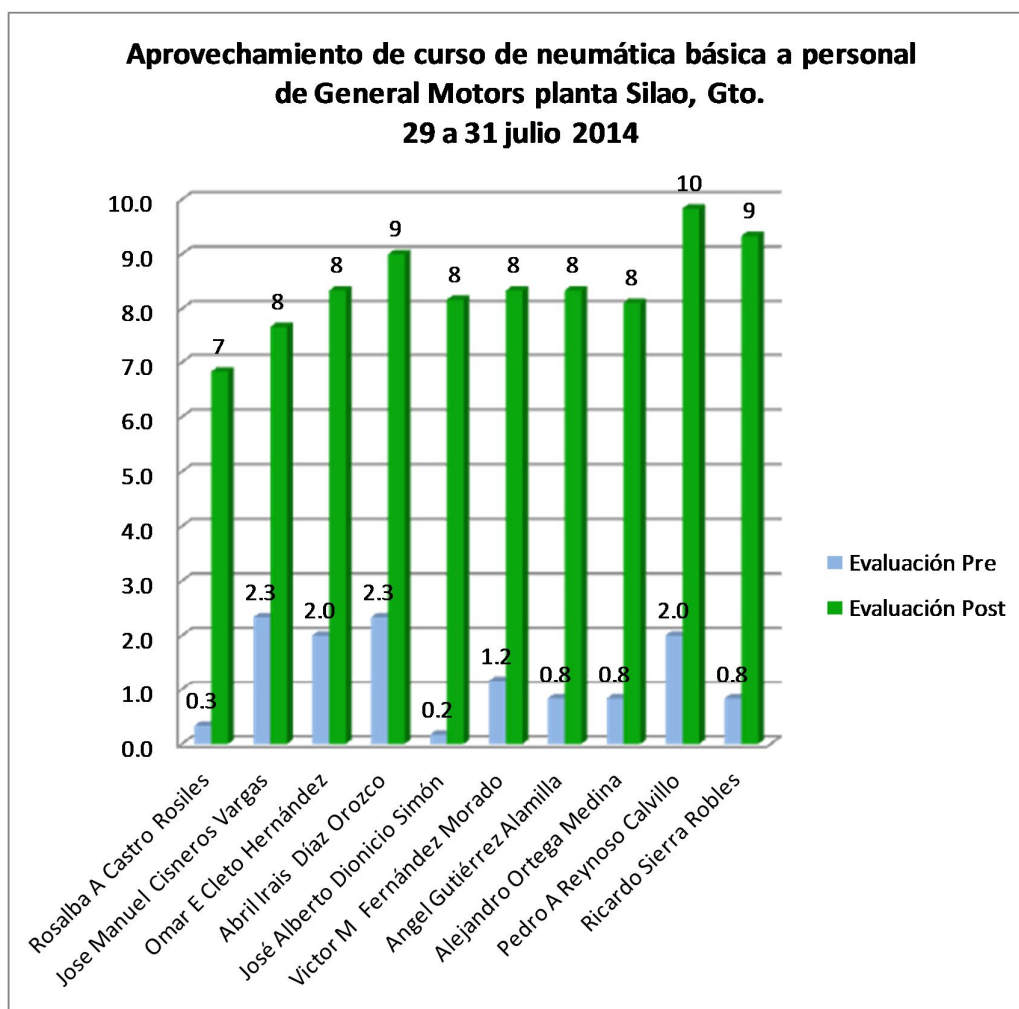
Los resultados se muestran en la gráfica 4.8.



Gráfica 4.8. Mejora de aprendizaje del grupo dos

En el tercer grupo de estudio la calificación promedio al aplicar la evaluación diagnóstica fue de 1.3 puntos de 10 posibles. Luego de aplicar la unidad didáctica la calificación promedio del grupo fue de 8 puntos de 10 posibles. Lo cual nos da una mejora del 84 %

Los resultados se muestran en la gráfica 4.9.



Gráfica 4.9. Mejora de aprendizaje del grupo tres

Como puede apreciarse en los tres grupos de estudio la evaluación diagnóstica muestra que el nivel de conocimiento de la técnica neumática es bajo y que posterior a la aplicación de la unidad didáctica el nivel de aprendizaje mejora notablemente.

Cabe señalar que en la evaluación posterior, dependiendo del objetivo particular de cada curso, se incluyen problemas y preguntas de tipo comercial en lo que respecta al manejo de los catálogos, herramientas WEB y programas de cálculo específicos.

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se integran los resultados obtenidos de la aplicación de la unidad didáctica para la enseñanza de neumática industrial, diseñada para la capacitación del personal que trabaja en empresas de comercialización o en plantas de manufactura en donde se utilizan equipos que trabajan aire a presión. Se analizan los resultados obtenidos al aplicar la unidad didáctica en tres grupos de estudio con el propósito de generar las conclusiones pertinentes y formular alguna recomendación.

4.4.1. Sobre los conocimientos previos de neumática de los grupos de estudio

El primer grupo de estudio presenta que el 81 % del grupo tiene un grado de conocimiento de nulo a parcial de los conceptos de neumática y solo 19 % tiene un grado de conocimiento aceptable (ver gráfica 4.10). Este resultado nos permite identificar a los individuos que necesitan un mayor apoyo para su aprendizaje y a aquellos que pueden apoyar en el aprendizaje de sus compañeros mediante la organización de actividades grupales colaborativas.

El análisis del segundo grupo de estudio muestra que la totalidad del grupo tiene un nivel de conocimientos que va de escaso a parcial (ver gráfica 4.10). Este resultado sugiere que habrá de enfocarse la capacitación a la formación conceptual del grupo.

El tercer grupo bajo estudio revela un escaso nivel de conocimientos de neumática (ver gráfica 4.10), por lo que también habrá que dedicar atención a la formación de conceptos y su aplicación práctica dada la actividad de manufactura de este grupo.

