

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE  
LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LA UNIVERSIDAD DEL  
VALLE - SEDE PALMIRA**

**CESAR AUGUSTO CUARAN CAÑAR  
RAFAEL DE JESÚS LÓPEZ RUBIO**

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE PALMIRA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ESTADÍSTICA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO  
2011

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE  
LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LA UNIVERSIDAD DEL  
VALLE - SEDE PALMIRA**

**CESAR AUGUSTO CUARAN CAÑAR  
RAFAEL DE JESÚS LÓPEZ RUBIO**

Trabajo de grado presentado como requisito  
para optar al título de ingeniero Industrial

Director: Ing. Gloria Alexandra Ramírez. Mg.

Codirector: Admr. Manuel Salazar Mg.

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE PALMIRA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ESTADÍSTICA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PALMIRA  
2011

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1 ELEMENTOS Y RELACIONES	23
1.1.1 Formulación	24
1.1.1.1 Operacionalización	24
1.1.2 Descripción	25
2. JUSTIFICACIÓN	26
2.1. POBLACIÓN BENEFICIADA	29
2.1.1 De tipo social	29
2.1.2 De tipo económico	29
2.1.3 De tipo científico	29
2.1.4 De tipo docente	29
2.2. DELIMITACIÓN	30
3. OBJETIVOS	31
3.1 OBJETIVO GENERAL	31
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4. MARCO REFERENCIAL	32
4.1 MARCO TEÓRICO	32

4.2	MARCO LEGAL	41
4.2.1	Ley 115 de 1994	42
4.2.2	Ley 30 de 1992	42
4.2.3	Decreto 1212 de 1993	43
4.2.4	Decreto 0792 de 2001	44
4.2.5	NTC-ISO 9001-2008	44
4.2.6	NTC ISO 17025	44
4.2.7	Estatuto de seguridad industrial resolución número 2400-1979	45
4.2.8	NFPA 10	45
4.3	MARCO CONCEPTUAL	46
4.3.1	“Diseño, montaje y puesta en marcha del laboratorio de procesos Industriales en la Universidad Cooperativa de Colombia seccional Cali”.	46
4.3.2	“Diseño Físico y Pedagógico de un Laboratorio de Ingeniería Industrial”.	47
4.3.3	“Desarrollo de un laboratorio de planificación de proyectos para la enseñanza-aprendizaje en la escuela de ingeniería industrial y estadística de la Universidad del Valle”.	47
4.3.4	“Aplicación de juegos estratégicos como herramienta complementaria para la enseñanza y aprendizaje de la teoría de estrategia”.	47
4.3.5	“Diseño pedagógico y físico de un laboratorio de Ingeniería Industrial de almacenamiento y bodegaje para la Universidad ICESI”.	48
4.3.6	“GEIO una visión general”.	48
5.	METODOLÓGICA	49
5.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
5.1.1	Selección de la muestra	49

5.1.2	Tipos de datos	50
5.2	EVALUACIÓN DE LOS LABORATORIOS	50
5.3	COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL ENTORNO LABORAL	52
5.4	DISEÑO DEL CUESTIONARIOS	52
5.4.1	Entrevista dirección	52
5.4.2	Elementos del cuestionario encuesta	53
5.5	PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN	53
5.6	ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO	54
5.7	PROPUESTA PUBLICITARIA	54
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
6.1	ANÁLISIS TRABAJO DE GRADO	56
6.2	EVALUACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES	58
6.2.1	Universidad autónoma	59
6.2.2	Universidad Cooperativa de Colombia	62
6.2.3	Universidad Javeriana	64
6.2.4	Universidad San Buenaventura	66
6.2.5	Universidad Santiago de Cali	68
6.2.6	Universidad ICESI	69
6.2.7	Universidad del Valle sede Meléndez	70
6.2.8	Universidad del Valle sede Palmira	70
6.2.9	Universidad Pontificia Bolivariana	71
6.2.10	Paquetes informáticos	76

