

Formación por competencias y diseño curricular: un enfoque alternativo teórico-metodológico aplicado a la enseñanza de la ingeniería industrial. Instituto tecnológico veracruzano. México”

Dr. Juan José Alberto Mejía Correa, PhD.

Dr. Rogelio Bermúdez Sarguera , PhD.

Dra. Marisela Rodríguez Rebustillo, PhD.

Dr. Juan Francisco Mejía Pérez

**Formación por competencias y diseño curricular:
un enfoque alternativo teórico-metodológico
aplicado a la enseñanza de la ingeniería industrial.
Instituto tecnológico veracruzano. México”**

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

© Publicaciones Editorial Grupo Compás
Guayaquil - Ecuador
compasacademico@icloud.com
<https://repositorio.grupocompas.com>



Mejía, J., Bermúdez, R., Rodríguez, M., Mejía, J. (2024) Formación por competencias y diseño curricular: un enfoque alternativo teórico-metodológico aplicado a la enseñanza de la ingeniería industrial. Instituto tecnológico veracruzano. México". Editorial Grupo Compás

©Dr. Juan José Alberto Mejía Correa, PhD.
Dr. Rogelio Bermúdez Sarguera, PhD.
Dra. Marisela Rodríguez Rebastillo, PhD.
Dr. Juan Francisco Mejía Pérez

ISBN:978-9942-33-766-5

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Solo un pensamiento...

*Tus sueños solo serán realidad si encuentras la manera de conseguirlos y, si vas a poner excusas toda tu vida, entonces no le dediques tu esfuerzo.
Por esta razón, dejo olvidado en ti mi pensamiento,
en el umbral de tu desconocimiento.*

Prólogo

Lo que caracteriza sustancialmente a este trabajo es la construcción del sistema instrumental de algunas asignaturas que se imparten en la enseñanza superior del Instituto tecnológico mexicano, en la ciudad de Veracruz. Esta problemática reposa en el tintero de los problemas de carácter metodológico aún no resueltos de las disciplinas que conforman su plan de estudios. De esta manera, pretendemos considerar el examen de las habilidades profesionales desde posiciones teóricas y metodológicas diferentes, bajo la égida de los aportes que, en este sentido, han realizado los doctores cubanos Bermúdez Sarguera, R. y M. Rodríguez Rebutillo. Las materias específicamente tratadas bajo este nuevo enfoque metodológico son *Control de calidad* y *Administración de la calidad*. Es así como en el libro se propone construir una determinada red de habilidades profesionales, en función de los contenidos instrumentales de las asignaturas arriba mencionadas, de modo que fuesen abordadas no solo las habilidades específicas de cada una de ellas, sino también las habilidades que son comunes a ambas, así como el análisis de la estructura interna y de la validez instrumental que a ellas son inherentes. En general, la pesquisa se realizó bajo la clasificación de los métodos de investigación, según las posiciones de aquellos mismos tratadistas, que defienden los métodos de obtención de información, *v.g.*, cuestionarios a profesores de la carrera, y los métodos del procesamiento de la información obtenida, a saber, los métodos estadísticos, alejándonos así de las posiciones que prescriben la división de los métodos de investigación en empíricos y teóricos. Por último, cabe señalar que la dinámica metodológica de la planificación y ejecución de las actividades académicas y extracurriculares se llevaron a cabo a través de talleres-laboratorios, preponderantemente.

Todo ello, en consecuencia, condicionó, como resultado definitivo, la evaluación de las competencias profesionales en la formación predominantemente instrumental del estudiante universitario del mencionado Instituto.

Los autores.

Resumen

Hoy día, el enfoque por competencias alcanza cada vez una mayor aceptación, fundamentada en el diseño curricular. Nuestro país –México–, inmerso en el tratado de libre comercio y la globalización, busca un perfeccionamiento sistemático en la formación de profesionales, tendiente a la elevación de la calidad de sus procesos consustanciales. Los desafíos que enfrentan los Tecnológicos en la formación por competencias apuntan a la interpretación y adecuación de sus planes de estudios, en función de las realidades con las que hoy contamos, en el desafío de construir un mundo mejor. De ahí la necesidad y actualidad de esta investigación, que aborda la reestructuración sistémica de dos asignaturas, a saber, *control de calidad y administración de la calidad*, pertenecientes al plan de estudio de la ingeniería industrial, admitido en la Universidad tecnológica de Veracruz. Se aplicaron métodos de recopilación de información, como encuestas, entrevistas y el método de expertos, así como determinados métodos para procesar la información recopilada, a saber, la escala analítico-sintética y otros métodos matemático-estadísticos, clasificación propuesta por los investigadores cubanos, Dres. Bermúdez y Rodríguez, cuyos aportes nos han servido de plataforma teórico-metodológica general para la adecuación de nuestros métodos, procedimientos e instrumentos de investigación, en aras de conseguir los objetivos propuestos. Dentro de los resultados obtenidos de mayor trascendencia, pueden citarse la identificación de cada una de los objetivos, habilidades y hábitos profesionales presentes en todos y cada uno de los temas de estas asignaturas, así como también la validez instrumental de aquellas, en virtud del perfeccionamiento de la gestión del futuro profesional. Admitimos el hecho de que la presente investigación constituirá una plataforma para exámenes futuros de igual naturaleza, cuyos resultados tenderán a la objetividad y concreción imprescindibles en estas áreas del conocimiento profesional.

Índice

Prólogo		3
Resumen		4
Índice		5
Tablas elaboradas para una mejor comprensión del texto		9
Introducción		11
Capítulo 1		
Competencias profesionales y currículo		
1.1.	Enfoque curricular basado en competencias	14
1.2.	Competencia profesional	15
1.3.	Procedimientos y técnicas empleados en la investigación	21
	1.3.1. Identificación de los objetivos de asignaturas en el contexto de actuación ingenieril para la carrera de ingeniería industrial	22
	1.3.2. Habilidades por asignatura del contexto de actuación ingenieril para la carrera de ingeniería industrial	28
	1.3.3. Instrumentaciones que condicionan la construcción y aplicación del conocimiento, por semestres	35
	1.3.4. Comparación entre asignaturas de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)	41
	1.3.5. Comparación de las habilidades por año, en función de su carácter motor, intelectual y validez instrumental	45
	1.3.6. Comparación por año de las instrumentaciones sin validez instrumental	45
	1.3.7. Relación de las habilidades con el cuerpo orientador -- objetivos-- de las asignaturas	47
1.4.	Propuesta de red de habilidades profesionales desarrollada por el autor principal de esta investigación, en función de los postulados teóricos y metodológicos de los doctores cubanos Bermúdez Sarguera, R. y Rodríguez Rebustillo, M.	52
1.5.	Habilidades comunes a las asignaturas seleccionadas de la carrera de Ingeniería Industrial	53
1.6.	Sobre las habilidades profesionales básicas	54
	1.6.1. La habilidad profesional de <i>interpretar</i>	55
	1.6.2. La habilidad profesional de <i>determinar</i>	56
	1.6.3. La habilidad profesional de <i>analizar</i>	57
Capítulo 2		
Dispositivo metodológico aplicado a la caracterización de la carrera de ingeniería industrial. Resultados obtenidos		
2.1.	Resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario a profesores de la carrera	58
2.2.	Análisis de la entrevista no estructurada a los expertos	62
	2.2.1. Concepciones del ingeniero industrial y funciones que ejerce	62

	2.2.2.	Áreas de desarrollo y campo ocupacional del ingeniero industrial	64
	2.2.3.	Participación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas	64
		2.2.3.1 Preparación del egresado	64
	2.2.4.	Opiniones sobre el mejoramiento de la formación de los egresados de la carrera en las instituciones públicas	65
	2.2.5.	Vínculos entre los sectores productivo y el educativo para la realización de las prácticas en las unidades industriales	66
	2.2.6.	Situación de la carrera de ingeniería industrial en el país	67
	2.2.7.	Estructuración del Plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial	68
	2.2.8.	Conocimientos básicos, habilidades y actitudes con los que debe de contar el ingeniero industrial	69
	2.2.9.	Conclusiones sobre el análisis de la entrevista	70
	2.2.10.	Aplicación y análisis del grupo focal con los profesores de la carrera	71
	2.2.11.	Descripción del estado actual de los laboratorios en el Instituto tecnológico de Veracruz	72
	A título de conclusiones del capítulo 2		74
Capítulo 3			
<i>Propuesta metodológica para el desarrollo de las habilidades profesionales en el contexto ingenieril de la carrera de ingeniería industrial</i>			
3.1.	Metodología propuesta para el desarrollo de las habilidades profesionales		76
	3.1.1.	Determinación de las habilidades de las asignaturas	76
	3.1.2.	Escala analítico-sintética para describir las invariantes estructurales y los niveles de dominio de cada una de las habilidades seleccionadas	76
	3.1.3.	Inclusión de las habilidades en un sistema de acciones con una graduación creciente de complejidad	86
		3.1.3.1 Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar, a través de la materia <i>Control de calidad</i>	87
		3.1.3.2 Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar, a través de la materia <i>Administración de la calidad</i>	88
	3.1.4.	Relación de los conocimientos con las habilidades estudiadas	89
	3.1.5.	Aplicación de métodos de enseñanza y de aprendizaje, en el contexto ingenieril	95
		3.1.5.1 Problema-tipo para interpretar el diagrama de dispersión, correlación y regresión, en la materia <i>Control de calidad</i>	95
		3.1.5.2 Problema-tipo para interpretar el diagrama de dispersión, correlación y regresión, en la materia <i>Administración de la calidad</i>	98
	3.1.6.	Diseño y aplicación de un sistema de evaluación y control	81

		sistemático y dinámico	
	3.1.6.1.	¿Qué entender por código de calificación?	82
	3.1.6.2.	¿Cuál debe ser el criterio de relación a seguir para otorgar la calificación?	82
	3.1.7.	Utilización del taller-laboratorio como forma de organización práctica de la enseñanza	100
	3.1.8.	Requisitos metodológicos para la planificación y ejecución de la práctica de laboratorio	101
	3.1.9.	Retroalimentación inmediata del resultado, tanto para la planeación del maestro como la del alumno, en el desarrollo constante de sus habilidades	106
3.2.	Resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta		107
3.3.	Análisis de la efectividad de la propuesta metodológica elaborada		111
Capítulo 4			
Guías de observación como medio (instrumento) de evaluación de la actuación docente en la competencia profesional			114
4.1.	El método constituye la categoría rectora en la ejecución de una actividad pedagógica, según los Dres. cubanos Bermúdez y Rodríguez.		118
	4.1.1.	<i>El objetivo orienta; el método instrumenta</i>	119
4.2.	Guías de observación como instrumento de evaluación		124
	4.2.1.	Guía de observación <i>1</i>	124
	4.2.2.	Guía de observación <i>2a</i>	126
	4.2.3.	Guía de observación <i>2b</i>	127
	4.2.4.	Guía de observación <i>3</i>	127
	Resultados obtenidos con la aplicación de las guías		128
Conclusiones generales			132
Recomendaciones			134
Bibliografía			136
Anexos			
	Anexo 1	Desglose del contenido de la materia: "Control de calidad"	139
	Anexo 2	Costos de calidad	143
	Anexo 3	Diagrama de Pareto	145
	Anexo 4	Diagrama causa-efecto	148
	Anexo 5	Histograma	151
	Anexo 6	Estratificación	156
	Anexo 7	Hoja de comprobación	159
	Anexo 8	Gráficos de control	161
	Anexo 9	Gráficos de control por atributos	167
	Anexo 10	Gráfica de control "c" (defectos por unidad)	171
	Anexo 11	Gráfica de control "u" para cantidad de defectos por unidad	174
	Anexo 12	Capacidad del proceso o habilidad del proceso	177
	Anexo 13	Empleo de los estudios de proceso	180

	Anexo 14	Habilidad real de un proceso	<i>182</i>
	Anexo 15	Muestreo de aceptación	<i>184</i>
	Anexo 16	Muestreo doble	<i>187</i>

Tablas elaboradas para una mejor comprensión del texto

Tablas	Contenido	Pág.
1	<i>Objetivos de asignaturas del contexto de actuación ingenieril para la carrera de Ingeniería Industrial</i>	17
2	<i>Total de objetivos por año</i>	22
3	<i>Habilidades por asignaturas del contexto de actuación de ingeniería. Carrera de ingeniería industrial</i>	23
4	<i>Clasificación de las habilidades contentivas en las asignaturas, en función de su carácter motor o intelectual</i>	31
4.1	<i>Comparación entre asignaturas del 1er. semestre, en función de cada una de las instrumentaciones que contienen (como % del total de habilidades del semestre)</i>	36
4.2	<i>Comparación entre asignaturas del 2do. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	37
4.3	<i>Comparación entre asignaturas del 3er. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	37
4.4	<i>Comparación entre asignaturas del 4to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	38
4.5	<i>Comparación entre asignaturas del 5to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	38
4.6	<i>Comparación entre asignaturas del 6to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	39
4.7	<i>Comparación entre asignaturas del 7mo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	39
4.8	<i>Comparación entre asignaturas del 8mo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	40
4.9	<i>Comparación entre asignaturas del 9no. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	40
4.10	<i>Comparación entre asignaturas del 10mo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)</i>	41
5	<i>Comparación de las habilidades por años</i>	41
6	<i>Comparación por años de las instrumentaciones sin validez instrumental</i>	42
7	<i>Relación de los objetivos y las habilidades en asignaturas del contexto de actuación Ingenieril de la carrera de Ingeniería Industrial</i>	43
8	<i>Ejercitación de la instrumentación diseñar para que devenga habilidad</i>	46
9	<i>Acciones a ejecutar en el Taller-laboratorio y habilidad a desarrollar</i>	56
10	<i>Objetivos, habilidades, acciones y conocimientos de las unidades que conforman la materia de “Control de calidad”</i>	60
11	<i>Objetivos, habilidades, acciones y conocimientos de las unidades que conforman la materia de “Administración de la calidad”</i>	64
12	<i>Características de los componentes didácticos empleados antes y después de la propuesta aplicada</i>	67

Esquemas elaborados

Esquemas	Contenido	Pág.
1	Propuesta de red de habilidades profesionales, desarrollada por el Ing. Mejía Correa, PhD., para las materias seleccionadas, en función de los postulados teóricos de Bermúdez y Rodríguez	48
2	Acciones comunes a las materias “Control de calidad” y “Administración de la calidad”	49
3	Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar a través de la materia “Control de calidad”	58
4	Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar a través de la materia “Administración de la calidad”	59

Figuras elaboradas

Figuras	Contenido	Pág.
1	Correlación mínima entre las instrumentaciones intelectuales	47
2	Curva normal de	72
3	Escala de evaluación	73

Escalas analítico-sintéticas (para identificar el nivel de dominio del desarrollo de una habilidad profesional)

Escalas analítico-sintéticas	Contenido	Pág.
1	“Definir el concepto de calidad”	75
2	“Determinar costos de calidad”	135
3	“Interpretar diagrama de Pareto”	137
4	“Interpretar diagrama causa-efecto”	140
5	“Interpretar histograma”	143
6	“Modelar histograma”	144
7	“Determinar estratificación”	146
8	“Diseñar hoja de comprobación”	148
9	“Interpretar un gráfico de control por variables”	153
10	“Interpretar un gráfico de control para atributos “ p “	156
11	“Interpretar un gráfico de control para atributos “ 100p “	157
12	“Interpretar un gráfico de control para atributos “ c “	160
13	“Interpretar un gráfico de control para atributos “ u “	164
14	“Interpretar habilidad del proceso”	169
15	“Interpretar habilidad real del proceso”	172
16	“Interpretar muestreo de aceptación simple”	174
17	“Interpretar muestreo de aceptación doble”	176

Introducción

En la actualidad, la formación profesional constituye una alternativa estratégica para el desarrollo de los tecnológicos que pretenden evolucionar hacia un futuro mejor, como respuesta a la satisfacción de las necesidades de la sociedad y bajo las condiciones económicas y sociales imperantes.

El propósito que motiva la idea de encontrar una adecuada designación para la aplicación de las bases conceptual, metodológica y técnica de una visión curricular, basada en la formación por competencias y de acuerdo con las exigencias de los institutos tecnológicos en la formación profesional, es justo el estar a tono con la sostenibilidad que la sociedad impone al nivel de enseñanza superior en el país.

La revisión estricta y profunda que del concepto de competencia hemos realizado, pone en tela de juicio la validez total de su estructura y de su funcionamiento. Los desvaríos epistémicos en este sentido son evidentes y ostensibles en el plano categorial de las ciencias que lo emplean, sin dar unívocamente al traste con su definición más precisa. Los niveles de abstracción operativos de los investigadores también puede señalarse como otra de las rémoras importantes en su comprensión. Y esto tiene relación necesariamente con los pivotes o puntos nodales de relación de medida que se toman para el razonamiento y las conclusiones definitorias del concepto. Querámoslo o no, estamos abocados al análisis cuidadoso de su composición y de las relaciones de funcionalidad que este establece con los conceptos afines –o no— restantes.

Todo lo anterior, nos hace pensar en las disímiles preguntas que podrán ciertamente formularse a tenor del descubrimiento de este concepto, tan actual, pero evidentemente contradictorio. De ahí la necesidad de focalizar criterios definitorios del concepto y criterios prácticos o aplicativos de este, de modo que logremos dar al traste con la multilateralidad en la que se haya atrapado. Dentro de estas preguntas, pueden considerarse:

- ¿qué elementos son constitutivos de las competencias?,
- ¿qué elementos están presentes o son comunes a las competencias y a las competencias profesionales?,
- ¿cómo se conforman?,
- ¿cuál es su estructura?, ¿son las competencias estructuras profundas, estructuras de hábitos?

- ¿por qué la praxis profesional es ineludible a la hora de hablar de competencias profesionales?,
- ¿constituyen las competencias realizaciones de logro, como en la etnometodología?, ¿son conductas no comparables con las instrumentaciones psíquicas, de acuerdo con algunos tratadistas sobre estas últimas?,
- ¿subyacen al concepto de competencia determinados enfoques teóricos, metodológicos, prácticos, relacionales, integrales u otros?,
- ¿Sobre la base de qué criterios de relación han sido clasificadas las competencias en el plano laboral?,
- ¿qué relación posee el concepto de competencia con otros de naturaleza pedagógica, psicológica, didáctica, como las habilidades, los hábitos, el conocimiento, las acciones, las operaciones, las actitudes y las capacidades?,
- ¿qué relación tienen estos hechos –las competencias— con los procesos adaptativos humanos al contexto laboral?,
- ¿cuál es la relación de las competencias con los contextos en los que se ejecuta?,
- ¿cuál es la relación entre las competencias y los mecanismos que garantizan la calidad en la oferta ocupacional?
- Específicamente, ¿cuál es el nexo de la competencia con el contexto de actuación profesional del ingeniero industrial?
- Por último, ¿sería válido y teóricamente coherente afirmar que *las competencias constituyen el conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes combinados, coordinados e integrados en la acción, adquirido a través de la experiencia (formativa y no formativa -profesional-) que permite al individuo resolver problemas específicos de forma autónoma y flexible en contextos singulares?* De esa definición, bien podrían florecer otras preguntas no menos importantes cuando de competencia se trata, a saber: ¿qué tipo de conocimientos focalizan los autores?, ¿a qué llamar procedimiento? Si la actitud es un concepto acuñado por la psicología, entonces, ¿qué entender por él?, ¿realmente es posible esa combinación de conocimientos, procedimientos y actitudes, cuando la personalidad competente es un todo, un nudo gordiano?, ¿acaso los elementos que integran no se hayan, por antonomasia, coordinados y combinados?, ¿no es un procedimiento la acción misma respondiente a un

método? Si lo que se valora preponderantemente hoy día es el trabajo en equipo para la resolución de problemas, sobre todo en el contexto laboral, ¿cómo es que se sigue haciendo énfasis en el carácter autónomo de la persona para el enfrentamiento de dichos problemas? ¿En qué se distancia la experiencia de una persona de los conocimientos, procedimientos y actitudes aprendidos?, ¿no son una y la misma cosa?

Sobre estos hechos volveremos una y otra vez, en el ejercicio de la investigación científica que hemos desplegado.

Capítulo 1

Competencias profesionales y currículo

1.1. Enfoque curricular basado en competencias

A nuestro juicio, toda competencia, de acuerdo con su naturaleza primigenia, bien puede ser considerada una instrumentación, o sea, en términos generales, estamos hablando de un instrumento de carácter psíquico.

Recorrer las investigaciones sobre el fenómeno competencia, nos remitiría ineluctablemente a sus antecedentes que pueden hallarse en Inglaterra, Alemania, Australia, Estados Unidos y Francia, preponderantemente, países en los que aparece relacionada con el proceso productivo en las empresas, principalmente, en el ámbito tecnológico, en el que su desarrollo competitivo requiere respuesta rápida, lo que implica capacitar y adiestrar de manera continua a su personal, independientemente del título, del diploma o de la experiencia laboral previa.

Este es el argumento fundamental que sostiene el concepto de *competencia laboral*, a partir del cual, por su trascendencia, se asume posteriormente el término competencia profesional en el perfeccionamiento hacia el proceso formativo en la Educación Superior Tecnológica.

En la búsqueda de los términos sobre los que teóricamente deba descansar una definición de dicho concepto, podríamos considerar lícita la primera aproximación a él, según la cual toda *competencia* es indicador de lo que se espera de un empleado en el lugar de trabajo, más que el resultado del proceso de aprendizaje. Ella supone la facultad de transferir y aplicar la habilidad y el conocimiento respectivos, en cualquier situación y entorno.

Así, toda competencia debe incluir determinados requisitos para

- desarrollar una actividad individual,
- ejecutar múltiples actividades dentro de un puesto de trabajo,
- resolver lo irregular y contingente de la rutina y
- enfrentar con responsabilidad y expectativa el ambiente de trabajo con el personal.

De modo que la competencia de los individuos podría ser la resultante de un conjunto de atributos (*conocimientos, habilidades, actitudes, valores, etc.*) que se organizan en combinaciones diversas para realizar tareas específicas.

1.2. Competencia profesional

La *competencia* debe definirse en última instancia como la posesión y desarrollo del conocimiento, de la destreza y de la actitud que permiten al sujeto desarrollar actividades en su área profesional, adaptarse a toda situación, y transferir –si es necesario– su conocimiento, habilidad y actitud profesional al contexto laboral dado.

A juicio nuestro, el resultado investigativo de mayor vigencia y actualidad y que, por lo tanto, ha de servir como punto de partida del presente enfoque de formación por competencias, se halla en el *estudio sobre la formación y desarrollo de las habilidades*, realizado por la profesora rusa Talízina (1984), apoyada en la teoría de la *actividad* de Leontiev (1981) y la teoría de la formación planificada y por etapas de las acciones mentales y los conceptos, del también profesor ruso Galperin (1967). En ellas, puede apreciarse el énfasis sobre la relación entre lo que denominan “*el saber hacer*” y el conocimiento, en la cual se defiende la idea de que el saber siempre implica saber hacer algo.

De igual manera, al estar relacionado con la actividad, el estudio de la habilidad y del hábito se ha visto vinculado con la acción subordinada a la actividad. Galperin (1967) y Talízina (1984, 1988) hacen explícita la relación de la habilidad y la actividad en el proceso de aprendizaje, hacen énfasis en el vínculo interno que existe entre la actividad y el nuevo conocimiento y la habilidad, enfatizando que durante el proceso de la actividad, la acción aislada se deviene habilidad.

Sucede, en primer lugar, que no toda instrumentación es una habilidad, pero sí toda habilidad es una instrumentación. Lo instrumental es un aspecto de nuestra ejecución y puede ser expresada no solo a través de la habilidad, sino también a través del hábito, la acción, la operación, lo que permite ser competitivo.

La definición que se defiende, se asume por su posibilidad funcional y aplicativa en el plano tecnológico, pues es posible dirigir el aprendizaje no solo de la instrumentación que debe convertirse en habilidad general o específica (profesional) para el Ingeniero Industrial y la Gestión Empresarial, sino también aquella operación

que simultáneamente interviene en el estudio de la carrera y que se pondrá en juego en el puesto laboral de dicho profesional.

El hombre desde siempre ha observado y contemplado fenómenos que se presentan a su vista y ha buscado la forma de entender la esencia de su comportamiento, las tendencias de su desarrollo y las contradicciones en sus manifestaciones; esto lo ha logrado gracias a esa característica individual y particular de pensar, discurrir y juzgar, lo que le ha permitido ir aumentando su conocimiento, experiencia. Esta interacción entre lo natural y lo social se debe a la formación de su personalidad, lo cual le permite un estilo de actuación determinado por la relación motivacional-afectiva y cognitivo-instrumental que lo incitan a la búsqueda de respuesta al mismo reto.

¿Por qué se hace énfasis en el método? Porque de él depende, como base, la adquisición de la habilidad, aunado a su frecuencia, periodicidad, complejidad y flexibilidad, siendo esta la vía más favorable para adquirirla.

Es de suma importancia hoy día la idea, según la cual la habilidad solo es posible formarla sobre la base del conocimiento.

El conocimiento no solo indica el porqué del objeto que se estudia, sino que permite que el egresado, una vez que se integra al aparato productivo de la sociedad, tenga la calidad de lo que el estudio superior proyectó como objetivo.

Necesariamente, la habilidad y el conocimiento han de existir en unidad dialéctica porque no puede formarse la habilidad sin el conocimiento que le sirve de base y, solo con el conocimiento, la persona puede ejecutar algo.

Digamos, cuando la persona valora, lo hace con un conocimiento. Al mismo tiempo, cuando la persona construye un conocimiento, lo hace necesariamente a tenor de la ejecución de determinadas habilidades. De ahí que compartamos con Bruner (1972) la idea de que es más importante que el *alumno sepa hacer y no conocer*. Saber, según la posición de este autor, *consiste principalmente en saber hacer*.

Lo instrumental no puede sustituir al conocimiento. El conocimiento es el que permite fundamentar el cómo y el porqué se hizo; nos muestra el mejor método, susceptible de ser perfeccionado.

El maestro, al planear la ejecución de la instrumentación de la enseñanza, requiere, ante todo, la fijación o determinación del objetivo, que es el que indica lo que se espera o pretende lograr; el método a seguir debe llevar al alumno a resolver, probar y comprobar la ejecución de la actuación. Esto es tener bien determinado el sistema de acciones que constituye la sistematización instrumental de las ejecuciones del estudiante.

La sistematización de la habilidad se logra cuando *la frecuencia* --o número de veces que se realiza la acción o la operación—hace que el sujeto la domine, la lleve a la praxis con soltura, cadencia, con conocimiento de causa; cuando se trata de la periodización de aquellas, se está considerando el tiempo que transcurre entre el receso de ejecución y la vuelta a la utilización de la acción u operación.

Es importante que se tome en cuenta el grado de *complejidad y periodicidad* para que la habilidad no vaya perdiendo la fijación de su imagen de ejecución y se olvide o produzca cansancio, fatiga y traiga como consecuencia un resultado no deseado.

Es importante que se tenga en mente que la adquisición de una habilidad requiere de un aprendizaje y esto implica una modificación de la actuación del sujeto.

La vía para lograrlo es la cognitivo-instrumental. Su adquisición durante la carrera profesional le permitirá crear y desarrollar la habilidad y el hábito, en función de todo ese basamento.

Así, se pretende resaltar la idea de que la enseñanza no debe ser concebida como la trasmisión de conocimientos y el aprendizaje como la mera búsqueda de información por parte del alumno.

Para que el método de enseñanza cobre vida y cumpla con su propósito, es necesario que el maestro busque la condición suficiente que tienda a modificar al alumno en su actuación en el plano cognitivo-instrumental, que conlleve a que el alumno tenga la iniciativa de utilizar una determinada metodología que le permita la producción o reproducción de un determinado objeto; este puede ser ya en forma de actuación.

La actuación se haya condicionada por un sistema complejo, en donde lo genético participa, pero la adquisición de todo aquello que capta del medio que lo

rodea es lo que permite construir la plataforma cognitivo-instrumental, debido a lo que Vigotsky (1979) y Wertsch (1985) llaman proceso de interiorización. El medio es un factor determinante que impone al sujeto estructurar su esquema de conducta.

De lo anterior se infiere que es necesario que el maestro, en el método de enseñanza que utilice, ponga toda su atención hacia qué está dirigido la construcción del conocimiento, la fijación del objetivo y la elección del método para que el alumno produzca, no para que reproduzca. Como se ha mencionado, es muy importante que el alumno, para que sea hábil, requiere del conocimiento, pero que esté aplicado a la práctica, digamos en el taller laboratorio, y de esta forma, adquiera la seguridad y la capacidad de poder instrumentar un nuevo método que le permita adquirir la habilidad en mejor condición. Lo anterior lleva a que el alumno *aprenda a aprender*, pues será capaz de diseñar su propio método, técnica y procedimiento.

Al iniciar la acción de un método, es de vital importancia que quede determinado el objetivo con precisión, tanto de enseñanza como de aprendizaje. Esto permite designar o crear el método que lo lleve gradualmente de lo más fácil a lo más difícil, ya que este es el camino lógico y dialéctico que posibilita la transición del pensamiento a lo concretamente pensado.

El maestro como facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje debe saber que el no precisar el objetivo es tan frustrante y sin sentido, como el volar en un avión de pasajeros y en pleno vuelo fallezca el ingeniero de vuelo y este pierda su rumbo.

Sin el objetivo, no hay dirección efectiva de la coordinación de los recursos; es por esto que se requiere de él, porque es la razón de que se elija el mejor método que permita el desarrollo de la habilidad. Esto debe ser formulado para que sea mejor entendido y comprendido, lo cual generará estímulos que motiven, ya que ello influye substancialmente en la medida y característica de la toma de decisiones. El declarar que el objetivo forma la base de una filosofía individual, tanto del maestro como del alumno, permite a ambos ir siempre orientado por él.

Cuando el objetivo no se enuncia formalmente, la solución inmediata es glorificada como objetivo, y como tal carece de cohesión y coherencia y, son, por

ello, frecuentemente contradictorio al propósito. Tanto el maestro como el alumno, sin un objetivo, están cambiando continuamente, derrochando esfuerzo y atención en una u otra dirección, sin logro sustantivo.

Una vez que, tanto el maestro como el alumno, han definido su objetivo, o sea, lo han establecido, la manera en que el objetivo es alcanzado, cae dentro de la esfera de la ética. El valor personal (ética) ejerce una fuerte influencia en la percepción de una situación dada y su conducta se manifiesta cuando se le presenta una situación problemática. Frecuentemente, en la selección de algo, entran los valores personales; esto suele pasar en las relaciones interpersonales maestro-alumno.

Los valores personales determinan para un sujeto lo que está bien o mal, lo que es bueno o malo; las transigencias representan casi siempre, en alguna medida, el sacrificio de un valor personal. En la medida en que el maestro o el alumno se adhieren a esos valores, es determinante su habilidad de transigir. El deseo y la esperanza de obtener un beneficio es personal, pero para crear este, debe existir una relación recíproca maestro-alumno; es labor del maestro la búsqueda de la manera de plantear los valores para que el alumno los haga suyos.

Se deduce, a partir de este concepto, que el término *competencia* puede ser, sin lugar a dudas, interpretado en conformidad con la visión y el propósito de la formación de un profesional, bajo el dominio de la habilidad, pues, sin la habilidad, no podrá ser competitivo.

Hay que considerar que la visión de competencia surge precisamente en la empresa contemporánea, en su mayoría en el trabajo planteado por David McClelland, en la Universidad de Harvard, quien propone una nueva variable para entender el concepto de motivación: Performance/Quality, considerando el primer término como la necesidad de logro (resultados cuantitativos) y, el segundo, como la calidad en el trabajo (resultados cualitativos) en el desempeño de lo profesional.

Por lo que el alumno debe estar motivado para poder emprender cualquier empresa y desarrollarla lo mejor posible, bajo dos condiciones: el precio de venta y el uso al cual ha de ser sometido el producto o servicio (calidad), pero la vía para llegar a ser competitivo es en el desarrollo de las habilidades. Por todo lo anterior, se

propone la red de habilidades para la carrera de Ingeniería Industrial, así como la red de habilidades profesionales (ver en el capítulo 2 de esta obra, al igual que las figuras 3 y 4), en las que se deja advertir la modelación de la actividad del proceso pedagógico, en el contexto de una concepción estratégica del desarrollo de la personalidad, en la práctica educacional, potenciando el desarrollo de la habilidad profesional, la capacidad pedagógica y el valor ético-pedagógico.

El sistema de habilidades del contexto de actuación ingenieril fue sometido a un análisis teórico y metodológico para valorar su estructura. A través de los 10 semestres de la carrera, debe garantizarse que los egresados resuelvan los problemas de su práctica profesional, con el nivel teórico requerido en función de condicionar la construcción cognitiva teórica en el estudiante y el desarrollo de la habilidad con mayor nivel de dominio.

En los análisis que anteceden al presente diagnóstico, fue detectada una pobre realidad conceptual del estudiante sobre el área del conocimiento de la Ingeniería. Esta falta de suficiencia se manifiesta como pobre instrumentación intelectual para *observar, comparar, clasificar, valorar*, así como aquello que posibilitan aplicar el conocimiento, o sea, *identificar, describir, demostrar, explicar, fundamentar*, etc.

Se evidencia insuficiencia en la concepción y acción didáctica, con relación a la función de administración académica señalada, a saber, prever, planear, organizar, integrar, dirigir y controlar el proceso docente. Se comparte la posición teórica de los doctores Bermúdez y Rodríguez (1996). Se revisó el programa de la malla curricular, compuesto por 46 materias. El programa revisado fue el diseñado, a raíz del programa vigente en el momento de la realización de este estudio, que tuvo lugar en 2015.

Cada programa fue revisado, identificando su objetivo y la habilidad requerida, tal y como se relacionan cronológicamente. Se buscó referencia sobre el marco teórico que se orienta para dirigir el proceso de aprendizaje, especialmente, para la formación del concepto ingenieril de calidad.

A continuación, consignamos los principales presupuestos de partida, en la investigación:

- La instrumentación motora (cadena de movimiento: verbal, digital y etc.) no está relacionado con el conocimiento (cognitivo-teórico) y exigen la consecución estricta de paso estructurado en algoritmo. Si no se sistematiza (el algoritmo) con cierta frecuencia y periodicidad la cadena, esta se debilita y puede desaparecer.
- La instrumentación intelectual se relaciona con el conocimiento. Para la construcción del conocimiento, el sujeto cognoscente funciona a través de la *observación, comparación, clasificación y la valoración*, o sea, debe utilizar un criterio de relación.
- La aplicación del conocimiento funciona a través de la *explicación, identificación, descripción y fundamentación* entre otras, o sea, sobre la base del conocimiento estructurado u organizado con antelación.

No ha de obviarse que partimos del marco de referencia adoptado y el resultado alcanzado en anteriores trabajos (Mejía Correa, 1994), relacionados con la habilidad de la asignatura como objeto de investigación, en el contexto de actuación de la Ingeniería Industrial.

1.3. Procedimientos y técnicas empleados en la investigación

Bajo el uso del método de análisis de documentos, en función de la estructura y organización de las habilidades profesionales contenidas en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial, trabajamos con las 46 materias que conforman el plan de estudio de la carrera, en aras de sistematizar las habilidades en ellas contenidas. Consideramos ser extremadamente minuciosos en el análisis de los programas, producto de la insuficiencia detectada en los documentos de la Dirección General de Institutos Tecnológicos (DGIT). La Ingeniería Industrial constituía una de las carreras dentro del Instituto Tecnológico de Veracruz, México.

Es necesario esclarecer que el plan de estudios para la carrera de Ingeniería Industrial no está estructurado por disciplinas, sino por asignaturas.

Asimismo, se listaron todos los objetivos de las materias, por orden de aparición y su ubicación por semestre académico. Esto puede ser observado en la ***Tabla 1***, configurada por los objetivos de las asignaturas pertenecientes al contexto de actuación ingenieril para la carrera de Ingeniería Industrial.