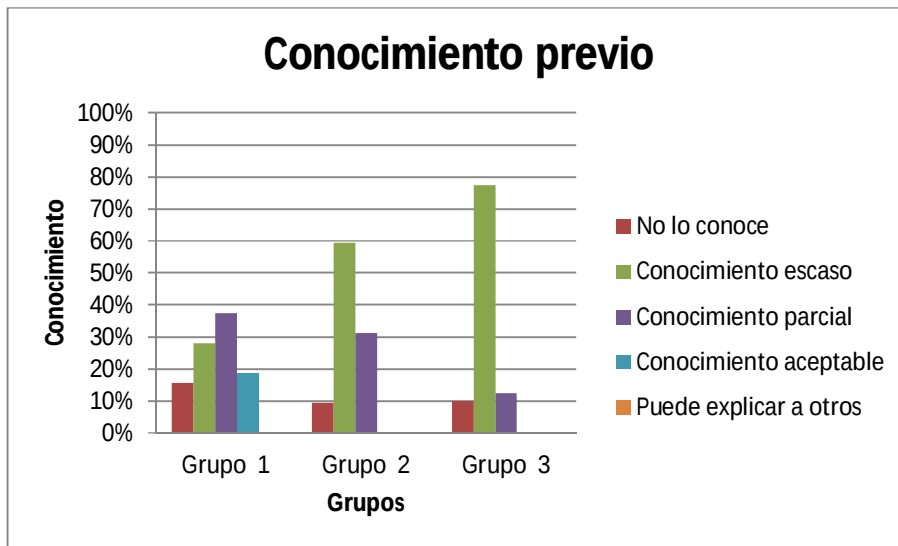


Gráfico 4.10. Grado de conocimientos previos de conceptos de neumática

4.4.2 Sobre la aplicación de la unidad didáctica

Frente al aspecto indagado en esta investigación, “diseño y desarrollo de la unidad didáctica de la asignatura neumática básica para la formación de técnicos industriales” podemos ver en la gráfica 4.11, que en cuanto al manejo de conceptos como del desarrollo de competencias procedimentales y actitudinales el primer grupo de estudio muestra una formación más uniforme, sin embargo en la parte procedimental de consulta de fuentes, uso de herramientas y modelado debe reforzarse. En cuanto al segundo grupo de estudio también presenta una formación uniforme salvo en los procedimientos de consultar fuentes de información y modelado, en donde también debe trabajarse. Para el tercer grupo de estudio muestra un mayor nivel de uniformidad de procedimientos salvo en la consulta de fuentes, razonamiento y modelado, en donde deberá reforzarse con actividades posteriores.

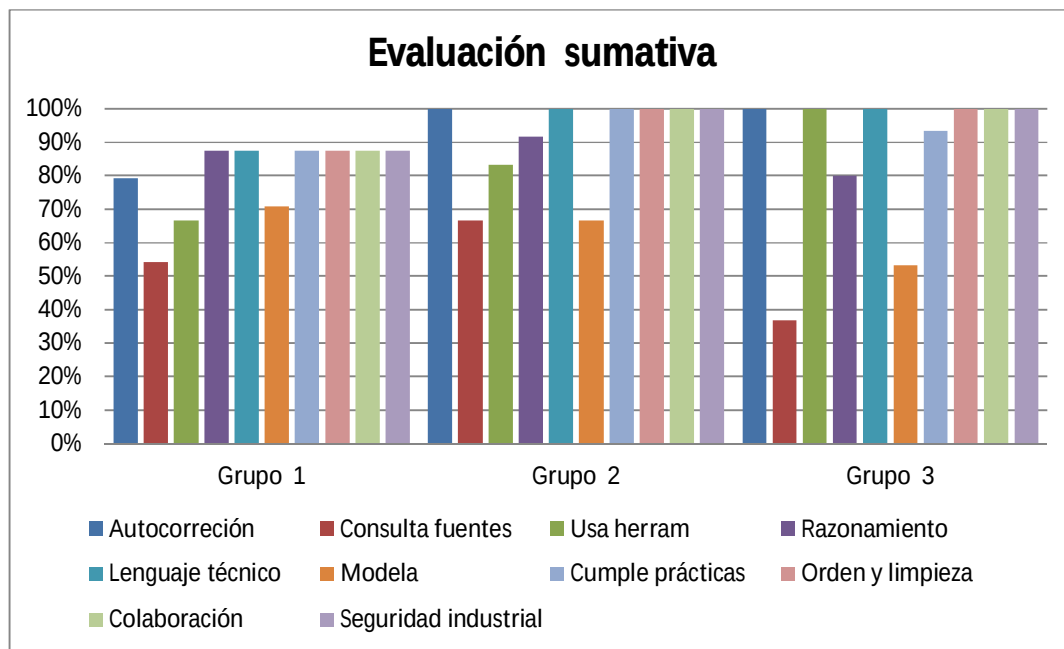


Gráfico 4.11. Grado de desarrollo de competencias procedimentales y actitudinales

4.5 CONCLUSIONES

- Se diseñó y aplicó una unidad didáctica del curso de “Neumática Básica” dentro de un programa de capacitación de técnicos industriales, con la finalidad de contar con una planeación adecuada del curso en donde se proponen contenidos y actividades experimentales cuidadosamente diseñadas, buscando contribuir al desarrollo de habilidades en los alumnos para que generen nuevo conocimiento y propongan soluciones a problemas de tipo industrial lo cual les permita un mejor desempeño en el campo profesional.
- A la luz de los resultados obtenidos con el diseño de una unidad didáctica y su aplicación en la formación técnicos industriales en tres contextos regionales distintos pero con el factor común de la necesidad de desarrollar habilidades en la técnica neumática, se infiere sobre el beneficio didáctico que puede lograrse con la planeación y aplicación de la unidad didáctica en otros grupos que necesiten de una formación no solo en la parte conceptual sino también en la formación de competencias procedimentales y actitudinales.
- Cabe advertir que la aplicación de la unidad didáctica propuesta debe darse cuidando las características particulares de cada grupo de alumnos y en su caso adaptarse a las condiciones o necesidades de cada grupo de alumnos y su contexto. Al cuidar esta recomendación se podrá aproximar a lograr una formación de técnicos que cubra el perfil requerido por la empresa o institución docente. Al mismo tiempo el instructor podrá mejorar su conocimiento profesional docente no solo estático sino también dinámico, el cual se genera desde la reflexión sobre la práctica y desde la práctica, equivalente al conocimiento didáctico del contenido.²⁷

²⁷ Mellado Jimenez, V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. Enseñanza de las ciencias, 14 (3), pp 289 – 302.