6.3	REALIZACIÓN ANÁLISIS COMPARATIVO	81
6.4	TENDENCIAS Y NECESIDADES DEL MERCADO	82
6.4.1	Competencias laborales	84
6.4.2	Competencias requeridas por los empresarios	85
6.4.3	Competencias requeridas para contratación de los ingenieros industriales	87
6.5	ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	90
6.5.1	Resultado de la entrevista	90
6.5.2	Resultados de las encuestas	92
6.5.2.1	Nivel de uso	96
6.6	PROPUESTAS	97
6.6.1	Propuestas de implementación	98
6.6.1.1	Plan estratégico	98
6.6.1.2	Reglamento del laboratorio.	100
6.6.2	Propuesta distribución espacio físico	106
6.6.2.1	Diseño estructural y ergonómico	106
6.6.2.2	Distribución del espacio	114
6.6.2.3	Iluminación	116
6.6.2.4	Prevención	119
6.6.3	Tendencias pedagógicas	121
6.6.3.1	Rol del docente en la práctica	123
6.6.3.2	Planificación	124
6.6.3.3	Ejecución	125

6.6.3.4 Sistematización de la actividad	125
6.6.3.5 Fundamentación teórica	125
6.6.3.6 Propuesta	128
6.7 PRESUPUESTO	130
7 DIVULGACIÓN	135
7.1 EL MODELO DE NICOSIA	136
7.1.1 Campo uno	137
7.1.1.1 Subcampo uno “Atributos de la compañía”.	137
7.1.1.2 Subcampo dos “Atributos del consumidor”.	139
7.1.2 Campo dos, Búsqueda de la relación y su respectiva evaluación	144
7.1.3 Campo tres, Decisión (acción)	144
7.1.4 Campo cuatro, Retroalimentación	144
7.2 PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA PUBLICITARIA	145
7.2.1 Descripción de la publicidad propuesta.	146
8 CONCLUSIONES	148
9 RECOMENDACIONES	150
10 BIBLIOGRAFÍA	151

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Lab facultad de ingeniería de la universidad Autónoma de occidente.	59
Tabla 2. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad Cooperativa de Colombia – Cali	63
Tabla 3. Laboratorios facultad de ingeniería de la pontificia Universidad javeriana – Cali	64
Tabla 4. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad San Buenaventura – Cali	66
Tabla 5. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad USACA	68
Tabla 6. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad ICESI	69
Tabla 7. Consolidado laboratorios Universidades	71
Tabla 8. Paquetes informáticos	75
Tabla 9. Listado software	77
Tabla 10. Matriz comparativa	81
Tabla 11. Requerimientos profesionales en las empresas	89
Tabla 12. Resultados de la entrevista	91
Tabla 13. Resultados encuestas	93
Tabla 14. Consolidado asignaturas y prácticas	93
Tabla 15. Listado de equipos e implementos requeridos	94
Tabla 16. Niveles de iluminación recomendados	118
Tabla 17. Estilos de aprendizaje	127



Tabla 18. Lúdicas grupo GEIO

129

Tabla 19. Presupuesto

132

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de elementos y relaciones (causa-efecto)	24
Figura 2. Resumen metodología utilizada	55
Figura 3. Formación por competencias	85
Figura 4. Nivel de uso	97
Figura 5. Organigrama	101
Figura 6. Organigrama propuesto	102
Figura 7. Plano la carbonera	108
Figura 8. Dimensiones de adultos	110
Figura 9. Puestos de trabajo	111
Figura 10. Dimensiones estaciones de trabajo de pie	112
Figura 11. Vision binocular	114
Figura 12. Distribución del laboratorio	116
Figura 13. Posición de la Iluminación	117
Figura 14. Extintor tipo ABC	120
Figura 15. Diagrama modelo Nicosia	136
Figura 16. Encuesta de percepción	143
Figura 17. Diagrama de Nicosia	146

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Encuesta coordinadores

Anexo B. Entrevista Dirección

Anexo C. Encuesta Profesores

Anexo D. Plano laboratorio de Física

Anexo E. Formato préstamo de implementos

Anexo F. Formato control de asistencia

Anexo G. Proyecto GEIO - universidad del Valle, sede Palmira

## RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el estudio, análisis y evaluación económica (presupuesto) del montaje del laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle sede Palmira ubicada en la Carbonera, durante los años 2009 y parte del 2010. Se habla de diseño estructural y pedagógico como posibles soluciones para la implementación del servicio del laboratorio.