1.3.1. Identificación de los objetivos de las asignaturas pertenecientes al contexto de actuación ingenieril

Tabla 1: “Objetivos de asignaturas del contexto de actuación ingenieril para la carrera de Ingeniería Industrial”

Sem.	Asignaturas	Objetivos por asignaturas	Total
1ro.	Introducción a la ingeniería industrial	Conocer lo que es la ingeniería industrial y su campo de aplicación, así como motivarse a ejercerla.	1
	Dibujo industrial	Adquirir conocimientos generales para: interpretar y supervisar planos de diferentes ramas de la Ingeniería y especificaciones de piezas industriales y equipos especializados en los manuales y catálogos de los fabricantes.	2 en 1
	Administración	Lograr la eficiencia de un organismo social mediante la dirección de sus integrantes.	1
	Matemáticas I	Comprenderá la introducción al cálculo, límites y continuidad, la derivada y sus aplicaciones, la integral y técnicas de integración.	4 en 1
	Metodología de la investigación	Comprenderá la trascendencia del conocimiento científico y tecnológico en el desarrollo de la sociedad y en su formación profesional. Conocerá los distintos tipos de investigación y desarrollará algunos ejercicios prácticos. Aplicará los conocimientos adquiridos en las demás asignaturas desarrollando investigación documental, experimental o de campo.	5 en 3
2do.	Electricidad industrial	Comprender los elementos básicos de electricidad, así como sus principales aplicaciones.	1
	Matemáticas II	Comprenderá vectores y superficies, funciones vectoriales de variable real, funciones de varias variables independientes, integrales múltiples, campos vectoriales y aplicaciones.	5 en 1
	Probabilidad y estadística	Resolverá problemas que involucren fenómenos aleatorios, aplicando los modelos probabilísticos más adecuados. Así mismo podrá organizar	2 en 1

		y analizar la información a su alcance para la toma de decisiones.	
	<i>Economía</i>	Proporcionar los conocimientos para interpretar los conceptos fundamentales de la economía, los problemas y las políticas económicas que atañen las actividades del hombre, la empresa y la sociedad humana, especialmente la de México.	<i>3 en 1</i>
	<i>Dibujo industrial</i>	Adquirirá conocimientos generales para interpretar y supervisar planos de diferentes ramas de la ingeniería y especificaciones de piezas industriales y equipos especializados en los manuales y catálogos de los fabricantes.	<i>2 en 1</i>
	<i>Programación</i>	Comprenderá y solucionará problemas de ingeniería, mediante el uso de computadoras digitales.	<i>2</i>
<i>3ro.</i>	<i>Informática</i>	Utilizar hoja electrónica, procesador de textos, base de datos y graficador.	<i>4 en 1</i>
	<i>Estadística I</i>	Analizar y conocer las características de una población, mediante técnicas de estimación de parámetros y pruebas de hipótesis.	<i>2 en 1</i>
	<i>Estudio del trabajo I</i>	Aplicar las técnicas de estudio de tiempos y movimientos a un sistema de producción, con la finalidad de optimizarlo.	<i>1</i>
	<i>Procesos de fabricación</i>	Identificar lo que es un proceso de fabricación para elaborar un producto incluyendo las fases de su transformación, desde la materia prima hasta finalizar con el producto terminado.	<i>1</i>
	<i>Matemáticas III</i>	Comprenderá matrices y determinantes, sistemas de ecuaciones lineales, ecuaciones diferenciales de primer orden, ecuaciones diferenciales de orden superior con coeficientes constantes, solución de ecuaciones diferenciales con coeficientes variables por series de potencias.	<i>7 en 1</i>

4to.	<i>Investigación de operaciones I</i>	Identificar las aplicaciones potenciales de la investigación en operaciones.	<i>4 en 2</i>
		Formular y aplicar modelos lineales a situaciones reales, e identificar las posibilidades de cambios en sus sistemas productivos sobre la base de análisis de sensibilidad.	<i>3</i>
	<i>Estadística II</i>	Analizar y aplicar técnicas de regresión y diseño experimental, con el objetivo de tomar decisiones para mejorar procesos de producción.	<i>2</i>
	<i>Control de calidad</i>	Aplicar las herramientas estadísticas del control de calidad a un sistema de producción Comprender los conceptos de variaciones para la estabilización de los procesos.	<i>3 en 1</i>
	<i>Matemáticas IV</i>	Comprenderá la teoría de las Ecuaciones Diferenciales Parciales, de la transformación de Laplace, funciones especiales y su aplicación en problemas de ingenieril.	<i>3 en 1</i>
	<i>Programación</i>	Utilizar hoja electrónica, procesador de textos, base de datos y graficador.	<i>4 en 1</i>
5to.	<i>Planeación y control de la producción</i>	Aplicar con precisión las técnicas de planeación, programación y control de un sistema de bienes y/o servicios para operarlos adecuadamente.	<i>1</i>
	<i>Investigación de operaciones II</i>	Aplicar a situaciones reales, los principales modelos y técnicas probabilísticas de la investigación en operaciones.	<i>1</i>
	<i>Ingeniería de sistemas</i>	Proporcionar al estudiante una herramienta integradora para las diversas disciplinas, en el análisis de una problemática, estructurándola y proponiendo soluciones a través de la concepción de la teoría y enfoque de sistemas.	<i>3 en 1</i>
	<i>Administración de personal</i>	Aplicar las técnicas fundamentales de la administración de recursos humanos en las organizaciones.	<i>1</i>

	<i>Derecho laboral</i>	Al final del curso el alumno comprenderá las condiciones individuales del trabajo así como de algunos aspectos de las relaciones colectivas, de acuerdo con la legislación laboral.	1
	<i>Métodos numéricos</i>	Comprenderá y aplicará los algoritmos numéricos en la solución de problemas.	1
6to.	<i>Planeación y control de la producción II</i>	Aplicar con precisión las técnicas de planeación, programación y control de un sistema y/o servicios para operarlos adecuadamente.	1
	<i>Mercadotecnia</i>	Reconocer y comprender las variables que influyen en las actividades y decisiones de mercado.	2 en 1
	<i>Higiene y Seguridad Industrial</i>	Analizar e identificar los elementos que representan riesgos para los trabajadores y desarrollar programas de seguridad e higiene enfocados a la prevención y conservación de la salud del medio ambiente.	3 en 1
	<i>Psicología Industrial</i>	Aplicar los principios del comportamiento humano en las organizaciones para que en la práctica profesional propicie un comportamiento orientado al desarrollo personal y la productividad de las empresas.	1
	<i>Administración de proyectos</i>	Aplicar con precisión las herramientas que permiten administrar proyectos.	1
	<i>Contabilidad y costos</i>	Capacitará en el manejo de términos contables, permitiéndole identificar los costos dentro del proceso productivo, contribuyendo a la formulación de proyectos de inversión.	1
7mo.	<i>Planeación y diseño de instalaciones</i>	Aplicar los principios y técnicas para el arreglo físico de las instalaciones en un sistema de producción.	1
	<i>Análisis de información financiera</i>	Utilizar la información proveniente de los estados financieros para elaborar diagnósticos y para tomar decisiones en las empresas.	2 en 1

	<i>Administración del mantenimiento</i>	Aplicar técnicas para administrar planes y programas de conservación de equipos e instalaciones con el objetivo de evitar paros no planeados en la producción.	1
	<i>Ingeniería económica</i>	Aplicará los criterios de evaluación para hacer el análisis de proyectos de inversión y tomar la mejor decisión desde el punto de vista económico, social y financiero.	2 en 1
8vo.	<i>Administración de Calidad</i>	Tendrá los conocimientos, actitudes y habilidades necesarias para participar en las actividades de desarrollo e implantación de sistemas de calidad total, en una organización de bienes y servicios.	1
	<i>Ergonomía</i>	Diseñar el medio de trabajo de tal forma que resulte cómodo, y a la vez que facilite el trabajo y esté acorde con las necesidades mínimas de seguridad e higiene.	1
	<i>Medición y mejoramiento de la productividad</i>	Utilizar correctamente técnicas para medición, análisis y mejoramiento de la productividad en una organización.	1
	<i>Formulación y evaluación de proyectos</i>	Aplicar las técnicas de ingeniería más apropiadas en cada etapa del proceso que se sigue en la elaboración de un proyecto.	1
9no.	<i>Planeación estratégica</i>	Analizar las decisiones estratégicas que deban tomarse en una empresa, el proceso de formalización para su ejecución en la práctica y sus efectos financieros.	2 en 1
	<i>Desarrollo de emprendedores I</i>	Desarrollar el espíritu emprendedor y las habilidades de creatividad, liderazgo, manejo de conflictos, selección de socios y manejo de juntas.	1
	<i>Ingeniería de productos y servicios</i>	Analizar los factores que determinan la calidad de un producto y servicio, mediante modelos que permitan mejorar, mantener y evaluar el nivel de calidad, con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente.	1

	<i>Metrología y normalización</i>	Utilizar los diferentes instrumentos de medición como apoyo para la certificación de las normas de calidad.	1
10mo.	<i>Desarrollo de emprendedores II</i>	Conozca y comprenda el uso que puede hacer de las disposiciones legales que en materia empresarial existen, así como apoyarse en los diversos organismos del sector público y privado, además, comprenderá el impacto que la globalización de la economía tiene en las empresas.	3 en 1
	<i>Desarrollo de emprendedores III</i>	Será capaz de desarrollar un plan para la creación de una micro o pequeña empresa.	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2: “*Total de objetivos por año*”

1	2	3	4	5	Total (5 años)
28	27	17	10	9	91 (total de objetivos)

Fuente: elaboración propia.

Se listaron todas las habilidades de las materias por orden de aparición y su ubicación por semestre académico.

Este procedimiento puede ser observado en la *tabla 2*. Como bien puede advertirse, se tomaron todas las materias de la retícula de la carrera de Ingeniería Industrial y, mediante un proceso de análisis, se desglosaron todas las habilidades contenidas en dichos programas, con el objetivo de identificar las habilidades que resultaban explícitas en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico de Veracruz.

1.3.2. Total de habilidades por asignaturas de cada semestre

Tabla 3. “Habilidades por asignaturas del contexto de actuación de ingeniería. Carrera de ingeniería industrial”

Sem.	Asignaturas	Habilidades declaradas en las asignaturas	Total
Iro.	Introducción a la ingeniería industrial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar, ▪ evaluar, ▪ definir, ▪ caracterizar, ▪ comparar, ▪ analizar 	6
	Dibujo industrial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar (9), ▪ representar (11), ▪ determinar, ▪ dibujar (4), ▪ trazar (8), ▪ resolver problemas, ▪ clasificar (2), ▪ caracterizar (2), ▪ usar (6), ▪ aplicar (6) 	50
	Administración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prever, ▪ planear, ▪ organizar, ▪ integrar, ▪ dirigir, ▪ controlar 	6
	Matemáticas I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demostrar(4), ▪ definir(5), ▪ identificar, ▪ discutir(4), ▪ graficar, ▪ operar, ▪ aplicar(4), ▪ diferenciar, ▪ describir, ▪ explicar, ▪ analizar(2), ▪ investigar, ▪ establecer(5) 	31
	Metodología de la investigación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprender, ▪ aplicar(3), 	24

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>organizar(2),</i> ▪ <i>analizar(8),</i> ▪ <i>definir(3),</i> ▪ <i>redactar,</i> ▪ <i>investigar(4),</i> ▪ <i>conocer(2)</i> 	
2do.	<i>Electricidad industrial</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Analizar (3),</i> ▪ <i>manejar,</i> ▪ <i>utilizar (2),</i> ▪ <i>calcular,</i> ▪ <i>identificar,</i> ▪ <i>bosquejar,</i> ▪ <i>usar,</i> ▪ <i>realizar diagrama,</i> ▪ <i>justificar,</i> ▪ <i>utilizar</i> 	13
	<i>Matemáticas II</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Definir (12),</i> ▪ <i>representar (2),</i> ▪ <i>resolver (4),</i> ▪ <i>interpretar,</i> ▪ <i>explicar,</i> ▪ <i>analizar,</i> ▪ <i>calcular (3),</i> ▪ <i>enunciar (2),</i> ▪ <i>aplicar</i> 	27
	<i>Probabilidad y estadística</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Describir(2),</i> ▪ <i>definir(5),</i> ▪ <i>calcular(6),</i> ▪ <i>resolver(5),</i> ▪ <i>establecer(6),</i> ▪ <i>identificar(5),</i> ▪ <i>representar,</i> ▪ <i>distinguir(4),</i> ▪ <i>clasificar,</i> ▪ <i>aplicar(2),</i> ▪ <i>clasificar,</i> ▪ <i>aplicar(2),</i> ▪ <i>comprender(3),</i> ▪ <i>usar</i> 	41
	<i>Economía</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Investigar (9),</i> 	44

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicar (20) ▪ exponer (3), ▪ exponer (7), ▪ resumir (3) ▪ ejemplos prácticos – ejemplificar (2) <p>(*) En esta asignatura, no se tuvo en cuenta, en la mayoría de las ocasiones, que la habilidad debería haberse formulado en infinitivo, o sea, como aquello que se debería ejecutar.</p>	
	Dibujo industrial II	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar(10), ▪ representar(4), ▪ determinar, ▪ dibujar(4), ▪ trazar(8), ▪ interpretar(8), ▪ clasificar(2), ▪ resolver, ▪ aplicar(6) 	23
	Programación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprender, ▪ resolver 	2
3ro.	Informática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Describir, ▪ aplicar, ▪ editar, ▪ formatear, ▪ definir, ▪ imprimir, ▪ construir, ▪ crear, ▪ consultar, ▪ crear, ▪ editar, ▪ manejar, ▪ buscar, ▪ remplazar, ▪ combinar 	16
	Estadística I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparar (2), ▪ comprender (3), ▪ interpretar (2) 	7

	Estudio del trabajo I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación bibliográfica (5), ▪ investigación de campo (3), ▪ elaborar monografía (3), ▪ elaborar documento. <p>(*) <i>Ibidem con la asignatura de Economía</i></p>	12
	Procesos de fabricación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clasificar (4), ▪ observar (2), ▪ ejemplificar (2), ▪ diferenciar. 	9
	Matemáticas III	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir(14), ▪ ejercitar, ▪ verificar, ▪ explicar, ▪ identificar, ▪ aplicar(9), ▪ clasificar, ▪ determinar(3), ▪ calcular 	32
4to.	Investigación de operaciones I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir, ▪ analizar (15), ▪ resolver problemas (6), ▪ explicar, ▪ caracterizar 	24
	Estadística II	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar (5), ▪ comprender (4), ▪ usar (3), ▪ interpretar (4), ▪ comparar (4) 	20
	Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprender (3), ▪ analizar (3), ▪ distinguir, ▪ aplicar, ▪ elaborar, ▪ interpretar (3), ▪ decidir, ▪ determinar, ▪ utilizar 	15
	Matemáticas IV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir(7), ▪ identificar, ▪ explicar(2), ▪ enunciar(2), ▪ deducir(2), ▪ simplificar, 	29

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ analizar, ▪ establecer(3), ▪ clasificar(3), ▪ aplicar(3), ▪ determinar(2), ▪ usar, ▪ resolver 	
5to.	<i>Planeación y control de la producción</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diferenciar, ▪ diseñar (3), ▪ diferenciar, ▪ enumerar, ▪ identificar, ▪ seleccionar 	8
	<i>Investigación de operaciones II</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseñar, ▪ implantar, ▪ aplicar 	3
	<i>Ingeniería de sistemas</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer, ▪ diseñar ▪ implantar 	3
	<i>Administración de personal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparar, ▪ analizar (2), ▪ comprender (3), ▪ diferenciar 	7
	<i>Derecho laboral</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar(14), ▪ resumir, ▪ analizar(7), ▪ discutir, ▪ comparar 	24
	<i>Métodos numéricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicar(7), ▪ diferenciar, ▪ definir(2), ▪ identificar 	11
6to.	<i>Planeación y control de la producción II</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planear, ▪ clasificar (2), ▪ formular (2), ▪ utilizar (2), ▪ resolver problemas, ▪ aplicar (3), ▪ usar, ▪ explicar (6), ▪ programar (6), ▪ definir, ▪ elaborar gráficas, 	27

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>elaborar programas</i> 	
	<i>Mercadotecnia</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Explicar (2),</i> ▪ <i>Entender</i> 	3
	<i>Higiene y Seguridad Industrial</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Definir (2),</i> ▪ <i>aplicar (2),</i> ▪ <i>comparar,</i> ▪ <i>calcular,</i> ▪ <i>realizar informes,</i> ▪ <i>identificar (2),</i> ▪ <i>determinar,</i> ▪ <i>analizar (2),</i> ▪ <i>planear (2),</i> ▪ <i>programar</i> 	15
	<i>Psicología Industrial</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Describir (6),</i> ▪ <i>identificar (11),</i> ▪ <i>definir (5),</i> ▪ <i>analizar (9),</i> ▪ <i>mencionar (3),</i> ▪ <i>modelar,</i> ▪ <i>explicar,</i> ▪ <i>elaborar instrumentos</i> 	37
	<i>Administración de proyectos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Diseñar,</i> ▪ <i>Administrar</i> ▪ <i>aplicar</i> 	3
	<i>Contabilidad y costos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Identificar,</i> ▪ <i>investigar (5),</i> ▪ <i>definir,</i> ▪ <i>comparar (2),</i> ▪ <i>analizar,</i> ▪ <i>describir,</i> ▪ <i>resumir,</i> ▪ <i>señalar</i> 	13
7mo.	<i>Planeación y diseño de instalaciones</i>	<i>Aplicar</i>	1
	<i>Análisis de información financiera</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Explicar (4),</i> ▪ <i>Aplicar (4),</i> ▪ <i>separar (2),</i> ▪ <i>elaborar,</i> ▪ <i>analizar (8),</i> ▪ <i>describir,</i> ▪ <i>discutir,</i> ▪ <i>calcular (3),</i> ▪ <i>definir</i> 	25

	<i>Administración del mantenimiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar(12), ▪ elaborar monografías, ▪ elaborar ensayo (2), ▪ analizar (2), ▪ exponer, ▪ modelar, ▪ esquematizar (2), ▪ diseñar 	22
	<i>Ingeniería económica</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar (10), ▪ exponer (10), ▪ resumir, ▪ aplicar (2), ▪ identificar 	24
8vo.	<i>Administración de Calidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interpretar(3), ▪ medir, ▪ graficar, ▪ muestrear 	6
	<i>Ergonomía</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Medición y mejoramiento de la productividad</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Formulación y evaluación de proyectos</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
9no.	<i>Planeación estratégica</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Desarrollo de emprendedores I</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Ingeniería de productos y servicios</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Metrología y normalización</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
10mo.	<i>Desarrollo de emprendedores II</i>	(no declara habilidades en el programa)	0
	<i>Desarrollo de emprendedores III</i>	(no declara habilidades en el programa)	0

Fuente: elaboración propia.

En la *Tabla 3*, se refleja la falta de sistematización de las habilidades declaradas en los programas de asignaturas de los diferentes semestres. Hay asignaturas que solo declaran 1 habilidad (por ej.: *planeación y diseño de instalaciones*), mientras que otras declaran hasta 50 habilidades (por ej.: *dibujo industrial*), lo cual nos hace notar la ausencia de una concepción metodológica en cuanto a la determinación y planificación de las habilidades, en el currículo del ingeniero industrial. Por otro lado, en los últimos semestres de la carrera, las asignaturas no declaran en sus programas ninguna habilidad, no permitiéndonos hacer un análisis del nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes de las habilidades precedentes ni de las nuevas habilidades a alcanzar en estas.

Las instrumentaciones las clasificamos en motoras e intelectuales. Esta clasificación responde a los resultados de las investigaciones de los Doctores cubanos Bermúdez y Rebutillo (2003). Las instrumentaciones intelectuales se desglosaron en instrumentaciones para la obtención de conocimientos e instrumentaciones dirigidas a la aplicación del conocimiento obtenido, tal y como se expresa en la *tabla 3*. De este modo, la *observación*, la *clasificación*, la *comparación* y la *valoración* constituyen instrumentaciones dirigidas a la obtención del conocimiento, en tanto la *interpretación*, la *explicación* y la *identificación* se subsumen dentro de las instrumentaciones que se emplean para aplicar el conocimiento obtenido.

1.3.3. Instrumentaciones que condicionan la construcción y aplicación del conocimiento, por semestres

Tabla 4. “*Clasificación de las habilidades contentivas en las asignaturas, en función de su carácter motor o intelectual*”

<i>Instrumentaciones psíquicas</i>					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
<i>Iro.</i>	Introducción a la ingeniería industrial	-	2	2	2
	Dibujo industrial	2	1	2	4

	Administración	-	-	3	3
	Matemáticas I	-	1	7	5
	Metodología de la investigación	-	-	3	4
	Totales	2	4	17	18

(*) Además de su carácter motor o intelectual, las habilidades han sido valoradas igualmente por su validez instrumental.

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
2do.	Electricidad industrial	2	1	5	1
	Matemáticas II	-	-	7	2
	Probabilidad	-	2	5	5
	Economía	-	-	3	2
	Dibujo industrial	2	1	3	3
	Programación	-	1	-	1
	Totales	4	4	23	13

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
3ro.	Informática	-		4	8
	Estadística	-	1	1	1
	Estudio del Trabajo I	-	-	4	-
	Procesos de fabricación	-	2	2	-
	Matemáticas III	-	1	4	4
	Totales		4	15	13

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
4to.	Investigación de operaciones I	-	1	2	1
	Estadística II	-	1	2	2
	Control de calidad	-	1	1	7
	Matemáticas IV	-	1	6	6
	Totales		4	11	16

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
5to.	Planeación y control de la producción	-	2	3	1
	Investigación de operaciones II	-	-	1	2
	Ingeniería de sistemas	-	-	1	2
	Administración de personal	-	2	-	1
	Métodos numéricos	-	1	2	1
	Derecho laboral	-	1	2	2
	Totales		6	9	9

Instrumentaciones psíquicas					
Semestre	Asignaturas	Motoras	Intelectuales		Sin validez instrumental
			Construcción del conocimiento	Aplicación del conocimiento	
6to.	Planeación y control de la producción II	-	1	7	1
	Mercadotecnia	-	-	1	1
	Higiene y seguridad industrial	-	2	7	1
	Psicología industrial	-	1	6	1
	Administración de proyectos	-	-	3	-
	Contabilidad y costos	-	1	5	2
	Totales			5	29

Instrumentaciones psíquicas					
Semestre	Asignaturas	Motoras	Intelectuales		Sin validez instrumental
			Construcción del conocimiento	Aplicación del conocimiento	
7mo.	Planeación y diseño de instalaciones	-	-	1	-
	Análisis de información financiera	-	2	5	1
	Administración del mantenimiento	-	1	4	2
	Ingeniería económica	-	-	-	-
	Totales	-	3	10	3

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
8vo.	Administración de calidad	-	-	4	-
	Ergonomía	-	-	-	-
	Medición y mejoramiento de la productividad	-	-	-	-
	Formulación y evaluación de proyectos	-	-	-	-
	Totales	-	-	4	-

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
9no.	Desarrollo de emprendedores II	-	-	-	-
	Desarrollo de emprendedores III	-	-	-	-
	Totales	-	-	-	-

Instrumentaciones psíquicas					
<i>Semestre</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Motoras</i>	<i>Intelectuales</i>		<i>Sin validez instrumental</i>
			<i>Construcción del conocimiento</i>	<i>Aplicación del conocimiento</i>	
10mo.	Contexto de actuación Ingenieril	-	-	-	-
	Total de instrumentaciones declaradas	-	-	-	-
	Totales	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la *tabla 4*, existe una desproporción entre el número de las habilidades que permiten la construcción de los conocimientos y las de aplicación, predominando estas últimas; ello apunta a la inconsistencia y vulnerabilidad que probablemente tendrá lugar durante el proceso de aprendizaje, pues no se puede aplicar lo que aún no se ha construido, contribuyendo a la falta de sistematización, hecho metodológico al que ya nos hemos referido. También se evidencia la ausencia de instrumentaciones motoras y su sistematización a lo largo de la carrera, lo cual impide la formación de hábitos profesionales, al no contar con el dominio de aquellas operaciones que devengan hábitos.

Ello es necesario para concientizar la dosificación del proceso de enseñanza-aprendizaje, en términos de habilidades, de modo tal que se tomen en cuenta las posiciones metodológicas específicas para contribuir a su desarrollo.

Sobre la comparación de las asignaturas

La comparación entre las asignaturas de un mismo semestre y entre semestres de cada una de las instrumentaciones (*tabla 4*), resume el número de habilidades por asignatura del semestre y, de ellas, se cuantifican las motoras y las intelectuales, tanto las de obtención como las de aplicación del conocimiento. Asimismo, se enumeran (en por ciento) aquellas instrumentaciones que no poseen validez instrumental.

Con esta comparación, pudimos constatar que existen asignaturas que se acercan más a las exigencias metodológicas de un programa, con respecto al sistema de habilidades que debe contener, mientras que otras ni siquiera tienen idea de cuáles habilidades debe incluir el programa. Es preocupante que esta situación se agrave en los últimos semestres de la carrera. Existe un desbalance en el número de habilidades entre asignaturas y semestres, además de un gran número de verbos declarados como habilidades que no tienen validez instrumental.

1.3.4. Comparación entre asignaturas de cada una de las instrumentaciones que en ellas se contienen

Tabla 4.1: “Comparación entre asignaturas del 1er. semestre, en función de cada una de las instrumentaciones que contienen (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (5)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
<i>Introducción a la ingeniería industrial</i>	6	-	0	2	50	2	11.76	2	11.11
<i>Dibujo industrial</i>	9	2	100	1	25	2	11.76	4	22.24
<i>Administración</i>	6	-	0	-	0	3	17.64	3	16.66
<i>Matemática I</i>	13	-	0	1	25	7	41.17	5	27.77
<i>Metodología de investigación</i>	7	-	0	-	0	3	17.64	4	22.22
Totales	41	2		4		17		18	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.2: “Comparación entre asignaturas del 2do. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (6)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
<i>Electricidad industrial</i>	9	2	50	1	20	5	21.73	1	7.14
<i>Matemática II</i>	9	-	0	-	0	7	30.4	2	14.28
<i>Probabilidades</i>	12	-	0	2	40	5	21.73	5	35.71
<i>Economía</i>	5	-	0	-	0	3	13.04	2	14.28
<i>Dibujo industrial</i>	9	2	50	1	20	3	13.04	3	21.42
<i>Programación</i>	2	-	0	1	20	-	-	1	-
Totales	46	4		5		23		14	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.3: “Comparación entre asignaturas del 3er. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (5)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Informática	12	-	37.5	-	0	4	26.66	8	
Estadística	3	-	9.37	1	25	1	6.66	1	
Estudio del Trabajo I	4	-	12.5	-	0	4	26.66	-	
Procesos de fabricación	4	-	12.5	2	50	2	13.33	-	
Matemática III	9	-	28.12	1	25	4	26.66	4	
Totales	32	-		4		15		13	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.4: “Comparación entre asignaturas del 4to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (4)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Investigación de operaciones	4	-	-	1	25	2	18.18	1	6.66
Estadística II	4	-	-	1	25	2	18.18	1	6.66
Control de calidad	9	-	-	1	25	1	63.63	7	46.66
Matemática IV	13	-	-	1	25	6	-	6	40
Totales	30		0	4		11		15	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.5: “Comparación entre asignaturas del 5to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (6)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Planeación y control de la producción	6	-		2	33.33	3		1	
Investigación de operaciones II	3	-		-	0	1		2	
Ingeniería de sistemas	3	-		-	0	1		2	
Administración personal	3	-		2	33.33	-		1	
Métodos numéricos	4	-		1	16.66	2		1	
Derecho laboral	5	-		1	16.66	2		2	
Totales	24			6		9		9	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.6: “Comparación entre asignaturas del 6to. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (6)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Planeación y control de la producción II	9	-	32.14	1		7	24.13	1	16.66
Mercadotecnia	2	-	7.14	-		1	03.44	1	16.66
Higiene y seguridad industrial	10	-	35.71	2		7	03.44	1	16.66
Psicología industrial	8	-	28.57	1		6	20.68	1	16.66
Administración de proyectos	3	-	10.71	-		3	10.34	-	0
Contabilidad y costos	8	-	28.57	1		5	17.24	2	33.33
Totales	28			29		29		6	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.7: “Comparación entre asignaturas del 7mo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (4)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Planeación y diseño de instalaciones	1	-	6.25	-	0	1	10	-	0
Análisis de información financiera	8	-	50	2	66.6	5	50	1	0.33
Administración del mantenimiento	7	-	43.75	1	33.3	4	40	2	66.6
Ingeniería económica	-	-		-	-	-		-	-
Totales	16			3		10		3	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.8: “Comparación entre asignaturas del 8vo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (4)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Administración de calidad	4	-				4	100	-	-
Ergonomía	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medición y mejoramiento de la productividad	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formulación y evaluación de proyectos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totales	4	-	-	4		4	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.9:- “Comparación entre asignaturas del 9no. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (4)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Planeación estratégica	-	-	--	-	-	-	-	-	-
Desarrollo de emprendedores I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingeniería de productos y servicios	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metrología y normalización	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totales	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.10: “Comparación entre asignaturas del 10mo. semestre de cada una de las instrumentaciones (como % del total de habilidades del semestre)”

Asignaturas (2)	Habilidades	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%
Desarrollo de emprendedores II	-	-	--	-	-	-	-	-	-
Desarrollo de emprendedores III	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totales	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

En la *tabla 5*, se expresa la comparación entre años de cada una de las instrumentaciones (como por ciento del total de habilidades de años y contexto de actuación). De este modo, pudimos determinar la sistematicidad, la frecuencia y la periodicidad que existía en la relación intermateria.

Tabla 5: “Comparación de las habilidades por años, en función de su carácter motor, intelectual y validez instrumental”

Años	Asignaturas que declaran acciones en sus programas	Instrumentaciones motoras	%	Instrumentaciones intelectuales (construcción del conocimiento)	%	Instrumentaciones intelectuales (aplicación del conocimiento)	%	Sin validez instrumental	%	Habilidades
1ro.	10	6	42.98	8	26.66	40	33.89	31	41.89	54
2do.	9	-	18.09	8	26.66	26	22.03	29	37.83	34
3ro.	12	-	23.52	11	36.66	38	32.20	15	16.21	49
4to.	8	-	9.04	3	10	14	18.91	3	4.05	17
5to.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Contexto de actuación	39	6	-	30	-	118	-	78	-	154

Fuente: elaboración propia.

Como bien puede apreciarse, las instrumentaciones motoras no se sistematizan a lo largo de los años, pues todas se concentran en el 1er. año. Ello deviene condición no favorable en la sistematización de las instrumentaciones. Así mismo, predominan las instrumentaciones intelectuales de aplicación, en detrimento de las de obtención de conocimientos, en todos los años de la carrera. En los Programas de los dos primeros años, existe un gran número de instrumentaciones que no tienen validez instrumental, aspecto este que nos hace reflexionar en la modificación de este concepto sobre el término habilidad, sobre todo para los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial.

Al evaluar la validez instrumental de las habilidades, consideramos la utilización o no de expresiones en términos de acciones concretas, factibles de operacionalizar, o sea, no pueden ser desglosadas en cada una de las operaciones que dentro de ellas se contienen por su carácter impreciso, lo que hace difícil su dirección por parte del docente y, en consecuencia, su aprendizaje por parte del alumno. En la *tabla 6*, mencionamos las habilidades que no poseen validez instrumental alguna, de acuerdo con las posiciones teóricas que defendemos. La valoración ha sido realizada por cada semestre y tomando en cuenta todas las asignaturas implicadas en cada uno de ellos.

1.3.6. Comparación por años de las instrumentaciones sin validez instrumental

Tabla 6. “Comparación por años de las instrumentaciones sin validez instrumental”

<i>1er. Sem.</i>	<i>2do.</i>	<i>3ro.</i>	<i>4to.</i>	<i>5to.</i>	<i>6to</i>	<i>7mo.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Conocer</i> ▪ <i>Establecer</i> ▪ <i>Integrar</i> ▪ <i>Operar</i> ▪ <i>Usar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Establecer</i> ▪ <i>Manejar</i> ▪ <i>Usar</i> ▪ <i>Utilizar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Buscar</i> ▪ <i>Combinar</i> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Construir</i> ▪ <i>Consultar</i> ▪ <i>Crear</i> ▪ <i>Editar</i> ▪ <i>Manejar</i> ▪ <i>Reemplazar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Distinguir</i> ▪ <i>Establecer</i> ▪ <i>Usar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Conocer</i> ▪ <i>Discutir</i> ▪ <i>Implantar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Comprender</i> ▪ <i>Realizar</i> ▪ <i>Señalar</i> ▪ <i>Utilizar</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Discutir</i> ▪ <i>Laborar</i>

Fuente: elaboración propia.

Al establecer la comparación entre los objetivos y las habilidades que aparecen en los Programas de materias que así lo declaran (39 de las 46), se pone de manifiesto un amplísimo rango de intenciones y ejecuciones, tanto dentro de una asignatura, en un semestre, como en todo el contexto de actuación, caracterizándose por ser un inventario de instrumentaciones más que un sistema instrumental.

En la *tabla 7*, se refleja el nivel de correspondencia existente entre los objetivos determinados y formulados para las asignaturas seleccionadas y las habilidades pertinentes.

1.3.7. Relación de las habilidades con el cuerpo de orientación –objetivos-- de las asignaturas instrumental de las asignaturas

Tabla 7. “Relación de las habilidades y los objetivos en asignaturas del contexto de actuación Ingenieril de la carrera de Ingeniería Industrial”

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
1ro.	Introducción a la ingeniería industrial	1	6	0.16	6
	Dibujo industrial	2	50	0.04	25
	Administración	1	6	0.16	6
	Matemática I	4	31	0.12	7.75
	Metodología de la investigación	5	24	0.20	4.8

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
2do.	Electricidad industrial	1	1	1	1
	Matemáticas II	1	13	0.07	13
	Probabilidad	1	1	1	1
	Economía	1	12	0.08	12
	Dibujo industrial	1	1	1	1
	Programación	1	1	1	1

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
3ro.	Informática	4	16	0.25	
	Estadística	1	0	0.14	
	Estudio del Trabajo I	1	12	0.08	
	Procesos de fabricación	1	9	0.11	
	Matemáticas III	1	9	1	

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
4to.	Investigación de operaciones I	6	24	0.25	4
	Estadística II	2	20	0.1	10

	Control de calidad	2	15	0.13	7.5
	Matemáticas IV	1	13	1.0	13

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
5to.	Planeación y control de la producción	-	2	3	1
	Investigación de operaciones II	-	-	1	2
	Ingeniería de sistemas	-	-	1	2
	Administración de personal	-	2	-	1
	Derecho laboral	-	1	2	1
	Métodos numéricos	-	1	2	2
	Totales			6	9

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
6to.	Planeación y control de la producción II	-	1	7	1
	Mercadotecnia	-	-	1	1
	Higiene y seguridad industrial	-	2	7	1
	Psicología industrial	-	1	6	1
	Administración de proyectos	-	-	3	-
	Contabilidad y costos	-	1	5	2
	Totales			5	29

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
7mo.	Planeación y diseño de instalaciones	-	-	1	-
	Análisis de información financiera	-	2	5	1
	Administración del mantenimiento	-	1	4	2
	Ingeniería económica	-	-	-	-
	Totales			3	10

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
8vo.	Administración de calidad	1	-	4	-
	Ergonomía	-	-	-	-

	Medición y mejoramiento de la productividad	-	-	-	-
	Formulación y evaluación de proyectos	-	-	-	-
	Totales	-	-	4	-

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
9no.	Planeación estratégica	-	-	-	-
	Desarrollo de emprendedores I	-	-	-	-
	Ingeniería de productos y servicios	-	-	-	-
	Metrología y normalización	-	-	-	-
	Totales	-	-	-	-

<i>Sem.</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Número de objetivos</i>	<i>Número de habilidades</i>	<i>Objetivos/habilidades</i>	<i>Habilidades/objetivos</i>
10mo.	Desarrollo de emprendedores II	*	*	*	*
	Desarrollo de emprendedores III	*	*	*	*
	Totales para todo el contexto de actuación ingenieril	60	447	12.51	304.05

Observación: (*) Este signo indica que no existe información al respecto.

Las relaciones objetivos-habilidades y habilidades-objetivos no mantienen similar tendencia, lo que implica concepciones diferentes en cuanto a la relación que debe existir entre los objetivos y las habilidades. Además, en las distintas asignaturas, hay prácticamente repeticiones que aparentemente permiten darle periodicidad y frecuencia a las instrumentaciones motoras; sin embargo, tal cual están planteados, los objetivos tienen dos o más intenciones que dicen justamente lo mismo (ej. *analizar, conocer, comprender*). Lo mismo sucede con la periodicidad, frecuencia, flexibilidad y complejidad de las instrumentaciones intelectuales que posibilitan el dominio de la operación y la acción, respectivamente.

Hasta aquí puede observarse que, del total de las instrumentaciones declaradas en el sistema de habilidades, el 2,6% son instrumentaciones motoras; el 63,76% - instrumentaciones intelectuales para la construcción y aplicación del conocimiento y el 33,6% no está redactado en términos de acciones concretas que posibiliten al alumno operacionalizar el aprendizaje, en correspondencia con lo establecido por el profesor. Se constata, además, como característica general, que

no se favorecen las instrumentaciones intelectuales que utilizan algún criterio de relación y que condicionan la construcción del conocimiento, pues solo se declaran 30, lo que representa el 12,93% del total de las habilidades. En la misma *tabla 3.*, se refleja la insuficiente presencia de instrumentaciones para construir el conocimiento, a saber, observar, clasificar, comparar y valorar. Puede apreciarse que existe un desbalance entre las habilidades de construcción (12,93%) y las de aplicación: explicar, identificar, describir, entre otras (50,86%). Como se aprecia en la *tabla 3*, hay asignaturas que no poseen ninguna instrumentación de nuevos conocimientos; por ejemplo, metodología de la investigación, matemática II, informática, estudio del trabajo, investigación de operaciones II, ingeniería de sistemas, mercadotecnia, administración de proyectos, planeación y diseño de instalaciones y administración de la calidad.

Se detectó pobre coherencia metodológica instrumental por deficiencias en la ubicación sistémica de las instrumentaciones en asignaturas, semestre y entre semestres, de modo que las instrumentaciones logren convertirse en habilidades profesionales como acciones dominadas (*tabla 8*). La frecuencia, periodicidad, flexibilidad y complejidad de las instrumentaciones intelectuales son, en algunos casos, las adecuadas en las asignaturas e intersemestres, por ejemplo:

Tabla 8: “Ejercitación de la instrumentación *diseñar* para que devenga habilidad”

<i>Semestres</i>	<i>Frecuencia (No. de veces)</i>	<i>Periodicidad (intervalo)</i>
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	5	-
6	1	-
7	1	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-

Fuente: elaboración propia.

Al no ejercitarse esta instrumentación (*diseñar*), posiblemente se limitará su transformación en habilidad. Fueron encontradas diversas instrumentaciones que no se redactan en términos de acciones concretas que posibiliten al alumno ejecutar las acciones u operaciones, en correspondencia con el establecido por el profesor

(Tabla 6).

En resumen, el actual diseño del sistema de habilidades de las asignaturas del contexto de actuación ingenieril presenta deficiencias de carácter metodológico. Dentro de ellas, pueden señalarse:

- a) Insuficientes instrumentaciones intelectuales que permitan el condicionamiento de la construcción del conocimiento (12.93%).
- b) Falta de coherencia metodológica de las instrumentaciones intelectuales. Esta presenta una correlación de 0.5070, siendo casi la mínima (Fig. 1).

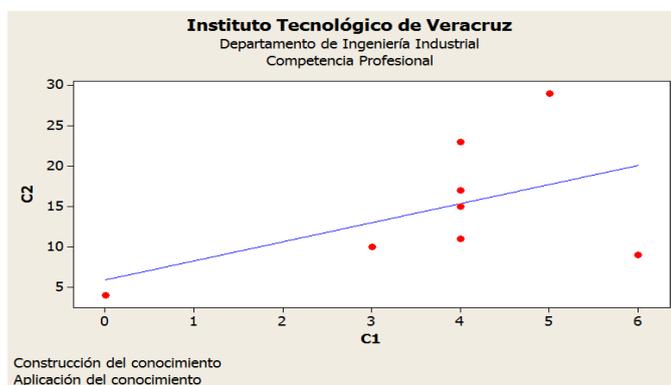


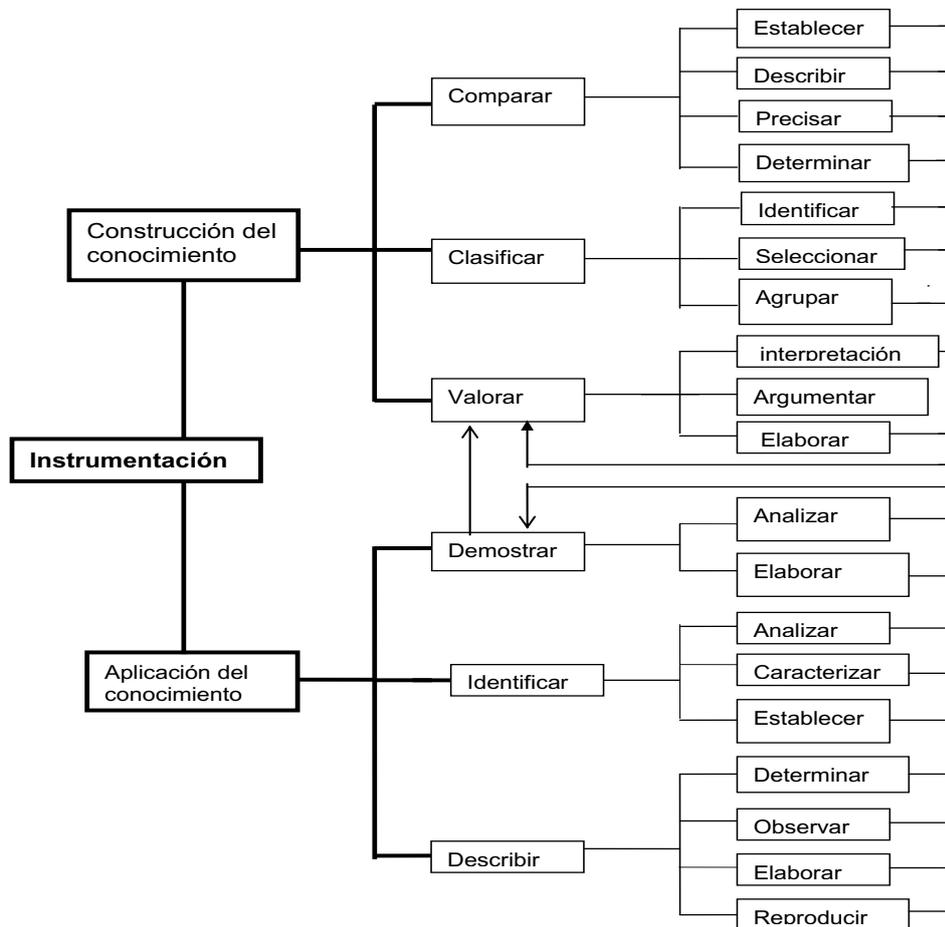
Figura 1. Correlación mínima entre las instrumentaciones intelectuales (0.5070)

- c) Inadecuada frecuencia, periodicidad, flexibilidad y complejidad de estas acciones (50.86%).
- d) Existencia de términos que no se identifican con acciones concretas, factibles de operacionalizar (33.62%).
- e) Falta de sistematización de las instrumentaciones, en sentido general, lo cual impide que puedan convertirse en habilidades y en hábitos profesionales.