Bibliografía

Referencias

Argüelles A., Gonczci A. (2001). Evaluación y Capacitación basadas en normas de competencia: una perspectiva internacional, CONALEP Limusa Noriega.

Barriga A. & Hernández G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo Una interpretación constructivista. México: Mc Graw Hill.

Campirán, A. Sánchez L., Aguilar G. (2009.). Taller de habilidades del pensamiento crítico y creativo. Universidad Veracruzana. Fecha de consulta 7 de diciembre de 2015. URL: http://issuu.com/cdocente/docs/sanchez_taller-de-habilidades-de-pe

Calatayud, M.L., Gil, D. Y Gimeno, J.V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente del profesorado universitario: ¿Las deficiencias de la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? Revista interuniversitaria de formación del profesorado, no. 14, Mayo 7 Agosto 1992.

Gil P. (1986) La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Comunicación presentada en el congreso PEDAGOGÍA 86. La Habana, Cuba. Fecha de consulta 8 de diciembre de 2015. URL: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/50876/92880>

Carrasco, J y Gil, D. (1985). La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. Enseñanza de las ciencias.

Coll, C. Pozo J., Sarabia B., Valls E. (1992). Los contenidos de la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Santillana: Madrid.

Díaz Barriga, Frida (2006). Enseñanza situada, Vínculo entre la escuela y la vida, Mc Graw Hill.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. Enseñanza de las ciencias.

<http://www.slideshare.net/2000ryg/habilidades-bsicas-del-pensamiento>

Furio C., Paya J., Valdes P. (2005), “¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Década de la Educación para el desarrollo sostenible, UNESCO.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>

García M., Sampere J. M., Marco F., De la Sen M. La rúbrica de evaluación como herramienta de evaluación formativa y sumativa. Universidad de Alicante, España. IX Jornadas redes de investigación en docencia universitaria. 16 y 17 de junio de 2011. Fecha de consulta 8 de enero de 2016. URL

<http://m.web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2011/documentos/posters-expuestos/184446.pdf>

Kolb, D. (2015). Experiential learning. Experience as the source of learning development. Second edition. USA: Pearson.

http://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=MBn_GG4AAAAJ&citation_for_view=MBn_GG4AAAAJ:r0BpntZqJG4C

<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=o6DfBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=info:cBzPyc88vlgJ:scholar.google.com&ots=bZpG2kFe8J&sig=J4IA8lGyJvD-T6IUOvxMhEE1Tbg#v=onepage&q&f=false>

National Fluid Power Association (2015). Hydraulics and Pneumatics at work in your world. USA. URL: <http://www.nfpa.com/fluidpower/whatisfluidpower.aspx#pneum>

Mellado Jimenez, V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria.

<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21460/93425>

Municio, Juan Ignacio Pozo, Gómez Crespo Miguel Angel, (1988). Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata.

Mott R. (2006). Applied Fluid Mechanics, Pearson. 6th Edition.

Nieda, Juana y Beatriz Macedo (1997), Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años, México, OEI-UNESCO/SEP (Biblioteca del normalista).

OCDE Serie mejores políticas México (2015). Políticas prioritarias para fomentar las habilidades y conocimientos de los mexicanos para la productividad y la innovación. Pp. 3 – 5. Fecha de consulta 10 de junio de 2015.

URL: http://www.oecd.org/centrodemexico/medios/2015.04_Mexico_BPS_ESwebsite.pdf

Posada R. (2004), Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. Revista Iberoamericana de Educación. URL:

<http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>

Pozo, J.L., Sanz, A., Gómez, M.A. Y Limón, M. (1991) Las ideas de los alumnos sobre las ciencias: Una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las ciencias.

Sánchez G. y Valcárcel M. (1993) "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales". Investigación y experiencias didácticas.

Sampieri R (2010) Metodología de investigación. 2010. Mc Graw Hill

Schmelkes C. (2010). Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación: tesis. Oxford University Press

Serrano A. (2005), Neumática, Thomson Paraninfo.

Silva M. (2006). La calidad educativa de las universidades tecnológicas: su relevancia, su proceso de formación y sus resultados. México: ANUIES, Biblioteca de la Educación Superior

Tobón S., Pimienta J., García J. (2010) "Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de competencias". Prentice Hall.

Anexos

Anexo A Evaluación de neumática básica

Empresa: _____

Evaluación Pre ☐ Post ☐

Nombre: _____ Último grado académico: _____

Fecha: _____

Ubicación

NA	B	M	A	E
----	---	---	---	---

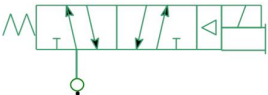
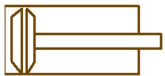
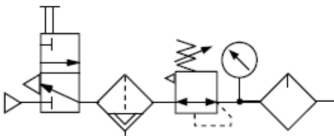
- I. ¿Cómo definirías a la neumática?