Aquí se describen los laboratorios con los que cuentan diversas universidades además de las prácticas que allí se realizan, con el fin de identificar las asignaturas y prácticas posibles a desarrollar. Por otra parte se plantean diversas propuestas de diseño en lo ergonómico, de prevención, gestión administrativa y de distribución, igualmente de estrategias de aprendizaje que se requieren actualmente para desarrollar eficientemente las competencias requeridas en el entorno.

Este proyecto es de suma importancia para la Universidad del Valle como para los estudiantes, ya que sirve como herramienta pedagógica capaz de desarrollar habilidades prácticas en los estudiantes, también constituye una ventaja competitiva en relación con las demás universidades, basados en futuros proyectos o en los grupos de investigación.

## **ABSTRACT**

The present project contains a study, analysis and (budget) economical evaluation of implement an Engineering Industrial's laboratory at the Universidad of Valle in the city of Palmira situated at the Carbonera, That was elaborate during the 2009 and 2010. This concerns the structural and pedagogic designs as possible solutions in order to implement the laboratory service.

This document describes the laboratories inside diverse universities and the practices developed in it in order to identify the possible subjects and the practices that can be done in the laboratory that will be implanted. Besides in this project we show several designs proposal in areas as ergonomics, prevention, strategies, distribution, and tactics of learning actually required in order to develop the significant competences needed in the environment.

This project is very important for the Universidad del Valle and its students cause it is a pedagogic instrument that will develop knowledge skills, in addition the laboratory is and competitive vantage in relation with the others universities based in future projects and/or investigations groups.

## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Industrial presenta gran importancia ya que tiene por objetivo el diseño, mejoramiento, instalación y optimización de sistemas integrados por personas, materiales, equipos, recursos financieros y de información, que den una solución adecuada a necesidades reales que presenta la sociedad y para el progreso del país; así pues se hace ineludible incorporar al campo de acción los aportes de la investigación de operaciones, la computación, la cibernética, simulación de procesos, entre otros. Es así que la ingeniería industrial toma un cuerpo de conocimientos que la transforman en una profesión concluyente para contribuir al desarrollo tecnológico del país, equilibrando al hombre con la maquinaria, es decir, propiciando sistemas de actividad humana eficientes que ayuden a mejorar la productividad de los recursos y de los procesos necesarios para producir bienes o servicios. Este objetivo se logra mediante la aplicación de destrezas y conocimientos especializados, los cuales son adquiridos tanto por el ejercicio profesional como por la formación ofrecida en las instituciones de educación superior a través de modelos pedagógicos y aulas especializadas.

Como base para la adquisición de estos conocimientos en los estudiantes de la Universidad del Valle sede Palmira, se plantea implementar el servicio de laboratorio de ingeniería Industrial basada en los ya existentes en el entorno (otras universidades de la región), y además de contar con juicios de expertos, con el fin de ofrecer resultados significativos.

La creación de este laboratorio tiene como objetivo ofrecer a los estudiantes la oportunidad de propiciar experiencias, afianzar y adquirir habilidades que le permitan plantear, construir y demostraren gran variedad de casos prácticos las concepciones teóricas aprendidas en las diversas asignaturas.

Con este proyecto se busca beneficiar a los estudiantes de pregrado, profesores y personas que tengan relación directa con el programa de Ingeniería Industrial.

A partir de la información física y metodológica que se obtenga sobre laboratorios de Ingeniería Industrial, se realizará el diseño del laboratorio para la universidad del Valle sede Palmira, de igual forma se presentarán las competencias requeridas a los ingenieros industriales por el entorno laboral, ya que es la tendencia a nivel internacional el cambio del sistema educativo superior a bases de competencias laborales.

Por otro lado solo se identificará el presupuesto promedio necesario para llevar a cabo la propuesta, pues dentro de los objetivos no se plantea el análisis de viabilidad del mismo, esto corresponde únicamente a las directivas de la sede.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle - sede Palmira, posee un alto nivel académico; reconocida así por las instancias públicas, privadas y la comunidad en general. En consecuencia los estudiantes de hoy quienes serán los profesionales del mañana, tienen en sus manos el fortalecimiento de esa percepción y entre otras cosas aportar al desarrollo del país. Para ello, los estudiantes deben afianzar las habilidades que se desarrollan con la aplicación teórica-práctica en temas como la simulación, investigación y planteamiento de actividades o proyectos, los cuales buscan un mejoramiento en cada una de las ramas incluidas en el currículo del programa, tales como control de calidad, logística, programación de operaciones, planeación, control de la producción, métodos y tiempos, salud ocupacional, entre otras, para así tener una mejor perspectiva acerca del comportamiento real de todos los fenómenos de la ingeniería que se presentan en el entorno (conceptos ya aprendidos) y evolucionan constantemente.