De los resultados alcanzados, podemos formular la siguiente red de habilidades profesionales.

1.4. Propuesta de una red de habilidades profesionales

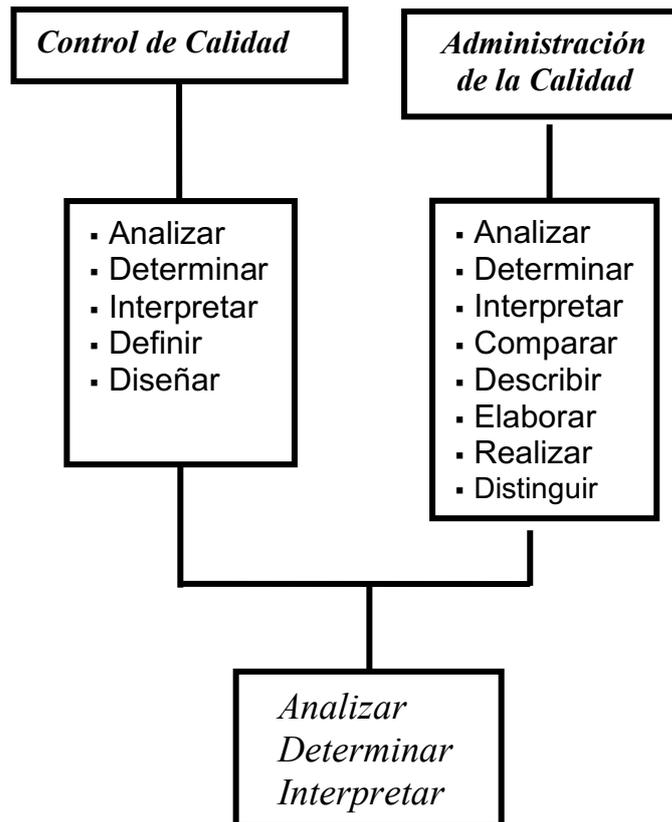
Esquema 1: “Propuesta de red de habilidades profesionales, desarrollada por el Ing. Mejía Correa, PhD., para las materias seleccionadas, en función de los postulados teóricos de Bermúdez y Rodríguez”



Fuente: elaboración propia.

1.5. *Habilidades comunes a las asignaturas seleccionadas de la carrera de Ingeniería Industrial*

Esquema 2: “*Habilidades comunes a las materias “Control de calidad” y “Administración de la calidad”*”



Fuente: elaboración propia.

1.6. *Sobre las habilidades profesionales básicas*

A nuestro juicio, y como puede ser advertido más arriba, las instrumentaciones de *interpretar*, *determinar* y *analizar* pueden ser consideradas como instrumentaciones comunes a las materias objeto de estudio, a saber, Control de calidad y Administración de la calidad.

Una breve digresión.

En el texto pudo haberse observado que hemos, de alguna forma, tratado el concepto de habilidad, vinculándolo con el de instrumentación y con el concepto de acción. Y eso no ha sido festinado. Sucede que, durante el proceso de formación y desarrollo de una habilidad, la instrumentación, que es el concepto generalizador, puede ser acción u operación y dicha instrumentación puede convertirse en habilidad o hábito, respectivamente.

Dicho de otra manera, la instrumentación puede ser una acción o una operación. Su precisión conceptual está dada en función del carácter consciente o inconsciente de la instrumentación psíquica que se haya sometida a su formación y desarrollo. La acción y la operación pueden ser lícitamente definidas como instrumentaciones psíquicas, sin las cuales la obtención del conocimiento no tiene lugar. Según Bermúdez y Rodríguez (2001), el concepto de habilidad corresponde al de una acción dominada, en tanto el concepto de hábito lo hace a favor de una operación dominada. La acción y la operación ya dominadas pueden identificarse como una habilidad o un hábito, respectivamente. O sea, *instrumentación, acción, operación, habilidad y hábito* son una y la misma cosa, solo que focalizando niveles de generalidad entre una instrumentación y su expresión concreta –acción u operación-- o niveles de dominio de una instrumentación dada –habilidad o hábito.

Esta problemática ha sido álgida, en la palestra de las investigaciones pedagógicas, didácticas y psicológicas, preponderantemente. Por solo poner un ejemplo, el concepto de habilidad no solo se ha abordado en múltiples campos del saber científico, sino por múltiples tratadistas. Digamos, Urquijo (2004), investigador mexicano, al tratar objetos de estudio tan relevantes para el campo de la pedagogía como el pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en el Campus Estado de México, consideraba el concepto de habilidades de pensamiento, como mismo lo había hecho su coterránea De Sánchez (1991, 1992^a, 1992^b). A nuestro modo de ver, el concepto de habilidad y el de pensamiento no tienen por qué ser yuxtapuestos, como lo hacen los investigadores mencionados. En nuestra plataforma teórica, toda habilidad es una acción –como instrumentación— dominada, en tanto el pensamiento lo identificamos con el concepto de conocimiento –empírico o teórico.

Sin lugar a duda, ejercemos fuerza mayor en el aprendizaje de las instrumentaciones intelectuales, como interpretar, determinar, analizar, entre otras, que en la estructura del conocimiento, pues las instrumentaciones son las acciones

u operaciones con las que se obtiene el conocimiento. Esa es la razón cimera por la que nos hemos detenido en la estructura instrumental de las asignaturas seleccionadas de nuestro plan de estudio, de la carrera en cuestión. Este hecho da al traste con la incertidumbre de los planos de dirección del aprendizaje en relación con lo que debe obligatoriamente ser aprendido y el contenido mismo de las instrumentaciones sujetas a aprender. A estas alturas, nos parece atinado focalizar aquellas instrumentaciones –acciones— que identificamos comunes a ambas asignaturas: interpretar, determinar y analizar. Permítanos detenernos en el contenido y estructura de cada una de ellas.

1.6.1. Interpretar

Esta acción puede definirse como la atribución de significados a términos, objetos, fenómenos, datos numéricos, colores, símbolos, etc., de modo que adquiera sentido. Es sacar deducciones de un hecho, tiene un alto nivel de complejidad y es posible a partir de la determinación del significado que tienen los componentes del producto de sus interrelaciones. Mediante la interpretación, se demuestra la veracidad lógica y real de los juicios (analíticos y sintéticos) y su interdependencia. En geografía, cobran especial significación las interpretaciones de mapas, datos factológicos y de modelos.

Operaciones:

1. Descomponer el todo en sus partes, mediante el análisis para descubrir, en el objeto, sus componentes; en el proceso, sus etapas o tendencias; en un fenómeno complejo, los elementos simples.
2. Determinar los nexos y relaciones esenciales entre las partes, etapas, elementos o tendencias, atribuyéndole un significado.
3. Determinar la relación entre los objetos, procesos y/o fenómenos.
4. Determinar la dinámica de los objetos, fenómenos y procesos como un todo único mediante la síntesis, considerando sus partes, propiedades, relaciones y leyes de su desarrollo.

1.6.2. Determinar

Esta acción puede definirse como la dirección de la actividad alternativa o simultánea hacia dos o más objetos para descubrir sus relaciones y estimar sus

semejanzas y diferencias. Es confrontar dos o más objetos debido a una característica, propiedad, calidad y circunstancia común y/o diferente entre ellas, llegando a conclusiones.

Operaciones:

1. Establecer el fundamento o criterio del objeto de estudio.
2. Describir las características o rasgos de los objetos.
3. Precisar los rasgos generales y esenciales de estos objetos.
4. Determinar las semejanzas y diferencias entre los objetos de acuerdo con dicho fundamento.
5. Determinar los elementos comunes y los diferentes de acuerdo con el criterio de determinación.
6. Elaborar conclusiones.

1.6.3. Analizar

Esta acción puede definirse como la descomposición del todo en sus partes constituyentes. En otras palabras, trátase de los rasgos distintivos de un objeto o fenómeno que lo diferencian del resto. Es lo peculiar.

Operaciones:

1. Determinar
2. identificar
3. Analizar cada parte delimitada.
4. Aplicar métodos de enseñanza y de aprendizaje que estimulen la actuación del alumno, en el contexto ingenieril.

El aprendizaje del estudiante, sea este por el método que sea, siempre requerirá del desarrollo de las habilidades como eje central en la formación profesional. En función de este nuevo enfoque (*competencia*), sean cual sean estos modelos, la propuesta de una formación centrada en el estudiante debe plantearse los siguientes objetivos:

- Propiciar que el estudiante se convierta en responsable de su propio aprendizaje, para que desarrolle las instrumentaciones intelectuales que apuntan a la construcción del conocimiento (*observar, comparar, clasificar, evaluar*) y las instrumentaciones intelectuales que apuntan a la aplicación del

conocimiento (*identificación, descripción, demostración, explicación o fundamentación*) (Bermúdez y Rodríguez, 2001).

- El maestro debe de ser un motivador incansable, de modo que el estudiante asuma su papel participativo y colaborativo con sus compañeros y, de esta forma, el aula se convertirá en un foro abierto.
- El maestro canalizará al estudiante para que esté en contacto con el entorno, resolviendo problemas y participando en proyectos.
- El alumno será más reflexivo sobre lo que hace y cómo lo hace, proponiendo soluciones concretas para su mejoramiento.

De aquí que al maestro se le presenten dos opciones específicas para la dirección del proceso de aprendizaje:

- a) Diseñar (planear) las actividades para el logro de los aprendizajes, así como de los recursos para ello.
- b) Motivar (guiar, ayudar) al alumno durante su proceso de aprendizaje para que este logre los objetivos propuestos, que serán determinantes para evolución e integración de equipos, en la que irá participando y colaborando. Con su actitud, fomentará la confianza en la tarea conjunta, lo que traerá como consecuencia que a través del tiempo irá participando en la consolidación y desarrollo del equipo debido al conocimiento de sí mismo (metacognición). Como resultante del aprendizaje en su evolución, el alumno será más capaz de comunicarse con más cohesión, debido a sus habilidades; será capaz de dirigir grupos de trabajo, buscando siempre la integración del equipo y su orientación en la consecución de los objetivos propuestos.

Se demuestra así la veracidad lógica y real de los juicios (analíticos y sintéticos) y su interdependencia. En geografía, cobran especial significación las interpretaciones de mapas, datos factológicos y de modelos.

CAPÍTULO 2

Dispositivo metodológico aplicado en la caracterización de la carrera de ingeniería industrial. Resultados obtenidos

2.1. Resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario a profesores de la carrera

Para completar el diagnóstico de las habilidades en el contexto ingenieril, se aplicó un cuestionario cerrado (ver más abajo) a 5 profesores de 40 horas, en las que debe de transcurrir el aprendizaje del alumno.

En otras palabras, es el maestro quien planifica la cantidad de horas lectivas que deberá dedicar a impartir una asignatura determinada, o sea, él ha de planificar cuántas de esas horas se dedicarán a conferencias y cuántas a talleres-laboratorios o actividades prácticas. Dicha distribución se realizará realmente en función de la autoevaluación de la gestión de enseñanza –realizada por el maestro, es decir, él es quien valora cuánto tiempo necesita para enseñar uno u otro conocimiento. En este sentido, sería oportuno preguntarnos: ¿cuánto tiempo necesita el alumno para aprenderlo? Ante todo, debemos tomar en consideración las condiciones personales o recursos con los que cuentan los estudiantes, a quienes pretendemos enseñar, a la hora de organizar el proceso de aprendizaje en una determinada conferencia.

La carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Veracruz, México, está formada por un claustro de 45 profesores, de los cuales 3 tienen 30 años de experiencia en la docencia y, los 2 restantes, 15. Todos son profesores titulares de tiempo completo de las dos asignaturas estudiadas.

Podríamos entonces previamente admitir lo siguiente.

1. La importancia que tiene la superación del personal docente, tanto desde el punto de vista científico-técnico como pedagógico, reside en la garantía del dominio de las habilidades que van a formar en los estudiantes, así como el modo más adecuado de enseñarlas, tanto como su valoración, para que la formación de profesionales competentes, capaces de transformar la realidad con los requerimientos de su tiempo, constituya una premisa para alcanzar los niveles de desarrollo humano sustentable que requiere la sociedad.
2. Es de vital importancia que el maestro utilice las acciones intelectuales y las

operaciones, basadas necesariamente en los conocimientos. Dichas acciones y operaciones pueden ejecutarse, sobre la base de conocimientos diferentes, sin perder de vista las instrumentaciones intelectuales para construir el conocimiento, así como las instrumentaciones intelectuales para aplicar el conocimiento.

3. Está en los Institutos Tecnológicos responder a los desafíos sociales con una visión de formar profesionales competentes con un compromiso ciudadano, humanista y solidario, de modo que reconozca las realidades que hoy enfrentamos en el desarrollo de una mejor sociedad, ante el reto de la globalización mundial.

En virtud de tales admisiones, hemos construido el siguiente cuestionario que consta de 8 preguntas cerradas, con el fin de valorar la gestión metodológica del docente en el espacio áulico, dado el desarrollo de las habilidades previstas en el programa de asignatura.

Cuestionario

Objetivo:

Diagnosticar el nivel de preparación pedagógica de los docentes del Instituto tecnológico de Veracruz

Consigna:

Estimado profesor, debido a la gran importancia que tiene para nuestros educandos el desarrollo de las habilidades profesionales en su formación como ingeniero industrial, necesitamos que Ud. responda al cuestionario en función del perfeccionamiento de la dirección metodológica de la carrera. La información que Ud. nos brinde será utilizada únicamente con fines investigativos. Muchas gracias por su colaboración.

Seleccione una respuesta y encierre la letra que corresponde en un círculo.

1.- Anuncio de los objetivos por el maestro

- a) Permite su comprobación durante el desarrollo de la clase.
- b) Expresado como un objetivo bien definido.
- c) Expresado de un modo confuso.
- d) No ha sido anunciado.

2.- Participación de los estudiantes

- a) Participación de la mayoría.
- b) Se invita a participar después de cada información, pero participan los mismos.
- c) La participación ha sido provocada frecuentemente.
- d) No hay participación ninguna.

3.- *Factores que dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje.*

- a) Características especiales del grupo.
- b) Forma de expresión del maestro, no logrando la asequibilidad del conocimiento.
- c) Voz, dicción y movimientos del maestro.
- d) Personalidad del maestro.
- e) Condiciones del aula, higiene, iluminación, ventilación, acústica, etc.

4.- *Grado de importancia del tema*

- a) Muy importante
- b) Importante
- c) Aceptable
- d) Algún interés
- e) No es necesario

5.- *Conocimientos previos obtenidos por:*

- a) Asignatura de especialidad.
- b) Asignatura de no especialidad.
- c) Por inquietudes personales.
- d) Se tiene materia antecedente
- e) No se tiene ningún antecedente

6.- *Tienen aplicación los conocimientos impartidos*

- a) Como miembro de la sociedad
- b) Como futuro ingeniero
- c) En otras disciplinas
- d) En trabajos de diploma
- e) En elevar el nivel cultural

7.- *Las dificultades en la asimilación del contenido se deben a:*

- a) El tema es complejo
- b) El tema exige gran nivel de abstracción
- c) Requiere de otros conocimientos
- d) La exposición o discusión han sido confusos.

8.- *Vicios frente al grupo*

- a) Ausencia
- b) Llegadas tardes
- c) Salidas tempranas de clase
- d) Plática sobre temas diferentes al programa.

A continuación, presentamos los resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario y el procesamiento de las respuestas emitidas por los maestros.

1.- *Anuncio de los objetivos por el maestro*

Según el resultado obtenido, el comentario sobre los objetivos fue expresado de modo impreciso (70%) y, a veces, no expresado (30%).

La imprecisión en la expresión del objetivo reside en que la ejecución del alumno no se corresponde con su formulación. Ello se debe, ante todo, a la no concreción del objetivo planteado, los cuales generalmente se caracterizaban por no tener validez instrumental.

2.- *Participación de los alumnos*

La participación fue provocada en un 40%; no hay participación en un 60%.

El maestro no logra motivar a los alumnos para que participen en clases; no formula preguntas, ni facilita la dinámica en la ejecución, ejemplificación y proyección de la clase.

3.- *Factores que dificultan el proceso enseñanza-aprendizaje*

La propia personalidad del maestro, en un 22%, dificulta el proceso mismo. Se puede notar que los profesores tienen la tendencia a plantear los problemas en el grupo y no detenerse en factores que tienen que ver con el desempeño del profesor o características propias de él.

4.- *El grado de importancia del tema*

Un 50% de los estudiantes considera importante el tema; el resto, lo

considera muy importante.

5.- *Conocimiento previo*

Inquietudes personales (7%), por materia antecedente (15%). No se tienen antecedentes (78%).

La tendencia muestra un desconocimiento hacia la metrología y procesos de fabricación (78%), lo que origina un mayor grado de dificultad en el desarrollo de las habilidades.

6.- *Aplicabilidad de los conocimientos*

Como miembro de la sociedad (10%).

Como futuro ingeniero (72%).

Para elevar el nivel cultural (5%).

En síntesis, los resultados muestran que los conocimientos serán de utilidad en su vida profesional.

7.- *Las dificultades en la asimilación del contenido son debido a:*

El tema es complejo (50%)

La exposición o discusión es confusa (50%). falta de dirección por parte del maestro.

8.- *“Vicios” frente al grupo*

Ausencia (40%)

Llega tarde (15%)

Sale temprano (15%)

Platica temas diferentes al programa (5%).

Se advierte un alto grado de “vicios” frente al grupo, debido a la falta de conocimientos sobre la pedagogía.

Igualmente, se procedió a aplicar una entrevista o estructurada a los ingenieros seleccionados como expertos.

2.2. Análisis de la entrevista no estructurada a expertos

Se aplicó esta entrevista a 12 ingenieros procedentes de las siguientes instituciones: Politécnico Nacional, Universidad Nacional Autónoma Metropolitana, así como al director de la planta Beckton Dickinson de México-Tlalneantla,

Universidad Anáhuac, Instituto tecnológico de Puebla, subgerentes de IKM y Programas Vocalía de operación de puertos mexicanos.

Entrevista no estructurada

Temas a tratar durante la entrevista:

1. Concepciones del ingeniero industrial y funciones que ejerce.
2. Áreas de desarrollo y campo ocupacional del ingeniero industrial.
3. Participación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas.
 - 3.1. Preparación del egresado.
4. Opiniones sobre el mejoramiento de la formación de los egresados de esta carrera en las instituciones públicas.
5. Vínculos entre el sector productivo y el educativo para la realización de las prácticas en las unidades industriales.
6. Situación de la carrera de ingeniería industrial en el país.
7. Estructuración del plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial.
8. Conocimientos básicos con los que deben contar los ingenieros industriales.

2.2.1. Concepciones del ingeniero industrial y funciones que ejerce

- El ingeniero industrial es un integrador de sistema enfocado a elevar la competitividad y la productividad en las empresas.
- Es el punto intermedio entre la parte técnica y la administración.
- Es una pieza importante en las empresas, pues tiene conocimientos generales de todos los sistemas que la conforma, por lo que se puede ubicar en las áreas de venta o en la toma de decisiones.
- Es un coordinador de todos los sistemas que integran una empresa como: procesos de producción, técnicas de producción, aspectos humanos y administrativos, entre otros.
- Las principales **funciones** son: la elaboración de proyectos para desarrollar el potencial de las empresas.

- Manejar las manufacturas flexibles para competir y cambiar rápidamente las forma de producción dependiendo del diagnóstico de las demandas en el mercado.
- Diseñar y optimizar productos, sistemas y nuevos métodos de trabajo, con el objeto de ahorrar recursos económicos, naturales, financieros y materiales.
- Está encargado de coordinar a todo el equipo de trabajo, desde los aspectos técnicos hasta los humanos.
- Está encargado de rediseñar el producto, así como los métodos de trabajo.
- Es un profesionalista en transición, pues empieza trabajando como ingeniero y termina como administrador.

2.2.2. Áreas de desarrollo y campo ocupacional del ingeniero industrial

Áreas: control de calidad, logística y procuramiento industrial, manufactura, empresas productoras de bienes prestadoras de servicio, higiene, seguridad industrial, robótica, presupuestos, estadística, elaboración de proyectos, operación, industria de la transformación, automotriz, aeropuerto, mantenimiento de autocarts, asesoría y consultoría, banco, hospitales, transporte y hoteles, reclutamiento, ferrocarriles, puertos, industria textil, eléctrica y metalmecánica.

En resumen, el ingeniero industrial puede desarrollarse en casi todas las áreas de una empresa, satisfaciendo las necesidades primordiales del país, pues domina e integra la tecnología.

Campos: sistema de servicios públicos, servicios de asesoría y consultoría, investigación de operaciones, calidad, mejora de la productividad, capacitación, investigación y desarrollo, director de alta responsabilidad, gerente de logística, jefe de un dpto. Industrial, inventario. En algunos casos, lo ubican como ingeniero de métodos o distribuidor de planta.

2.2.3. Participación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas

- La empresa tiene la necesidad de capacitación e información del mercado.
- Averiguar si nuestro producto es el adecuado. Para ello, tenemos que rediseñarlo y calificarlo desde el punto de vista del usuario, tomando en

cuenta su capacidad adquisitiva, así como desde el punto de vista de las personas involucradas en el proceso productivo, que son quienes transforman la materia prima.

- La normatividad, si bien no es un área del ingeniero industrial, tiene mucho auge, debido al Tratado de Libre Comercio, en el que el ingeniero industrial tendrá mucha importancia; abarca todo lo relacionado con las importaciones y exportaciones.

2.2.3.1. Preparación del egresado

- Los egresados de universidades privadas tienen una visión más amplia del mundo, la ciencia y la tecnología.
- Existe una formación deficiente del ingeniero industrial porque desconocen sus funciones y los campos laborales en los que se pueden desarrollar.
- Los egresados de los tecnológicos --universidades públicas--, las grandes empresas no lo contratan porque no cubren sus necesidades.
- El egresado de ingeniería industrial, para llegar a la industria, tiene que hacer una serie de investigaciones para saber qué es lo que va a solucionar.
- El egresado no sabe cuáles son sus funciones dentro de la empresa.
- La empresa encasilla a los ingenieros industriales en puestos rutinarios y los limita para la toma de decisiones.
- Algunos profesores sí les informan constantemente a los alumnos cómo se desenvuelve un ingeniero industrial, en las áreas productivas.

2.2.4. Opiniones sobre el mejoramiento de la formación de los egresados de esta carrera, en las instituciones públicas

- Existen muchos prejuicios sobre las instituciones públicas que hacen que los alumnos no adquieran una preparación suficiente, lo cual podría solucionarse utilizando más publicidad y mejorando los planes de estudio, así como reforzando el perfil de las aptitudes de los estudiantes.

- Los profesores de las instituciones públicas deben relacionarse con el sector productivo y estar actualizados, pues existe el caso en que instrumentaciones del personal docente que trabaja de tiempo completo en la institución no tiene contacto con las industrias.
- El ingeniero industrial de las universidades públicas debe mejorar su perfil de actitudes para ser competitivo con los de las privadas.
- El ingeniero industrial de las universidades privadas tiene un elevado nivel en cuanto a conocimientos y actitudes.
- Las universidades públicas están avanzando más rápidamente, en los últimos tiempos.
- En relación con la comparación que se hace entre universidad privada y los tecnológicos, la diferencia recae en el aspecto económico que influye en las actitudes, la seguridad y la visión de los estudiantes de una a otra institución.
- En el caso de las universidades privadas, no cuentan con el equipo de laboratorios y talleres para la práctica y se disculpan diciendo que el ingeniero industrial no la necesita.

2.2.5. Vínculos entre el sector productivo y el educativo para la realización de las prácticas en las unidades industriales

- El sector productivo deberá concientizar la importancia del ingeniero industrial, pues se dan casos en que piden ingenieros industriales para puestos que no le corresponden a esta profesión.
- El empresario debería recibir en sus empresas estudiantes de esta carrera para practicar y que, ambos, industriales y alumnos, obtengan un beneficio.
- Esta actividad se debería llevar a cabo mediante una división regional o para que cada tecnológico cuente con una o varias empresas para practicar.
- El problema radica en que los empresarios no confían en la capacidad de los estudiantes para resolverles su problema y a veces no son aceptados.
- Las grandes empresas cuentan con un dpto. de ingeniería industrial, por lo que no consideran necesario aumentar su grupo laboral, aunque sea para ayudar a las instituciones en la formación de los profesionales.
- En la micro, pequeña y mediana empresas, no cuentan con un dpto. para el ingeniero industrial, por los pocos recursos financieros que tienen, por lo que

es aquí donde el estudiante tendrá más posibilidades de hacer sus prácticas y poder desarrollarse.

- Las prácticas escolares no se han implementado del todo, por lo que deberían establecer mejores laboratorios de simulación.
- La Universidad autónoma metropolitana (privada) cuenta con un dpto. denominado universidad-industria, el cual se encarga de facilitar la tramitación de documentos para el ingreso a las empresas o su conexión con esta. En esta universidad, existen materias que requieren la elaboración de proyectos en alguna empresa y, para que el estudiante se gradúe, un requisito indispensable es elaborar un proyecto terminal en la industria. El estudiante está respaldado por un equipo de profesores de la misma institución.
- Al realizar sus prácticas profesionales, los estudiantes se quedan a trabajar en la misma empresa donde hacen estas prácticas.
- Una de las universidades privadas sí refiere formación-vinculación con algunas empresas, por lo que se hacen visitas guiadas y se imparten clases dentro de las industrias, a partir del 6to. semestre. Cada año, se realiza la semana de ingeniería, con la participación de las industrias, dando la posibilidad a los estudiantes de elaborar proyectos.
- Los empresarios prefieren los estudiantes de universidades privadas.
- Los estudiantes necesitan adquirir práctica desde los primeros semestres de la carrera, lo cual no es posible porque no existe buena vinculación entre la escuela y la industria.
- Sería ideal que los estudiantes de ingeniería industrial pudieran estar involucrados directamente con las industrias al crearse estancias industriales de 6 meses y con un sueldo que eleve su motivación, así como darles la oportunidad de rotar por cada área de la empresa.

2.2.6. Situación de la carrera de ingeniería industrial en el país

- Actualmente, la carrera de ingeniero industrial ha retrocedido, pues los estudiantes no cumplen con el perfil cognoscitivo y actitudinal que exigen las empresas. Para solucionarlo, es necesario modificar la administración de las

instituciones educativas, los planes de estudio y el personal docente que labora de tiempo completo.

- En México, existen pocos estudios sobre las necesidades de las empresas, en relación con la ingeniería industrial.
- Los empresarios y los ingenieros industriales deben orientar esta carrera hacia a la industria.
- El ingeniero industrial debe enfocarse a los aspectos técnicos y humanos para implantar nuevas tecnologías y hacer que los trabajadores rindan más.
- En las universidades mexicanas, la formación del ingeniero industrial es buena con relación al conocimiento que aprende; sin embargo, carece de recursos y materiales. Es bueno que el ingeniero industrial tenga una especialidad, aunque existe el peligro de perder campo de acción.

2.2.7. Estructuración del plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial

- Los planes de estudio deben definirse en aras de que el ingeniero industrial conozca su función, tenga una visión general del funcionamiento de las empresas, se logre una conciencia centrada en el ingeniero industrial.
- El plan de estudio debe enseñarle a formar su propia empresa.
- Existen tantos perfiles para el ingeniero industrial como instituciones educativas.
- Para perfeccionar su plan de estudio, debe revisar el plan de estudio de EE. UU. y Japón, implantar una verdadera formación de profesores prácticos, llevar a cabo una evaluación de profesores y establecer buenos laboratorios para la práctica y manejo de paquetería e investigación de operaciones.
- La formación del estudiante en las universidades privadas se realiza a través de núcleos de aprendizaje. Inicialmente, hay un tronco común y posteriormente se hace por áreas específicas; sin embargo, la carrera es totalmente general y el ingeniero industrial no es fuerte en investigación de operaciones; comprende los núcleos de electrónica, eléctrica, mecánica e ingeniería civil.

- Nuestros planes y programas forman al estudiante para que esté capacitado en el área de la producción, mantenimiento y, sobre todo, en la toma de decisiones como la gerencia general.

2.2.8. *Conocimientos básicos, habilidades y actitudes con los que deben contar los ingenieros industriales*

Conocimientos:

- *Conceptos metodológicos para la aplicación de técnicas,*
- *área de dirección,*
- *administración,*
- *finanzas,*
- *psicología y relaciones públicas,*
- *economía,*
- *psicología industrial,*
- *cobranzas,*
- *inventario,*
- *proceso del producto,*
- *enfocándose en el aspecto técnico,*
- *áreas de organización,*
- *métodos,*
- *especificaciones del producto,*
- *materiales,*
- *elaboración de presupuestos,*
- *desperdicios,*
- *reciclaje de materiales,*
- *rendimientos,*
- *costos,*
- *importaciones,*
- *exportaciones,*
- *códigos,*
- *matemática con aplicaciones prácticas,*
- *estadística,*
- *sistemas de cómputo,*
- *inglés,*
- *sociología y seguridad industrial,*
- *tecnología y sus innovaciones,*
- *mecatrónica,*
- *computación,*
- *ventas.*

Habilidades:

- Habilidades para negociar y buscar soluciones a los problemas que se presentan,
- habilidades para tratar a los trabajadores de los distintos niveles de la empresa,
- tener iniciativa propia y ser emprendedor para realizar, mejorar o implementar proyectos, ser escuchado y tomado en cuenta,
- trabajar en equipo, manejo de la personalidad del obrero y de los directivos, ser limpio y cuidadoso para tener una buena imagen, capaz de coordinar las áreas productivas, integrarlas.

Actitudes:

Debe ser una persona centrada, que actúe con objetividad y seguridad, actitud segura y agresiva para defender y vender su proyecto, al igual que para pedir trabajo, actitud de servicio y cooperación, puntualidad, actitud de trabajo, aprender a vender sus ideas y posesión de liderazgo.

2.2.9. Conclusiones sobre el análisis de la entrevista

- El ingeniero industrial tiene un conjunto de funciones bien definidas, con un amplio espectro, debido a sus posibilidades de integrar diferentes sistemas con vistas a elevar la productividad de las empresas.
- El ingeniero industrial puede desarrollarse en casi todas las áreas de una empresa, satisfaciendo las necesidades primordiales del país, pues dominan e integran la tecnología.
- Es necesario lograr una capacitación del ingeniero industrial en la ampliación de mercados y estrategias mercadológicas, dadas las actuales condiciones de contratación.
- El egresado de Ingeniería Industrial desconoce sus funciones y los campos laborales en los que se puede desarrollar. Algunos coinciden en plantear que los egresados de las Universidades privadas tienen una visión más amplia del mundo, la ciencia y la tecnología.
- Sobre el mejoramiento de la formación de los egresados de esta carrera en las instituciones públicas, se habla de la necesidad de que el profesor no sea de tiempo completo, sino que se vincule con la producción para mantenerse

actualizado. El aspecto económico en estas instituciones impide el logro de un mayor nivel de conocimientos y actitudes en los egresados.

- Todos coinciden en la necesidad de establecer vínculos entre el sector productivo y el educativo para la realización de las prácticas en las unidades industriales. Se plantea que estos vínculos se logran mejor en las instituciones privadas, pues los empresarios así lo prefieren. La vinculación se facilita con la micro, pequeña y mediana empresas, considerando, además, que la división debería ser regional para que cada tecnológico cuente con una o varias empresas para practicar.
- En las universidades mexicanas, la formación del ingeniero industrial es buena en cuanto a conocimientos; sin embargo, carece de recursos y materiales para desarrollar las habilidades requeridas.
- Para perfeccionar su plan de estudio, debe de revisar la experiencia de otros países, implantar una verdadera formación de profesores prácticos, llevar a cabo una evaluación de profesores y establecer laboratorios pertinentes para la práctica y manejo de paquetería e investigación de operaciones. Hoy día, existen tantos planes de estudio como instituciones educativas hay.
- Los expertos entrevistados plantean un gran número de conocimientos, habilidades y actitudes, lo cual demuestra la claridad de conciencia sobre lo que se espera del egresado. Muchas de las habilidades mencionadas aparecen en los programas de asignaturas analizados por nosotros.

2.2.10. Aplicación y análisis del grupo focal con profesores de la carrera

Por otro lado, se organizó un grupo focal con 10 profesores del Instituto tecnológico de Veracruz, con vistas a unificar criterios sobre el concepto de calidad y su relación con la habilidad, así como su clasificación, con vistas a normar criterios sobre el concepto de calidad.

De este modo, quedaron motivados a implementarlo en la carrera. Posteriormente, se buscaron resultados de su implementación.

Las conclusiones más relevantes del debate fueron las siguientes:

Para realizar con calidad la conformación de los programas, es necesario que este contenga:

- a) Las habilidades o acciones que deben ser dominadas por el alumno. Conocimientos y habilidades previas de las materias de la malla curricular.
- b) Confiabilidad, dada en la repetición del proceso en condiciones estables; es decir, cuando el programa garantiza el desarrollo de los conocimientos y habilidades del alumno.
- c) Facilidad de servicio, a través de la distribución del tiempo de modo que haya mayor cantidad de horas de actividades prácticas, como en el caso del taller-laboratorio, con relación a las actividades académicas, mayor cantidad de horas independientes del alumno, así como horas de asesoría por parte del maestro.
- d) Evento académico como la presentación de trabajos en talleres y sesiones científicas, tanto de profesores como de alumnos.
- e) Pedagogía en el aula que incluye la puntualidad de profesores y alumnos, la asistencia, la participación del alumno en la propuesta de objetivo y en la evaluación, auxiliándose de técnicas participativas y escalas analítico-sintéticas.
- f) Integridad, que es la preparación del estudiante en todas las esferas de la actuación profesional (valores).

En resumen, estos fueron los indicadores que los profesores reconocieron como muy importantes para elevar la calidad del proceso docente-educativo en las materias objeto de estudio.

2.2.11. Descripción del estado actual de los laboratorios en el Instituto Tecnológico de Veracruz

Hemos asumido como punto de partida que el Taller-laboratorio constituye el diseño (modelo) de una microempresa, en el cual se genera un producto que se comercializa en el mercado.

Esto ha de cumplir con dos objetivos:

1. Que los alumnos puedan adquirir las habilidades en una línea de producción que le permita estudiar conjuntamente la teoría y la práctica que tienen que ver con el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales, maquinaria y equipo, para aumentar y mejorar la producción industrial, la reducción de costos, para propiciar una mayor productividad y competitividad,

que le permita estar en una dinámica más comercializadora tanto a nivel regional, como nacional e internacional.

Esto responde al "saber hacer", en el cual se defiende la idea de que el saber siempre implica saber hacer algo, siendo el Taller-laboratorio aquella organización que mejor responde a la problemática.

Desde la posición que se defiende es posible dirigir el aprendizaje no solo de las instrumentaciones que deben de convertirse en habilidades generales o específicas, sino también aquellas que simultáneamente intervienen en el estudio de la carrera. Esto nos permite elaborar una propuesta metodológica que se ajuste con efectividad a la enseñanza de cada uno de los procesos de estudio, a través de nuestras asignaturas.

En él, el alumno podrá descubrir y valorar cuáles son las formas de entender, comprender la esencia del comportamiento. Ello pulsa incuestionablemente la fuerza motivacional, la afectividad, la gestión cognitiva e instrumental que motivan al alumno a la búsqueda informacional y procedimental para dar respuesta a nuevos retos de la práctica.

2. Con el producto, se retroalimentará el funcionamiento del Taller-laboratorio o de la Institución en todos sus aspectos.

En el caso del Instituto Tecnológico de Veracruz, existe un solo laboratorio y este ha sido diseñado sin responder a las necesidades teórico-prácticas de la carrera. Existe un desconocimiento por muchos de los maestros de los equipos que allí existen, además de la carencia de manuales para explicar el proceso tal y como debe ocurrir en la industria.

Este único laboratorio está integrado por equipos y maquinarias que no responden específicamente a un estudio definido pertinente a la carrera, a una formación planificada de un método, sino que ha sido conformado sin observar las necesidades académico-prácticas existentes, pues más bien su construcción está dada para justificar políticamente una posición y, con ello, es casi seguro que el maestro desconozca el equipo y la maquinaria, debido a que nunca ha estado en la industria y, si estuvo, no la conoce, unido quizás a que no hay manuales o quien le enseñe su operación. No es de interés para las autoridades

si el alumno al egresar responde al objetivo de salida de la especialidad.

A título de conclusiones del capítulo 2

Es necesario considerar la falta de coherencia metodológica entre las instrumentaciones intelectuales y la inadecuada frecuencia, periodicidad, flexibilidad y complejidad de estas. Se refleja la falta de sistematización de las habilidades declaradas en los programa de asignaturas en los diferentes semestres. A nuestro juicio, resulta insuficiente el número de instrumentaciones intelectuales que deben participar en la construcción del conocimiento por parte del estudiante. Y como se evidencia en estos últimos resultados, son varias las ejecuciones que se reflejan como supuestas instrumentaciones, las cuales no logran ser identificadas con acciones válidas desde el punto de vista metodológico, es decir, susceptibles de ser operacionalizadas. De ello puede ser inferido la falta de dirección por parte del maestro en el aprendizaje de dichas ejecuciones profesionales. Se presentan, en alto grado, algunos “vicios” metodológicos frente al grupo, debido a la falta de conocimientos sobre pedagogía. El Ingeniero Industrial tiene un conjunto de funciones bien definidas, con un amplio espectro, debido a sus posibilidades de integrar diferentes sistemas con vistas a elevar la productividad de las empresas, aunque el egresado desconoce sus funciones y los campos laborales en los que se puede desarrollar. El vínculo con la empresa es significativamente insuficiente. El aprendizaje del estudiante sea este por el método que sea, siempre requerirá del desarrollo de las habilidades: eje central en la formación profesional en función de este nuevo enfoque (*por competencia*).