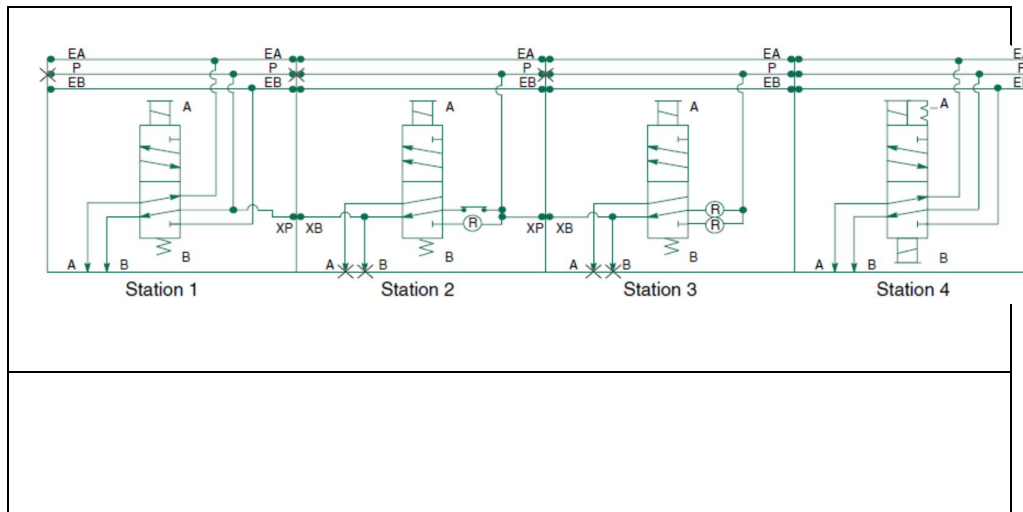
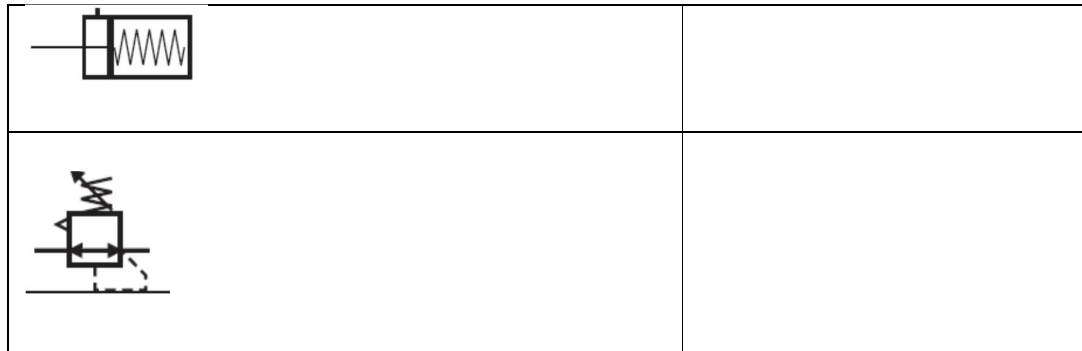
- II. Al realizar un recorrido por un proceso industrial, como empaclado de un alimento, el movimiento de materiales y equipos o producción de envases plásticos se observan muchos equipos en movimiento, ¿Qué energías son las que permiten los movimientos de estos equipos? Y ¿Qué equipos están involucrados en los movimientos?

- III. ¿Por qué es posible mover cargas de más de 500 kilogramos usando solo aire comprimido?

- IV. Menciona las características que consideres debe tener el aire comprimido usado para manipular alimentos o productos farmacéuticos

- V. Describe los equipos neumáticos de acuerdo a los siguientes símbolos



Válvulas

- VI. Dibuje una válvula de 3 vías 2 posiciones con operador de solenoide directo y regreso por resorte. Con accionamiento manual para operar válvula sin voltaje.
- Normalmente abierta
 - Normalmente cerrada
 - ¿Qué tipo de actuador se controla con una válvula 3/2?
- VII. Dibuje el símbolo de una válvula de doble solenoide piloto, 3-posiciones, 4-vías, 5-puertos, centrada por resortes, en posición centro, presión conectada a los puertos del cilindro y los puertos del escape están bloqueados, también agregar un accionamiento manual para accionar cada bobina.
- VIII. Se solicita su apoyo para dos circuitos de paro de emergencia en una industria cementera con dos cilindros de doble efecto simple vástago. Seleccione la válvula adecuada para:
- El cilindro 1 regresa a su posición de inicio (retraído).
 - El cilindro 2 se queda en posición media.

Preparación de aire

IX. Al ser el aire comprimido una forma de energía, ¿cuál es la preparación que debe hacerse al aire comprimido después del compresor y hasta inmediatamente antes de los circuitos neumáticos? Haga un diagrama.

X. Describa el principio de funcionamiento de un filtro particulante y uno coalescente indicando usos, micronajes y la dirección de flujo en cada uno.

XI. Ordene los siguientes componentes de un sistema de preparación de aire: filtro coalescente de 0.3 micrones, filtro particulante de 5 micrones, regulador de presión y válvula de corte.

1. /

2. /

3. /

4. /

XII. Describa el principio de funcionamiento de un regulador de presión electrónico proporcional y mencione dos aplicaciones.

XIII. Cuándo debemos usar un regulador de presión de precisión

Actuadores

XIV. ¿Qué información se requiere para especificar un actuador neumático?

1	6	11
2	7	12
3	8	13
4	9	14
5	10	15

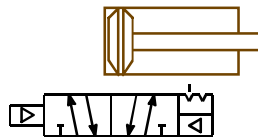
XV. Determine la fuerza de extensión y retracción de un cilindro de diámetro de 2 pulgadas, flecha de 5/8", cuando la presión de aire disponible es de 80 libras por pulgada cuadrada manométricas?

- | | |
|--|--|
| a) $F_{\text{extensión}} = 393 \text{ lb}_f$ | $F_{\text{retracción}} = 368 \text{ lb}_f$ |
| b) $F_{\text{extensión}} = 141 \text{ lb}_f$ | $F_{\text{retracción}} = 61 \text{ lb}_f$ |
| c) $F_{\text{extensión}} = 251 \text{ lb}_f$ | $F_{\text{retracción}} = 226 \text{ lb}_f$ |

Circuitos Neumáticos y cálculo de Cv de válvula

XVI. Conectar una válvula 5 / 2 simple solenoide regreso por resorte a un cilindro de simple efecto retraído por resorte para que cuando el cilindro se encuentre extendido y se active la válvula el cilindro se retraiga. Considerar silenciador.