En este punto, para profundizar en dichas habilidades es indispensable contar con aulas y condiciones acordes; sin embargo, no existe un laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle – sede Palmira que cumpla con los requerimientos que el entorno laboral demanda, aunque en la nueva sede la Carbonera ubicada en el barrio Zamorano, se estableció un espacio para la adaptación del laboratorio de ingeniería, no se ha divulgado algún proyecto o avance concerniente al montaje del laboratorio en la sede Palmira.

Los laboratorios de experimentación e investigación son parte fundamental para la formación integral de cada profesional, tal como se estipula en la reglamentación



colombiana en cuanto al tema de acreditación<sup>1</sup> y desarrollo del programa, acorde al Proyecto Educativo Institucional (PEI)<sup>2</sup>; ya que es aquí, donde se contrarrestan los conocimientos adquiridos teóricamente con la posible realidad. Por otra parte, no solo es un espacio donde se verificarán dichas hipótesis, se fortalecen habilidades analíticas y experimentales mediante la observación y el desarrollo de los experimentos en las diferentes áreas, sino que además se puede evaluar, diseñar, optimizar, modificar y/o crear nuevos métodos y sistemas, dependiendo del área de estudio e investigación, esto orientado para la mejora continua de la ciencia del conocimiento.

La importancia de dichas áreas se puede observar fuera del territorio nacional. Un ejemplo está en las universidades Ira A. Fulton Schools of Engineering de los Estados Unidos y la University of Puerto Rico at Mayagüez, éstas cuentan con equipos de laboratorios y aparatos de investigación, desde los usuales hasta los más avanzados en cuanto a tecnología, para responder a los requerimientos de ese país. Tales requerimientos se ven desde el punto de vista de investigación, entrenamiento de futuros académicos universitarios, científicos; además de los futuros miembros de la industria. Uno de ellos es el laboratorio Earthquake Engineering Simulation (NEES)<sup>3</sup>, que es un recurso de simulación nacional e internacional para la experimentación y análisis de cómputo, con el propósito de apoyar y generar conocimiento sobre las grandes estructuras.

Los laboratorios NEES cuentan con equipos de investigación no sólo en importantes universidades de la Unión Americana, sino también en la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) y en el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, entre otros. Como se

---

<sup>1</sup>COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 0792 (8, mayo, 2001). Artículo 6, 11,12. Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería. Ministerio de Educación. P. 3,4.

<sup>2</sup>Proyecto Educativo Institucional. Cali. Universidad del Valle, 2010

<sup>3</sup> Network for Earthquake Engineering Simulation (En línea) <http://nees.org/>

puede ver, es indiferente el país, la parte social, lo político, lo cultural y económico, lo importante es que se entienda su relevancia y se busque el desarrollo del conocimiento cuyo principal fin es el aporte a la sociedad y al entorno laboral. Por lo tanto se puede percibir esa importancia de igual manera en el territorio Colombiano.

Algunas universidades del país se han concientizado de la importancia del tema, por lo que se han unido fuerzas formando el muy conocido G8. El G8 está conformado por las Universidades de Antioquia, de Medellín, Eafit, Pontificia Bolivariana, CES, la Corporación Universitaria Lasallista, la Escuela de Ingenierías de Antioquia y Nacional de Colombia; cuya misión es la de “desarrollar actividades conjuntas que conduzcan a compartir sus recursos, servicios y experiencia, con el fin de potencializar y mejorar los servicios que se ofrecen a las comunidades universitarias de las respectivas instituciones bajo una concepción de responsabilidad social, mejoramiento continuo e innovación”<sup>4</sup>.

En mayo de 2008, en la Universidad de Medellín se reunieron los directores de los laboratorios de las Universidades que integran el G8 con un propósito, la construcción del conocimiento, bajo el fin particular de unir fuerzas para compartir la infraestructura física de los laboratorios, además de posibilitar el intercambio de recursos y construir conocimiento.