Sean cual sean estos modelos, la propuesta de una formación centrada en el estudiante debe plantearse los siguientes objetivos:

- Propiciar que el estudiante se convierta en responsable de su propio aprendizaje, para que desarrollen las instrumentaciones intelectuales para la construcción del conocimiento (*Observar, Comparar, Clasificar, Evaluar*) y las instrumentaciones intelectuales para la aplicación del conocimiento (*Identificar, Describir, Demostrar (Explicar, fundamentar)*), (Bermúdez y Rodríguez, 2000).

- El maestro debe ser un incansable motivador a que el estudiante asuma su papel participativo y colaborativo con sus compañeros y, de esta forma, el aula será un foro abierto.
- El maestro pulsará al estudiante a ser más reflexivo sobre lo que hace, cómo lo hace, proponiendo soluciones concretas para su mejoramiento.

De aquí que al maestro se le presenten dos vertientes para dirigir el aprendizaje del estudiante:

1. Planear y diseñar las actividades para el logro de los aprendizajes, así como de los recursos ello y
2. Motivar, guiar y ayudar al alumno durante su proceso de aprendizaje para que este logre los objetivos propuestos.

Dichas vertientes serán determinantes para que el alumno vaya evolucionando en la integración de equipos, en la que irá participando y colaborando. Con su actitud, fomentará la confianza a la tarea conjunta, lo que traerá como consecuencia que, a través del tiempo, irá participando en la consolidación y desarrollo del equipo debido a su conocimiento metacognitivo – conocimiento de sí mismo. Como resultante del aprendizaje en su evolución, el alumno será capaz de comunicarse con más cohesión; debido a sus habilidades, será capaz de dirigir grupos de trabajo, buscando siempre la integración del equipo así como su orientación al logro de los objetivos.

Capítulo 3

3.1. Propuesta metodológica para el desarrollo de las habilidades profesionales del contexto ingenieril de la carrera de Ingeniería Industrial

A modo de introducción, podemos decir que la propuesta metodológica elaborada puede ser considerada un algoritmo de trabajo que nos permite dirigir el desarrollo de las habilidades profesionales, tendientes a interpretar y desarrollar las técnicas y tecnologías más adecuadas en la organización, ejecución y control de los procesos que contribuyen a lograr la productividad en el trabajo, así como la eficiencia en los procesos que apuntan a la solución de la complejidad y competitividad de las organizaciones que presentan el reto del siglo XXI.

La propuesta metodológica elaborada la hemos estructurado en un algoritmo de ejecución que cuenta con ocho pasos, quedando establecida como sigue:

- 1. Identificación de las habilidades de las asignaturas.*
- 2. Elaboración de una escala analítico-sintética que describa las invariantes estructurales y los niveles de dominio de cada una de las habilidades seleccionadas.*
- 3. Inclusión de las habilidades en un sistema de acciones, con una graduación creciente de complejidad.*
- 4. Relación de los conocimientos con las habilidades estudiadas.*
- 5. Aplicación de métodos de enseñanza y de aprendizaje que estimulen la actuación del alumno en el contexto ingenieril.*
- 6. Utilización del Taller-laboratorio como forma de organización práctica del alumno, en el contexto ingenieril.*
- 7. Diseño y aplicación de un sistema de evaluación y control sistemático y dinámico.*
- 8. Retroalimentación inmediata del resultado, tanto para la planeación del maestro como la del alumno, en su constante desarrollo de habilidades.*

Pasemos a describir cada uno de los pasos mencionados más arriba y que conforman la propuesta metodológica elaborada.

3.1.1. Identificación de las habilidades de las asignaturas

Según Álvarez de Zayas (1996), los campos de acción de las materias han de condicionar la determinación (identificación) de las habilidades. Este paso se llevó a cabo fundamentalmente con la aplicación de la entrevista a expertos y el análisis de

documentos, a través del examen de los programas que conformaban la malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial.

3.1.2. Elaboración de una escala analítico-sintética que describa las invariantes estructurales y los niveles de dominio de cada una de las habilidades seleccionadas

La elaboración de la escala analítico-sintética debe comportarse como una tabla de doble entrada en la que las columnas reflejen las invariantes estructurales que conforman la instrumentación a evaluar y, las filas, los niveles de dominio que constituyen los indicadores que expresan el grado de independencia y calidad con que se ejecuta la acción.

Se elaborará una escala para cada una de las instrumentaciones seleccionadas, tanto para las motoras como para las intelectuales y se precisará, en el programa de la asignatura, a qué nivel de dominio se pretende llegar, teniendo en cuenta el nivel de procedencia del estudiante y los objetivos que están reflejados en el programa. Esta escala describirá cada una de las acciones u operaciones que se incluyen en la estructura de la habilidad o hábito profesional. Esta escala se haya ejemplificada, cuando abordamos el aspecto de la evaluación, debido a que también fue aplicada para estos fines.

Creemos oportuno considerar que

la escala analítico-sintética exige tomar en consideración dos requisitos fundamentales, a saber, la modelación más precisa del fenómeno sujeto a estudio de modo sintético (invariantes estructurales) y determinar los indicadores por niveles de dominio de forma analítica (descripción de las invariantes). Dicha escala se diferencia esencialmente de otra en que no solo brinda la posibilidad de registrar el rendimiento terminal de la ejecución del sujeto, es decir, el resultado, y a partir de este otorgar una calificación, sino que permite también registrar el rendimiento procesal, o sea, determinar cómo transcurre el proceso de ejecución y las relaciones que aparecen entre los diferentes pasos de este proceso. (Bermúdez y Rodríguez, 1996, p. 81)

De este modo, la escala que se usa es de carácter analítico-sintético, en la cual se muestran las invariantes estructurales que corresponden a cada instrumentación que debe ser sistematizada para su conversión en habilidad. A continuación presentamos la escala analítico-sintética empleada en la valoración de

la ejecución de la técnica dispersión, correlación y regresión para la materia “Control de calidad”.

Escala analítico-sintética

Instrumentación: *Interpretar diagrama de dispersión, correlación y regresión*

	Niveles de dominio		
Invariantes estructurales	Alto	Medio	Bajo
Trazar gráfico de dispersión	Asigna los puntos correctamente	Elige la escala y ejes correctamente	No sabe cómo iniciar
Determinar grado de correlación de “r”	Resultado interpretado correctamente	Calcula el valor de “r” correcto	Resultado matemático incorrecto
Determinar el valor de “b”	Interpreta el valor de “b”	Calcula el valor de “b” correcto	Resultado matemático incorrecto
Determinar el valor de “a”	Interpreta el valor de “a” correctamente en el gráfico.	Calcula el valor de “a” correcto	Resultado Matemático incorrecto
Trazar línea de regresión	Traza la línea de regresión	Calcula el valor de “y” correcto	No asigna el valor de “x”

Fuente: elaboración propia

El aprendizaje del estudiante, sea este bajo el método que sea, siempre requerirá del desarrollo de las habilidades, eje central en la formación profesional en función de este nuevo enfoque (*competencia*). Sean cuales sean estos modelos, la propuesta de una formación centrada en el estudiante debe plantearse los siguientes objetivos:

- Propiciar que el estudiante se convierta en responsable de su propio aprendizaje, para que desarrolle las instrumentaciones intelectuales para la construcción del conocimiento: *observar, comparar, clasificar, evaluar* y las instrumentaciones intelectuales para la aplicación del conocimiento: *identificación, descripción, demostración, explicación o fundamentación* (Bermúdez y Rodríguez, 2000).
- El maestro debe ser un incansable motivador para que el estudiante asuma su papel participativo y colaborativo con sus compañeros y, de esta forma, el aula será un foro abierto.

- El maestro pulsará al estudiante a estar en contacto con el entorno, resolviendo problemas y participando en proyectos.
- El alumno será más reflexivo sobre lo que hace y cómo lo hace, proponiendo soluciones concretas para su mejoramiento.

De aquí que al maestro se le presentan dos vertientes:

- a) Planear y diseñar las actividades para el logro de los aprendizajes, así como de los recursos necesarios para ello y
- b) Motivar, guiar y ayudar al alumno durante su proceso de aprendizaje para que este alcance los objetivos deseados.

Estos objetivos serán determinantes para que el alumno vaya evolucionando en la integración de equipos, en los que irá participando y colaborando. Con su actitud, fomentará la confianza en la tarea conjunta; esto traerá como consecuencia que, a través del tiempo, irá participando en la consolidación y desarrollo del equipo, debido al conocimiento de sí mismo (metacognición). Como resultante del aprendizaje en su evolución, el alumno será mayormente capaz de comunicarse con mayor cohesión, debido a su habilidad de dirigir grupos de trabajo, buscando siempre la integración del equipo, así como su orientación al logro de los objetivos que se proponen.

Sobre la base de lo dicho hasta aquí, presentamos una forma lícita de organizar el proceso de enseñanza. Este podría quedar así:

Tabla 12: *“Características de los componentes didácticos empleados antes y después de la propuesta aplicada”*

<i>Componentes didácticos</i>	<i>Antes de la propuesta</i>	<i>Propuesta</i>
Objetivos	No definidos, ambiguos o con varias intenciones; no carácter rector	Definidos en función de la adquisición de los conocimientos y las habilidades
Contenidos	Temas y subtemas	Sistema de conocimientos y habilidades
Métodos	Expositivo	Solución de problemas
Medios	Abuso de medios audiovisuales	Muestras de objetos reales, aparatos y dispositivos de medición

Evaluación	Prueba escrita	Uso de la escala analítico-sintética por el profesor y el alumno
F.O.E. (<i>Formas de organización de la enseñanza</i>)	Clases teóricas (<i>conferencias</i>)	Clases teóricas y <i>Talleres- laboratorio</i>

Fuente: elaboración propia.

Organizar el proceso de enseñanza implica la necesidad de adoptar cambios en la organización del aprendizaje y este debe de estar en función de las dimensiones de la calidad. Estas deben ser:

Igualmente, en esta forma de organizar el proceso de enseñanza podrían contemplarse los ítems siguientes:

- *Calidad del diseño pedagógico,*
- *Calidad de la conformación de los programas,*
- *Eventos académicos,*
- *Pedagogía en el aula.*

¿Qué entender por cada uno de estos ítems?

• ***Calidad del diseño pedagógico***

Entendemos por diseño pedagógico la organización estricta de los programas de materias o currículo. Para valorar la calidad del diseño pedagógico, es necesario determinar el encargo social que satisfacen los Planes de Estudio a través de la concepción curricular. Según Talízina (1988), ello debe responder a las características de la época en que se vive.

• ***Calidad en la conformación de los programas***

Las habilidades, conocimientos y valores (que debe incluir un programa, en función de las necesidades requeridas en el puesto del profesional).

La disponibilidad

Resulta cuando se tienen en cuenta los conocimientos y habilidades previos, en forma de requisitos de ingreso, al comenzar un programa.

La confiabilidad

Resulta cuando se repite un proceso en condiciones estables, es decir, cuando el programa garantiza el desarrollo de los conocimientos, habilidades y valores en el alumno, siempre que exista una planeación consecuente.

La facilidad de servicio

Es la distribución del tiempo de modo que haya mayor cantidad de horas de actividades prácticas con relación a las actividades académicas, como en el caso del taller-laboratorio; además, mayor cantidad de horas para el trabajo independiente del alumno, garantizando el desarrollo de la creatividad e innovación. Y por último, que sea mayor la cantidad de horas de asesoría al alumno por parte del maestro, extracurricularmente.

- ***Eventos académicos***

Participación de los profesores y alumnos en tareas de investigación y su presentación en:

- Talleres
- Concursos
- Jornadas científicas.

- ***Pedagogía en el aula***

- Puntualidad de los profesores y alumnos.
- Asistencia de los profesores y alumnos.
- Participación conjunta del profesor y el alumno (en la propuesta de objetivos, en los métodos y técnicas de aprendizaje, en la evaluación).
- Competencias.
- Integridad (valores).

Desde el punto de vista de la formación por competencias, la evaluación funciona como un factor determinante, lo cual ha de lograrse a través del registro por niveles de las competencias en la escala analítico-sintética que se describió anteriormente.

Detengámonos precisamente en la dinámica de la evaluación.

3.1.6.- Diseño y aplicación de un sistema de evaluación y control

Como profesores, no debemos conformarnos con que el alumno aprenda a

realizar una determinada ejecución, sino que esta tenga la calidad requerida. Tampoco es deseado que el estudiante aprenda a ejecutar determinadas operaciones aisladas, con cierto nivel de dominio, pues, de esta forma, no cumpliría el objetivo propuesto.

Desde el punto de vista metacognitivo, es conveniente que el alumno se auxilie de una tabla que le ayude a concientizar cómo transcurre el proceso de obtención del conocimiento y su ejecución. Esto lo comenzará a entrenar en el conocimiento de sí mismo, en su autoevaluación creada, en la que haya correspondencia entre su nivel de aspiración y las posibilidades con las que realmente cuenta.

Ahora bien, una vez que tengamos los indicadores que nos ayudarán a evaluar con mayor objetividad al estudiante y, al mismo tiempo, a que este se autoevalúe, se hace necesario traducir esos indicadores en un código de calificación que respondan realmente al reflejo del conocimiento que posee, o sea, a la acción conscientemente dominada --habilidad.

Lo primero que debemos tomar bajo conciencia es la propia definición del concepto de código de calificación.

3.1.6.1. ¿Qué entender por código de calificación?

Cuando se procede a calificar u otorgar un valor a una determinada manifestación de un fenómeno, esto nos hace remitirnos al concepto de medición, pues es necesario comparar dicha manifestación con una unidad de medida.

No debemos de olvidar que el conocimiento --o la habilidad-- son fenómenos de naturaleza psíquica, relativos al subsistema de autorregulación cognitivo-instrumental de la personalidad del sujeto y, como todo fenómeno psíquico, en sí mismo no son mesurables.

Sin embargo, a la hora de evaluar al alumno, le otorgamos calificaciones, que llegan incluso al orden de décimas y hasta de las centésimas. La pregunta de rigor sería entonces:

3.1.6.2. ¿Cuál ha de ser el criterio a esgrimir para otorgar la calificación?

Al realizar la evaluación en torno a la calidad de una determinada ejecución del conocimiento logrado por el estudiante, nos debemos apoyar en términos

estrictamente valorativos acerca del grado de funcionalidad o aplicabilidad de ese conocimiento, o sea, de la posibilidad que tiene el estudiante de generalizar una instrumentación dada a diferentes conocimientos de distintos grados de complejidad.

Aquí el maestro tendrá la oportunidad de comparar cuán adecuada es la ejecución del alumno con respecto al modelo ofrecido y la evaluación estará en dependencia del grado de valorar, en función de determinados indicadores, la correspondencia con la naturaleza misma de la ejecución, o sea, su grado de adecuación a un determinado modelo.

En efecto, resultó difícil hallar una escala de evaluación para medir la comprensión o el error en el aprendizaje. ¿Cómo configurar una escala de este tipo? Asignar calificaciones de “*muy alto*” o “*muy bajo*” al dominio de una competencia, habría sido difícil, justo al tener que conferirle, además, un valor numérico, como 7.76 puntos. A ello ha de sumársele los ítems que indican: “*lento, pero poco seguro en la comprensión*” o “*no muy rápido en la comprensión*”. ¿Cómo entender tales yuxtaposiciones, entre la expresión lingüística, lo numérico y la naturaleza del fenómeno –psíquico-- que se está evaluando?

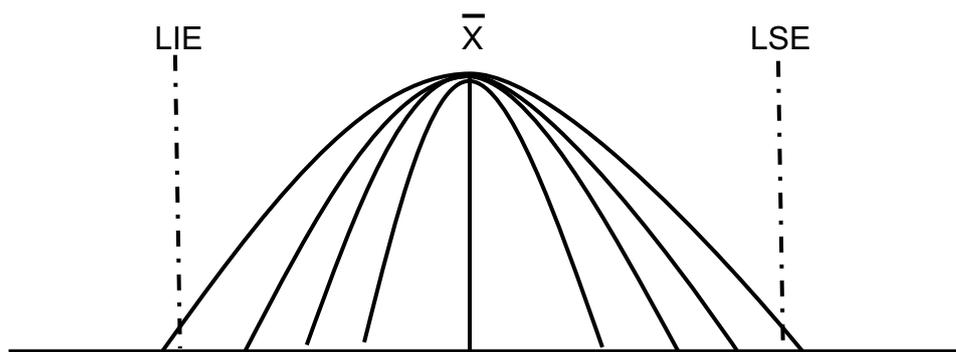
Uno de los métodos que el maestro puede aplicar en el estudio de las habilidades y los hábitos, es el de la “*observación*” con el empleo de escalas de *valoración*, tal cual lo manifiesta Brito (1987). Este método nos permite valorar la formación y el grado de desarrollo alcanzado. Asimismo, Bermúdez y Rodríguez (1996) consideran establecer una escala para valorar los niveles de dominio de las invariantes estructurales de cada instrumentación ejecutora.

Al definir la habilidad como una instrumentación –acción-- conscientemente dominada (Bermúdez y Rodríguez, 2003), bien puede considerarse la paridad entre estos investigadores y lo manifiesto por Deming (1985) cuando afirma: “*hágalo bien desde la primera vez, con el mínimo de tiempo*”. Ello implica que el estudiante ha de tomar plena conciencia de lo hace y de los grados de desarrollo que va alcanzando. De ahí que el maestro deba motivar a los alumnos, instrumentándolos, de modo que sean ellos mismo quienes determinen las invariantes estructurales de las acciones que ejecutan. Esto trae como consecuencia que el alumno se convierta en protagonista incuestionable de su gestión de aprendizaje.

Sheward (1931) manifiesta que en todo proceso de producción siempre

existirá una variabilidad y que no es práctico ni económico buscar la exactitud. Es por ello por lo que deben establecerse espectros de tolerancias, donde todavía se cumplan con las especificaciones para lo cual fue diseñado. Esto no se contrapone a las proposiciones de los Bermúdez y Rodríguez (2003), con arreglo a las cuales el desarrollo de una habilidad es función de su ejecución bajo determinada frecuencia, periodicidad y flexibilidad, así como el grado de complejidad correspondiente. Es por ello por lo que el maestro debe de hacer conciencia en los alumnos, de modo que aquellos vayan a la búsqueda de resolver problemas, proporcionándoles un número que se ajuste a su grado de dificultad y que el maestro, de tiempo en tiempo (periodicidad), compruebe si el alumno adquirió la habilidad. De la filosofía del maestro, Crosby (1994) manifiesta que la calidad no cuesta; el maestro debe ser el agente motivador para que los alumnos comprendan que es mejor invertir su potencial humano hoy para el futuro y que este se irá amortizando con el tiempo; en otras palabras, el alumno podrá ser capaz de valorar metacognitivamente aquello que aprendió y cómo lo aprendió, ya cuando esté en su puesto de trabajo profesional.

Por su parte, Taguchi (1986) manifiesta lo costoso que es alejarnos de la media hacia los límites de especificación. Esto nos conduce a proponer que la escala de niveles de dominio sea construida de una forma más cuantitativa, partiendo de la curva normal, auxiliándonos de una tabla de doble entrada que permita al maestro hacer la planeación de las invariantes con su grado de dominio y, al mismo tiempo, el alumno contará con un instrumento que le permita analizar el grado de dominio de la habilidad. Esto lo representaremos en la curva normal. Como se observa, en ella coincide la calificación tradicional con el requerimiento de consistencia de calidad industrial de 6σ ; cuando se habla de 6σ , indica que hay menos de una pieza en mal estado, en 10,000,000 unidades de fabricación, probabilísticamente hablando (véase el gráfico de abajo).



-3 σ -4 σ -5 σ -6 σ 100 90 80 70 60

Fig.2. "Curva normal"

Leyenda:

LSE - Límite superior de especificación

LIE - Límite inferior de especificación

X - \bar{X} Media de especificación

Instrumental

Para elevar la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, el maestro debe llevar a efecto la propuesta metodológica, pues esta ha sido considerada en el grupo piloto, en el cual se obtuvieron los resultados esperados. En la escala, se observa una mejora continua, como lo manifiesta Deming (1985), registros que se manifiestan ahora con los valores siguientes:

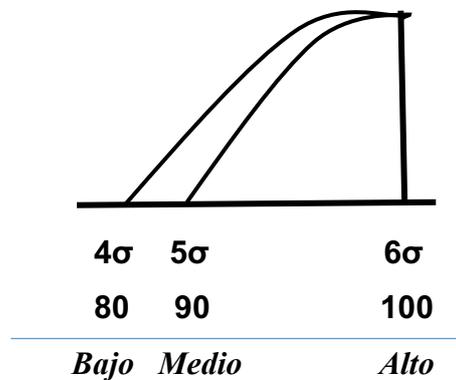


Fig.3. "Escala de evaluación"

Como se observa, la escala de evaluación queda bajo el criterio de "pasa o no pasa", se acepta o se rechaza, pero al nivel bajo se le asigna 46. Este nivel de consistencia nos dice que hay menos de 64 partes malas en 1,000,000 de unidades. El proceso de enseñanza-aprendizaje también debe de ir a la par, esto es, el alumno debe de adquirir la habilidad, el conocimiento y este no se obtiene en décimas o centésimas. Esa es la razón por lo que la escala analítico-sintética solamente queda determinada por los indicadores "bajo, medio y alto", que nos ayudarán a evaluar con mayor objetividad al estudiante, siempre con la salvedad de que, como toda

valoración, tendrá un carácter subjetivo.

El diseño del instrumento, por naturaleza, debe permitir que el maestro pueda prever y planear su clase y, a la vez, permitir que el alumno cuente con las instrucciones a seguir --orientación--, permitiéndole comprobar si las domina conscientemente. Esta es la razón por la cual los resultados se tienen en un alto grado de requerimiento de consistencia, pues este se percibe desde 6 6 hacia la media --en una competencia se gana o se pierde, puede o no puede, sabe o no sabe, sirve o no sirve--, el porqué de la importancia que guarda la escala analítico-sintética como instrumento de planeación, control y evaluación. Como maestros, no debemos conformarnos con que el alumno aprenda a realizar una determinada ejecución, sino que esta responda a las exigencias y consistencia de calidad requerida en la habilidad, esto es, en el dominio pleno --a nivel *muy alto*-- de la acción.

3.1.3. Inclusión de las habilidades en un sistema de acciones, con una graduación creciente de complejidad

Una vez determinadas las habilidades con sus respectivas invariantes, se determinarán cuáles instrumentaciones preceden como invariantes de las otras, en la que la complejidad gradual se verá reflejada en la precedencia o subordinación de unas a otras. Por otro lado, estas invariantes tomarán en cuenta la complejidad y diversidad de los conocimientos con los que se vinculan estas habilidades. De este modo, se logra la sistematización de las habilidades a través de los diferentes semestres de la carrera. Así, por ejemplo, la materia *Control de Calidad* propone la instrumentación de interpretar, la cual se realizará con diferentes conocimientos (*diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa-efecto, diagrama de dispersión estratificación, etc.*). Asimismo, esta instrumentación es retomada en la asignatura *Administración de la Calidad*, donde el alumno tendrá que interpretar con otros conocimientos propios de esta materia, por ejemplo, la filosofía de la calidad, la administración de un programa de contenido estadístico de calidad, etc. De esta forma, se ponen de manifiesto los requisitos metodológicos para la sistematización de las instrumentaciones intelectuales, a saber, la flexibilidad y la complejidad.

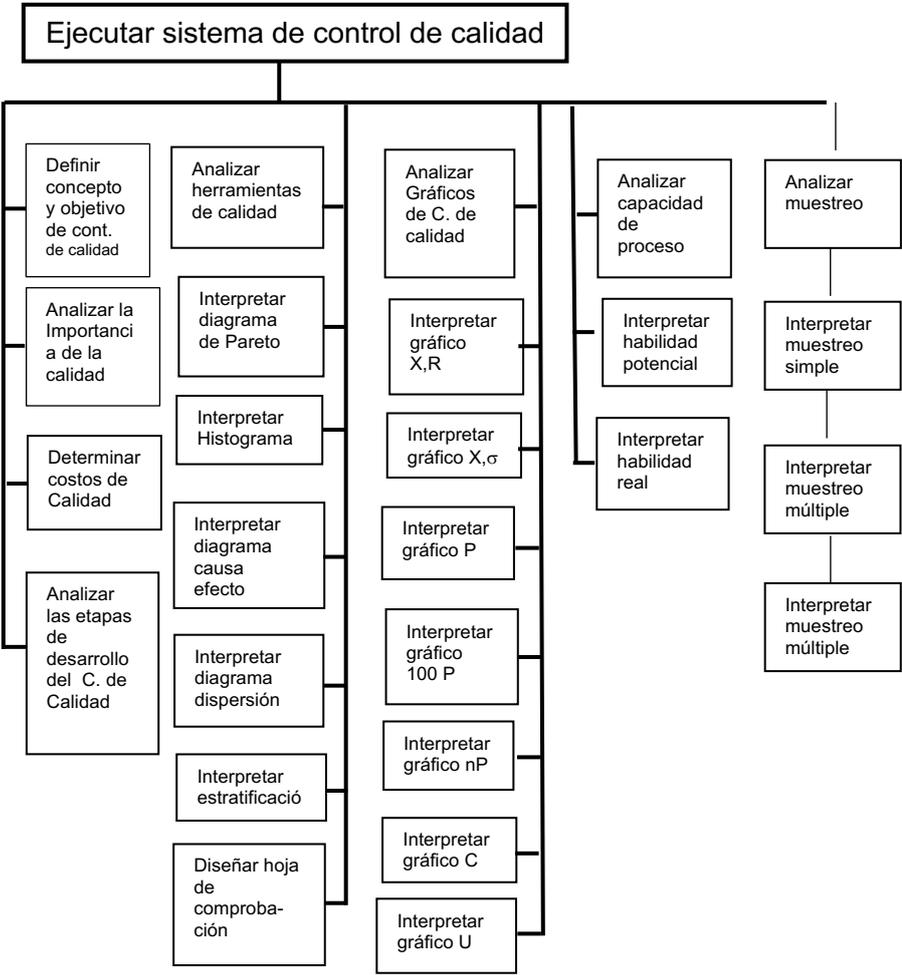
Las habilidades deben estar incluidas en un sistema de acciones, con una graduación creciente de complejidad

Quisiéramos señalar que las habilidades que están en el plano inferior de la

estructura arborizada que a continuación proponemos, son las habilidades básicas, pues constituyen, a su vez, acciones que se contienen en otras, según la estructura de la actividad del tratadista ruso Leontiev (1981). Es decir, el desarrollo de estas habilidades es indispensable para poder alcanzar el dominio de las que le preceden (las que están en el plano superior de la estructura presentada en los esquemas --3 y 4-- que siguen).

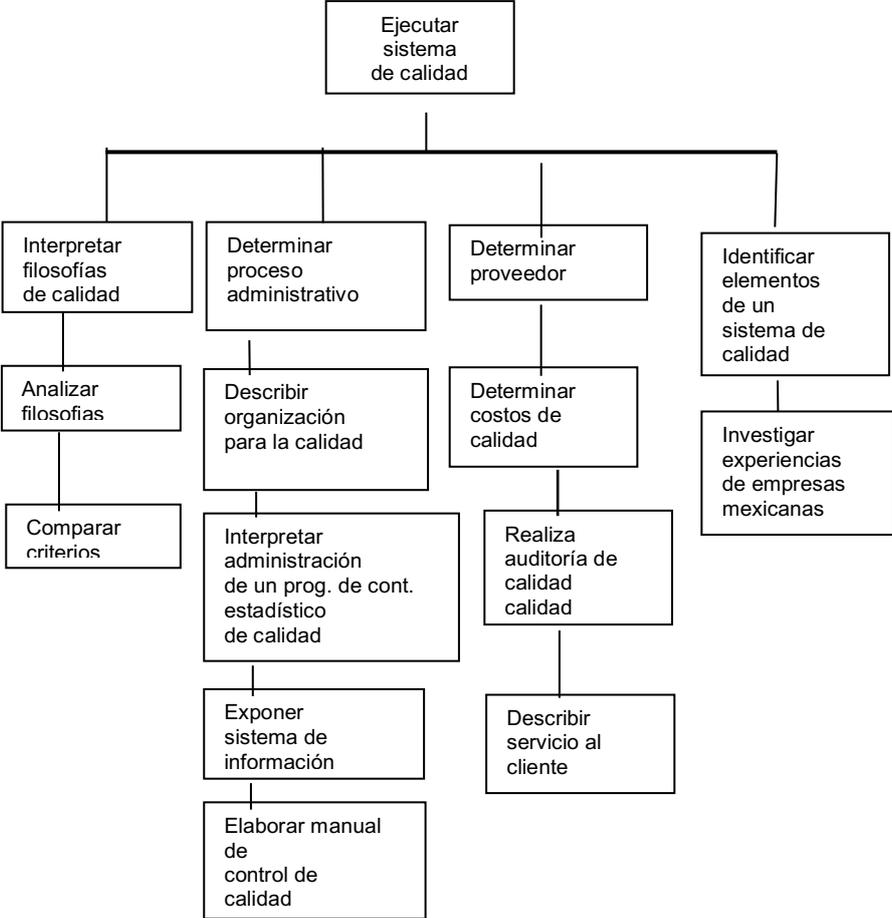
A continuación, presentamos la propuesta de estructuración sistémica de las habilidades para cada una de las asignaturas estudiadas.

Esquema 3: *“Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar a través de la materia “Control de Calidad”*



Fuente: Elaboración propia.

Esquema 4: “Estructuración sistémica de las habilidades profesionales a desarrollar a través de la materia “Administración de la calidad”



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.- Relación de los conocimientos con las habilidades estudiadas

Este es un requisito cualitativo para la formación de las habilidades, donde se tomará en cuenta que estas instrumentaciones se realicen con diferentes conocimientos, de diversos grados de complejidad en un espectro que abarque desde lo muy fácil a lo muy difícil. Este paso está desplegado más abajo, en donde reflejamos en una tabla de contingencias los ítems concernientes a: *objetivos, habilidades, acciones y conocimientos.*

Materia: Control de calidad.

Método: Análisis de documentos

Lugar que ocupa en la malla curricular: Materia de especialidad (4to. y 8vo. semestres)

Dosificación: 45 horas en el semestre

Tabla 10: “**Objetivos, habilidades, acciones y conocimientos de las unidades que conforman la materia de Control de calidad**”

Unidad 1

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1. Definir concepto y objetivo de control de calidad	Definir	Determinar Enunciar	Concepto y objetivo de control de calidad.
2.-Analizar la importancia de la calidad	Analizar	Determinar Estudiar	La calidad a través del tiempo
3.-Determinar los costos de la calidad	Determinar	Analizar Comparar Descubrir Revelar	Costos de la calidad.
4.-Analizar las etapas de desarrollo del control de calidad.	Analizar	Determinar Estudiar	Etapas del control de calidad

Unidad 2

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Interpretar la filosofía, así como, el desarrollo de problemas del diagrama de Pareto.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Diagrama de Pareto
2.-Interpretar la filosofía, así como, el desarrollo de problemas de histograma.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Histograma.
3.-Interpretar la filosofía, así como, el desarrollo de problemas de causa efecto.	Interpretar	Analiza Relacionar Encontrar Elaborar	Problemas de causa-efecto
4.-Interpretar la filosofía, así como, el desarrollo del diagrama de dispersión.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Diagrama de dispersión
5.-Interpretar la filosofía, así como, desarrollar la técnica estratificar	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Técnica de estratificación
6.-Diseñar hoja de comprobación según necesidad	Diseñar	Observar Determinar Elaborar Reproducir Comprobar Establecer	Hoja de comprobación

Unidad 3

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Analizar la filosofía de gráficos de control.	Analizar	Determinar Estudiar	Gráficos de control.
2.-Interpretar gráfico de control por Variables X, R.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Gráficos de control por variables X, R. así como, analizar cuando menos 20 problemas.
3.-Interpretar gráfico de control por variables X, $\bar{6}$	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Gráficos de control por variables X, $\bar{6}$. así como, analizar cuando menos 20 problemas.
4.-Interpretar gráficos de control por atributos p	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Gráficos de control por atributos p. así como, analizar cuando menos 20 problemas.
5.-Interpretar gráficos de control por atributos 100	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Gráficos de control por atributos 100p.
6.-Interpretar gráficos de control por atributos np	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Elaborar un trabajo de investigación de la filosofía.
7.-Interpretar gráficos de control por atributos u	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Elaborar un trabajo de investigación de la filosofía.
8.-Interpretar gráficos de control por atributos c	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Elaborar un trabajo de investigación de la filosofía.

Unidad 4

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Analizar la técnica habilidad de proceso.	Analizar	Determinar Estudiar	Investigación de proceso
2.-Interpretar la técnica habilidad de proceso.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Investigación de proceso
3.-Interpretar la técnica habilidad real del proceso.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Investigación de proceso

Unidad 5

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Analizar filosofía de muestreo de aceptación.	Analizar	Determinar Estudiar	Filosofía de muestreo de aceptación
2.-Interpretar muestreo de aceptación simple.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Muestreo de aceptación simple.
3.- Interpretar muestreo de aceptación doble.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Muestreo de aceptación doble.
4.- Interpretar muestreo de aceptación múltiple	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Muestreo de aceptación múltiple.

3.3.- **MATERIA:** Administración de la calidad

Método: Análisis de documentos

Asignatura: Administración de la Calidad

Lugar que ocupa en la malla curricular: Materia de especialidad (a partir de 8vo. semestre)

Dosificación: 45 horas en el semestre.

Tabla 11: “*Objetivos, habilidades, acciones y conocimientos de las unidades que conforman la materia de Administración de la calidad*”

Unidad 1

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.- Analizar filosofías de los precursores de la calidad.	Analizar	Determinar Estudiar	Filosofías de W.E. Deming. P.B.Crosby, J. Juran, Kauro Ishikawa, Geichi Taguchi.
2.- Interpretar filosofías de los precursores de la calidad.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Filosofías de W.E. Deming. P.B.Crosby, J. Juran, Kauro Ishikawa, Geichi Taguchi.
3.-Comparar criterios de los precursores de la calidad.	Comparar	Determinar Elaborar	Filosofías de W.E.Deming. P.B.Crosby, J. Juran, Kauro Ishikawa, Geichi Taguchi.

Unidad 2

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Determinar los diferentes modelos del ciclo administrativo	Determinar	Analizar Comparar Describir Revelar	Diferentes modelos del ciclo administrativo de los autores Terry, Fayol Koon`s, Reyes Ponce, Juran Deming, etc.
2.-Describir los diferentes sistemas de organización	Describir	Determinar Observar Elaborar Reproducir	Diferentes sistemas de Organización.
3.-Interpretar la administración de un programa de control estadístico.	Interpretar	Analizar Relacionar Encontrar Elaborar	Las 7 herramientas de la calidad. La teoría de G. Taguchi.

4.-Describir un sistema de información.	Describir	Determinar Observar Elaborar Reproducir	Sistema de información.

Unidad 3

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Determinar la importancia que guarda la selección de un proveedor.	Determinar	Determinar Observar Elaborar Reproducir	Importancia de la selección y clasificación a los proveedores.
2.-Determinar los costos de calidad.	Determinar	Determinar Observar Elaborar Reproducir	Estudio de los diferentes costos de la calidad, costos prevención, evaluación, fallas internas, fallas externas y costos ocultos.
3.-Realizar auditoria de calidad.	Realizar	Determinar Observar Elaborar Reproduce Interpretar	Reglas que sirven de base para realizar la auditoria de calidad.
4.-Describir la importancia que tiene el servicio al cliente.	Describir	Determinar Observar Elaborar Reproducir	Importancia que tiene el servicio al cliente.

Unidad 4

Objetivo	Habilidad	Acciones	Conocimientos
1.-Distinguir la importancia que guarda el implementar un sistema de calidad.	Distinguir	Caracterizar Valorar Argumentar Refutar	Características y elementos de un sistema de calidad.
2.-Analizar experiencias de empresas mexicanas.	Analizar	Determinar Estudiar	Experiencias de empresas mexicanas.

3.1.5.- Aplicación de métodos de enseñanza y de aprendizaje que estimulen la actuación del alumno en el contexto ingenieril

Hay que tener presente, ante todo, el método investigativo, de modo que con la presentación de un problema profesional y la sugerencia bibliográfica se satisfagan los momentos fundamentales para el ejercicio de búsqueda de lo desconocido. En la aplicación de la propuesta, hemos considerado la resolución de al menos 20 problemas para la formación de las habilidades previstas. A continuación, presentamos un ejemplo de problema-tipo para cada una de las materias estudiadas.

3.1.5.1. Problema-tipo para interpretar diagrama de dispersión, correlación y regresión en la materia "Control de calidad"

En la práctica, frecuentemente es necesario estudiar la relación de correspondencia entre dos variables, ya que una no es suficiente. Ejemplo: ¿hasta qué punto se afectarán las dimensiones de una máquina por el cambio de velocidad o la relación que hay entre la tensión y la deformación o la relación de presión del aire de soplado y el porcentaje de defectos o el número de cajas de nieve con relación a una temperatura?

Para estudiar la relación entre dos variables como en los ejemplos citados, se usará la técnica diagrama de dispersión, correlación, regresión. Las dos variables que trataremos pueden presentarse:

- 1.- Una característica de calidad y un factor que la afecta.
- 2.- Dos factores relacionados con una sola característica de calidad.
- 3.- Dos características de calidad relacionadas.

Ejemplo. El Sr. Sute se dedica a la venta de helados y la realiza por medio de una camioneta de su propiedad, a la cual le instaló un equipo de sonido para atraer la atención durante su recorrido. El Sr. Sute se haya preocupado por la planeación de sus ventas, pues durante su recorrido hay días en que, al término de su trayecto, le sobra o le falta cajas de nieve. Él se ha percatado que durante los días de calor vende más que en los días de frío. De acuerdo con lo anterior, decide ir a visitar a los alumnos de la materia de control de calidad del Instituto Tecnológico para

pedirles su asesoría. Ellos le piden que durante los próximos 19 días tome la temperatura antes de salir a su recorrido y, a su regreso, anote el número de cajas que haya vendido en ese recorrido. Con esta información, los alumnos proceden a enseñarle cómo hacer un diagrama de dispersión: le indican que trace un eje de coordenada, en el eje de las abscisas (x) anote la temperatura y en el eje de las ordenadas (y) anote el número de cajas vendidas, indicándole cómo encontrar el punto de coordenada (x, y) correspondiente.

El paso siguiente es leer el diagrama, y se hace es posible captar la forma de distribución en un histograma. También es posible leer la distribución general de los pares de datos, a partir de un diagrama de dispersión; al hacerlo, lo primero es examinar si hay o no uno o varios puntos apartados en el diagrama; generalmente, puede suponerse que estos puntos apartados del grupo principal son resultado de errores de medición o de registro de datos o por algún cambio en las condiciones de operación. A estos puntos, se recomienda apartarlos para iniciar el estudio, pero se sugiere que a estos puntos se les dé un estudio aparte, pues pueden aportar información muy útil del porqué ocurren.