XVII. Determine el Cv de la válvula para el actuador con las siguientes características:



- o Presión: 80 PSIG
- o Diámetro: 4 pulgadas
- o Temperatura: 70 °F
- o Carrera: 10 pulgadas
- o Tiempo de ciclo: 4 segundos
- o Número actuadores: 1
- o Caída de presión: 15 PSI

Cv = _____

Anexo B Escala de rango de conocimientos previos de neumática

Curso: Neumática básica

Alumno: _____ Edad _____ Fecha _____

Carrera profesional: _____

Evaluable: _____

Estudio previo			Grado de conocimiento				
Conceptos	Sí	No	1	2	3	4	5
Conocimientos generales							
Válvulas							
Preparación de aire							
Actuadores							

6. No lo conoce
7. Conocimiento escaso
8. Conocimiento parcial
9. Conocimiento aceptable
10. Puede explicar a otros de forma adecuada

Anexo “C” Unidad didáctica

Datos Generales					
Entidad Federativa: Ciudad México	Emerson México	Ciclo de capacitación: 2012-2013	Servicio		
			CE	X	CAE
Nombre del instructor: Ing. Hugo Fernando Ramírez Castro			Situación laboral:		
			Interno	X	Externo
Nombre del curso: Neumática Básica			Horario del curso:		
Campo de formación profesional: Sistemas industriales	Especialidad: Automatización de fluidos		Lunes , Martes y Miércoles de 8:00 a 17:00 horas		
Lugar de impartición: Servicios educativos de Emerson ciudad de México	Fecha		Duración en horas: 24		
	Inicio: 1/04/2013	Término: 3/04/2013			
Objetivo General: Al finalizar el curso, el egresado(a) comprenderá los principios básicos de la técnica neumática, conocerá el adecuado tratamiento del aire comprimido como forma de energía de acuerdo a requerimientos de ISO, conocerá la simbología ANSI / ISO de válvulas de 2, 3 y 4 vías así como válvulas de 2 y 3 posiciones y sus aplicaciones, conocerá las características y beneficios de varios tipos de válvulas y marcas, conocerá los diferentes modos de actuación de válvulas explicando los pros y contras de cada uno, conocerá los diferentes tipos de actuadores, su dimensionamiento y los diferentes modos de controlar las velocidades de un cilindro así como aplicaciones, analizará e interpretará circuitos neumáticos básicos, conocerá medidas de seguridad al operar equipo neumático.					

Justificación:

Atender las necesidades de capacitación de ingenieros, técnicos y personal involucrado en la operación, mantenimiento y selección de equipo neumático en el sector industrial, interesado en conocer sistemas de control eficientes y requieren de conceptos y herramientas para

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Apertura y encuadre				
Etapa	Actividades	Técnica grupal	Material y equipo de apoyo	Duración
1. Presentación del instructor / facilitador y de los participantes	Presentación ante el grupo Cada participante dice su nombre, empresa que representa, antigüedad, escolaridad y expectativa del curso.	• Rompe hielo	• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	10 min.
2. Presentación del curso	1. Presentar los objetivos del curso 2. Presentar la descripción general del desarrollo del curso 3. Mencionar el temario del curso 4. Explicar los beneficios del curso e importancia de la neumática en los procesos industriales 5. Crear un ambiente participativo mediante preguntas al grupo 6. Especificar el tipo evaluaciones a realizar, los instrumentos a utilizar, el momento de aplicarlos y los criterios a utilizar 7. Acordar con el grupo las reglas de operación del curso como descansos, uso de teléfonos, uso de computadoras, uso de equipos de pruebas y aspectos de seguridad al manejar equipos de pruebas.		• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	10 min.

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

99

Apertura y encuadre				
Etapa	Actividades	Técnica grupal	Material y equipo de apoyo	Duración
3. Evaluación diagnóstica	1. Indicar alcances e instrucciones de la evaluación previa 2. Indicar el tiempo disponible para realizar la evaluación 3. Despejar dudas que se presenten		Cuestionario de evaluación diagnóstica para valorar los conocimientos previos de los alumnos (anexo A) Escala de rango de conocimientos previos de neumática (anexo B)	30 min

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
1. Importancia de la preparación del aire comprimido.	Identificar los equipos involucrados en la preparación del aire comprimido.	Método expositivo: - Exposición de la importancia del tratamiento de aire comprimido en los procesos industriales. - Presentación de los daños que ocasiona el aire comprimido contaminado a los equipos industriales.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Cotejar usando rúbrica de evaluación (anexo D)	1
1.1. Preparación de aire comprimido en fuente.	Proponer equipos para lograr una determinada calidad de aire comprimido de acuerdo a norma ISO	Método expositivo: - Exposición, con apoyo de diapositivas, del proceso de tratamiento de aire comprimido en punto de generación. - Dar a conocer la clasificación de la calidad de aire comprimido de acuerdo a norma ISO 8573. - Presentación breve (repaso) por el instructor de las leyes de los gases. - Presentación del instructor, con apoyo de muestras de productos marca Numatics, los equipos usados para el tratamiento de aire comprimido en punto de generación. Técnica de demostración: Pedir a alumnos, mediante la manipulación de muestras físicas, la identificación de componentes y su	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa - Solicitar a alumnos la Identificación de los equipos requeridos para el tratamiento de aire comprimido en fuente. - Cotejar usando rúbrica de evaluación (anexo D)	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

101

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		aplicación con ayuda del instructor para corregir errores.		
1.2. Opciones de filtración	Conocer los equipos de filtración usados en el sector industrial. Identificar los filtros adecuados para lograr determinada calidad de aire	Método expositivo: • Exposición por parte del facilitador, con apoyo de diapositivas, de las opciones de elementos filtrantes de uso comercial. • Explicación por el instructor de la norma ISO 8573.1 en catálogo de fabricante. • Exposición de la operación de filtros de partículas y coalescentes (separación de aceites) con apoyo de muestras de productos marca Numatics. • Presentación por el instructor de posibles ensambles de filtros y válvulas. Técnica de demostración: • Pedir a alumnos realizar prácticas de ensambles de equipos de filtración y reemplazo de elementos filtrantes mediante manipulación de muestras físicas y con el apoyo del instructor.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa • Solicitar a alumnos (sin ninguna ayuda) la identificación física de los filtros para determinada calidad de aire comprimido de acuerdo a norma ISO. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	2
1.3. Preparación de aire comprimido en punto de uso.	Conocer los equipos de tratamiento de aire comprimido en punto de uso Identificar los equipos y el orden correcto de ensamble para lograr una calidad de aire optima en los puntos de	Método expositivo: • Exposición del instructor, con apoyo de diapositivas, de los equipos y su tecnología para tratar el aire comprimido en punto de uso. • Presentación de los equipos	• Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. • Sumativa	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

102

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
	aplicación.	involucrados con la seguridad en el manejo de equipo neumático y el cumplimiento con norma internacional OSHA. Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) • La Identificación de los tipos de filtros y válvulas mediante muestras de productos marca Numatics. • Realizar ensambles de filtros, válvulas y accesorios mediante manipulación de muestras físicas. • Seleccionar los equipos necesarios para obtener una determinada cantidad y calidad de aire comprimido en punto de aplicación. • Identificar los componentes de refacción de los equipos de tratamiento de aire comprimido.	Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • La identificación física de los filtros y válvulas para lograr determinada calidad de aire comprimido de acuerdo a norma ISO. • Ensamblar equipos identificando componentes y el orden de ensamble. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	
2. Válvulas neumáticas	Conocer el funcionamiento de las válvulas neumáticas de corredera. Identificar las características de las válvulas Numatics y las ventajas que ofrece el diseño de este fabricante.	Método expositivo: Exposición por parte del instructor con apoyo de diapositivas y de equipo de demostración, la tecnología de válvulas de carrete y camisa sin sellos dinámicos y los beneficios para los usuarios. Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor y de fichas técnicas).	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Identificación de	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		- Desarmar válvulas identificando sus componentes. - Ensamblar de nuevo las válvulas cuidando el orden de los componentes. Simulación: Pedir a alumnos, apoyándose en equipos de demostración, simular una entrevista con un cliente al cual se le presenta el diseño de válvulas de carrete y camisa sin sellos dinámicos y las ventajas que representa para determinados procesos industriales Al finalizar la simulación el instructor felicita los aciertos y corrige los errores.	componentes de las válvulas mediante prácticas con muestras y equipos de demostración. - Describir las ventajas de válvulas de carrete y camisa sin sellos dinámicos. - Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	
2.1. Simbología de válvulas	Identificar la simbología neumática de válvulas y sus accionamientos. Interpretación y construcción de circuitos neumáticos básicos.	Método expositivo: Exposición por el instructor con apoyo de diapositivas en Power Point y de rota-folio, la simbología ANSI /ISO de válvulas neumáticas de 2, 3, 4 vías de 2 posiciones. Técnica de demostración: Construcción por parte del instructor de modelos de circuitos neumáticos básicos de válvulas de dos posiciones y actuadores de simple	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) Construcción de	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

104

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		y doble efecto. • Explicación por el instructor de los distintos tipos de operadores de válvulas. • Presentación por el instructor del circuito anterior pero ahora con equipos de práctica y aplicando aire comprimido para mostrar el funcionamiento real del circuito neumático y su aplicación en desplazamiento de cargas. • Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) el dibujo de circuitos neumáticos básicos.	circuitos neumáticos básicos de control de un actuadores y válvulas • Identificar la actuación de diferentes válvulas neumáticas. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	
2.2. Configuración de válvulas.	Combinar elementos para la configuración de válvulas de tres posiciones marca Numatics.	Método expositivo: • Exposición por parte del facilitador y con apoyo de diapositivas en Power Point y de rota-folio de la técnica de configuración de válvulas multiusos de 4 vías y 5 puertos de la marca Numatics para que operen como válvulas de 2, 3 y 4 vías así como otras configuraciones como válvula selectora y manejo de presión dual. Técnica de demostración: • Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) solucionar problemas de configuraciones de válvulas de 4 vías y 5 puertos en forma simbólica y con equipos de demostración.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Construcción de modelos para control de actuadores de simple y doble efecto empleando diferentes configuraciones de válvulas • Cotejar usando rúbrica	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
			de evaluación sumativa (anexo D)	
2.3. Válvulas de tres posiciones	Identificar los tipos de válvulas de tres posiciones y aplicaciones.	Método expositivo: - Exposición por parte del instructor con apoyo de diapositivas en Power Point y de rota-folio de las características de operación y aplicación de las válvulas de tres posiciones. Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) - Realizar prácticas para diferenciar las características de las válvulas de tres posiciones de Numatics. - Solucionar problemas de selección del tipo de válvula de 3 posiciones adecuada en función de la operación de actuadores neumáticos.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) - Construcción de modelos para control de actuadores de doble efecto usando válvulas de tres posiciones. - Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	2
3. Actuadores	Identificar los diferentes estilos de actuadores.	Método expositivo: Exposición por parte del facilitador con apoyo de diapositivas en Power Point y de muestras de actuadores, la simbología y clasificación de actuadores neumáticos de simple efecto, doble efecto simple vástago y	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa	1

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		doble efecto doble vástago. • Presentación por el instructor de los tipos de válvulas asociadas al control de actuadores. Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) • Identificar los diferentes tipos de actuadores mediante la presentación de muestras físicas.	Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Dibujar símbolos de los distintos tipos de actuadores • Especificar el tipo de válvula requerida para el control de actuadores. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	
3.1. Información básica	Calcular fuerzas desarrolladas por actuadores.	Método expositivo: • Exposición por parte del instructor, con apoyo de diapositivas en Power Point, de fórmulas y tablas los aspectos básicos para el cálculo y la selección de actuadores. Uso de las TIC (tecnologías de información y comunicación): • Presentación por el instructor con apoyo de programas en línea y aplicaciones para teléfonos inteligentes diferentes técnicas de cálculo de áreas, fuerzas y presiones de actuadores. Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) • Solucionar problemas de áreas,	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Resolver problemas de cálculos de fuerza, área y presión de actuadores con el uso de fórmulas, tablas y tecnologías de información actuales. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	1

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

107

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		fuerza y presiones de actuadores usando fórmulas y tablas. •.Solucionar problemas de áreas, fuerza y presiones de actuadores usando aplicaciones de teléfonos inteligentes. • Solucionar problemas de áreas, fuerza y presiones de actuadores usando programas de sitios WEB relacionados.		
3.2. Estilos de actuadores	Diferenciar los estilos de montaje y materiales de construcción de actuadores.	Método expositivo: Exposición por parte del instructor con apoyo de diapositivas en Power Point y de muestras físicas: • Las normas internacionales de construcción de actuadores. • Los tipos de actuadores neumáticos principales. • Los estilos de montajes de actuadores. • Los detalles y materiales de construcción de actuadores. Estudio de caso: • Presentación por parte del facilitador de casos de ambientes de trabajo industrial para que los alumnos puedan diferenciar los estilos de actuadores requeridos en cada ambiente de trabajo.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Identificar estilos y tipo de construcción de actuadores así como áreas de aplicación según muestras físicas presentadas durante la sesión.	1