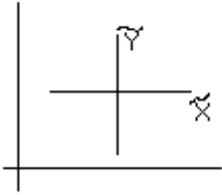
Se le explica que hay dos métodos para darle solución a este tipo de problemas:

- 1) método matemático,
- 2) método de las medianas.

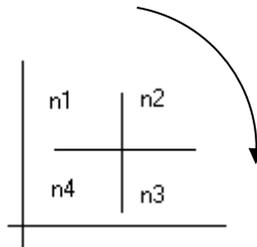
Se le explicará el método de las medianas por el tipo de problema que no requiere:

- a) Trazar la línea mediana X de la abscisa que divide la misma, de mucha precisión; es bastante exacto, pero se debe tener cuidado en su elaboración por la cantidad de puntos que se encuentran del lado izquierdo o derecho.
 - * Si la cantidad de puntos es impar, trazar la línea vertical, de tal forma que pase por el punto central. Si la cantidad es par, la línea vertical pasa en medio de los puntos centrales.
- b) Trazar la línea mediana de la ordenada, la cual dividirá en cantidades iguales los puntos que se encuentran por arriba o por debajo de ella.

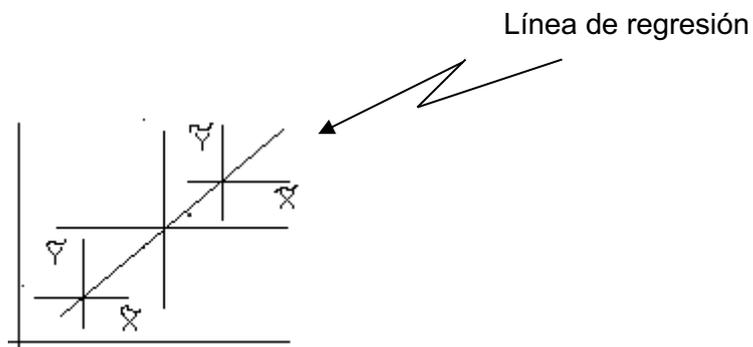
- Si la cantidad de puntos es impar, trazar la línea horizontal de tal forma que pase por el punto central. Si la cantidad es par, la línea vertical pasa en medio de los dos puntos.



- c) Los cuatro cuadrantes separados por las líneas medianas se enumeran 1, 2, 3, 4 en el sentido de las agujas del reloj, partiendo de la sección superior izquierda. Cada una de estas secciones se les denomina 1°, 2°, 3° y 4° cuadrante.



- d) Identificar numéricamente los cuadrantes que resultan de trazar las medianas $\bar{X}-\bar{Y}$, como en los pasos anteriores, contar los puntos por cuadrante. En este caso, 2 y 4, por la tendencia marcada de los puntos hacia arriba y, a la derecha, trazar la línea de regresión, uniendo los puntos donde se interceptan las medianas; hacer operaciones en función de las siguientes fórmulas:



$$r_1 = \frac{n_1 + n_3}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

$r_1 < r_2$ relación indirecta

$$r_2 = \frac{n_2 + n_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

$r_2 > r_1$ relación directa

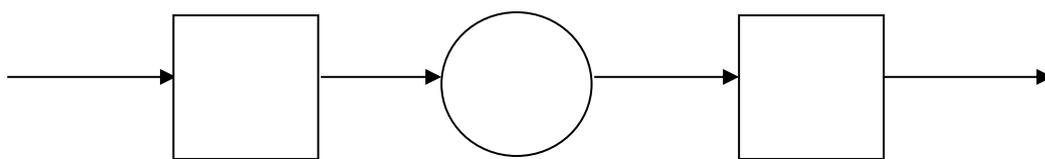
El grado de correlación va desde 0.0 hasta 1.0, siendo este el máximo valor de relación de las dos variables, en términos cuantitativos.

Una vez trazada la línea de regresión, esta le permitirá al Sr. Sute que a la mañana siguiente tome la temperatura antes de salir a su venta y la traslade a la escala en el eje de las abscisas (x). En ese punto, trace una línea paralela al eje de la ordenada (y) hasta interceptar con la línea de regresión, en ese punto trace una línea paralela a (x) hasta cortar con (y), y en ese punto de la escala se lee cuántas cajas debe llevar para su venta en ese día. Si la línea cae en un punto medio, se toma el inmediato superior porque es importante no perder un posible comprador en potencia.

Aun cuando puede ser tomado como ejemplo cualquiera de las demás técnicas que se hallan en los anexos correspondientes a la materia de "Administración de la calidad", el problema tipo que aparece a continuación ha sido reflejado aquí directamente por constituir la base fundamental de la materia en función del punto de partida de los modelos que se van a utilizar.

3.1.5.2. Problema-tipo para determinar el ciclo administrativo de la calidad en instrumentaciones de la materia "Administración de la calidad"

Desde siempre ha existido la producción que es el cambio de un estado "A" a un estado "B" y puede ser representado de la forma siguiente:

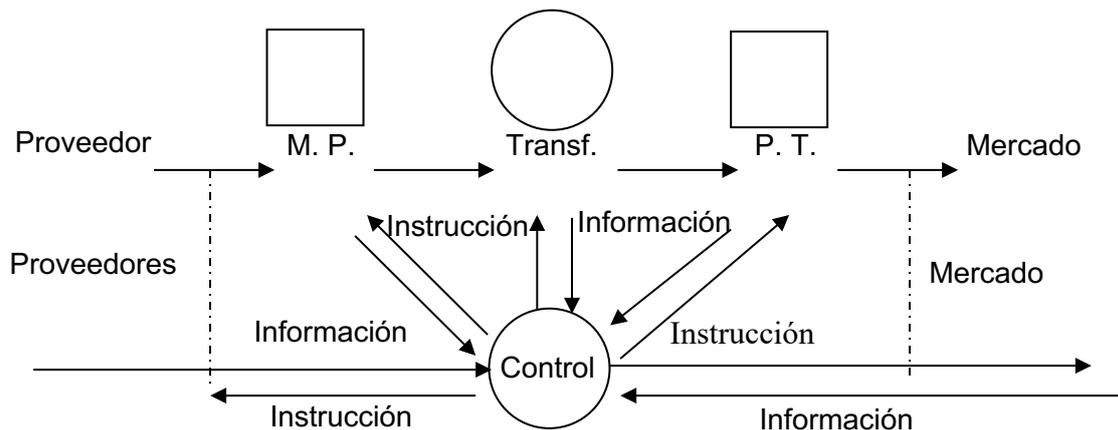


Proveedor Materia prima Proceso Producto terminado Mercado

Aquí la calidad se encontraba implícita, pues las condiciones del mercado no eran tan exigentes, pero a medida que crecieron las necesidades del mercado y la aparición de nuevas fábricas, el mercado se volvió más exigente de productos y servicios. Esto permitió que las empresas buscaran nuevas formas de producir mejores productos y servicios, retomando esa información del mercado insatisfecho y la información de nuevos productores de materia prima. Esta información dio lugar a la aparición del proceso de control, que consistía en observar el desempeño real,

compararlo con algún estándar y después tomar medidas si el desempeño observado es significativamente diferente del estándar; a esto se le llamó control y tiene ciertas concepciones de acuerdo con el país. Esto originó lo que se conoce como ciclo de retroalimentación de la calidad y cuyo esquema es:

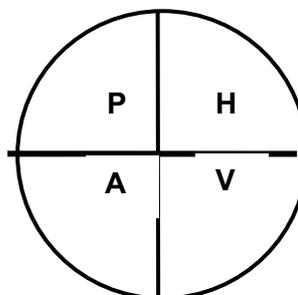
Esquema ___: “Modelo producto-insumo”



El ciclo administrativo de la calidad es el proceso de identificar y administrar las actividades necesarias para lograr los objetivos de calidad de una organización. Una manera útil para ilustrar los elementos básicos de la administración de la calidad es trazar una paralela a una función bien establecida, específicamente, la de finanzas (Juran, 1986).

El ciclo: Planear, Hacer, Verificar, Actuar, -llamado con frecuencia “**ciclo Deming**”, tuvo como objetivo fundamental mejorar la calidad, sugiriendo su uso como medio universal. Fue Deming quien enseñó este ciclo, denominado inicialmente, ciclo Shewhart, en los años 50. Su representación esquemática es la que sigue:

- P = Planear
- H = Hacer
- V = Verificar
- A = Actuar



El ciclo administrativo clásico tiene sus orígenes en el trabajo de Henri Fayol, en 1920, quien propuso los elementos de la administración. Consistía en cinco funciones: Planeación, Organización, Mando, Coordinación y Control.

Posteriormente, aparecieron los modelos siguientes: modelo de J. Ferry, consistente en cuatro elementos: Planear, Organizar, Ejecutar y Controlar; modelo de Koontz O' Donnell, consistente en cinco elementos: Planear, Organizar, Integrar, Dirigir y Controlar; modelo de A. Reyes Ponce, consistente en seis elementos: Prever, Planear, Organizar, Integrar, Dirigir y Controlar.

3.1.7. Utilización del taller-laboratorio como forma de organización práctica de la enseñanza

Proponemos utilizar el Taller-laboratorio como forma de organización práctica de la enseñanza, con vistas a ejecutar las acciones previstas en los programas de materias que deben ser aprendidas y dominadas por el estudiante, en función de la solución de problemas profesionales concretos, independientemente de que no obviemos otras formas de enseñanza, como clases teóricas y seminarios.

La clase –conferencia-- debe ser reafirmada en el laboratorio, en la formación del especialista.

Entre los objetivos del plan de mejora de la calidad de la educación, está el encaminado a lograr que la “clase de laboratorio” cumpla con una función didáctica, para lo cual debe de estar metodológicamente estructurada, de modo que asegure la correspondencia entre los objetivos educativos e instructivos de la disciplina y los del perfil del especialista que deseamos formar. La práctica de laboratorio debe de tener una relación estrecha con la conferencia, de modo que posibilite la aplicación de los conocimientos teóricos, unida al desarrollo de las habilidades que deben de adquirirse en el laboratorio, habilidades manuales, mentales y el desarrollo de las capacidades, mediante la profundización en el contenido teórico-práctico y la actividad creativa e independiente del estudiante, canalizada consecuentemente por el maestro, motivándolo constantemente.

En el estudio de la Ingeniería Industrial, la práctica de laboratorio constituye uno de los métodos de mayor trascendencia, porque nos permitirá la optimización de los recursos y el trabajo independiente de los alumnos. De ahí que el departamento de Ingeniería Industrial debe de trabajar en el perfeccionamiento de esta forma de organización del proceso educativo, instituyendo e incrementando el número a realizar, al inicio de la práctica o durante su desarrollo, en correspondencia con su complejidad o peligrosidad.

Es necesario tomar plena conciencia de los requisitos que el modelo del

especialista exige, pues en la medida en que nuestros egresados desarrollen sus capacidades y habilidades en el laboratorio, estarán mejor preparados para cumplir su función en su puesto de trabajo profesional.

3.1.8. Requisitos metodológicos para la planificación y ejecución de la práctica de laboratorio

La estructura metodológica de la práctica de laboratorio debe cumplir con los requisitos siguientes.

1. Considerar que la práctica sea independientemente, bajo la dirección planificada de las acciones mentales.
2. Búsqueda de actividades prácticas que puedan desarrollarse en las condiciones áulicas y de laboratorio.
3. Búsqueda de las condiciones mínimas indispensables que aseguren el trabajo independiente y por equipos.
4. Con antelación a la práctica, el alumno debe poseer el formato que contenga las orientaciones precisas.
5. El maestro debe dar las orientaciones de los experimentos a realizar al inicio de la práctica o durante su desarrollo, en correspondencia con la complejidad y peligrosidad de este.
6. Durante el desarrollo, el maestro debe velar por la adecuada manipulación de los instrumentos, materiales o sustancias de trabajo, la aplicación de la metodología de trabajo en el laboratorio, así como del cumplimiento de las medidas de seguridad.
7. Asegurar la adquisición y desarrollo de habilidades y capacidades.
8. No olvidar que los contenidos seleccionados para la realización de los experimentos deben de corresponderse con los contenidos teóricos de los programas de estudio y el perfil del especialista.

Conscientes de las carencias y de las dificultades existentes en el perfeccionamiento de esta forma de enseñanza, consideramos que, a pesar de estas dificultades que interfieren el funcionamiento de la didáctica, sugerimos trazar los siguientes objetivos de trabajo:

- a) Determinar las principales dificultades que presenta la correlación entre la conferencia y el laboratorio.
- b) Proporcionar líneas generales de trabajo a aplicar en el desarrollo del laboratorio.

Nota: No hay que olvidar que el trabajo en el laboratorio contribuye a la formación del pensamiento científico y a la comprobación de su contenido.

Es responsabilidad del maestro la planeación de las condiciones en las que debe de transcurrir el aprendizaje del alumno. Dicha responsabilidad siempre se centra en la persona que enseña.

En otras palabras, es el maestro quien planifica la cantidad de horas lectivas que deberá dedicar a impartir una asignatura determinada, cuántas de esas horas se dedicarán a conferencias y cuántas a talleres-laboratorios o actividades prácticas. Esta distribución se realizará realmente en función de la autoevaluación de la gestión de enseñanza por el maestro, es decir, él es quien valora cuánto tiempo necesita para enseñar uno u otro conocimiento. Sin embargo, sería oportuno preguntarnos, ¿cuánto tiempo necesita el alumno para aprenderlo?

Ante todo, debemos tomar en consideración las condiciones personales o recursos con los que cuentan los estudiantes a quienes pretendemos enseñar, a la hora de organizar el proceso de aprendizaje de una determinada conferencia.

Para la materia *Control de calidad*, le hemos asignado al Taller-laboratorio un total de 50 horas extra clase, pues no está contemplada como forma de organización de la enseñanza en el Programa analítico de la asignatura. Estas 50 horas se distribuyen en 2 horas por cada habilidad, teniendo en cuenta que en cada nuevo taller laboratorio se retoman las habilidades trabajadas en el anterior, logrando de este modo garantizar la frecuencia y periodicidad en el tratamiento de estas.

El formato que se diseñó para todas las habilidades a desarrollar en el Taller-laboratorio nos permite describir las acciones que están subordinadas a la habilidad que vamos a desarrollar, así como la dosificación del tiempo, en cada caso. Esto nos ofrece una idea más clara de la sistematización de las habilidades que tiene lugar en las materias estudiadas.

Para ilustrar este procedimiento tomemos como ejemplo la habilidad de

“Interpretar diagrama de dispersión, correlación y regresión”, en el taller-laboratorio.

La habilidad profesional “*Interpretar*” es la atribución de significados a términos, objetos, fenómenos, datos numéricos, colores, símbolos, etc., de modo que adquiera sentido. Interpretar significa, asimismo, sacar deducciones de un hecho; tiene un alto nivel de complejidad y es posible a partir de la determinación del significado que tienen los componentes del producto de sus interrelaciones. Mediante la interpretación se formula y se demuestra la veracidad lógica y real de los juicios (analítico y sintético) y su interdependencia.

Tabla 9. “*Acciones a ejecutar en el Taller-laboratorio y habilidad a desarrollar*”

Taller-laboratorio para desarrollar la habilidad: *interpretar*

Contenido: *Diagrama de dispersión, correlación y regresión*

Tema	Habilidades desarrollar	Acciones a ejecutar en el taller-laboratorio	Dosificación del tiempo
Diagrama de dispersión, correlación y regresión	Interpretar diagrama de dispersión, correlación y regresión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observar la estación de trabajo (puesto de trabajo). 2. Seleccionar la muestra de análisis. 3. Seleccionar aparato o dispositivo de medición. 4. Medir la muestra con el dispositivo seleccionado. 5. Elaborar diagrama de dispersión. 6. Calcular matemáticamente. 7. Interpretar los resultados en función de su correlación. 8. Trazar línea de regresión. 	2 horas

Fuente: elaboración propia

Este formato fue utilizado también para desarrollar las habilidades restantes (*pueden consultarse en los anexos correspondientes*).

La siguiente tabla nos muestra el número de horas taller-laboratorio en la materia de *Control de Calidad*, en la que podemos percatarnos del reducido número

de horas. Sin embargo, las que planificamos en la investigación, se llevaron a cabo en horario extra clase, debido a que no están contempladas en el programa de materia. Para ello, se tuvo que hablar con los alumnos, motivándolos, haciéndoles ver la necesidad del taller-laboratorio en el logro del dominio del sistema de habilidades, ya que no todo se podía desarrollar en el aula de clases, dadas las condiciones que para esto se requieren y el número de horas que se exigen.

Tabla : *“Número de horas de taller-laboratorio dedicadas a la materia de Control de Calidad”*

Asignatura	Tema	Habilidad	No. de Taller	Horas
Control de calidad	Diagrama de dispersión, correlación y regresión.	Interpretar diagrama dispersión, correlación y regresión	Laboratorio de Ingeniería Industrial	2 horas
Control de calidad	Histograma	Interpretar histograma	Laboratorio de Ingeniería Industrial	2 horas
Control de calidad	Diagrama causa-efecto.	Interpretar diagrama causa-efecto.	Laboratorio de Ingeniería Industrial	2 horas
Control de calidad	Diagrama de Pareto.	Interpretar diagrama de Pareto.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por variables.	Interpretar gráfico control por variables	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por atributos.	Interpretar gráfico control por “p”.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por atributos.	Interpretar gráfico control por “100p”.	Lab. de Ing. Industrial	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por atributos.	Interpretar gráfico control por “np”.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por atributos.	Interpretar gráfico control por “u”.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Gráfico de control por atributos.	Interpretar gráfico control por “c”.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Capacidad o habilidad de proceso.	Interpretar habilidad del proceso.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Capacidad o habilidad real del	Interpretar habilidad Real del	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas

	proceso.	proceso.		
Control de calidad	Muestreo aceptación Simple.	Interpretar muestreo aceptación simple.	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
Control de calidad	Muestreo aceptación doble.	Interpretar muestreo Aceptación doble	Lab. de Ing. Industrial.	2 horas
			Total	28 horas

En el caso de la materia de *Administración de la calidad*, no tiene talleres-laboratorio porque es una materia fundamentalmente teórica.

3.1.9.- Retroalimentación inmediata del resultado, tanto para la planeación del maestro como la del alumno, en su constante desarrollo de habilidades

Según los dictados de la Enseñanza Programada (instrucción programada, educación programada), a raíz de las propuestas del psicólogo norteamericano Skinner (citado por Figueroba, 2017), al estudiante hay que alejarlo de los castigos recurrentes producto del no aprendizaje. Es por ello por lo que este autor aporta el concepto de enseñanza programada a través de la máquina de enseñar, creada por él. En función de los principios que aquel supone dentro de esta instrucción, Skinner (2017) afirma que las personas aprenden haciendo, ensayando, experimentando, por lo que dichos factores deben dinamizar la conducta del aprendiz en su conjunto.

Caracterizado por la linealidad de sus principios con relación a la enseñanza programada, Skinner (2017) sigue sin alteración un secuencia fija de contenidos que se sostienen en cuatro pilares importantes, a saber, el establecimiento de objetivos claros o ley de los pequeños pasos, división de los contenidos educativos, dificultad creciente del aprendizaje y participación activa de los estudiantes en su aprendizaje. Es oportuno el hecho de considerar que estos principios habrían sido formulados de otra manera, pero que, en síntesis, son una y la misma cosa. Tal es caso de la *retroalimentación inmediata*, según el cual el alumno debe evaluar sus errores para que sean corregidos de inmediato. En otras palabras, a través de este principio no solo estaba contemplando la retroalimentación, sino que ella debería caracterizarse por su inmediatez. En efecto, la corrección del error resulta mucho más efectiva cuando al alumno se le señala inmediatamente después de haberlo cometido que pasado un determinado periodo de tiempo. Por supuesto, la distancia que media

entre el término de la ejecución de la tarea y su comprobación, en caso de que sea extenso, podrían intervenir otros factores en dicho aprendizaje que pueden dar al traste con él.

En este caso, la *retroalimentación* le permitirá tomar conciencia del grado de dominio que ha alcanzado, lo cual sostendrá la colegiatura de sus calificaciones con las del profesor.

*Se hace necesaria la **retroalimentación inmediata** del resultado, tanto para la planeación del maestro como la del alumno, en su constante ejecución y desarrollo de las habilidades contenidas en el pensum*

De ahí la necesidad de aplicar la escala analítico-sintética, con la cual se pueda lograr un diagnóstico diferenciado de cada invariante estructural, precisando el nivel de dominio por el cual atraviesa e implicando un alto grado de objetividad y rigurosidad científica en la evaluación. Una vez que quede conformada esta tabla para cada instrumentación a aprender, podemos evaluar una cantidad considerablemente apreciable de alumnos por su fácil aplicabilidad (contrastar la ejecución que realiza el alumno con los indicadores reflejados en la tabla) para lo cual debe marcarse con una cruz, en una hoja personal asignada a cada alumno, el estado de dominio en que se encuentra su instrumentación, como lo muestra la hoja de registro que presentamos a continuación.

***Escala analítico-sintética
para el diagnóstico del nivel de dominio de la***

Instrumentación: ***Determinar el ciclo administrativo de la calidad***

Estudiante: _____

Tipo actividad: _____

Materia: _____

Fecha: _____

<i>Niveles de dominio</i>			
<i>Invariantes estructurales</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
Describir modelos de administración	Identifica 6 modelos	Identifica 4 modelos	Identifica solo un modelo o no identifica ninguno
Valorar los elementos del proceso producto-insumo.	Explica los elementos ampliamente	Solo describe los elementos	No los conoce

Fuente: elaboración propia.

Calificación: _____

El resto de las escalas analítico-sintéticas, desarrolladas para cada una de las instrumentaciones, puede ser consultado en los anexos de esta obra (2 y 7).

3.2 Resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta

La propuesta fue aplicada durante los últimos seis semestres, en tres grupos de control de calidad y dos grupos de Administración de calidad por semestre, con un total de 45 alumnos por semestre. Como se puede observar, la matrícula es muy baja por materia, debido a la política del Instituto, ya que cada alumno puede inscribirse con el maestro y horario que él elija, dentro de las alternativas de horario que ofrece el Instituto por semestre y, cuando se establece una imagen del profesor, los alumnos tienden a buscar incorporarse al grupo que tenga menos problemas para acreditar la asignatura.

Este es un serio problema que no quiere ser reconocido por la academia y menos por la parte direccional, quizás uno de los problemas que la originan es que ningún maestro ha tenido formación pedagógica y esto sí es un problema, pues se cometen todo tipo de errores en la transmisión del conocimiento y predomina un desconocimiento total del tema que se aborda en este trabajo.

Los resultados obtenidos al aplicar la propuesta metodológica expuesta en este trabajo podemos considerarlos de satisfactorios, pues los alumnos que se inscriben en los grupos sometidos al experimento saben que al hacerlo deben estar dispuestos a trabajar bajo una dinámica investigativa diaria, que se fundamenta en establecer diez cuestionamientos con referencia al tema de clase correspondiente. De igual forma, en la solución de problemas se requiere que, cuando menos, se resuelvan alrededor de veinte problemas sobre el tema en cuestión. El hecho de ser

tan pequeño el número de alumnos por grupo facilita que la clase sea personalizada y pueda haber una retroalimentación directa y constante.

Los alumnos que han participado en esta clase se titulan por la opción de residencia debido a la facilidad que tienen en aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en estas dos materias, pues el tema de la Calidad es de gran actualidad hoy día, debido al Tratado de Libre Comercio, pues los productos requieren tener normas para poder ser aceptados en los diferentes países.

La siguiente tabla nos muestra el número de alumnos en porcentaje que se han titulado por estas tres opciones sobre temas de Calidad, lo cual muestra que es importante darle mayor atención al problema del desarrollo de las habilidades en las demás asignaturas de la misma clase, así como al conjunto de materias del Plan de Estudio de la carrera de Ingeniería Industrial.

Tabla : “*Número de titulados*”

<i>Titulación</i>	<i>Alumnos titulados</i>
Tesis	4%
Exposición profesional	5%
Residencia	8%
Otros	28%

Fuente: elaboración propia

Esta experiencia se ha llevado en una forma aislada debido a que no se ha podido contar con el apoyo de la dirección del plantel. A juicio nuestro, esto tiene lugar por desconocimiento de los directivos y maestros, pues ninguno conoce lo que es la pedagogía; solo cuentan con algunas referencias, por lo que han escuchado y, además, del temor a estudiar algo que consideran que no es de su especialidad. Sin embargo, han olvidado que el docente requiere tener conocimientos para poder lograr los mejores resultados (calidad) en el desarrollo de las habilidades, previstas en todas y cada una de las materias de cualquier especialidad o carrera. Nos atrevemos a pensar en el número nada desestimable de universidades e institutos que se encuentran en esta situación.

Los grupos sometidos a este experimento, según la aplicación de las escalas para determinar los niveles de dominio de las instrumentaciones trabajadas, se encuentran, en su mayoría, en un nivel medio-alto, debido a que en un solo semestre no se logra alcanzar un dominio total de la habilidad, porque las asignaturas precedentes no trabajan en el desarrollo de aquellas instrumentaciones

que le sirven de base a las habilidades estudiadas, lo cual nos lleva a plantear que deben trabajarse en conjunto para la totalidad del sistema de habilidades del ingeniero industrial. De esta forma, el estudiante podrá elevar su capacidad de razonamiento mediante el análisis y solución de problemas que le permitan llegar a conclusiones creativas, bajo la dirección del profesor y pueda actuar como agente de cambio en las empresas, iniciando un cambio continuo y ético en la cultura y el pensamiento de calidad, eficaz y eficiente al uso racional de los recursos y protección del ambiente.

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de la propuesta diseñada, en términos de porcentaje, siendo estos satisfactorios. Aunque la muestra es muy pequeña, creemos que refleja la necesidad de hacer mucho si las condiciones mejoran, con un buen laboratorio y una disponibilidad por parte de la administración del Instituto, en la búsqueda de establecer un sinergismo, como lo declara el Deming (1985).

Es necesario señalar que, en el caso de la habilidad *determinar estratificación*, los resultados están por encima del resto de las habilidades. Esto se debe a que se trata de una técnica simple, pues separa o divide en estratos el problema elegido para ser estudiado, como se evidencia en el ejemplo que aparece en los anexos.

Como se puede apreciar, tuvimos en cuenta para la sistematización de la habilidad *interpretar* diferentes técnicas y se obtuvo un mejor resultado en el aprovechamiento de los alumnos. La habilidad de *interpretar* es sumamente compleja, pues implica la asunción de criterios valorativos estrictos como proceso de abstracción del pensamiento.

A nuestro juicio, la estructuración sistémica de las instrumentaciones contenidas en cualquier Programa Analítico de materia debe responder al algoritmo de ejecución siguiente:

1. Identificar las habilidades que formarán parte del aparato instrumental de la materia estudiada.
2. Asumir un criterio de valoración para estructurar las habilidades bajo el enfoque sistémico.
3. Organizar sistémicamente las instrumentaciones que pueden devenir habilidades en el contexto profesional específico.

Estos pasos han constituido invariantes de ejecución para elaborar la propuesta del sistema instrumental de las materias que hemos seleccionado.

Se aplicaron exámenes a los estudiantes correspondientes a cada unidad. La unidad 1 tiene 4 habilidades por desarrollar, la unidad 2 tiene 6 habilidades, la unidad 3 tiene 8, la unidad 4 tiene 3 y la unidad 5 le corresponden 4 habilidades. Los exámenes estuvieron referidos a problemas-tipo que el estudiante debía resolver, aplicando las habilidades adquiridas durante el semestre. De esta forma, se logró determinar el nivel de dominio alcanzado por cada estudiante en las habilidades referidas. La forma anterior de calificación se basaba en una escala para aprobar de 70 a 100, la cual, en el programa de materia, no contemplaba el desarrollo de las habilidades profesionales.

La tabla muestra los resultados en porciento, obtenidos para el nivel de dominio de las habilidades en la materia de *Control de calidad*.

Habilidades	Escala		
	Alto	Medio	Bajo
Definir concepto y objetivo de control calidad	95%	5%	
Valorar la trascendencia de la calidad	95%	5%	
Determinar los costos de calidad	5%	95%	
Analizar las etapas de desarrollo del control calidad	95%	5%	
Interpretar diagrama de Pareto	85%	15%	
Interpretar histograma	85%	15%	
Interpretar diagrama causa-efecto	75%	25%	
Interpretar diagrama de dispersión	90%	10%	
Interpretar diagrama de estratificación	100%	-	
Diseñar hoja de comprobación	95%	5%	
Valorar importancia gráfico de control	90%	10%	
Interpretar gráfico X, R	80%	20%	
Interpretar gráfico X, \bar{c}	90%	10%	
Interpretar gráfico p	90%	10%	
Interpretar gráfico 100p	90%	10%	
Interpretar gráfico np	100%	-	
Interpretar gráfico c	100%	-	
Interpretar gráfico u	95%	5%	
Valorar la habilidad del proceso	95%	5%	
Interpretar habilidad del proceso	90%	10%	
Interpretar habilidad real del proceso	95%	5%	
Valorar la importancia del muestro de aceptación	80%	20%	
Interpretar muestreo simple	75%	25%	
Interpretar muestreo doble	70%	30%	
Interpretar muestreo múltiple	60%	40%	

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos, en porciento, del nivel de dominio de las habilidades en la materia de *Administración de la calidad*.

<i>Habilidades</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
Interpretar filosofías de calidad	100%	-	
Analizar filosofías de calidad	80%	20%	
Comparar criterios	85%	15%	
Determinar ciclo administrativo de calidad	95%	5%	
Describir organización para la calidad	90%	10%	
Interpretar admón. Cont. Estadis. Proc.	70%	30%	
Exponer sistema de información	85%	15%	
Elaborar manual de control de calidad	65%	35%	
Determinar proveedor	80%	20%	
Determinar costos de calidad	45%	55%	
Realizar auditoria de calidad	65%	35%	
Describir servicio al cliente	65%	35%	
Distinguir elementos sistema de calidad	55%	45%	
Investigar experiencias empresa mexicana	50%	50%	

Se aplicaron exámenes a los estudiantes, correspondientes a cada unidad. La unidad 1 tiene 4 habilidades por desarrollar; la unidad 2 tiene 4 habilidades; la unidad 3 tiene método; la unidad 4 tiene 2 y la unidad 5 le corresponden 2 habilidades.

3.3 Análisis de la efectividad de la propuesta metodológica elaborada

La propuesta metodológica elaborada resultó muy efectiva en la formación y desarrollo de las habilidades profesionales contenidas en la materia de “*Control de Calidad*” para el estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, pues el 100% de ellos obtuvo en esta materia calificación de Excelente (100 puntos): el 91,2% de sus habilidades se hallaba a un nivel de dominio alto, mientras que el 8,8% restante se situaba a un nivel medio, al finalizar el semestre. Por otra parte, la estrategia resultó medianamente efectiva en la materia de “*Administración de la calidad*”, pues el 100% de los estudiantes obtuvo la calificación de Bueno (de 90 a 99 puntos); el 54,4% de sus habilidades se encontraban al finalizar el semestre a un nivel medio y el 45,6% a un nivel alto de dominio. La diferencia apreciable en la efectividad de la propuesta con relación a las materias reside en la naturaleza del contenido de estas, es decir, mientras la materia de “*Control de Calidad*” se caracteriza predominantemente por

instrumentaciones motoras como el cálculo matemático, el contenido de la segunda es mayormente subjetivo debido al predominio de las instrumentaciones de naturaleza intelectual.

En cuanto a la materia *Administración de la calidad*, podemos notar que no hay muchos gerentes o líderes administrativos, debido al carácter subjetivo de la habilidad “tomar decisiones”; aquí todo depende del criterio de la persona y, por lo tanto, es más susceptible de hallarse sometida a la interpretación. Es por ello por lo que el adquirir la habilidad de interpretar, fundamental para esta materia, se hace muy difícil, pues se trata de una instrumentación intelectual dirigida a la obtención de nuevos conocimientos, la cual requiere básicamente de la valoración. Como sabemos, el desarrollo del pensamiento científico depende de este tipo de instrumentación y, en nuestro caso, los estudiantes no vienen preparados para someterse a un cambio de cultura, a partir de la investigación y la aplicación de tecnologías.

En el caso de *Control de la calidad*, los estudiantes logran alcanzar un nivel de dominio superior, pues la habilidad fundamental con la que se trabajó fue calcular (matemáticamente), la cual es básicamente una instrumentación motora, de acuerdo con la clasificación de los investigadores cubanos Bermúdez Sarguera, R. y Rodríguez Rebutillo, R. (1996), adoptada y defendida en esta obra.

Antes de concluir, quisiéramos hacer mención de que la demostración de la propuesta metodológica hubiera sido más completa si se hubiera podido comparar los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo de las habilidades en estas materias de la muestra seleccionada con otros grupos, que nos servirían de control, de acuerdo con los parámetros seleccionados. Esto no fue posible, pues los profesores de los grupos a los que no se les aplicó la propuesta elaborada, no permitieron que se aplicaran las escalas analítico-sintéticas a sus alumnos, con vistas a la comparación de los resultados. Siempre tuvimos en cuenta el principio de la ética en la investigación del consentimiento informado, al pedir la autorización al sujeto investigado (el profesor de la materia) para realizar la aplicación. Esperamos que en el futuro seamos apoyados por la institución para la aplicación de la presente propuesta.

A título de conclusiones del capítulo tercero, podemos hacer notar que la

propuesta metodológica se ha caracterizado por configurarse en siete pasos, los cuales deben observarse ordinalmente para lograr la formación de las habilidades profesionales en el estudiante de esta carrera.

Los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta pueden ser valorados como satisfactorios, aun cuando la experiencia haya tenido que realizarse de forma aislada por no contar con el apoyo del plantel y la no participación sistemática de todos los profesores de la academia. Los estudiantes, según aplicación de las escalas, se encuentran, en su mayoría, en un nivel medio y alto de dominio de las habilidades, aun cuando la estructuración de los programas de las materias no favorezca el desarrollo de estas instrumentaciones, lo que demuestra la efectividad de la propuesta metodológica realizada. Sin embargo, debe trabajarse de conjunto para lograr formar la totalidad de las que han de ser contentivas en el sistema de habilidades del ingeniero industrial. Asimismo, el profesor es un importante agente de cambio para las empresas y debe iniciar una mejora continua y ética con respecto a la cultura y el pensamiento de la calidad.

Existe la necesidad de mejorar las condiciones de laboratorio y disponibilidad por parte de la administración del instituto, a fin de lograr la generalización de la propuesta diseñada.

Capítulo 4

”Guías de observación como medio (instrumento) de evaluación de la actuación docente en la competencia profesional”

Nos parece oportuno exponer el sistema de instrumentaciones de observación que apuntan a la evaluación de la “*competencia profesional*”, proceso que se ha valorado en virtud de la concepción que defiende al objetivo como categoría rectora, aunque debe enfatizarse que el proceso de ejecución de la actividad pedagógica debe su realización a la rectoría del método (Bermúdez y Rodríguez, 1988, 2003). Sobre la base de estas tesis, describimos la estructura de dichas instrumentaciones, admitiéndolas como un sistema metodológico, a través del cual afloran los tipos de aprendizaje que tienen lugar en la gestión del estudiante.

La tesis fundamental que subyace a este ejercicio es que la observación a clases debe centrarse en los métodos aplicados, evidentes tanto en el docente como en el discente y no en supuestas operaciones que no los haga susceptibles de ser observadas. El uso de estas instrumentaciones puede propiciar al docente la identificación de metodologías de carácter ambiguo como expresión de tendencias pedagógicas contemporáneas.

Como habíamos referenciado con anterioridad, determinar la esencia de todo fenómeno significa, en principio, abordar *las causas de su surgimiento, las leyes de su comportamiento, las tendencias de su desarrollo, así como sus propiedades cualitativas y cuantitativas que son determinantes*. De aquí la necesidad de sistematizar una perspectiva cognitivo-instrumental, sin olvidarnos de un enfoque personalógico que se esgrime como lo es la competencia profesional. Por esta razón, no podemos pasar por alto las referencias teóricas de las que se parten para el análisis por unidades de las esferas de regulación de la personalidad, cuya concepción de base se toma de la obra *Pensamiento y lenguaje* del conocido psicólogo bielorruso Vigotsky (1979).

La tesis fundamental que defendemos apunta a la imposibilidad de la obtención de conocimiento alguno, sin el empleo de las instrumentaciones para ello necesarias. Dicho de otro modo, si el conocimiento es entendido como la estructuración de relaciones, entonces dichas relaciones pueden estar en el orden de la comparación, la clasificación o valoración, sobre las cuales se configuran las

generalizaciones resultantes que como conocimiento se obtiene y no como simples cadenas verbales. El conocimiento no se produce sin las instrumentaciones pertinentes. De sucederse, no habrá dudas de que se trata de cadenas verbales, que no necesitan de conocimiento alguno para formarse. Las cadenas verbales son de naturaleza instrumental, no cognitiva.

Algo que resulta igualmente imprescindible es que para ejecutar alguna instrumentación, en aras de obtener un conocimiento, reside en el criterio de relación que subyace a dicha instrumentación. Digámoslo brevemente: el conocimiento de la realidad o de su propia realidad como persona exige al sujeto esgrimir no solo una instrumentación dada, sino el criterio de relación alrededor del cual gira aquella. Digamos, si Ud. va a comparar, entonces necesita tener presente, en primer lugar, cuáles serían los criterios sobre los que descansará esa comparación. Dichos criterios podrán ser múltiples, a saber, belleza, altura, grosor, volumen y otros muchos, etcétera. Las instrumentaciones intelectuales para construir conocimientos se erigen necesariamente sobre la base de un criterio de relación (Bermúdez y Rodríguez, 1996, 2003). Sin dudas, resulta que, al *comparar, clasificar, valorar o demostrar*, por ejemplo, la persona tiene que hacerlo sobre la base del criterio de comparación, clasificación, valoración o demostración, respectivamente.

Lo anterior nos lleva a establecer la importancia que tiene la ejecución en la actuación de la persona. Los niveles de dominio implican diferentes niveles de manifestación de las acciones –habilidad, diferentes niveles de estructuración de aquellas. Ahora bien, hablamos de competencia profesional cuando la acción ha sido conscientemente dominada y se halla, por ende, en el nivel más alto de dichos niveles.

Concluiremos únicamente cuando hayamos propiciado las condiciones necesarias para el establecimiento de relaciones por parte del alumno; así es cómo podemos garantizar la construcción de su conocimiento y esto se logra si el maestro induce la consecución estricta de los pasos estructurados en el algoritmo fijado. En este sentido, cada movimiento no implica relación con el conocimiento. Al no sistematizarse “*frecuencia*”, “*periodicidad*”, “*flexibilidad*” y “*grado de dificultad*”, sin olvidar los talleres y laboratorios para cumplir con lo que Bruner (1972) denomina el saber hacer.

¿Por qué hacemos énfasis en el método? Porque de él depende, como base,

el poder adquirir la habilidad, aunado a la frecuencia, periodicidad, complejidad y flexibilidad, vía esta que más favorece la adquisición de aquella.