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
		Técnica de demostración: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) • Solucionar problemas de selección de montajes, estilos y materiales de construcción de actuadores en función de los casos de aplicación presentados.	• Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D)	
3.3. Dimensionamiento de actuadores	Proponer actuadores adecuados para condiciones específicas de trabajo industrial.	Método expositivo: Exposición por parte del facilitador con apoyo de diapositivas en Power Point, catálogos, muestras y equipo de medición mecánico y electrónico: • Las herramientas que se usan para el dimensionamiento de actuadores. • El uso de las herramientas mediante ejercicios de medición de actuadores. Aprendizaje “In Situ”: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) Realizar prácticas de dimensionamiento de actuadores proporcionados por el facilitador; trabajando en equipos, utilizando las herramientas entregadas durante la sesión y comprobar resultados contra información técnica de la literatura del fabricante.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) • Dimensionar actuadores proporcionados por el instructor, usando herramientas de medición también proporcionada por el facilitador. • Encontrar información relativa a los actuadores en literatura técnica en línea del fabricante. • Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D).	2

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

109

Contenido Temático	Objetivo específico	Estrategias Didácticas	Evaluación	Duración (horas)
3.4. Control de velocidad y fuerza de actuadores	- Comprender la aplicación de equipos para el control de velocidad y fuerza desarrolladas por actuadores. - Integrar los conocimientos adquiridos de equipo de tratamiento de aire, válvulas y actuadores para la solución de problemas.	Método expositivo: Exposición por parte del instructor con apoyo de diapositivas en Power Point y equipos de muestra - De los equipos relacionados con el control de velocidad y fuerza de actuadores. - Detalles de construcción y estilos de reguladores de flujo y presión - Integración de válvulas, reguladores de flujo y presión para el control de velocidad y fuerza de actuadores en diferentes aplicaciones industriales. Aprendizaje cooperativo: Pedir a alumnos (con apoyo del instructor) trabajo en equipo para realización de prácticas de variación de velocidad y fuerza de actuadores y su efecto en el control de cargas.	Formativa Cuestionario durante la presentación de diapositivas. Sumativa Pedir a alumnos (sin ninguna ayuda) - Realización de prácticas de simulación de aplicaciones industriales con equipos neumáticos. - Presentar al grupo sus resultados, los problemas encontrados y la solución dada. - Cotejar usando rúbrica de evaluación sumativa (anexo D).	2
4. Evaluación final	Conocer el grado de aprovechamiento de la capacitación.		Sumativa Pedir a alumnos contestar un cuestionario impreso en forma individual pudiendo utilizar herramientas que hayan aprendido a usar durante el curso.	0.5

Anexo “C” Unidad didáctica (continuación)

Cierre			
Etapa	Actividades	Material y equipo de apoyo	Duración
1. Conclusiones	Realizar la conclusión de los contenidos temáticos • Con el apoyo del grupo • Preguntar la opinión de los participantes sobre los temas presentados	• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	10 min.
2. Logro de expectativas	Preguntar al grupo el logro de expectativas planteadas al inicio del curso.	• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	5 min
3. Logro de objetivos	Discutir el logro de objetivos de la capacitación. • Hacer mención de que los resultados de la evaluación se les harán llegar a través de sus correspondientes coordinadores o gerentes de área.	• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	5 min
4. Continuidad del aprendizaje	Sugerir acciones que permitan continuar con el aprendizaje de nuevos temas como tomar otros cursos más avanzados.	• Computadora • Proyector • Presentación Power Point	5 min
5. Compromiso de aplicación del aprendizaje	Conducir al grupo a la formación de compromisos de aplicación del aprendizaje en las aplicaciones neumáticas para incremento de la productividad y competitividad de sus organizaciones.		5 min
6. Cierre	Retroalimentación del curso Felicitar al grupo y dar las gracias por su atención Entrega de reconocimientos (cuando aplique)	Encuesta anónima (Anexo G)	5 min

Recursos Didácticos		
Equipos : • Computadoras con acceso a internet • Teléfono inteligente • iPad • Cuenta-hilos métrico y estándar • Vernier digital • Flexo-metro • Muestras de productos • Tableros con equipos para prácticas	Auxiliares de la enseñanza: • Rota-folio • Proyector • Pantalla • USB con presentaciones • Catálogo electrónico • Internet • Aplicaciones para dispositivos móviles Insumos: • Cuadernos • Bolígrafos • Plumones • Láminas de rota-folio • Cinta adhesiva • Post-it	Referencias: 1. Bibliográficas: • Serrano N. A., Neumática, Thomson Paraninfo, 2000. • : http://www.nfpa.com/fluidpower/whatisfluidpower.aspx#pneum 2. Manual de capacitación de ASCO Numatics 3. Electrónicas: • http://www.asco.com • http://www.emerson.com 4. Tecnología de Información y Comunicación • Numacalc ® en APP de Numatics • Numasizing ® en sitio WEB de ASCO Numatics 5. Evaluaciones impresas 6. Lista de asistencia impresa

Anexo D Ficha para evaluación sumativa ²⁸

Evaluación de distintos tipos de contenidos													
Materia:						Instructor:							

No.	Nombre	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS							ACTITUDES			
			Autoco rrección	Consulta fuentes	Usa herram.	Razona miento	Lenguaje técnico	Modela	Cumple prácticas	Orden y limpieza	Colabora ción	Segur idad	GLOBAL
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	

²⁸ Castillo S., Cabrerizo J., Prácticas de Evaluación Educativa, materiales e instrumentos, Pearson, 2006, pp. 52

Anexo E Prácticas neumáticas

Práctica 1

Equipo Numatics:	Cilindro doble efecto Válvula 5/2 de botón regreso por resorte Conectores Mangueras de ¼ “ Regulador de presión Manómetro
Servicio auxiliar:	Aire comprimido
Inicio:	Cilindro retraído a 25 psig
Objetivo:	Al oprimir botón el cilindro se extiende a presión de línea