Una institución, como el Tecnológico de Veracruz, en su departamento de Ingeniería Industrial, debería contar con un verdadera sección de pedagogía, que generara una serie de actividades entre ellas; que tome en cuenta el precepto metodológico de que las observaciones a clases se realicen sobre el cumplimiento de los objetivos formulados por el maestro para su clase, en la misma medida en que focalizan la motivación del estudiante hacia ellas.

Y es muy probable que comparta Ud. con nosotros la no posibilidad de lograr observar cómo se cumple el objetivo (de enseñanza o de aprendizaje) o conductas que indiquen que el estudiante está motivado por la clase y mucho menos corroborar cuánto lo ha motivado un maestro, pues, en última instancia, el maestro como ninguna otra persona puede motivar al alumno. Desde el punto de vista psicológico estricto, el maestro solo puede prever, planear y organizar determinadas condiciones de aprendizaje, que generar o no motivación a la personalidad del alumno. Bien sabemos que la problemática de la motivación para las ciencias psicológicas constituye aún uno de sus problemas metodológicos más álgidos; y, aún más, para los maestros de nuestro Instituto, que no han tenido una formación pedagógica. Ello implica que desconocen las formas y métodos de dirección del aprendizaje; incluso, nos atrevemos a decir que la enseñanza en ellos la llevan a efecto tal cual creen que debe ser.

Todo esto nos aboca a la necesidad de tomar en cuenta determinados principios metodológicos, de modo que bajo su égida podamos sostener y defender la necesidad de las variantes de las guías de observación diseñadas (las presentamos más abajo). Estas guías de observación han sido elaboradas –por su estructura y funcionalidad— asumiendo las ideas fundamentales siguientes.

- a) Que el método constituye la categoría rectora en el ejercicio de la impartición de una actividad pedagógica cualquiera y no el objetivo, como infundadamente lo defiende la Didáctica.
- b) Que el conocimiento y las cadenas verbales no son una y la misma cosa. Dichos conceptos deben ser conscientemente diferenciados en el ejercicio de la enseñanza y del aprendizaje, a tenor de la formación y desarrollo del pensamiento científico del alumno tecnólogo.

- c) Que los procedimientos inductivo y deductivo están estrechamente imbricados con la formación del conocimiento empírico y teórico, respectivamente.
- d) Los indicadores propuestos en las instrumentaciones deben reflejar la posibilidad de registrar la conducta comportamentalmente expresada de la persona que es observada.

Tratando de aplicar lo anterior, nos introduciremos en el aspecto pedagógico de la problemática.

4.1. El método constituye la categoría rectora en la ejecución de una actividad pedagógica

A nuestro juicio, los resultados investigativos de mayor vigencia y actualidad, y que por lo tanto han de servir como punto de partida de la presente investigación, se hallan en el estudio sobre la formación y desarrollo de las habilidades, realizado por la profesora rusa Talízina (1988), apoyada en la teoría de la formación planificada y por etapas de las acciones mentales y de los conceptos del también conocido profesor ruso Galperin (1967). En ellas puede apreciarse el énfasis sobre la relación entre lo que denominan “*el saber hacer*” y el conocimiento, en la cual se defiende la idea de que *el saber siempre implica saber hacer algo*.

En un orden de problemáticas distintas, pero siguiendo la misma cuerda, Leontiev (1981) propone el estudio psicológico de la estructura de la actividad humana. En su obra “*actividad, conciencia, personalidad*”, este autor intenta configurar la estructura sistémica de los componentes psicológicos del concepto de actividad. En este sentido, la relación jerárquica que propone entre dichos componentes apuntan a la subordinación de las acciones a la actividad y de las operaciones a las acciones. La actividad, en su plano inductor, según el mismo autor, está dinamizada por el motivo-objetivo, en tanto cada acción responde a un objetivo, así como la operación a una condición de ejecución como la tarea. Tales ideas fueron aplicadas en la presente investigación, en virtud de la formación y desarrollo de las habilidades profesionales y, por ende, en la formación y desarrollo de las competencias de la misma naturaleza.

Al estar relacionadas con la actividad, el estudio de las habilidades y de los hábitos se ha visto vinculado con las acciones subordinadas a la actividad. Galperin (1967), haciendo explícita la relación de las habilidades y la actividad en el proceso

de aprendizaje, hace énfasis en el vínculo interno que existe entre la actividad y los nuevos conocimientos y habilidades, lo cual estriba en que durante el proceso de la actividad las acciones aisladas se convierten en habilidades.

Ya manifestaba Comenio (1998) que la categoría rectora para la ciencia de la didáctica era el objetivo. Sin embargo, nosotros defendemos que la categoría que ha de regir es el método. Tales puntos de vista son verdaderos y falsos a un mismo tiempo y dentro de la misma relación. ¿Por qué sucede esto? Porque el conocimiento, sea cual fuere, no puede ser abordado de manera fragmentada. Para una mejor comprensión de nuestras ideas, establezcamos las relaciones necesarias entre el objetivo y el método.

Dicha relación está dada, ante todo, en que a la enseñanza y el aprendizaje le son inherentes procesos de previsión, planificación, organización y ejecución distintos. De tal suerte que al esgrimir como criterio relacional uno de ellos dos, es fácil percatarnos de que aun cuando la ejecución no puede tener lugar sin la previsión o la planificación, lo uno y lo otro no son lo mismo. Quien rige el proceso de planeación es el objetivo (previsión), pues el objetivo es lo que se espera o pretende lograr en un futuro, en tanto la ejecución de lo planificado está rectorado por el método.

En el plano de la actuación del maestro, el objetivo (previsión) rige la planificación de su clase, pero en el plano instrumental, o sea, a la hora de impartir (ejecutar) la clase, quien está predominando es el método.

El cómo imparto la clase, cómo la dirijo, cómo promuevo la discusión, con quién me comunico, implicaría ir conociendo a los alumnos para conducirnos adecuadamente, en función de sus rendimientos cognitivo e instrumental, etc.

Constituyen aspectos metodológico-instrumentales, por su expresión en términos de acciones, operaciones o recursos propios de la persona para ejecutar esa actuación concreta.

4.2. El objetivo orienta; el método instrumenta

¿Por qué hacemos énfasis en el método? Porque de él depende, como base, el poder adquirir la habilidad; esto es solamente con las acciones necesarias,

conscientemente dominadas y no la operación que devenga hábito y, consecuentemente, cadena verbal, aunado a la frecuencia, periodicidad, complejidad y flexibilidad, siendo esta la vía más favorable para adquirirla.

Es de suma importancia hoy día la idea, según la cual la habilidad solo es posible formarla sobre la base del conocimiento. El conocimiento no solo indica el porqué del objeto que se estudia, sino que permite que el egresado, una vez que se integra al aparato productivo de la sociedad, tendrá la calidad del perfil profesional que los estudios superiores proyectaron como objetivo.

Necesariamente, entre la habilidad y el conocimiento existe una unidad dialéctica porque no puede formarse la habilidad sin el conocimiento que le sirve de base y, solamente con el conocimiento, la persona no puede ejecutar nada. Digamos, cuando la persona valora, lo hace con un conocimiento. Al mismo tiempo, cuando la persona construye un conocimiento, lo hace necesariamente a tenor de la ejecución de determinadas habilidades. De ahí que compartamos con Bruner (1972) la idea de que es importante que el alumno *sepa hacer* y no *conocer*. Saber, según las posiciones de este autor, consiste principalmente en saber hacer. Lo instrumental no puede sustituir al conocimiento. El conocimiento es el que nos permite fundamentar el cómo y el por qué se hizo; nos muestra el mejor método, susceptible de mejorarse.

Tal cual lo manifiesta Deming (1985), al abordar la problemática de la Mejora Continua a través del ciclo Deming o ciclo PHVA –planificar, hacer, verificar y actuar–, el maestro, al planear la instrumentación de la enseñanza, requiere, ante todo, la fijación o determinación del objetivo, que es el que indica lo que se espera o pretende lograr; el método a seguir debe llevar al alumno a resolver, probar y comprobar la ejecución de la actuación. Esto es tener bien determinado el sistema de acciones que constituye la sistematización instrumental de la ejecución del estudiante.

La sistematización de las habilidades se logra cuando la frecuencia o número de veces que se realiza la acción y la operación se repite hasta que el sujeto la domina conscientemente, la lleva a la praxis con soltura, cadencia, con conocimiento de causa, o sea, la periodiza; es el tiempo que transcurre entre el receso de ejecución y la vuelta a al empleo de la acción Es importante que se tome en cuenta

el grado de complejidad y periodicidad para que la habilidad no vaya perdiendo la fijación de su imagen de ejecución y se olvide o produzca cansancio, fatiga y traiga como consecuencia resultados no deseados.

Para que el método de enseñanza cobre vida y cumpla con su propósito, es necesario que el maestro busque las condiciones suficientes que tiendan a modificar al alumno en su actuación, predominantemente en el plano cognitivo-instrumental, o sea, que conlleven a que el alumno tenga la iniciativa de utilizar una determinada metodología que le permita la producción o reproducción de un determinado objeto; este puede ya lograrse en forma de actuación.

Al iniciar la instrumentación de un método es de vital importancia que quede determinado y formulado el objetivo con precisión, tanto de enseñanza como de aprendizaje. Esto le permitirá designar o crear el método que lo lleve gradualmente de lo más fácil a lo más difícil, ya que este es el camino lógico y dialéctico que posibilita la transición del pensamiento a lo concreto pensado.

Estas ideas nos abocan a una inferencia inevitable: las expectativas (objetivos) solo pueden ser identificadas y, por lo tanto, registradas, en virtud de las ejecuciones de la persona o, lo que es lo mismo, a través de los comportamientos contrastablemente expresados por ella. Esta última expresión la desarrollaremos al abordar la objetividad que debe caracterizar a los indicadores que estructuran las instrumentaciones. El conocimiento es completamente diferente a las cadenas verbales.

El conocimiento y las cadenas verbales no son una y la misma cosa

Generalmente, y sin conocimiento de causa, los docentes condicionan la formación de cadenas verbales y no el conocimiento científico, en el recinto tecnológico. Ello se debe, con alta probabilidad, a que los docentes no tienen formación pedagógica alguna. Ello condiciona que también los métodos de enseñanza que se emplean generan la posibilidad de aprender de memoria todo cuanto el maestro dicta, en el sentido metafórico y literal de la palabra. Para convencernos de ello con un monólogo improvisado sin estructura previamente fundamentada, sugerimos el análisis de los exámenes que a los alumnos se les formulan, reflejo fidedigno de las clases recibidas durante el semestre, en los que las

preguntas realizadas solo marcan la semejanza con las otras formas o modelos de enseñanza. En ellos, la máxima aristotélica vislumbra también la forma fundamental del aprendizaje contemporáneo: *la repetición es la madre de la enseñanza*. Solo se puede aprender por repetición aquello que susceptible sea de este tipo de aprendizaje: aprendizaje instrumental motor (Bermúdez y Rodríguez, 2003). Cuando se trata de este tipo de aprendizaje, bien puede observarse cómo el estudiante deambula en los pasillos del recinto educativo, como enciclopedia ambulante, pletórico de cadenas verbales que, lamentablemente, él mismo no sabe para qué les sirven. Estas cadenas, tarde o temprano, se diluyen en el tiempo.

Por su parte, el conocimiento dista mucho de la cadena verbal debido a la necesidad de establecer relaciones comparativas, clasificatorias o valorativas que ha de establecer quien aprende; dichas relaciones aparecen entre los objetos o alguna parte de ellos para que dicho conocimiento se produzca. La relación o generalización atribuible al conocimiento, no aparece bajo la égida de la repetición, como la cadena, sino por el establecimiento de relaciones causa-efecto entre los objetos. El concepto, como expresión basal del conocimiento, se constituye justamente a través y a merced de la generalización, como reflejo correcto o inacabado de la realidad con la que interactuamos. Esto último depende de los procedimientos que se empleen para formar ese conocimiento: el procedimiento inductivo o el deductivo.

Los procedimientos inductivo y deductivo no han de responder al carácter de contrarios dialécticos, manifiesto en las vías ascendente (de lo particular a lo general) y descendente (de lo general a lo particular), tal cual se ha defendido, predominantemente en la palestra filosófica. A nuestro modo de ver, a través de lo inductivo, como de lo deductivo, se asciende de lo particular a lo general, en aras de la formar el conocimiento, sea este empírico o teórico. El conocimiento o concepto empírico se forma a partir de la contemplación viva de la realidad, a partir de la interacción directa de la persona a través de la observación de los hechos.

En este primer momento, de lo singular a lo particular, se configuran las abstracciones inacabadas o de carácter empírico, mientras que las relaciones que entre los conceptos empíricos se establecen pueden dar lugar a un nuevo concepto, ahora de naturaleza teórica, producido por la ascensión de lo particular a lo general. La ascensión de naturaleza deductiva pugna siempre por demostrarse, dado su carácter hipotético. No en vano se le conoce como procedimiento hipotético-deductivo,

Los procedimientos inductivo y deductivo promueven la formación del conocimiento empírico y teórico, respectivamente

cuya demostración convierte en tesis la hipótesis que se confirma o, en antítesis, la que se impugna.

Generalmente, en las guías de observación a clases pueden leerse indicadores como:

- *cumplimiento del objetivo de la clase y*
- *motivación del alumno por la clase que el maestro imparte.*

Sin embargo, dichos indicadores no traducen, bajo ningún concepto, el significado operacional de ellos.

Los indicadores propuestos en los instrumentos de investigación deben caracterizarse principalmente por su objetividad

Antes de demostrar la inviabilidad de dichos indicadores como ítems en las guías de observación a clases, valoremos el hecho mismo de la observación desde el punto de vista psicológico. En tal sentido, podríamos, en primer lugar, preguntarnos cómo confirmar que un maestro cumplió --o no— su objetivo (objetivo instrumental docente) en la clase. Y aludimos al objetivo, considerando que esta categoría es considerada rectora para las ciencias de la educación, específicamente para la didáctica.

Sucede, por ejemplo, que se defiende la idea según la cual la mirada fija de un estudiante sobre el docente es indicador de su elevada motivación por la asignatura que recibe. En efecto, pensar de esa manera resulta psicológicamente inconsistente y en extremo subjetivo, poniendo en riesgo la objetividad que debe prevalecer en la investigación científica. ¿No se habría pensar, en su lugar, que la pregunta formulada a ese alumno no ha podido ser respondida por él estar “mentalmente ausente” en la clase?, ¿por qué pensar que el estudiante, al mover la cabeza o gesticular, es señal de aprobación de lo que Ud. está explicando o es señal de su entendimiento de las ideas que como maestro expone?

Tales ideas deben abocarnos a uno de los principios válidos de toda investigación científica, a saber, que las variables a controlar han de desplegarse en

sus dimensiones y, estas últimas, en indicadores.

¿Qué se necesita subrayar con ello?

Que todo indicador ha de ser susceptible de registrarse, a partir del acto conductual expresado por la persona. En otras palabras, de la misma forma que, por solo poner un ejemplo, el encogerse de hombros como comportamiento conductual ante una pregunta puede sugerir un “no sé” como respuesta o consintiendo en un porcentaje, así, todo indicador debe identificar una conducta empíricamente contrastable y comportamentalmente expresada. El respeto de esta exigencia metodológica en las investigaciones científicas disminuye o atenúa la subjetividad que se define con elevada probabilidad en ellas.

Todo indicador debe identificar una conducta empíricamente contrastable y comportamentalmente expresada.

El indicador como parte verbal tiene que ser sensible para que a través de él se registren los comportamientos compatibles con la naturaleza del objeto de estudio de la investigación concreta. En ello consiste, como bien habíamos referido, la operacionalización de las variables. Si el indicador no se operacionaliza en conductas empíricas observables, la investigación se hace imposible. Todo concepto, por muy teórico que sea, tiene que identificar actos comportamentales directos y empíricamente observables. Ello traduce la creatividad y, al mismo tiempo, la rigurosidad científica del investigador.

Hasta aquí hemos presentado determinadas posiciones teóricas que constituyen los antecedentes de igual índole en la estructuración metodológica de las guías de observación que a continuación presentamos.

4.3. Guías de observación como instrumentos de evaluación

Guía de observación 1

(susceptible de registrar la formación de Cadenas Verbales)

Departamento: _____

Materia: _____

Objetivo del tema a abordar:

Identificar el tipo de método usado para la instrumentación del aprendizaje (método de enseñanza).

Indicaciones para el observador:

Marque con una cruz el enunciado que considere afirmativo.

- 1 El maestro explicará en detalle (los) concepto(s) a tratar en clase.
- 2 Los cuestionamientos realizados por el maestro pueden ser respondidos con una afirmación o negación.
- 3 Las preguntas realizadas por el maestro tienen como finalidad que el alumno identifique las respuestas que como cadenas verbales ya están en el libro de texto.
- 4 El maestro elabora esquemas, apoyándose en otros medios que reflejan la posible sistematización del conocimiento que debe ser aprendido.
- 5 El maestro toma en cuenta la frecuencia en la dirección de ciertos conceptos para que el conocimiento se fije.
Sí: No: ¿Cuántas veces?:
- 6 El maestro toma en cuenta la periodicidad de las cadenas verbales.
- 7 El maestro analiza la respuesta dada por cada alumno tomando en cuenta que cada razonamiento es diferente.
- 8 El maestro rechaza cualquier respuesta, si esta no se apega al texto empleado en clases (cadena verbal).
- 9 Acepta las respuestas como correctas, haciendo observaciones, de ser necesario.
- 10 El maestro se dirige a los alumnos con frases alentadoras como:

<input type="checkbox"/> <i>Bien!</i>	<input type="checkbox"/> <i>Exactamente!</i>
<input type="checkbox"/> <i>Así mismo es!</i>	<input type="checkbox"/> <i>Correcto!</i>
<input type="checkbox"/> <i>Claro!</i>	<input type="checkbox"/> <i>Otras. Cuáles? _____</i>
- 11 El maestro indica al alumno el error cometido al alterar el orden de la organización de los eslabones de la cadena.
- 12 El maestro elabora las instrucciones que el alumno deberá tomar en cuenta en la resolución de actividades que le ayudaran a reforzar el conocimiento.
- 13 De ser necesario, el maestro menciona con frecuencia las instrumentaciones dirigidas antes, con la finalidad de aclarar dudas presentes.

Guía de observación 2a

(susceptible de registrar el procedimiento inductivo)

Objetivo: identificar los actos conductuales que reflejan el procedimiento inductivo.

- 1 _____ El maestro formula preguntas con la finalidad de llevar al alumno al análisis y reforzamiento del conocimiento previo.
- 2 _____ El maestro crea las condiciones necesarias para que el alumno tenga la capacidad para describir los hechos que lo conlleven a la construcción de un conocimiento.
- 3 _____ El maestro muestra diferentes condiciones que le permitan al alumno identificar el concepto definido.
- 4 _____ El maestro describe los hechos para generalizar las condiciones en que se producen.
- 5 _____ El maestro formula preguntas para que el alumno elabore las conclusiones del tema aprendido en clase.
- 6 _____ El maestro presenta condiciones y/o escenarios iguales o diferentes con la finalidad de que el alumno aplique los conocimientos obtenidos en clase en la solución de problemas.

Guía para la observación de la metodología del maestro dirigida a la construcción de un concepto científico

Guía de observación 2(b)

(susceptible de registrar el procedimiento deductivo)

Objetivo: identificar los actos conductuales que reflejan el procedimiento deductivo.

- 1 _____ El maestro formula preguntas dirigidas para que el alumno en función de experiencias pasadas pueda generalizar.
- 2 _____ El maestro modela experimentalmente la situación que representa el objeto a estudiar o la presenta en forma de situación natural para que el alumno *identifique, describa, demuestre* la fundamentación del objeto propuesto.
- 3 _____ El maestro presenta varios objetos que pertenecen al concepto de la actividad se desea introducir.
- 4 _____ El maestro describe el objeto para que el alumno sea capaz de identificar describir, demostrar las condiciones en que se produce.
- 5 _____ El maestro formula preguntas dirigidas para que el alumno sea capaz de identificar, describir demostrar las condiciones que observe en clase.
- 6 _____ El maestro presenta condiciones y/o escenarios iguales o diferentes con la finalidad de que el alumno aplique los conocimientos obtenidos en clase en la solución de problemas.

Guía para la observación de la metodología del maestro dirigida a condicionar la aplicación de conocimientos construidos por los alumnos

Guía de observación 3

(susceptible de registrar la aplicación de conocimientos adquiridos)

- 1 _____ Conceptos empleados en clase.
- 2 _____ ¿Qué instrumentaciones han sido ejecutadas por el estudiante en clase?
_____ *Caracterizar* _____ *Explicar* _____ *Demostrar* _____ *Identificar*
_____ *Fundamentar* _____ *Valorar* _____ *Comparar* _____ *Otras?*
- 3 _____ ¿Qué tareas (*problemáticas, ejercicios*) planteó el maestro para que el alumno ejecutara la instrumentación anteriormente señalada?

Tarea 1: _____

Tarea 2: _____

Resultados generales obtenidos con la aplicación de estas guías de observación

Como podemos notar, las guías presentadas para la observación a clases (4) deben ser integradas sistémicamente, a modo de valorar la actuación profesional del docente. ¿Qué pretendemos enfatizar con ello? Que la actuación del docente en su puesto de trabajo profesional no solo se ejecuta desde la óptica metodológica sobre la dirección de la producción de los conocimientos y/o instrumentaciones en el alumno, sino también sobre la producción de las cadenas verbales. Y eso debe ser igualmente susceptible de ser registrado en las guías.

Generalmente, el maestro de una especialidad no pedagógica --tecnológica-- no es consciente del método con que dirige la actividad pedagógica. Asimismo, el alumno podría no saber nada de la aplicación del método pertinente que sobre él se emplea. De ahí resulta que el alumno no estará instrumentando las acciones necesarias para la construcción de su conocimiento. Tales hechos nos hacen sensibles a la creación de determinadas guías de observación que logren reflejar -- registrar- la multiplicidad de la actuación profesional docente, o sea, de todo cuanto acontece en materia de enseñanza en la clase. Así, al no tener el maestro pleno conocimiento de lo que hace, pues no tuvo formación pedagógica --y “no nos entusiasmos con la idea de que la tiene--, lo mismo puede dirigir el aprendizaje del alumno a favor de la construcción del conocimiento, que favorecer la formación de conocimiento cadenas verbales, en el futuro profesional.

Por estas razones, enfatizamos, una vez más, que el maestro sin conocimiento de causa sobre la dirección del aprendizaje, usa indistintamente métodos, procedimientos o medios metodológicos que considera apropiados a la organización de las condiciones de enseñanza y de aprendizaje, sin discriminarlos en función de los propósitos a conseguir. Esta idea deviene importante en los dominios de la aplicación de las instrumentaciones, pues cada una de ellas señala un modo de actuación diferente.

En efecto, las guías de observación están diseñadas para emplearse simultáneamente. El observador ha de lograr registrar la mayor parte de los hechos que tienen lugar en la labor metodológica del que enseña. Así, las diferencias que se suscitan al usar un método u otro dentro de una misma clase, pueden ser reflejadas

en las guías correspondientes. Al final, se obtiene una interpretación general de la información recopilada, al calificar la actividad profesional en función de la construcción del conocimiento o, por el contrario, de la apropiación o asimilación de las cadenas verbales dictadas por el maestro. De manera que el observador debe estar atento a sustituir una guía por otra, en conformidad con lo que se evidencia en la actuación inmediata del maestro. Es decir, el observador podrá (o deberá) marcar ejecuciones en más de una guía. La disimilitud de las ejecuciones de un maestro durante una misma clase puede reflejar lo inadecuado de sus procedimientos metodológicos, en aras de obtener el resultado deseado. Ocurre que muchos profesionales del magisterio lo mismo dictan un párrafo que formulan una pregunta, que “se pasean” por el aula como enciclopedias ambulantes o bibliotecas de ideas. Los segundos, activan la “participación” del alumno en tres vertientes: o los conducen a responder afirmativa o negativamente a las interrogantes por él planteadas y los provocan a emitir juicios valorativos que pasan inadvertidos o que son desestimados por el maestro o, haciendo uso del poder, los intimida de tal forma que los alumnos prefieren no contestar por miedo a ser humillados o exhibidos. Unos terceros no dejan de promover las valoraciones, la comparación o la clasificación en aquellos, a favor del ejercicio intelectual. Y todo ello no puede quedar al margen de los registros del observador.

¿Qué podría suceder si un maestro, habiendo hecho consciente para sí una pregunta por él formulada, defiende, en el análisis de lo sucedido en clase, el uso generalizado del procedimiento deductivo? Para no omitir lo que se hizo o registrar lo que no se hizo, el diseño de las guías debe contener, por una parte, esas probabilidades de manifestación en sus ítems y, por otra, la posibilidad de ejemplificar los ítems contestados.

¿Qué debemos tener en cuenta para favorecer la formación de cualquier cadena de naturaleza psíquica, sea esta de movimientos, digitales o verbales?

Las siguientes condiciones podrían ser consideradas fundamentales en nuestro estudio:

- a) *El orden conveniente que cada conexión establece con relación a la otra cadena.*
- b) *La contigüidad estricta de estas condiciones.*
- c) *La repetición a que deben ser sometidos.*

d) *El esfuerzo que debe estar presente.*

La formación de conexiones y, por ende, la formación y cristalización de cadenas de ellas, presupone el respeto de determinadas exigencias metodológicas, a saber: el orden conveniente en el que cada conexión quedará establecida con relación a la otra. Condición a: Por ejemplo, en ocasiones, el maestro dicta el concepto (ítem 1) que debe ser copiado por los alumnos. Como el concepto no está siendo elaborado por el alumnos para su construcción, el maestro tiene necesidad de dictarlo una y otra vez para que, al fin, quede fijado en la memoria escrita (*cuaderno*) del alumno, el cual será una y otra vez leído en aras de fijarlo y conservarlo como huella mnémica. Esa es solo una de las condiciones de formación de la cadena sobre la definición de un concepto como cadena verbal que el alumno repite sin saber qué es lo que está diciendo el docente. Por eso, hemos incluido en la guía el ítem 10, sensible al registro de este hecho.

Con relación a la condición b, el maestro generalmente formula preguntas-tipo (*ítem 8*) que, aun cuando son presentadas con palabras distintas, mantienen el mismo contenido y cumplen la función de reforzar o corregir la respuesta correcta o incorrecta, respectivamente.

Para registrar la presencia de la condición c, hemos propuesto el ítem 5.

La condición d se hace explícita mediante el ítem 8. Es frecuente que ni a la formación de cadenas verbales se contribuya, si solo al final de la clase el maestro impone la repetición del concepto estudiado. En estos casos, es generalizado el hecho de escuchar al maestro decir: *es tanto el contenido que tengo que impartir, que el tiempo no me alcanza para comprobar lo que he dado*. No es asombroso advertir, bajo tales procedimientos, cómo los maestros desestiman valoraciones que hacen los alumnos acerca de lo que se habla en clase, pues ello comprometería la rigidez secuencial con que deben ser tratadas las cadenas verbales del docente (ítem 7). Ser sensible a las ideas propias del alumno, sería convertir el auditorio en un laboratorio de ideas y la formación de las cadenas verbales no puede dejar margen a la flexibilidad y al razonamiento. Las ideas propias devienen así un concepto sujeto a análisis *cuando se esté fuera de clase*. De ahí la meticulosidad e inalterabilidad de los esquemas que, en la pizarra, el propio maestro elabora o copia del libro de texto (con amplia explicación), sin permitir que el alumno participe en su construcción (ítem 4).

Por su parte, las segundas guías (2.**a**; pág.100 y 2.**b**; pág.101) se hayan sustentadas en nuestras concepciones sobre los procedimientos inductivo y deductivo, los que deben seguir en su ejecución las manifestaciones conductuales que aparecen reflejadas en sus ítems. A través de ellos, exponemos cómo el maestro procede metodológicamente, lo cual es posible observar cuando este presenta al alumno varios objetos pertenecientes al concepto que se desea introducir, con la intención de que este logre generalizarlos en él (ítem 2 de la guía 2.**a**) o formula la contradicción correspondiente a la situación por él presentada para que el alumno, como un modo de aproximarse a su solución, produzca determinadas hipótesis y, con ello, condicione la formación del pensamiento científico del futuro profesional (ítems 2 y 3 de la guía 2.**b**).

En la tercera (guía 3), la observación debe centrarse preponderantemente en el registro de la ejecución de las instrumentaciones, por lo que sus ítems señalan la posibilidad de expresión de las condiciones que propone el maestro para la aplicación de los conocimientos aprendidos por el alumno.

Es nuestro interés destacar que lo anteriormente expresado no agota la temática explicada ni los órdenes de aproximación a la esencia de la observación como objeto de estudio de la Psicología y de otras ciencias aplicadas. Esperamos que estas ideas puedan servir de punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas con la problemática de la evaluación de la *actividad* en el puesto de trabajo profesional del maestro.

A título de conclusiones de este último capítulo, no sería ocioso considerar que la superación del personal docente, tanto desde el punto de vista científico-técnico como pedagógico, apunta no solo al dominio de las competencias profesionales que han de formarse en los estudiantes, sino también a su proceso de enseñanza, de manera que el profesional competente sea capaz de transformar la realidad con los requerimientos de su tiempo. Ello constituye una premisa inapelable para alcanzar los niveles de desarrollo humano sustentable que exige la sociedad.

Está en los Institutos Tecnológicos responder a los desafíos actuales bajo la visión de formar profesionales competentes con el compromiso ciudadano, humanista y solidario que responda a las realidades que hoy enfrentamos en el desarrollo de una mejor sociedad.

No debemos obviar que es de vital importancia que el maestro enseñe con elevado nivel de dominio por parte del estudiante las acciones y operaciones profesionales que como competencias de igual naturaleza tendrán que ser empleadas como una fuerza productiva más en la satisfacción de las necesidades de la sociedad actual.

A través de la observación del método utilizado por el maestro, puede ser advertida la naturaleza de los tipos de aprendizaje que tienen lugar en el estudiante:

- a) *Formación de cadenas verbales – aprendizaje instrumental motor*
- b) *Formación del concepto empírico – aprendizaje instrumental intelectual*
- c) *Formación del concepto teórico – aprendizaje instrumental intelectual*

En el proceso de ejecución de la actividad pedagógica, el carácter rector le corresponde al método.

La observación de una clase, en conformidad con las guías de observación elaboradas al efecto, deben centrarse en los métodos empleados, evidentes tanto en el maestro como en el alumno.

Conclusiones generales

- La importancia que tiene la superación del personal docente, tanto desde el punto de vista científico-técnico como pedagógico, apunta no solo al dominio de las competencias profesionales que han de formarse en los estudiantes, sino también a su proceso de enseñanza, de manera que el profesional competente sea capaz de transformar la realidad con los requerimientos de su tiempo; ello constituye una premisa inapelable para alcanzar los niveles de desarrollo humano que la sociedad exige.
- Está en los Institutos Tecnológicos responder a los desafíos actuales bajo la visión de formar profesionales competentes con el compromiso ciudadano, humanista y solidario que responda a las realidades que hoy enfrentamos en el desarrollo de una mejor sociedad.
- No debemos obviar que es de vital importancia que el maestro dirija el aprendizaje hacia un elevado nivel de dominio de las acciones y operaciones profesionales que, como competencias de igual naturaleza, tendrán que ser empleadas como una fuerza productiva más en la satisfacción de las necesidades de la sociedad actual.
- El vínculo con la empresa es significativamente insuficiente. El ingeniero tiene un conjunto de funciones bien definidas, con un amplio espectro, debido a sus posibilidades de integrar diferentes sistemas con vistas a elevar la productividad de las empresas, aunque el egresado desconoce sus funciones y los campos laborables en los que puede desarrollar.
- El trabajo en el laboratorio contribuye a la formación de la concepción científica, sobre la base de la vinculación de la teoría con la práctica, garantizando la independencia cognoscitiva de los estudiantes, siempre que la clase de laboratorio posea la estructura metodológica adecuada que permita conjugar las instrumentaciones intelectuales y las motoras, de forma coherente.
- Los profesores entrevistados poseen insuficiencias pedagógicas que les impiden aplicar una adecuada metodología en las clases de laboratorio; además, se identificaron algunos “vicios” en el comportamiento del docente frente al grupo, que atentan contra la aplicación de una metodología específica para el laboratorio.

- Las principales dificultades que atentan contra la función didáctica de las prácticas de laboratorio están centradas en la disponibilidad del equipo de laboratorio, disponibilidad en función del número de alumnos, no preparación previa a la práctica, poco dominio de los hábitos y las habilidades correspondientes y la ausencia de un conocimiento previo.
- Se refleja la falta de sistematización de las habilidades declaradas en los programas de las asignaturas, en los diferentes semestres, debido a la ausencia de una concepción teórica sobre las habilidades en el currículo del Ingeniero Industrial.

Recomendaciones

- El departamento de Ingeniería Industrial, conjuntamente con la sección que se propone y el cuerpo colegiado de las materias que comprendan prácticas de laboratorio, deben elaborar los formatos y organizar la práctica, de modo que permitan desarrollar los hábitos de trabajo correspondientes en el laboratorio, las habilidades intelectuales y el desarrollo de capacidades de acuerdo con los requerimientos del perfil ocupacional del profesionista.
- Durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el maestro debe ser el responsable de la actividad pedagógica, en todos los aspectos.

Bibliografía

- Álvarez de zayas, C. (1996). "*Didáctica para la vida*". La Habana: Pueblo y educación.
- Aguerreberre, M.A., Y.Contreras y V.Papic (1990): "*La enseñanza de las ciencias: una proposición actualizada y práctica*". Chile: Pontificia Universidad Católica.
- Ausubel D.P., J.D.Novak y H.Hanesian (1983): "*Psicología educativa*". México: Trillas.
- Bermúdez Sarguera, R. y M. Rodríguez Rebastillo (2017). "El concepto de pedagógico de competencia: ¿un concepto integrador o una usanza intelectual contemporánea?". Estado & género: Artículo revisado por pares. En *Revista Pedagogía Universitaria*, [S.l.], V. 21, No.4, may. 2017. ISSN 1609-4808. Pp.:33-43.
- _____ (2003): "Algunas consideraciones teóricas para el tratamiento metodológico de habilidades básicas en la educación superior". En: *Revista Cubana de Educación Superior*, Vol.XXIII, No.1. Pp.:39-46.
- _____ (2001). *Psicología del pensamiento científico*. (1ª edición). Ciudad de La Habana: Pueblo y educación.
- _____ (1996): "*Teoría y metodología del aprendizaje*". Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación.
- _____ (1996). "*Enfoque sistémico aplicado a la estructuración del conocimiento científico: una alternativa metodológica*". 1er. Seminario Nacional de filósofos. CENIC. Ciudad de La Habana.
- Brito Fernández, H. (1987). *Psicología general para los institutos superiores pedagógicos*". Ciudad de La Habana: Pueblo y educación.
- Brunner, J. S. (1972): "*Hacia una teoría de la instrucción*". La Habana: Edición Revolucionaria.
- Colectivo de autores (1990): "*La planificación pedagógica de la enseñanza*". U/H, CEPES, Ciudad de La Habana.
- (s/a) (s/f): "*Métodos activos en la Educación Técnica y Profesional*". La Habana.
- _____ (1997): "*Gestión de la calidad*". Edición Universitaria, Facultad de Ingeniería Industrial, ISPJAE, La Habana, febrero. 60 pp.
- _____ (1993). "División de graduados e investigación". Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. México. 90 pp.
- _____ (1991). "Ciencia cognoscitiva, habilidades del pensar y pedagogía de la ciencia. En *Revista española Pedagogía*, No188, ene-abr. Pp.:147-159.

- Comenio, J.A. (1998). *"Didáctica Magna"*. (8^{va} edición). México: Porrúa.
- Crosby, P.B. (1994): *"La calidad no cuesta"*. (9^a. reimpresión). México: CECOSA.
- Cuba. Ministerio de Educación (1995): *"Las capacidades y habilidades rectoras en la formación técnico-profesional con el nuevo diseño de los Planes de Estudio"*. MINED, La Habana.
- Deming, W. E. (1985): *"Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis"*. México: Díaz de Santo, S.A.
- Galperin, P.Y. y N.F.Talízina (1967). "La formación de conceptos geométricos elementales y sus dependencias sobre la participación dirigida de los alumnos". En: *Psicología soviética contemporánea*, Serie Ciencia y Técnica, IL, La Habana, Pp.:273-301.
- Gil-Pérez, D. y J.Solbes (1993): *"The introduction of modern physics: Overcoming a deformed vision of science"*. International Jour, Science Education, 15(3).
- Gimeno Sancristán J. (2001): *"La educación obligatoria: su sentido educativo y social"*. (2^a. edición). Madrid: Ediciones Morata.
- González Garza, A.M. (1996): *"El enfoque centrado en la persona"*. México: Trillas.
- Husen, T. (1991) "El concepto de Universidad: Nuevas funciones, la crisis actual y los retos del futuro". *Perspectivas IV 78*, Vol. XXI, W2. p. 202, UNESCO: Paris.
- Horruitiner, P. (2007). *La Universidad Cubana: el modelo de formación*. Cap. I. ENPES: La Habana.
- Irigoyen, M. y Vargas, F. *Competencia Laboral*. Módulo No. 1.
- Ishikawa, K. (1988): *"¿Qué es el control total de la calidad? Modalidad japonesa"*. La Habana: Ciencias Sociales.
- Jurán J. M. (1993): *"Manual de control de la calidad"*. Barcelona: Reverté S.A., 2. ed. 150 Pp.
- Kalil, N.L.(1977).*"Nuevos enfoques metodológicos en la formación profesional"*. SENAI: Río de Janeiro.
- _____ (2001): *"Formación y desarrollo de las habilidades profesionales del ingeniero industrial"*. Congreso Nacional de Calidad en la Educación Superior, Cd. de Saltillo, Coah., México.
- Leontiev, A. N. (1981): *"Actividad, Conciencia, Personalidad"*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Mejía Correa, J.J.A. (2000). *Propuesta metodológica de las habilidades profesionales del ingeniero industrial, a través de las materias "Control de calidad" y "Administración de la calidad"*. Tesis Doctoral. Universidad de ciencias pedagógicas de La Habana.
- Moreno López, S. (1983): *"La educación centrada en la persona"*. México: Manual Moderno.

- Moreno Marimón, M. (1995): "Ciencia y construcción del pensamiento". En *La enseñanza de la Química en la escuela secundaria*. Lecturas. Secretaría de Educación Pública, México.
- Omachonu, V. K. et al. (1995): "*Principios de la calidad total*". México: Diana.
- Pobrete, M. et al. (2006). Experiencias de enseñanza, aprendizaje y evaluación por competencias. Universidad de Deusto. España. Presentado en reunión Proyecto Tuning, América Latina. San José de Costa Rica.
- Rodríguez Rebastillo, M. y R. Bermúdez Sarguera (1993). "Algunas consideraciones acerca del estudio de las habilidades". En: *Revista Cubana de Psicología*, Vol. X, No.1, U/H.
- _____ (1996): "*La personalidad del adolescente. Teoría y metodología para su estudio*". La Habana: Pueblo y Educación.
- _____ (2000): "*Psicología del pensamiento científico*". La Habana: Pueblo y Educación.
- _____ (2002): "*¿Cómo utilizar el método de observación?*". La Habana: Pueblo y Educación.
- Sánchez, M.A. (1991). "*Desarrollo de habilidades del pensamiento. Procesos básicos del pensamiento*". México: Trillas.
- _____ (1992^a): "*Desarrollo de habilidades del pensamiento. Razonamiento verbal y resolución de problemas*". México: Trillas.
- _____ (1992^b). "*Desarrollo de habilidades del pensamiento. Procesos directivos, ejecutivos y de adquisición del conocimiento*". México: Trillas.
- Shewart, W.A. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, derechos de propiedad. Nueva Jersey: D. Van Nostrand Co. Princeton.
- Talízina, N.F. (1984): "*Fundamentos sobre la enseñanza de la educación superior*". Universidad de La Habana. La Habana: Félix Varela.
- _____ (1988): "*Psicología de la enseñanza*". Moscú: Editorial Progreso.
- Taguchi, G. (1986). *Introduction to quality engineering*. Tokio: Asian Productivity Organization.
- _____ (1988). "*Psicología de la enseñanza*". Moscú: Progreso.
- Urquijo, Lago, A. (2008). "*Pensamiento crítico y aprendizaje colaborativo*". (2^a. edición). México D.F.: Grupo Geo impresores S.A de C.V.
- Yamaguchi, K. (1989): "*El aseguramiento de la Calidad en Japón*". La Habana.
- Vigotsky, L.S. (1979). "*Pensamiento y lenguaje*". La Habana: Editorial Revolucionaria.
- Wertsch, J.V. (1995). "*Vigotsky y la formación social de la mente*". (1^a.reimpresión) Biblioteca: *Cognición y desarrollo humano*. México: Ediciones Paidós.

Bibliografía ONLINE

Figueroba, A. (09 de agosto 2017). “*La enseñanza programada según Skinner*”. Recuperado de <https://psicologiyamente.com/desarrollo/ensenanza-programada-skinner>

Proyecto ALFA TUNING. Disponible en: <http://www.tuning.unideusto.org/>

Valle, I. (2003). Sobre competencias laborales. Monografías.com
Recuperado de <http://www.monografías.com/trabajos13/sobrecomp/>

Anexos

Anexo 1

Desglose del contenido de la materia: “Control de la calidad”

Historia, significado, definición, objetivo, propósito e importancia de la calidad y los costos

Definición del nuevo concepto a estudiar y su relación con otros conceptos

Si partimos del supuesto que el hombre aparece en la faz de la tierra por primera vez, esta solo y aislado como la más frágil de las criaturas, se ha de haber cuestionado: ¿quién soy yo?, ¿por qué estoy aquí?, ¿quién me mandó?, ¿para dónde voy?, ¿qué hago?, ¿qué es esto? Cuántas preguntas se ha de haber hecho el hombre en ese momento, al desconocer todo aquello que lo rodeaba, en ese universo del que aún gran parte encierra muchas interrogantes. Su peregrinar nómada, huyendo de un sin número de peligros debido a su propio aislamiento y fragilidad, lo hace temeroso y escondido de las criaturas mucho más grandes y poderosas que él. Ante esta situación, pudiera haberse pensado que el hombre tendiera a desaparecer, ya que estaba viviendo una desigual batalla por subsistir y comienza a vencer a su enemigo para salvaguardar su integridad física y para proveerse de alimento, gracias a su privilegiada inteligencia, que le ha permitido comparar. Decimos esto porque, amparados en la teoría general de los doctores cubanos Bermúdez Sarguera y Rodríguez Rebutillo (2001) sobre la formación y desarrollo de la personalidad, solo nos es común con los animales las instrumentaciones de *comparar e identificar*. Los animales que poseen psiquismo – aves y mamíferos-- logran comparar e identificar como nosotros –también mamíferos--, en el plano perceptual.

Ahora, de lo que se trata es de considerar toda esa serie de atributos que han permitido tener una gama extrema de productos y servicios que satisfacen las expectativas del consumidor. Estos atributos son los que constituyen lo que se conoce como calidad. La palabra calidad no se aborda aquí con el significado popular de lo “mejor”, en sentido absoluto, sino en su sentido industrial, significando lo “mejor, bajo de ciertas condiciones”.

Dentro de esas condiciones, son importantes tener en cuenta:

- a) El uso al que el producto se destina,
- b) Su precio de venta.

Hay que mencionar que no es práctico ni económico buscar la perfección en

esas condiciones y, por esta razón, se aceptan tolerancias. Shewhart después de múltiples estudios, llegó a la conclusión de que en todo proceso de producción siempre habrá una variabilidad, pues es casi imposible de que todas las piezas sean completamente iguales. En sus estudios recomienda que la meta, más bien, es un nivel de calidad, el cual establece un balance entre el costo del producto y el servicio que deba rendir, buscando cumplir con ciertas características individuales, a saber, la confiabilidad, el servicio y la durabilidad.

La calidad de un producto puede, por lo tanto, definirse como el control sistemático de aquellas variables que intervienen en los procesos de producción. Al referirse al control sistemático, es porque ha cumplido con las políticas y reglas en cada una de sus estaciones de transformación; al referirse a las variables, se toman en cuenta incuestionablemente al hombre y los materiales (los objetos). El hombre varía en cuanto a sus habilidades, responsabilidad; los materiales, en sus propiedades físicas y químicas. Cuando el hombre toma de la naturaleza los materiales y los transforma, creando lo que nunca ha existido como son las máquinas, y estas al estar en constante trabajo, sufren desgastes o desajustes. Cuando el hombre los controla y no se reflejan en el producto final, se dice que hay control de calidad.

El objetivo es el obtener un producto en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada a un costo económico y que satisfaga por completo las expectativas del consumidor.

El propósito del control de calidad es el de estudiar las preferencias del consumidor para ajustar el producto al público, en lugar de estudiar para advertir cómo ajustar el público al producto. La investigación del consumidor se hace con el propósito de entender sus necesidades y deseos, para así diseñar el producto y servicio que proporcione una mejor vida para él, en el futuro. La principal dificultad es trasladar las necesidades futuras del usuario a características medibles, de tal forma que el producto pueda ser diseñado y producido para dar satisfacción que el usuario pueda pagar.

Quizás una buena pregunta, en este sentido, sería: ¿dónde aplicar con efectividad el control de calidad? Ello depende de que el que pregunte esté pensando en uno de los métodos individuales del control de calidad y no en un sistema. El control de la calidad comprende lo que hoy día se conoce con el nombre de gerencia total de la calidad, lo que no significa un método técnico único para

lograr un propósito aislado; los diferentes métodos que se tienen deben ser seleccionados de acuerdo con las necesidades existentes, tanto administrativas como técnicas.

Indicadores de mejora de la calidad

La calidad hoy día es de vital importancia, como lo expresa el Dr. Deming; debe convertirse en una nueva religión. Hoy ya no podemos darnos el lujo de vivir con errores, defectos, trabajadores temerosos e ignorantes, malos materiales, cambios continuos de empleo, servicio desatento y hosco; los defectos no son gratuitos y quien termina pagando los errores y demoras es el consumidor de bienes y servicios, los clientes que, al no tener resultados, ya no se enojan, simplemente cambian de proveedor. Qué bien sería tener clientes que elogiaran aquellos productos y servicios que dieran origen a una recomendación, de modo que permitiera el crecimiento y estabilidad de la empresa. En la llamada globalización de la economía, ello constituye la configuración de un gran mercado mundial.

La calidad de hoy es el resultado de una evolución. En dicha evolución, pueden considerarse seis etapas y cada una de ellas ha tomado generalmente 20 años para realizarse a completitud.

La primera etapa estaba presente el operador, que era parte inherente de la fabricación, hasta el final del siglo XIX. En ese sistema, un trabajador o un número muy reducido de trabajadores, tenía la responsabilidad de la fabricación completa del producto o servicio y, por lo tanto, cada trabajador podía controlar la calidad de su trabajo. En la segunda etapa, a principios de 1900, surgió el mayordomo de control de calidad, que se caracterizó por la agrupación de hombres que desempeñaban tareas similares y eran supervisadas por un mayordomo quien asumía la responsabilidad de la calidad. En la tercera etapa, denominada control de la calidad por inspección, fue originada a raíz de la primera guerra mundial. Esta etapa implicaba el control de un gran número de trabajadores por cada uno de los mayordomos. La cuarta etapa la marcaron las grandes necesidades de producción en masa, requerida por la segunda guerra mundial y, a este paso, se le designa como control estadístico de calidad; esta fase fue una extensión de la inspección, proveyéndolos de implementos estadísticos como gráficos y muestreo. La quinta etapa fue provocada por la anterior, por la inspección por muestreo, en lugar de la inspección del 100%, y es lo que constituye hoy el control total de la calidad. Esto

origina la sexta etapa en la que subyacen todas las filosofías y técnicas que hoy día se conocen.

A *posteriori*, expondremos una tabla de doble entrada, a la que denominaremos *escala analítico-sintética*. En ella, puede prestarse atención a las invariantes estructurales de una determinada acción –*habilidad*– y la descripción de sus niveles de dominio –*alto, medio, bajo*–, en virtud de la observancia de los parámetros presentes en la columna de las invariantes. Dichas invariantes debe ser dominadas en el proceso formativo por los estudiantes de la carrera, en el periodo correspondiente.

Esta vez, hemos elaborado una escala analítico-sintética para identificar el nivel de dominio de la instrumentación *definir*, de acuerdo con los indicadores de desarrollo que hemos seleccionado como parámetros de su estructura.

Escala analítico-sintética (1)

Instrumentación: “*Definir* el concepto de calidad”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “Definir”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
Identificar los atributos de los productos a través de la historia	Solo identifica un atributo o un solo tipo de costo, o ninguno	Identifica dos tipos de Costos	Identifica los cuatro tipos de costos: evaluación, previsión, fallas internas y fallas externas
Valorar el producto en función del significado social	No se tiene en cuenta criterio de especialistas y no realiza pruebas	Cuando asume como criterio solo aspectos estéticos	El criterio seleccionado es el significado social (Precio y Costo)

Anexo 2

Costos de la calidad

La eficiencia de todo negocio se mide en función de unidades monetarias. Todo lo que se realice dentro de la empresa generará un costo, ya sea en ventas, inspección, producción, mantenimiento, diseño y, hasta que no se realice un estudio de cualquiera de ellos, no se sabrá qué tan costoso nos produce seguir, si no cambiamos nuestras estrategias de una mejor calidad y la satisfacción del cliente por el menor costo. Una disminución de los costos de la calidad produce un mayor rendimiento.

Los costos de la calidad se definen como aquellos costos relacionados con la incapacidad para lograr la calidad de un producto o servicio, tal como fue diseñado conjuntamente con sus clientes y la sociedad, uno de los objetivos de la empresa es la satisfacción del cliente y consecuentemente dominar el mercado y elevar sus dividendos. Un valor excesivamente grande del costo de la calidad indica la ineficiencia de la administración.

Mediante un programa del costo de la calidad se cuantifica la magnitud de un problema relacionado con la calidad y se pueden identificar las oportunidades para reducir la falta de satisfacción del cliente y las amenazas asociadas con poder vender el producto. Algunos costos de baja calidad son el resultado de fallas que tienen lugar después de la venta.

Los costos de la calidad le sirven de guía al gerente de control de calidad para formar sus presupuestos, de modo que los programas de control puedan llevarse a cabo. Estos deben de estar de acuerdo con los objetivos de la organización. No todos los planes serán factibles de manera inmediata, en vista de los recursos con que se cuente; algunos tendrán que escalarse. Este procedimiento permite asegurar presupuestos más reales y confiabilidad en la toma de decisiones que aseguren la acción. Dicha acción puede consistir en que el gerente se dé cuenta de que la productividad se ha estancado y tome una decisión que motive una acción positiva. Una indicación de que los componentes del control de calidad están operando con efectividad es cuando se tiene un sistema de reportes que permiten estar bien informado de datos operativos del costo de la calidad.

Muchas compañías resumen estos costos en cuatro grandes categorías así como (ASQC, 1986, es una fuente que incluye detalles de estas cuatro categorías. Una fuente que aplica estas mismas categorías a los servicios y a la banca es Aubrey y Zimbley, 1986).

- a) Costos de prevención.
- b) Costos de evaluación.
- c) Costos de fallas internas.
- d) Costos de fallas externas.
- e) Costos de la calidad ocultos.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción *ejecutar la técnica costos de la calidad*.

Escala analítico-sintética (2)

Instrumentación: “**Determinar** costos de calidad”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “Determinar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
Identificar los tipos de costos	Solo identifica un tipo de costo o ninguno	Identifica dos tipos de costos	Identifica los cuatro tipos de costos: evaluación, previsión, fallas internas y fallas externas
Identificar los costos hasta la mínima expresión	No toma en cuenta criterio alguno de especialistas y no realiza pruebas	Da solución, sin optimizar resultados	Contrata los especialistas para establecer los sistemas que permitan llevar a efecto la disminución

Anexo 3

DIAGRAMA DE PARETO

Para algunos autores, al referirse a los problemas de calidad como pérdidas (ya como productos defectuosos con su costo implícito), y es el economista V. Pareto, en 1897, permite solucionar este tipo de problemas, al considerar que la mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas, a lo cual el llamó defectos vitales, podemos eliminar casi todas las pérdidas concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado, por el momento, otros muchos defectos triviales. Pero, en 1907, el economista norteamericano M.C Lorenz expresó una teoría similar por medio de un diagrama. Fue el Dr. J. M. Juran quien aplicó el método del diagrama de Lorenz como fórmula para clasificar los problemas de calidad en pocos vitales y muchos triviales, y llamó a este método *análisis de Pareto*. Concluyendo que, en muchos casos, la mayoría de los defectos y de su costo se deben a un número relativamente pequeño de causas. Podemos decir que el 20% de las causas generan el 80% de los problemas.

Ninguna empresa o institución en el mundo, por grande y poderosa que esta sea, tiene los medios suficientes para resolver el 100% de sus problemas. Por ello, tiene que aplicar sus recursos en forma eficiente para resolver aquellos problemas que sean más importantes o que su solución aporte un beneficio mayor.

El diagrama de Pareto es una herramienta muy útil que nos ayudará a la identificación de aquellos problemas que son más graves o cuya solución puede aportar mayor beneficio.

El diagrama de Pareto es muy útil cuando se tiene una gran cantidad de problemas y se necesita jerarquizarlos en orden de importancia. Se utiliza también para analizar si ha habido mejora después de la aplicación de alguna acción correctiva a algún problema.

El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que muestra en orden descendente de importancia (magnitud, frecuencia, costo, etc.), una serie de problemas diferentes. Por ejemplo: defectos, reclamaciones de clientes (frecuencia o costo), accidentes, etc.

La elaboración de un diagrama de Pareto consta de los pasos siguientes:

1. Elaborar una lista de los problemas y sus valores en términos de costo, porcentaje, frecuencia o algún otro tipo de valor.
2. Determinar la fecha en la que se elaborará otro diagrama de Pareto para evaluar la mejora.
3. Elabora una tabla que contenga las columnas siguientes:
 - a) Problemas, en orden descendente, de acuerdo con su valor.
 - b) Valores: costo, porcentaje, frecuencia, etc.
 - c) Porcentaje que representa cada tema del valor total.
 - d) Porcentaje acumulado.
 - e) Suma total de la columna de valores (b).
4. Calcular el porcentaje relativo de cada problema y anotarlo en su columna respectiva.

$$\% = n/N$$

n = valor de cada problema.

N = suma total de todos los valores de todos los problemas.

5. Calcular el porcentaje acumulado en cada problema. (sumas acumuladas de la columna de porcentaje).
6. Llenar los datos generales en el formato de Diagrama de Pareto (Descripción del problema, planta, Departamento, Operación, Periodo de tiempo, etc.).
7. En el eje vertical, seleccionar la escala adecuada de acuerdo con el valor máximo de cada problema.
8. En el eje horizontal, en los espacios destinados a ello anotar los nombres de cada tema o problema.
9. Elaborar la gráfica, haciendo una barra por cada problema, comenzando por los de mayor valor. La altura de la barra será igual al valor de cada problema.
10. En el eje de la derecha, escoger la escala adecuada para mostrar el porcentaje acumulado. El 100% debe coincidir con el valor del eje izquierdo que representa la suma de todos los valores de cada problema.

11. Dividir en 10 partes iguales o múltiplos de 5 ó 10 el eje de los porcentajes.
12. Tomando como referencia el extremo superior derecho de cada barra y la escala de porcentajes, expresar los porcentajes acumulados de cada tema con un punto.
13. Unir los puntos con una línea continua.

Recomendación: Procurar que los periodos que abarca el diagrama sean uniformes para poder evaluar las mejoras de un periodo a otro; se deben elegir solo los 9 problemas de mayor valor y todos los demás agruparlos en una última que se llame otros.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *interpretar* un diagrama de Pareto.

Escala analítico-sintética (3)

Instrumentación: “*Interpretar* diagrama de Pareto”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “interpretar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Determinar lista de causas</i>	Ordena de mayor a Menor	Ordenación incorrecta	No sabe que hacer
<i>Determina porcentaje de contribución</i>	Asigna el porcentaje a cada causa	Determina el 100 %	No sabe que hacer
<i>Determina porcentaje de acumulativo</i>	Bien asignado	Calculo incorrecto	No sabe que hacer

Taller-laboratorio (3)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
Diagrama de Pareto	Interpretar diagrama de Pareto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar lista de causas de mayor a menor. 2. Determinar porcentaje de distribución. 3. Determinar porcentaje de acumulativo. 4. Modelar el diagrama. 5. Interpretar y proponer mejoras 	2 horas

Anexo 4

Diagrama causa-efecto

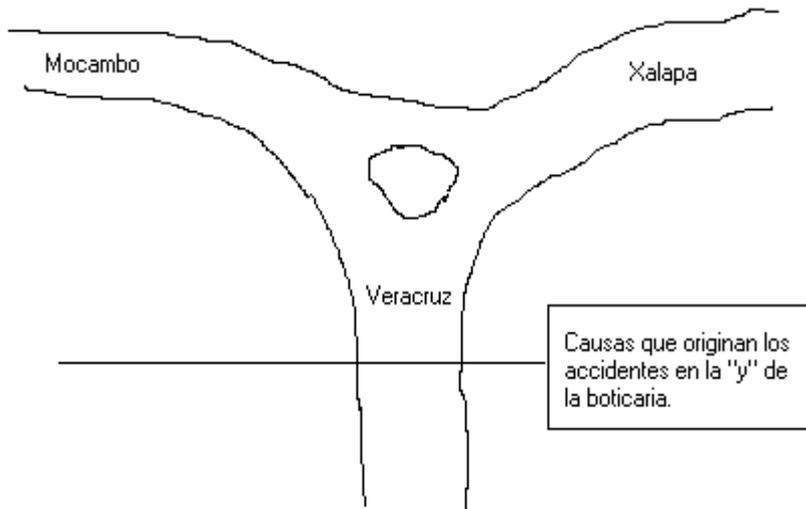
En el proceso fabril, puede atribuirse a una multitud de factores los defectos producidos en materiales, mano de obra, equipo y/o herramienta, etc. Cuando esta variación es excesiva, se generan problemas de calidad; por ello, es necesario contar con una herramienta que nos permita realizar un análisis sistemático. Dicha herramienta fue desarrollada por el profesor Kauro Ishikawa, de la Universidad de Tokio. También se le conoce con el nombre de *diagrama de pescado* o *diagrama Ishikawa*.

Esta herramienta analítica nos permite encontrar las posibles causas que generen un problema, a través de un análisis *sistemático* exhaustivo de los factores que pueden influir para causar un efecto o problema; esta técnica se desarrolla como sigue:

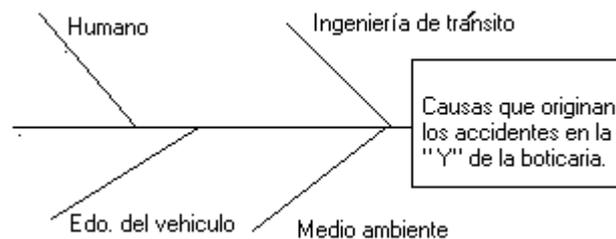
- a.- Definición precisa del objetivo.
- b.- Determinación de las causas.
- c.- Tormenta de ideas.
- d.- Determinar la sub-causa más importante a la causa.
- e.- Verificación de la causa.

Para llevar a efecto esta técnica, se integrará el grupo, equipo o círculo de calidad por un número no menor de 5 y no mayor de 15 personas, sin importar el grado de preparación académica o de especialidad. Podrá haber tantos facilitadores como la política de la empresa lo crea conveniente. Este tendrá un facilitador que será nombrado por ellos o, en su defecto, por la empresa, debido a su conocimiento de la técnica, el cual tendrá que formar los futuros facilitadores.

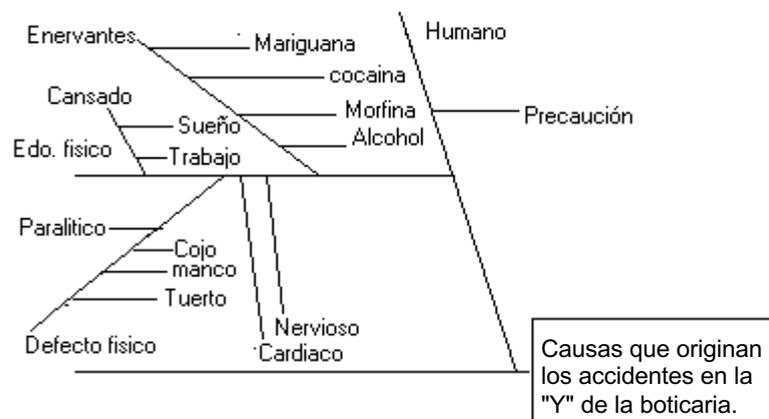
- a) Es importante definir con precisión el objetivo, ya que de ello dependerá que el resultado del problema tenga éxito. Es recomendable que esta enunciación vaya acompañada de un dibujo o esquema; esto dará una mayor visión del problema:



La determinación de las posibles causas es muy importante, ya que estas se pueden confundir con las sub-causas; se asignarán tantas espinas como causas se hayan determinado, utilizando la técnica tormenta de ideas. Este paso es muy importante ya que de ello dependerá la solución al problema.



- b) Una vez asignadas las causas, se asignan las sub-causas por medio de la técnica tormenta de ideas. Se tomará solamente la causa humana como ejemplo:



- c) Con la técnica tormenta de ideas, el facilitador anotará cada una de las sub-causas que cada integrante considera ha ocasionado el problema y, la de mayor peso, determinará la causa que origina los accidentes y, en el orden que haya quedado, se darán las soluciones al problema.
- d) Para verificar la causa, se procede a ir a la delegación de tránsito a buscar en los archivos, cuando menos los 5 años anteriores a la fecha, o dependiendo del problema.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *interpretar* un diagrama causa-efecto.

Escala analítico-sintética (4)

Instrumentación: “*Interpretar* diagrama causa-efecto”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “interpretar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Definir el problema</i>	Se auxilia mediante esquema	Determina el propósito u objetivo	No determina el propósito u objetivo
<i>Identificar causas posibles</i>	Asigna e Interpreta causas	Identifica las causas	No distingue causas de sub-causas
<i>Aplicar técnica de tormenta de ideas</i>	Asignación de sub-causas efecto significativo	Asignación de sub-causas no tienen efecto significativo sobre la causa	Desconoce la técnica
<i>Asignar grado de prioridad</i>	Determina la prioridad a la causa	Asigna grado de prioridad a las sub-causas	No sabe cómo Iniciar la evaluación
<i>Verificar la causa</i>	Interpretación de estadístico con los resultados	Desarrollo de estadístico	No sabe a qué fuente dirigirse

Taller-laboratorio (

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
Diagrama causa-efecto	Interpretar diagrama causa-efecto	<ol style="list-style-type: none">1. Definición precisa del objetivo2. Determinar las causas3. Determinar la subcausa más importante con respecto a la causa.4. Verificar la causa.	2 horas

Anexo 5

HISTOGRAMA

El histograma es una herramienta que de los datos obtenidos de una muestra que sirven como base para predecir sobre la población; mientras más grande sea la muestra, más información obtendremos sobre la población de manera objetiva. Para elaborar un histograma, se deben de organizar los datos, en columnas o renglones.

1.- Sí calcular el rango (R), este se obtiene del valor máximo menos el valor mínimo de los valores observados.

2.- Determine el intervalo de clase. Este se obtiene mediante la fórmula:

$$K = 1 + 3.22 \log N$$

$$R = \text{dato mayor} - \text{dato menor}$$

$$I = \frac{R}{K}$$

3.- Se elabora una columna, iniciando con el menor de los valores en orden creciente hasta el valor mayor. Esta columna sirve para registrar la frecuencia o número de veces que se repite un mismo número por medio de una marca donde le corresponde. Ya concluido, allí mismo se determina el intervalo de clase; si llegara a quedar incompleto el intervalo final se completa con ceros. Esto es solo para que todos los intervalos queden del mismo tamaño matemáticamente; esto no afecta en nada. A estos intervalos de clase se les conoce con el nombre de límites aparentes, que se colocan en la intervalo o clase o grupo.

4.- Se desarrolla una tabla que contenga las siguientes columnas: intervalo, límites reales, valor central, frecuencia, fx , fx^2 , así como el renglón correspondiente a la suma de cada columna, que nos servirán más adelante para el cálculo de los parámetros del histograma.

5.- El límite real nos permite organizar las barras, eliminando los huecos ,y se obtiene sumando y restando 0.5 a cada intervalo de clase y sea más representativo.

6.- Se calcula el punto medio del intervalo de clase con la siguiente fórmula:

$$P. M. = \frac{\text{límite superior} - \text{límite inferior}}{2}$$

- 7.- Se suman las frecuencias y se asignan en la columna correspondiente, así como su total.
- 8.- Se calcula fx , fx^2 , así como su sumatoria correspondiente y se colocan en su columna.
- 9.- Se calcula la media (\bar{X}) y su desviación (σ), mediante las fórmulas:

La media es una medida de tendencia central. Nos indica el valor en el cual tiende a centrarse el proceso.

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones de todas las lecturas con respecto a la media elevada al cuadrado, siendo su expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - (\bar{X})^2}$$

- 10.- Trazar el histograma, para lo cual representamos en el eje horizontal los intervalos de clase y, en el eje vertical, la frecuencia correspondiente, si bien esta representación ya nos proporciona cierta información sobre el comportamiento del proceso, de acuerdo con el comportamiento de las barras.
- 11.- Si el problema presenta límites de especificación, se dibujan en el histograma con una línea- punto- línea. También se trazan los límites del proceso; estos se encuentran en el punto medio de la primera barra y última barra y se representan con raya. Para que se acepte el proceso, se deben de encontrar los límites del proceso dentro de los límites de especificación. De igual forma, si se quiere más información, puede calcularse Dato Z, que nos proporciona el porcentaje que se haya dentro de especificaciones de la curva normal.
- 12.- Hoy día, con mayor frecuencia, después de que el histograma muestra que sigue una distribución normal o esté en control estadístico, no implica que la característica de calidad esté dentro de las especificaciones requeridas por el consumidor; de aquí que debemos determinar la

habilidad del proceso, esto es, que elabora producto con características de calidad consistentemente dentro de especificaciones. Se calcula mediante la fórmula:

$$C_p = \frac{\text{límite superior de especificación} - \text{límite inferior de especificación}}{6\sigma} \geq 1$$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \geq 1$$

Nota:

Esta fórmula solo se utiliza si se está bajo control estadístico.

Se dice que se encuentra bajo control estadístico cuando los límites control de proceso están dentro de los límites de especificación. Esto nos indica que todos los puntos están dentro de especificaciones.

Esto implica que, cuando mucho, el porcentaje de producto dentro de especificaciones es 0.27% partes, en cada millón.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *interpretar* un histograma.

Escala analítico-sintética (5)

Instrumentación: “*Interpretar* histograma”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “interpretar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Calcular el rango</i>	Aplica la fórmula y obtiene el resultado correspondiente	Aplica la fórmula con error matemático	No selecciona la fórmula correcta
<i>Modelar listado en función del rango</i>	Establece secuencia numérica entre el rango	Listado, pero con saltos numéricos	No realiza el listado
<i>Determinar la frecuencia</i>	Cálculo correcto	Cálculo incorrecto	No realiza conteo
<i>Calcular tamaño de clase</i>	Aplica fórmula y obtiene el valor correspondiente	Aplica la fórmula con error matemático	No aplica la fórmula
<i>Calcular los límites aparentes</i>	Completa tamaño de clase	No completa tamaño de clase	No interpreta el tamaño de clase

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *aplicar la técnica del histograma y modelarlo*.

Escala analítico-sintética (6)

Instrumentación: “*Modelar histograma*”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “modelar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Calcular el Rango</i>	Aplica la fórmula y obtiene el resultado correspondiente	Aplica la fórmula con error matemático	No selecciona la fórmula correcta
<i>Modelar listado en función del rango</i>	Establecer secuencia numérica entre el rango	Listado, pero con saltos numéricos	No realiza el listado
<i>Determinar la frecuencia</i>	Cálculo correcto	Cálculo incorrecto	No realiza conteo
<i>Calcular Tamaño de Clase</i>	Aplicó fórmula y obtuvo valor correspondiente	Aplica la fórmula con error matemático	No aplica la fórmula
<i>Calcular los Límites Aparentes</i>	Completa tamaño de clase	No completa tamaño de clase	No interpreta el tamaño de clase
<i>Calcular los Límites reales</i>	Aplica $- 0.5$ y $+ 0.5$	No aplica $- 0.5$ y $+0.5$	No organiza los datos
<i>Modelar el Histograma</i>	Interpreta resultados	Sólo realiza el gráfico	Elige mal la escala

Taller-laboratorio (5)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
Histograma	Interpretar histograma	5. Calcular el rango 6. Modelar listado en función del rango 7. Determinar la frecuencia 8. Calcular el tamaño de clase 9. Calcular los límites aparentes 10. Calcular los límites reales 11. Modelar el histograma en función de datos 12. Interpretación del histograma 13. Proponer mejoras	2 horas

Anexo (6)

Estratificación

La estratificación consiste en clasificar los grupos de datos con características comunes, con el fin de simplificar el análisis de datos para la mejora de procesos o la solución de problemas.

Las características comunes son referidas a la información histórica de los datos desde su origen; por ejemplo, quién y con qué material, maquinaria y equipo se ha manufacturado y producido, etc. y la situación en la cual se han tomado.

La manera de estratificar los datos se debe hacer clasificándolos en categorías, para lo cual se deben aplicar los conocimientos y experiencias técnicas de los procesos de producción y de los mismos productos.

Algunos tipos de estratificación que se utilizan normalmente en áreas de trabajo son:

- a) Por material y materia prima.

Por proveedor, por lugar de origen, por marca, por fecha de compra, por lote de recibo, por lote de producción, por elementos, por tamaño, por partes, por tiempo de almacenaje, por condiciones y fecha de producción, etc.

- b) Por equipos y maquinaria.

Por tipo de máquinas, por cantidad de máquinas, por modelo de maquinaria, capacidad, antigüedad, planta, ajuste de maquina y equipos, guías y herramientas que se utilizan.

- c) Por operadores.

Por individuos, edades, años de experiencia, sexo, grupo, turno, etc.

- d) Por método de operación o condiciones de operación.

Por velocidad de línea, método de trabajo, condiciones de operación, condiciones de establecimiento y ajuste, (no de revoluciones de máquina, presión, temperatura), por lugar de operación, por lote, por método de medición, etc.

- e) Por tiempo. En la mañana y en la tarde, día, noche, inmediatamente después del inicio, inmediatamente antes de la terminación, etc.

- f) Ambiente, medio ambiente, clima.

g) Por medición o inspección. Por probadores, por calculadoras, por encargados de medición, por inspectores, etc.

Cuando se presenta un problema en la línea de producción por turno, por máquina, por operario, como se puede ver en el esquema siguiente, se construye el esquema de estratificación:

1ª. Estratificación	2ª. Estratificación	3ª. Estratificación
1er. Turno -----	-----Turno---Máquina 1 -----	-----Turno-Máquina-Operario
2do. Turno	Máquina 2	
3er. Turno	Máquina 3	

Metodología para llevar a cabo la estratificación:

- Defina claramente el caso que se desea analizar, haciéndose la pregunta: ¿existe más de un factor del mismo tipo que puede tener efecto sobre el resultado o problema? En caso de que la respuesta sea afirmativa, será necesario estratificar.
- ¿Hasta qué grado será necesario estratificar? Clasifique o establezca estratos o categorías. Por ejemplo:
 - Tiempo de producción: turno 1, turno 2, turno 3
 - Material: proveedor 1, proveedor 2, proveedor 3
- Reúna y analice los datos para cada categoría o estrato, usando para ello alguna de las herramientas básicas: histograma, diagrama de Pareto, gráficas de control, etc.
- Obtenga conclusiones.
- Defina proyectos de mejora.

Podemos concluir que la estratificación, más que ser una herramienta por sí misma, puede considerarse una forma lógica de planear un determinado problema y de apoyar el uso de otras herramientas básicas.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *aplicar la técnica de estratificación*.

Escala analítico-sintética (7)

Instrumentación: “*determinar* estratificación”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “determinar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Definir proyecto</i>	Obtiene conclusiones y define proyecto de mejora	Determina mal los estratos	No conoce el tema

Anexo 7

Hoja de comprobación

En el estudio de los procesos es importante y necesario reunir información, ya que esto es esencial para que quede claro el objetivo y que se obtengan datos que reflejen los hechos con claridad y sea fácil de usar. La hoja de verificación o comprobación no es más que un formato que, de antemano, se prepara para registrar, analizar y procesar fácilmente los datos asentados en él, bajo un estudio. Su objetivo es facilitar la recolección de datos, así como, organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad, más adelante.

Aunque la recolección y el registro de los datos parece fácil, en realidad es difícil. Baste recordar que a medida que intervienen más personas que procesen los datos, mayor es la probabilidad de que se presenten errores de transcripción. Por esto es que la hoja de verificación es trascendente y, en esta, se debe buscar la utilización de símbolos para que se simplifique y los datos se organicen automáticamente. Por dicha razón es que se convierte en una herramienta poderosa para el registro. El cómo usarla depende si se usa como de investigación, verificación ó registro.

Si se usa para investigar y analizar situaciones de preocupación especiales, permitiendo conocer el tipo de defectos, su distribución, localización y cantidad.

Si se usa para verificación con el fin de controlar trabajos diarios, se verifican ciertas actividades periódicamente. De antemano, se definen los puntos a revisar y se lleva a cabo la verificación de acuerdo con esta hoja.

Si se usa para registro, se toman los datos en forma tabular para la elaboración de los reportes, para tener información que nos permita visualizar la situación global de un proceso y para apreciar sus variaciones a largo plazo.

Las aplicaciones de la hoja de verificación son múltiples y pueden encontrarse o diseñarse en cualquier lugar de trabajo.

En fábricas, por ejemplo:

- a) Para el seguimiento de un proceso de producción.
- b) Para preparar el análisis de artículos defectuosos.
- c) Para asegurar el cumplimiento de una serie de actividades: orden y limpieza, mantenimiento, revisión de vehículos.

- d) En otras organizaciones, hoteles, bancos, restaurantes, hospitales, escuelas, etc.

Invariantes estructurales que corresponden a cada instrumentación que persigue sistematizar y convertir en habilidad, en el alumno, la ejecución de **la hoja de comprobación**.

Escala analítico-sintética (8)

Instrumentación: “*Diseñar* hoja de comprobación”

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “diseñar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Modelar formato</i>	Cumple con requerimientos	Diseña formato, pero no cumple.	No sabe diseñar la hoja de comprobación.

Anexo 8

Gráficos de control

Con los trabajos del Dr. Walter A. Shewart, nace el control estadístico de calidad, el cual afirma que en la producción de un artículo está sujeto a variación, la variación es una característica de todo proceso de producción ya que difícilmente se puede esperar que en un proceso se realice en forma perfecta. Si bien es reconocida la variación, es necesario mantener el control sobre ella, de lo contrario puede rebasar los límites permisibles provocando unidades defectuosas.

El control estadístico de calidad se ha definido como el medio de controlar la calidad de un proceso o producto, mediante la aplicación de las leyes de la probabilidad y estadística. Esta tiene tres técnicas principales que permiten el control de calidad a partir de un enfoque netamente científico.

- 1).- La distribución de frecuencias.
- 2).- Las gráficas de control.
- 3).- La aceptación por muestreo.

La distribución de frecuencias

La distribución de frecuencias se define como el conjunto de observaciones agrupadas En una tabla de valores que muestra la frecuencia con que se repite cada uno de los valores que toma la variable en grupos ordenados. Si se representan gráficamente las veces que se repite cada valor, podemos observar cual es el modelo de variación para ese conjunto de valores. Esta representación gráfica la conocemos como histograma, tema ya tratado anteriormente.

Gráficas de control por variables

Un gráfico de control es una herramienta simple y útil para llevar a un proceso bajo control y mantenerlo, de esta forma por todo el tiempo en que el proceso se desarrolla.

La gráfica de control se define como la comparación gráfica en orden cronológico de la calidad de una característica de un producto o proceso, con los límites que identifican la probabilidad de la fabricación adecuada.

Las gráficas de control se dividen en dos tipos, dependiendo como se exprese, cuando se puede medir la calidad de un producto, componente o proceso, se llama por variables, ejemplo cuando medimos el volumen, temperatura, peso, dureza de un material, viscosidad, etc.

La calidad se expresa por atributos cuando es un tanto difícil medir el grado de calidad de un producto o proceso y sólo podemos decir si el producto está “bueno “ o “malo “; o “pasa no pasa “ ; “se acepta o se rechaza” ; “cumple o no cumple”.

Las gráficas de control por variables se clasifican de acuerdo con la expresión de la calidad.

a).- Gráfico \bar{X} y R (gráfico de medias y rangos).

b).- gráfico \bar{X} y σ (gráfico de medias y desviación estándar).

Modo de confección del gráfico de control \bar{X} , R

1.- Recopilar los datos:

Se debe de decidir el tamaño y la frecuencia de la muestra por ejemplo:

Se recopilan más de 100 datos de las características (resultados) que creen importantes pistas para conocer el porcentaje de fabricación.

En este caso los datos deben ser del valor de medición más reciente posible y su origen debe de estar claro.

2.- Ordenar los datos de acuerdo con el tiempo. Se coloca en función del orden de la medición o el lote.

3.- Agrupar los datos de acuerdo con el tiempo.

Se crean los grupos sin mezclar los datos de distintas características. El número de datos que está en el grupo será el tamaño del grupo (tamaño de la muestra), y se expresa con una, “n”. La “n” debe de oscilar entre 4 y 5. El número de grupos se expresa con una, “k “.

4.- Anotar en la hoja de comprobación:

Se anota los datos en la hoja de comprobación confeccionada previamente, teniendo en cuenta los pasos 1, 2 y 3.

5.- Calcular el valor medio (\bar{x}) (se obtiene el valor redondeado hasta un dígito menos del valor de medición). Se obtiene (\bar{x}) de cada grupo.