Práctica 2

Equipo Numatics:	Cilindro doble efecto Válvula 5/2 simple piloto regreso por resorte (válvula de trabajo) Válvula 5/2 de botón regreso por resorte (válvula de control) Conectores Mangueras de ¼ “ Temporizador
Servicio auxiliar:	Aire comprimido
Inicio:	Cilindro retraído
Objetivo:	Al oprimir botón el cilindro se extiende después de 5 segundos

Práctica 3

Equipo Numatics:	Cilindro doble efecto Válvula 5/3 doble piloto de aire (válvula de trabajo) Válvula 5/2 de palanca con reten (válvula 1 de control) Válvula 5/2 de palanca regreso por resorte (válvula 2 de control) Conectores Mangueras de ¼ “
Servicio auxiliar:	Aire comprimido
Inicio:	Clamp retraído (cilindro retraído)
Objetivo:	1. Operador cierra clamp manualmente 2. Operador mueve palanca de válvula 1 3. Clamp se mantiene cerrado a presión de trabajo

Anexo E Prácticas neumáticas (continuación)

4. Operador suelta palanca de válvula 1
5. Operador mueve palanca de válvula 2
6. Clamp regresa

Práctica 4

Mando simultaneo

Existen máquinas en las cuales el riesgo de accidente por parte del operador es elevado.

Equipo Numatics: Prensa (cilindro doble efecto)
Válvula 5/2 piloto de aire regreso por resorte (válv.

Distribución)

Válvula 5/2 botón regreso por resorte (Válvula Mando 1)

Válvula 5/2 botón regreso por resorte (Válvula Mando 2)

Conectores

Mangueras de ¼ "

Servicio auxiliar: Aire comprimido

Inicio: Prensa arriba (cilindro retraído)

Objetivo: Cuando ambas válvulas de mando se accionen simultáneamente descenderá el plato de la prensa (se extenderá el cilindro). Al soltar los botones de las válvulas de mando asciende el plato de la prensa (se retrae el vástago del cilindro)

Seguridad Accionando una sola válvula de mando, o soltándola cuando las dos válvulas estén accionadas, el plato de la prensa (vástago del cilindro) dejará de avanzar inmediatamente y ascenderá la prensa.

Anexo F Rubrica de habilidades en neumática

Hugo Ramirez

Student: _____

Rubric: Habilidades en neumática

Comprensión y desarrollo de habilidades en aplicaciones de neumática básica

Excelente 100 % (Criterio 10 puntos)			
	Bien 3 pts (Criterio 8 puntos)	Escaso 2 pts (Criterio 7 puntos)	No competente 1 pts (Criterio 6 puntos)
Planeación 30 % Adecuada selección de equipos y planeación de la práctica	Bien Se tiene evidencia de una planeación de las prácticas pero el plan no es lo suficientemente completo.	Escaso Poca evidencia de planeación de las prácticas. Se identificaron algunos equipos y metrales pero sin un conocimiento cabal.	No competente Se mostro escasa o ninguna evidencia de planeación de las prácticas. Solo se identificaron algunos equipos y no se usaron adecuadamente los materiales.
Diseño 20 % Excelente uso de equipos. Se maximizo el uso de materiales y se lograron los objetivos de las prácticas	Bien Buen uso de los equipos y el plan Se lograron las prácticas pero no se optimizaron los materiales.	Escaso No se usaron todos los equipos adecuadamente y no se optimizo el uso de los materiales. Se realizaron algunas prácticas pero no se completaron satisfactoriamente.	No competente Solo se usaron algunos equipos y materiales de forma adecuada. Se complico la realización de las prácticas.
Trabajo en equipo 30 % Todos los miembros del equipo trabajaron perfectamente y lograron terminar el trabajo solicitado. El equipo nunca se distrajo de sus tareas.	Bien La mayoría de los miembros del grupo trabajaron en equipo y solo les pidio ocasionalmente que se concentraran en la práctica.	Escaso La mayor parte de los miembros del grupo trabajaron en equipo pero se tuvo que pedirles en varias ocasiones que se concentraran en la práctica.	No competente Se tuvo que pedir a algunos miembros del equipo en varias ocasiones que se dedicaran a trabajar en las prácticas.
Seguridad industrial 20 % Todos los miembros del equipo usaron su equipo de protección y siguieron las prácticas de seguridad solicitadas.	Bien Todos los miembros del equipo usaron su equipo de protección y la mayoría del grupo siguió las prácticas de seguridad solicitadas.	Escaso Algunos miembros del equipo usaron su equipo de protección y solamente algunos integrantes del grupo siguió las prácticas de seguridad solicitadas.	No competente Muy pocos integrantes del equipo usaron el equipo de protección y pocos siguieron las indicaciones de seguridad solicitadas.

Build free rubrics at www.iRubric.com.Rubric Code: **ZXXCW25**Rúbrica elaborada con el programa del sitio web Rcampus ²⁹

²⁹ <http://www.rcampus.com/index.cfm>

Anexo G Evaluación del curso de entrenamiento

Nombre del curso: _____ Fecha: _____

Nombre del instructor: _____ Duración: _____

En una escala de 1 a 10 marca con una "X" el número que según tu criterio, mejor evalúa cada uno de los siguientes aspectos:

Ejemplo: El instructor acudió puntualmente

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X	

DESEPEÑO Y APROVECHAMIENTO DEL CURSO

- 1 El objetivo del curso fue claramente definido
- 2 La exposición por parte del instructor fue clara
- 3 El instructor promovió la participación del grupo
- 4 Se despejaron las dudas por parte del instructor
- 5 Las dinámicas usadas por el instructor fueron adecuadas
- 6 El material del entrenamiento fue suficiente
- 7 La dinámica del curso favoreció su participación activa
- 8 Este entrenamiento le permitirá ser más eficiente en su trabajo
- 9 Esta capacitación le permitirá trabajar con mayor seguridad
- 10 En que medida le ayudara este curso a lograr sus objetivos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

RETROALIMENTACIÓN Y SUGERENCIAS

¿Qué le gustó del curso?

¿Qué le gustaría?

Observaciones