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X}{n} = \frac{\text{suma de datos del grupo}}{\text{tamaño del grupo}}$$

X_1 : Valor de la 1ª. Medición.

X_2 : Valor de la 2ª. Medición.

X_n : Valor del No., n , de medición.: n = Tamaño del grupo.

6.- Calcular el rango (R):

Se calcula el alcance (R) de cada grupo, es decir, la diferencia entre los valores máximos y mínimos del grupo.

$$R = (\text{valor máximo de } X) - (\text{valor mínimo de } X)$$

7.- Calcular la media de las medias:

Se suman las \bar{X} de todos los grupos y se divide por el número de grupos.

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{K} = \frac{\sum \bar{X}_k}{K} = \frac{\text{suma de valores medios de cada grupo}}{\text{Numero de grupos}}$$

\bar{X}_1 : Valor medio del 1er. grupo

\bar{X}_2 : Valor medio del 2do. grupo

-
-

\bar{X}_k : Valor medio del No. k , de grupo.

=

Se obtiene el valor \bar{X} redondeado hasta dos dígitos menos del valor de medición.

8.- Calcular el valor medio (\bar{R}) del alcance:

Se suman las R de todos los grupos y se divide por el número de grupos.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} = \frac{\sum R}{k} = \frac{\text{suma de los alcances de cada grupo}}{\text{número de grupo}}$$

R_1 : Alcance del 1er. grupo

R_2 : Alcance del 2do. grupo

•
•

R_k : Alcance del No. k de grupo

Se obtiene el valor R redondeado hasta un dígito menos el valor de medición

9.- Cálculo de la línea de control:

a).- Cálculo de la línea de control del gráfico de control \bar{X}

Línea central : $LC = \bar{X}$

Límite superior de control : LSC

Límite inferior de control : $LIC = \bar{X} - A_2 \bar{R}$

A_2 es el coeficiente que se define según el tamaño del grupo

b).- Cálculo de la línea de control del gráfico de control R .

Línea central $LC = \bar{R}$

Línea superior de control : $LSC = D_4 \bar{R}$

Línea inferior de control: $LIC = D_3 \bar{R}$

Las D_4 y D_3 es el coeficiente que se define según el tamaño del grupo, "n"

Cuando la "n", es menos de 6, no se considera la D_3 . Se obtiene el valor redondeado hasta un dígito menos el valor de medición. La tabla está en el anexo

10.- Confeccionar el gráfico de control:

Trazar las escalas del gráfico de control X y de R en el eje coordenado. En el eje ordenado o eje se coloca la escala de valores correspondiente, y en el eje de las abscisas o eje X se coloca el número de subgrupo.

Se escribe el gráfico de control \bar{X} arriba y el R abajo.

Se trazan las líneas de control de la siguiente forma:

LC : Con línea continua

LSC y LIC : Con línea discontinua.

LSE y LIE : Con línea punto línea.

11.- Anotar los pasos necesarios:

Se anotan los valores de LSE, LC, LIE, así como los valores de LSC , LIC, LC, lo más cerca posible a cada línea.

12.- Las tablas de interpretación de la tendencia del comportamiento se hayan en este anexo, así como las hojas de verificación para su desarrollo y cálculo.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la *técnica de gráficos de control por variables*.

Escala analítico-sintética (9)

Instrumentación: “Interpretar * un gráfico de control por variables”

* La acción subrayada constituye la instrumentación a ejecutar, en aras de su formación y desarrollo. Esto sucede desde la primera acción que aparece más arriba.

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
Definir tamaño de muestra, núm. de subgrupos y tiempo	Determina los tres bien.	Determina dos de los tres bien.	No sabe cómo determinarlos.
Cálculo de la \bar{X} , \bar{R} , \bar{X} y \bar{R}	Calcula \bar{X} , \bar{R} , \bar{X} y \bar{R} bien.	Calcula tres de ellas bien.	No sabe cómo calcularlos.
Calcula los límites de X y R	Calcula ambos límites bien.	Calcula cualquiera de los dos bien.	No sabe cómo calcularlos
Gráfica de X y R	Hace las dos bien.	Hace una de las dos bien.	No sabe cómo graficar.

Interpreta en función de patrones .	Hace bien la interpretación.	No elige el patrón adecuado.	No ejecuta la interpretación.
Definir tamaño de muestra, núm. de subgrupos y tiempo	Determina los tres bien.	Determina dos de los tres bien.	No sabe cómo determinarlos.

Gráfico X, σ

Este gráfico sigue el mismo desarrollo e interpretación que el gráfico X , R, con cambios solo en las fórmulas.

Propuesta de Taller-laboratorio aplicada:

Taller-laboratorio (9)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
<i>Gráfico de control por variables</i>	Interpretar gráfico de control por variables	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el tamaño de la muestra. 2. Determinar el número de subgrupos y el tiempo de toma entre ellos. 3. Tomar la muestra en formato. — 4. Cálculo de la X de cada subgrupo. 5. Cálculo de la X 6. Cálculo del rango de cada subgrupo. 7. Cálculo de la R 8. Cálculo de límites gráfico de las X 9. Cálculo de límites gráfico de las R 10. Modelar gráficos X, R. 11. Interpretar todos los gráficos. 	2 horas

Anexo 9

Gráfico de control por atributos

Cuando la característica de calidad no se puede medir o comparar con un patrón de medición, como sucede con los datos para gráficas por variables, se cuenta con otro tipo de gráficas de control conocidas como gráficas por atributos; por ejemplo cuando un proceso de lavado de botellas para una operación de envasado, deseamos medir el grado de limpieza, difícilmente lo podremos hacer con exactitud, para decidir si se aceptan o se rechazan las botellas. En otras ocasiones, aunque sí sea posible establecer el grado de calidad de una característica de un producto o proceso, quizá sea más conveniente por razones de sencillez en la inspección y por lo tanto de economía, expresar simplemente la calidad como “pasa” o “no pasa”, o “se acepta” o “se rechaza”. Por ejemplo, imagínese el mismo proceso de llenado; normalmente se establece un mínimo y un máximo en el nivel de llenado, pero se puede eliminar la operación de medir el número de mililitros, simplemente poniendo dos líneas sobre la pantalla contra la cual se observa el nivel de llenado de los envases. De esta forma en la práctica, se separan aquellos productos que no cumplen con el nivel de líquido especificado, el profesor Shewart desarrollo para este fin, las gráficas de control por atributos.

De acuerdo con su aplicación, las gráficas por atributos se componen de:

- Gráfico P:** Se utilizan para fracción defectuosa (para tamaño de muestra no necesariamente constante).
- Gráfico 100p:** Se utiliza para porcentaje defectuoso (para tamaño de muestra no necesariamente constante).
- Gráfico np:** Se usa para número de unidades defectuosas (para tamaño de muestra constante).
- Gráfico C:** Su aplicación es para número de defectos por unidad de muestreo (para tamaño de muestra igual a 1).
- Gráfico U:** Se utiliza para número de defectos (para tamaño de muestra variable).

Estos gráficos se elaboran, atendiendo a cuatro etapas:

- 1.- Colección de datos.
- 2.- Cálculo de los límites de control.
- 3.- El control del proceso.

4.- La habilidad del proceso.

Gráfica de control P

Cuando simplemente decimos que un artículo “se acepta” o “se rechaza” sin indicar el grado de que tan buen o que tan mal estaba el artículo, entonces podemos usar cualquiera de las gráficas p, para buscar la mejora continua de la operación. La gráfica p se utiliza cuando deseamos representar la fracción defectuosa, que podemos expresar:

a) Registro de datos.

b) Cálculo de la fracción defectuosa p, para cada subgrupo: $p = np$

c) Cálculo de la media de la fracción defectuosa $\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$

d) Cálculo de los límites de control:

$$\text{Límites de control} = \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{N}}$$

e) Trazo de la gráfica, ubicando en el eje horizontal a los subgrupos en orden cronológico y en el eje vertical a la fracción defectuosa.

f) Ubicación en la gráfica de cada valor individual de la fracción defectuosa p.

g) Interpretación y definición de proyectos de mejora.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la técnica gráficos de control para atributos “p”.

Escala analítico-sintética (10)

Instrumentación: “**Interpretar**” un gráfico para control de atributos “p”

	Niveles de dominio de la instrumentación		
Invariantes estructurales de la acción “interpretar”	Alto	Medio	Bajo
Calcular la fracción defectuosa “p”	Cálculo correcto para cada muestra	Realiza el 50 % bien	No sabe cómo proceder
Calcular la media de la fracción Defectuosa “p”	Cálculo de p correcto	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica fórmula
Calcular los límites de control	Cálculo correcto de los límites	Se equivoca cálculo matemático	No identifica formula

<i>Modelar la gráfica</i>	Trazo de la gráfica correctamente	Se equivoca en el trazo de algún punto	No identifica ejes coordenados
<i>Modelar propuesta</i>	Propuesta de mejora	Interpreta, pero no propone	No sabe cómo interpretar

Gráfica 100p (porcentaje defectuoso)

- a) Registro de datos.
- b) Cálculo del porcentaje defectuoso 100p, para cada subgrupo:

$$100p = \frac{np}{n} \cdot 100$$

- c) Cálculo de la media del porcentaje defectuoso 100 \bar{p} :

$$100 \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \cdot 100$$

- d) Cálculo de los límites de control:

$$\text{Límites de control} = 100 \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{100 \bar{p} (100 - 100 \bar{p})}{N}}$$

- e) Trazo de la gráfica, ubicando en el eje horizontal a los subgrupos en orden cronológico y, en el eje vertical, al porcentaje defectuoso.
- f) Ubicación en la gráfica de cada valor individual del porcentaje defectuoso 100p.
- g) Interpretación y definición de proyectos de mejora.

Nota: En los casos donde se utilice la gráfica \bar{p} o 100 \bar{p} y el tamaño de la muestra no sea uniforme, los límites de control deberán calcularse para cada una de las muestras. Se pueden utilizar en productos terminados, inspección o durante el proceso de producción.

Escala analítico-sintética (11)

Instrumentación: “Interpretar un gráfico de control para atributos “100p“

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>

<i>estructurales de la acción "interpretar"</i>			
<i>Cálculo del porcentaje defectuoso 100p</i>	Calcula bien para cada muestra	Realiza el 50 % bien	No sabe como proceder
<i>Cálculo de la media del porcentaje defectuoso 100 p</i>	Cálculo de $100 \bar{p}$ correcto	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica formula
<i>Cálculo de los límites de control</i>	Calculo correcto de los límites	Se equivoca cálculo matemático	No identifica formula
<i>Trazo de la gráfica</i>	Trazo de la gráfica correctamente	Se equivoca en el trazo de algún punto	No identifica ejes coordenados
<i>Modelar propuesta</i>	Propuesta de mejora	Interpreta pero no propone	No sabe cómo iniciar

Taller-laboratorio (11)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
<i>Gráfico de control por atributos porcentaje defectuoso "100p"</i>	Interpretar gráfico de control por atributos, porcentaje 100p	<ol style="list-style-type: none"> Determinar si la muestra es constante o variable Registro de datos en formato Cálculo porcentaje defectuoso 100p para cada subgrupo Cálculo de la 100p Cálculo de los límites de control Modelar gráfica Interpretación del gráfico Proponer mejora 	2 horas

Anexo 10

GRÁFICA DE CONTROL “C” (*defectos por unidad*)

¿Qué es?

Es la gráfica que nos proporciona información del número de defectos por unidad.

¿Por qué se utiliza?

Al igual que la gráfica p y np, se utiliza para vigilar los procesos a través del tiempo y, de esta manera, identificar las posibles fuentes de variación, con el objetivo de eliminarlas y/o reducirlas.

¿Cuáles son sus aplicaciones?

Normalmente, se aplican en las siguientes dos situaciones:

1.- Cuando los defectos se atribuyen en un flujo continuo de productos y que además se puedan expresar en promedios o relación de defectos.

- a) Remaches o puntos de soldadura defectuosos en la estructura de un avión o en la carrocería de un auto.
- b) Número de defectos observados en una placa de vidrio o en una superficie Pintada.
- c) Número de defectos observados en una pieza de tela.
- d) Número de errores en la escritura de una carta.
- e) Número de defectos en la carrocería de un auto.

2.- Cuando en una unidad se encuentran defectos que provienen de diferentes fuentes.

¿Cómo se elabora?

La elaboración de esta gráfica es muy similar a la de porcentaje de unidades defectuosas (p) y a la de número de unidades defectuosas (np); sólo varía en algunos de los siguientes puntos.

Colección de datos

- a) El tamaño de muestra es igual a uno ($n=1$)
- b) Los datos que se grafican son el número de defectos de cada muestra.
- c) El cálculo del promedio del número de defectos del proceso se realiza de la siguiente manera:

$$\bar{c} = c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_k$$

donde:

\bar{c} = promedio del número de defectos.

c_k = número de defectos de la muestra k

k = número de subgrupos o muestras.

Cálculo de los límites de control

Al igual que las gráficas \bar{p} y \bar{n} , los límites de control para "c" se calcula de una manera muy similar.

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sigma$$

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sigma$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Interpretación del control del proceso

La interpretación del control del proceso se realiza tomando en cuenta los mismos puntos y criterios que para la gráfica del porcentaje defectuoso (P).

Habilidad del proceso

Sabemos que: (c) , representa el promedio de defectos para un sub-grupo o una unidad, una aproximación de la habilidad, en términos de productos buenos es:

$$100 - c \geq 99.73 \text{ para } 3\sigma$$

$$100 - c \geq 99.99 \text{ para } 4\sigma$$

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *control para atributos "C"*.

Escala analítico-sintética (12)

Instrumentación: "Interpretar un gráfico de control para **atributos "C"**"

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción "interpretar"</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Cálculo del número de</i>	Calcula bien para cada muestra	Realiza el 50 % bien	No sabe cómo proceder

<i>defectos “C” para cada muestra</i>			
<i>Cálculo de la media de los defectos por unidad \bar{c}</i>	Cálculo de \bar{c} correcto	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica la fórmula
<i>Cálculo de los límites de control</i>	Cálculo correcto de los límites	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica la fórmula
<i>Trazo de la gráfica</i>	Trazo de la gráfica correctamente	Se equivoca en el trazo de algún punto	No sabe cómo proceder
<i>Modelar propuesta</i>	Propuesta de mejora	Interpreta, pero no propone	No sabe cómo identificar ejes coordenados e interpretarlos

Taller-laboratorio (12)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
<i>Gráfico de control defecto por unidad C</i>	Interpretar gráfico de control	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tamaño de la muestra. 2. Registro de la muestra en formato. — 3. Cálculo de C 4. Cálculo de los límites de control 5. Modelar gráfica 6. Interpretar todos los gráficos. 7. Proponer mejoras 	2 horas

Anexo 11

Gráfica de control “u” para cantidad de defectos por unidad

¿Qué es ?

Esta gráfica es muy similar a la gráfica (p), (np), (c), con la diferencia de que la gráfica(u) nos proporciona datos del número de defectos manejado variable el tamaño de muestra.

¿Por qué se utiliza?

Al igual que la gráfica (p) y (np) se utiliza para vigilar los procesos a través del tiempo y de esa manera identificar las posibles fuentes de variación que producen una cantidad de defectos con el objeto de eliminarlas y/o reducirlas.

¿Cómo se elabora?

Esta gráfica se utiliza en lugar de la gráfica (c) cuando:

- a) La muestra incluye más de una unidad.
- b) El tamaño de la muestra varía de un subgrupo a otro.

Colección de datos

- a) En este caso, los tamaños de muestra (subgrupos) pueden ser variables, ($n > 50$).
- b) Los datos que se grafican son el porcentaje de defectos de cada subgrupo.

$$u_k = \frac{C_k}{n_k} \quad \text{donde:}$$

c_i = cantidad de defectos encontrados en el subgrupo.

n_i = tamaño de muestra (número de unidades inspeccionadas) del subgrupo i .

- c) El cálculo del promedio de “ u “ se realiza de la siguiente manera:

$$\bar{u} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}$$

donde:

\bar{u} = promedio del número de defectos por unidad de inspección.

C_k = número de defectos del subgrupo k .

n_k = tamaño de muestra de cada uno de los k subgrupos.

Cálculo de los límites de control

Al igual que las gráficas p , np y c , los límites de control para u se calculan de una manera muy similar:

$$LSC = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LIC = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

donde:

$$n = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{k}$$

n = tamaño de muestra promedio.

k = número de subgrupos.

Interpretación del control del proceso

La interpretación del control del proceso se realiza tomando en cuenta los mismos puntos y criterios que para la gráfica de porcentaje defectuoso (P).

Habilidad del proceso

Sabemos que “ u ”, representa el número promedio de defectos por unidad, la habilidad en términos de porcentaje de productos OK es:

$$100 - u > 99.73 \quad \text{para } 3 \sigma$$

$$100 - u > 99.99 \quad \text{para } 4 \sigma$$

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la acción de *aplicar la técnica* gráfico de control para atributos “**U**”.

Escala analítico-sintética (13)

Instrumentación: “**Interpretar** un gráfico de control para atributos “**U**”

Invariantes estructurales de la acción “interpretar”	Niveles de dominio de la instrumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Cálculo del número de defectos “U” para cada muestra	Calcula bien para cada muestra	Realiza el 50 % bien	No sabe cómo proceder
Cálculo de la media de los defectos por unidad \bar{u}	Cálculo de \bar{u} correcto	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica la fórmula
Cálculo de los límites de control	Cálculo correcto de los límites	Se equivoca en el cálculo matemático	No identifica la fórmula
Trazo de la gráfica	Trazo de la gráfica Correctamente	Se equivoca en el trazo de algún punto	No identifica ejes coordenados
Modelar y hacer propuesta	Propuesta de mejora	Interpreta, pero no propone	No sabe cómo interpretar

Taller-laboratorio (13)

Tema	Habilidad a desarrollar	Acciones en el Taller-laboratorio	Dosificación del tiempo de aprendizaje
Gráfico de control defectos por unidad u	Interpretar gráfico de control defectos por unidad u	12. Tamaño de la muestra variable. 13. Registro de datos en formato. \bar{u} 14. Cálculo de u 15. Cálculo de los límites de control 16. Trazo de la gráfica 17. Interpretar el gráfico. 18. Proponer mejoras	2 horas

Anexo 12

Capacidad del proceso o habilidad del proceso

El hecho de que un proceso esté en control estadístico, no implica que la característica de calidad esté dentro de las especificaciones requeridas por el consumidor. Nunca se debe de estimar la adecuación a las especificaciones de una característica de calidad directamente a partir de una gráfica de control. El procedimiento consiste en estimar primero los parámetros de la población y después compararlos directamente con los límites de especificación.

No hay que olvidar que mediante esta técnica no se obtiene la capacidad real del proceso o habilidad real del proceso, por lo que habrá que recurrir a ella sólo si las circunstancias justifica su empleo. Por otra parte, es posible emplear más de 20 subgrupos para mayor exactitud.

Concepto de habilidad del proceso

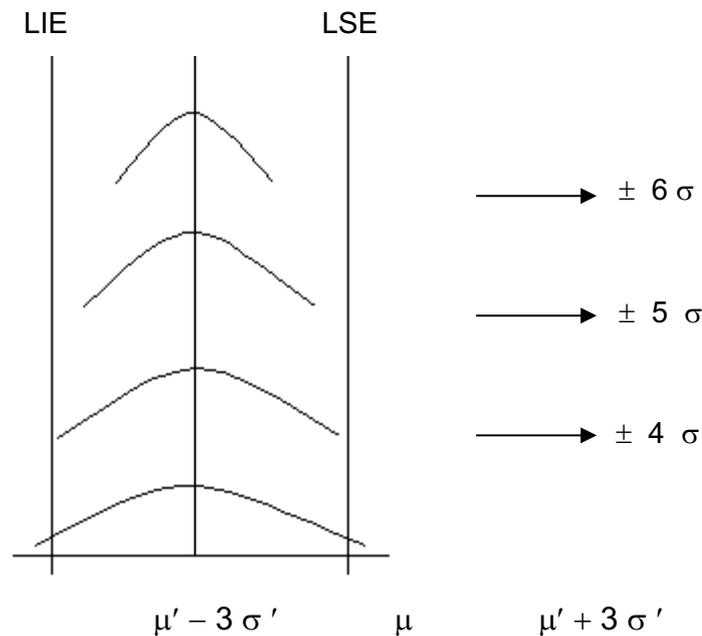
Se dice que un proceso es hábil, cuando elabora producto con características de calidad consistentemente dentro de especificaciones. Al referirse a la consistencia, esto quiere decir que existen diferentes niveles de habilidad que se manejan en el taller, estos niveles son generalmente:

<i>Nivel de habilidad</i>	<i>Implica que, cuando mucho, el porcentaje de producto fuera de especificaciones es:</i>
$\pm 3 \sigma$	0.27 % o 2.700 partes en cada millón.
$\pm 4 \sigma$	64 partes en cada millón.
$\pm 5 \sigma$	6 partes en cada 10 millones.
$\pm 6 \sigma$	Menos de una parte en 10 millones.

El nivel de habilidad que se requiera, dependerá de las necesidades del consumidor; entre más habilidad entregue un proceso, es mucho mejor.

Generalmente, se utiliza como una primera meta la habilidad para $\pm 3 \sigma$, que es la más utilizada en control de calidad.

Se analizará un poco más el significado de nivel de habilidad, particularmente, el de $\pm 3 \sigma$ y los porcentajes fuera de especificaciones. Considérese un proceso en control estadístico y, por lo tanto, se puede representar por la función de probabilidad o curva normal, como se aprecia en la figura:



Si consideramos a μ' como la media del proceso, el área incluida en la curva o lo que es lo mismo, el porcentaje de piezas incluidas desde $\mu - 3\sigma'$ al punto $\mu + 3\sigma'$, lo podemos calcular a partir de la tabla de la curva normal estándar, desde $Z = -3$ hasta $Z = +3$, ésta área es de 0.9973 o sea el 99.27 % .

Cuando un proceso es hábil para $\pm 3\sigma$, quiere decir que todas las piezas incluidas dentro de $\pm 3\sigma$ con respecto a la media, caen dentro de especificaciones, esto deja únicamente $1 - 0.9973 = 0.0027$, ó sea, 0.27 % fuera de especificaciones.

Igualmente, cuando un proceso es hábil para $\pm 4\sigma$, todas las piezas incluidas dentro de $\pm 4\sigma$ están dentro de especificaciones. En la curva normal el porcentaje de piezas dentro de especificaciones, lo cual se puede conocer usando la tabla de la curva normal estándar dentro de los puntos $Z = -4$ y $Z = +4$, esta área es 0.999936, esto es, únicamente el $1 - 0.999936 = 0.000064$ ó el 0.0064 % , ó sea 64 partes por millón están fuera de especificaciones, o sea toda la población comprendida dentro del intervalo de $\mu' - 4\sigma'$ y $\mu' + 4\sigma'$, con una amplitud de $8\sigma'$. Razonamientos similares se aplican para los demás niveles de habilidad.

Una de las aplicaciones del histograma es el comparar el modelo de comportamiento del proceso o característica bajo estudio contra los límites de especificación. El índice de la capacidad de proceso (C_p) no es otra cosa más que

el grado en que un proceso cumple o satisface ciertos límites de calidad previamente establecidos. Este índice está expresado por la siguiente relación:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}$$

donde: LSE = Límite superior de especificación
LIE = Límite inferior de especificación
6 σ = Seis veces la desviación estándar

Para que el proceso sea hábil para $\pm 3 \sigma$, es necesario que el valor de C_p sea siempre ≥ 1 .

¿Cuál debe ser el valor de C_p para que el proceso sea hábil para $\pm 4 \sigma$?

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma} \geq 1 \quad \text{ó} \quad C_p = \frac{LSE - LIE}{8 \sigma} \geq 1.33$$

O sea,

Nivel de habilidad	Si $C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}$, el valor requerido es:	Si $C_p \geq 1$, Se usará la siguiente fórmula
$\pm 3 \sigma$	1.00	$(LSE - LIE) / 6 \sigma$
$\pm 4 \sigma$	1.33	$(LSE - LIE) / 8 \sigma$
$\pm 5 \sigma$	1.66	$(LSE - LIE) / 10 \sigma$
$\pm 6 \sigma$	2.00	$(LSE - LIE) / 12 \sigma$

Anexo 13

Empleo de los estudios de proceso

La habilidad de un proceso tiene una amplia aplicación en las diferentes áreas de la industria. Algunas de estas aplicaciones son:

1.- Prevenir la producción de piezas fuera de especificaciones.

El mantener un proceso hábil, nos asegura que estamos obteniendo dentro de especificaciones un alto porcentaje de la producción.

2.- Monitorear mejoras continuas.

cuando un proceso está ya en control estadístico, la mejora se manifiesta a través de un proceso de incrementar su habilidad con respecto a las especificaciones.

3.- Facilita la comunicación.

Al conocer el concepto, se puede comunicar objetivamente de lo que es capaz un proceso.

4.- Priorización de problemas.

Cuando varios procesos están fuera, los de mayor prioridad para mejorar los son aquellos que tienen una habilidad insuficiente

5.- Para ejecutar auditorias.

A través de medir la habilidad de un proceso se puede auditar el proceso en sí.

6.- Asesorar a personas encargadas de diseñar productos y procesos, en seleccionar o modificar procesos.

7.- Especificar requerimientos para nuevos equipos.

8.- Seleccionar entre proveedores competitivos.

La capacidad de un proceso no se puede calcular, sino hasta que las gráficas \bar{X} y \bar{R} hayan logrado obtener la mejora óptima de la calidad, sin necesidad de hacer una considerable inversión en equipo nuevo o en adaptación de este. La capacidad del proceso es igual a 6σ cuando el proceso está bajo control estadístico.

Nota: Es conveniente mencionar que no es una regla de la curva normal, que todo histograma o distribución que concuerde con su forma, represente una “buena calidad” del proceso y que aquellas distribuciones que se aparten de ella, sea inicio de “mala calidad”.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la **capacidad del proceso o habilidad del proceso**.

Escala analítico-sintética (14)

Instrumentación: “Interpretar habilidad del proceso

	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
<i>Invariantes estructurales de la acción “interpretar”</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Determinar nivel de consistencia</i>	No distingue las fórmulas o selecciona una fórmula equivocada	Usa la fórmula adecuada, pero los datos no son los adecuados	Usa la fórmula y llega al parámetro establecido
<i>Determinar la nueva tolerancia</i>	No identifica rango ni desviación	Presenta errores de cálculo matemático, aunque aplique la lógica	Desarrolla la obtención de la nueva tolerancia
<i>Comparar el resultado con el parámetro de medida (> 1)</i>	No identifica los parámetros a comparar	Identifica los parámetros, pero no los compara	Identifica y compara los parámetros de consistencia

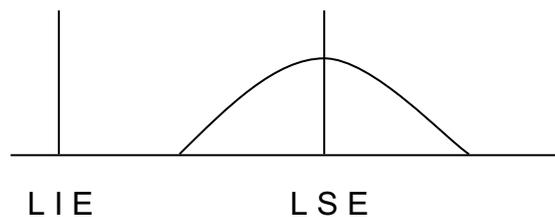
Taller-laboratorio (14)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad a desarrollar</i>	<i>Acciones en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación del tiempo de aprendizaje</i>
<i>Capacidad de proceso o habilidad de proceso, Cp</i>	Interpretar habilidad de proceso, Cp	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar si los datos se hallan bajo control estadístico. 2. Aplicar fórmula en función del nivel de consistencia. 3. Si cumple, tomar decisiones. 4. Si no cumple, determinar la nueva especificación y tomar decisiones. 	1 hora

Anexo 14

Habilidad real de un proceso

El hecho de que un proceso sea hábil potencialmente, no implica que necesariamente está entregando consistentemente producto dentro de especificaciones. Más bien significa que de acuerdo con su variabilidad, tiene la posibilidad de hacerlo, pero esto no significa que realmente lo está haciendo, como se puede observar en la figura siguiente:



Si se cuantifica el índice de habilidad C_p , se tendrá que su valor es mayor que uno. De aquí el producto es hábil para $\pm 3 \sigma'$. Sin embargo, se puede observar claramente que prácticamente la mitad de la producción está fuera de especificaciones.

Esto requiere una manera de evaluar la habilidad real de un proceso. Un índice llamado C_{pk} , que es el índice de habilidad real del proceso, para este se aplica el mismo criterio que se usó para habilidad del proceso, esto es, debe ser mayor que 1 para $\geq 3 \sigma'$, ≥ 1.33 para $4 \sigma'$, etc.

Lo que varía es la forma de calcularlo, ya que de alguna manera se debe de incluir no solamente la variación o variabilidad del proceso, sino también la media o valor central del proceso.

$$C_{pk} = C_p (1 - k) \quad \therefore \quad K = \frac{|\mu' - M|}{(LSE - LIE)} \quad M = \frac{(LSE) - (LIE)}{2}$$

Observando lo anterior, se tiene que "M" representa el punto central o punto medio de las especificaciones, k mide que tan desfasada se encuentra la media del proceso con respecto al centro de especificaciones. Mide la distancia que existe entre la media del proceso y el punto medio de las especificaciones. A valor mayor de "K", mayor es el desfaseamiento o mayor es la cantidad que se aleja la media del proceso, del punto medio de especificaciones.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la **habilidad real del proceso**.

Escala analítico-sintética (15)

Instrumentación: "Interpretar la habilidad real del proceso

<i>Invariantes estructurales de la acción "interpretar"</i>	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Determinar la habilidad real del proceso</i>	No identifica fórmula de habilidad real del proceso	Obtiene un valor que no es el nivel de requerimiento, pero determina el parámetro de consistencia	Determina parámetro de consistencia
<i>Compara el parámetro del requerimiento</i>	No compara	Compara, pero no identifica el parámetro por el que debe optar	Determina con precisión el parámetro de requerimiento

Taller-laboratorio (15)

<i>Tema</i>	<i>Habilidad desarrollar</i>	<i>Acciones a ejecutar en el Taller-laboratorio</i>	<i>Dosificación</i>
<i>Capacidad real de un proceso o habilidad real de un proceso, Cpk</i>	Interpretar habilidad real de un proceso, Cpk	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar si los datos cumplen con habilidad del proceso. 2. Aplicar fórmula en función del nivel de consistencia. 3. Si cumple, tomar decisiones. 4. Si no cumple, determinar la nueva especificación y tomar decisiones. 	2 horas

Anexo 15

Muestreo de aceptación

Desde el punto de vista de la aceptación, la toma de muestras para juzgar la calidad es probablemente la técnica más antigua que existe. El catador, el molinero, el cocinero, el fabricante de quesos, el maestro cervecero, toman muestras para determinar la calidad. De lo anterior, puede inferirse que el muestreo de aceptación no se utiliza tanto para comprobar la calidad como para cerciorarse de que se tiene la calidad deseada.

Los planes de muestreo de aceptación se dividen en dos categorías que son:

- a) De características.
- b) De variables.

El de características únicamente requiere el conteo de las unidades defectuosas existentes en una muestra y comparación de la cantidad obtenida con el número permisible de aceptación, como son inspección de muestreo (H.F. Dodge y H. G. Roming), MIL-STD-105D y Sistemas estándares de muestreo Phillips.

Los planes de variables son más complejos ya que se requieren medidas paralelas al cálculo de la media y la desviación estándar de la muestra. Como son, Método del lote estándar Hamilton, MIL-STD-414, Inspección de muestra por variable (A. H. Bowker y H. P. Goode).

En la selección de un plan de muestreo, existen tres diferentes tipos a considerar; estos quedan descritos por el número de muestras que deben tomarse de un lote antes de tomar la decisión de aceptar o rechazar.

Tipo de planes de muestreo de características:

- a) Muestreo simple.
- b) Muestreo doble.
- c) Muestreo múltiple.

5.2.- Muestreo plan simple

Muestreo simple: se selecciona al azar una muestra (n) de un lote (N) y se inspecciona, se cuentan las unidades (d) que no cumplan con los requisitos y se comparan con el número de aceptación (c) del plan. Si $d \leq c$ se acepta el lote. Si $d > c$, se rechaza el lote.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la **técnica de muestreo de aceptación simple**.

Escala analítico-sintética (16)

Instrumentación: "Interpretar muestreo de aceptación simple

<i>Invariantes estructurales de la acción "interpretar"</i>	<i>Niveles de dominio de la instrumentación</i>		
	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Calcular columna 2, porcentaje de no conformidad (100Po)</i>	Elige la escala y asigna valores en cada casilla de la columna 2, (100po)	Elige la casilla correspondiente a "c" y asigna	No sabe cómo realizar el cálculo
<i>Calcular columna 1, (Po.)</i>	Asigna valores correctos en cada casilla correspondiente columna 1, (Po).	Divide entre 100 cada valor de las casillas de la columna 2, (100Po) y lo asigna	No sabe qué asignar.
<i>Calcular columna 3, tamaño del lote (n)</i>	Asigna el valor de N a todas las casillas columna 3, (n)	No asigna correctamente el valor de "n" en la casilla.	No sabe qué asignar.
<i>Calcular columna 4, (nPo).</i>	Asigna los valores correctos de cada casilla en columna 4, (npo)	No todos los valores o de multiplicar, $n \cdot Po$ corresponden a cada casilla	No sabe qué acción ejecutar
<i>Calcular columna 5, probabilidad de aceptación (Pa).</i>	Asigna valores correctos en cada casilla de la columna 5	No todos los valores a (c, nPo) corresponden a cada casilla.	No sabe qué acción ejecutar
<i>Calcular columna 6, calidad media de salida (CMS).</i>	Asigna valores correctos en cada casilla, en la columna CMS	No todos los valores obtenidos de $100Po \cdot Pa$ correspondiente a cada casilla.	No sabe qué acción ejecutar

Taller-laboratorio (16)

Tema	Habilidad a desarrollar	Acciones en el Taller-laboratorio	Dosificación del tiempo de aprendizaje
Muestreo de aceptación simple	Interpretar muestreo de aceptación simple	<ol style="list-style-type: none">1. Determinar la muestra n, de un lote N, c.2. Calcular la columna 2 de formato, (100po)3. Calcular columna 1, (po)4. Calcular columna 3, (n)5. Calcular columna 4, (npo)6. Calcular columna 05, (pa)7. Calcular columna 01, (CMS)8. Modelar la curva9. Interpretación y proponer mejora	2 horas

Anexo 16

Muestreo doble

De un lote (n_1) se selecciona al azar una muestra (N) y se inspecciona. Se cuentan las unidades (d_1) que no cumplan con los requisitos y se comparan con el número de aceptación (n_1) (c_1) de las unidades n_2 y con el número de aceptación (c_2) de las unidades. Si d_1 mayor que c_1 pero menor o igual que c_2 , se toma la segunda muestra (n_2). Se cuentan las unidades que no cumplan con los requisitos y se suman a las que resultaron de la primera muestra. Si d_1 más d_2 resulta menor o igual al número n_2 de las unidades n_2 de las unidades ©, se acepta el lote. Si la suma de d_1 y d_2 es mayor que c_2 , se rechaza el lote.

El plan de muestreo múltiple es más complicado que en los dos casos anteriores y hoy día se usa ya muy poco, si bien la técnica es la misma.

Invariantes estructurales y niveles de dominio que corresponden a la **técnica muestreo de aceptación doble**.

Escala analítico-sintética (17)

Instrumentación: "Interpretar muestreo de aceptación doble

Invariantes estructurales de la acción "interpretar"	Niveles de dominio de la instrumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Cálculo del porcentaje de no conformidad (100Po) columna 2	Asigna valores correctos a cada casilla de columna	Elige la casilla correspondiente a "c" y asigna valor	No sabe cómo iniciar.
Cálculo del porcentaje (Po) columna 1	Asigna valores correctos a cada casilla, columna 1	Divide entre 100 cada valor de casilla, columna 2	No sabe qué acción tomar.
Asignación del tamaño de la muestra (n_1) en columna 3	Asigna el valor " n_1 " a cada casilla columna 3	Asigna el valor de " n_1 " en la casilla (2,2)	No sabe qué asignar
Asignación del tamaño de la muestra (n_2) en columna 4	Asigna el valor " n_2 " a cada casilla columna 4	Asigna el valor de " n_2 " en la casilla (2,2)	No sabe qué asignar
Cálculo de (nPo) I en columna 5	Se asigna valor del producto en cada casilla columna 5	Se asigna valor del producto $Po * n_1$ en casilla (2,2)	No sabe qué asignar
Cálculo de (nPo) II en columna 6	Se asigna valor del producto en cada casilla columna 6	Se asigna valor del producto $Po * n_2$ en casilla (2,2)	No sabe qué asignar
Calculo de probab.	Asigna valor a	Valor de tabla, "c"	No sabe qué

combinada (Pa)I columna 7	cada casilla (Pa)I columna 7	y (nPo)I, en casilla correspondiente	acción tomar.
Cálculo de probab. combinada (Pa)II columna 8	Asigna valor a cada casilla (Pa)II columna 8	Valor de tabla (Pa)II, formula en casilla (2,2)	No sabe qué acción tomar.
Cálculo probabilidad combinada (Pa)comb=(Pa)I+(Pa)II	Valores (Pa) comb.en cada casilla columna 9	Valor obtenido de:(Pa)I+(Pa)II en casilla (2,2)	No sabe qué acción tomar
Cálculo de la calidad media se salida(CMS)	Valores en cada casilla columna 9	Valor obtenido CMS= 100Pa	No sabe qué acción tomar.
Trazar gráfico muestreo aceptación doble	Valores correctos. Trazo de la 2 curva	Valores coordinados (Po,Pa) 1ra. curva (Po,Pcomb) 2da. curva	No sabe qué acción tomar

Taller-laboratorio (17)

Tema	Habilidad a desarrollar	Acciones en el Taller-laboratorio	Dosificación del tiempo de aprendizaje
Muestreo de aceptación doble	Interpretar muestreo de aceptación doble	<ol style="list-style-type: none"> Determinar la muestra n_1, n_2, de un lote N, c_1, c_2, r_1, r_2. Calcular la columna 2 de formato, (100po) Calcular columna 1, (po) Calcular columna 3, (n_1) Calcular columna 4, (n_2) Calcular columna 5, (pro)I Calcular columna 6, (pro)II Calcular columna 7, (pa)I Calcular columna 8, (pa)II Calcular columna 9, (pa)comb. (pa)I + (pa)II Calcular (CMS) Modelar las curvas Interpretación y proponer mejora 	2 horas

Dr. Juan José Alberto Mejía Correa, PhD.

Instituto Tecnológico de Veracruz, Ver.
Dpto. Ingeniería Industrial
E-Mail: jcorrea17@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1318-3217>

Dr. Rogelio Bermúdez Sarguera, PhD.

Universidad de Guayaquil, Ecuador.
E-Mail: rbsarguera@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3293-9242>

Dra. Marisela Rodríguez Rebutillo, PhD.

Universidad de Texas, EE. UU.
E-Mail: rebustillo.marisela@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3268-4593>

Dr. Juan Francisco Mejía Pérez

Instituto Tecnológico de Veracruz, Ver.
Dpto. Ingeniería Electrónica
E-Mail: mejíapérez00@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1625-4927>

ISBN: 978-9942-33-766-5



compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com