El G8 busca unificar esfuerzos, configurarse en una prueba de cooperación interinstitucional de entidades públicas y privadas de educación superior, según el docente investigador de la Corporación Universitaria Lasallista, Ricardo Sánchez,

---

<sup>4</sup>GRUPO G8 BIBLIOTECA (En línea)  
<[http://bdigital.ces.edu.co/g8/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45&Itemid=34](http://bdigital.ces.edu.co/g8/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=34)>

“es indudable la importancia de que los laboratorios comiencen a hablar entre ellos para conocer sus fortalezas”<sup>5</sup>.

Como bien dijo el doctor Terzaghi “Quien solo conoce la teoría y carece de la experiencia práctica, es un peligro público”<sup>6</sup>. De esta manera, es que las prácticas de laboratorio tienen como objetivo principal que el educando obtenga por méritos propios nuevos conocimientos y destrezas que les permitirán en su futuro, aplicaciones útiles para ejercer su trabajo como profesionales.

Dicho esto, se observa que hoy en día los laboratorios tienen un gran nivel de importancia dentro de la actividad curricular. Por lo tanto, la ausencia de estos espacios constituyen una problemática para las Universidades, en este caso para la Universidad del Valle sede Palmira, en donde el principal afectado es el programa de Ingeniería Industrial; como consecuencia de no poseer un espacio adecuado para estas aplicaciones de investigación y desarrollo.

Las ventajas y beneficios que le traerían al programa académico serían incalculables, según lo observado en la encuesta (anexo A, pregunta 2) realizada a coordinadores de programas académicos de la Universidad del Valle sede Palmira expresan que:

*“La mayor ventaja es que los estudiantes no tienen que desplazarse a otra sede a realizar sus prácticas. Es el mejor instrumento en el proceso enseñanza – aprendizaje”<sup>7</sup>.*

---

<sup>5</sup>UNIVERSIA, Un Propósito Para la Construcción de Conocimiento. (en línea). <http://noticias.universia.net.co/publicaciones/noticia/2008/05/26/242655/proposito-construccion-conocimiento.html>

<sup>6</sup> TERZAGHI Karl, Dr. Soil Mechanics in Engineering Practice. 1924

<sup>7</sup>GIRONZA, Nancy. Encuesta realizada a coordinadores. Palmira, 2010.

*“Los estudiantes pueden desarrollar sus trabajos de curso con las herramientas y equipos brindados en el laboratorio. El laboratorio es un espacio donde el estudiante puede realizar sus experimentos y verificación de temas tratados en las asignaturas de forma inmediata”<sup>8</sup>.*

Retomando, la falta de los laboratorios en el programa de ingeniería industrial es un problema tanto de aprendizaje como económico, pues un laboratorio bien estructurado genera beneficios monetarios como los observados en otras universidades tales como: la Universidad Tecnológica de Pereira al igual que la ICESI, entre otras; estos espacios les han permitido forjar conocimiento con mayores alcances (teoría de aprender haciendo de David Ausubel y la pedagogía activa), además de generar ingresos mediante la oferta de servicios certificados a diversas empresas.

Estos son factores competitivos que permiten diferenciarse de otras universidades públicas o privadas que cuenten con estos espacios. Este proyecto posee un componente tecnológico y social, con lo que se busca elaborar el diseño, planificación y adecuación de los laboratorios para el programa de Ingeniería Industrial.

## **1.1 ELEMENTOS Y RELACIONES**

Dado el hecho que durante los siete años aproximadamente que la Universidad del Valle sede Palmira viene ofertando el programa de Ingeniería Industrial, los estudiantes no realizan prácticas sobre temas vistos en las diversas asignaturas (propias del programa), adicionando que las pocas prácticas que se efectúan (asignaturas básicas) son llevadas a cabo en áreas completamente ajenas a éste.

---

<sup>8</sup> BRAVO, Fernando. Encuesta realizada a coordinadores. Palmira, 2010.

Entre estos y otros elementos se relacionaron con el fin de obtener la siguiente figura de causa efecto:

**Figura 1. Mapa de elementos y relaciones (causa-efecto).**



Fuente: Los Autores

En efecto, aunque el programa como tal solo lleva funcionando desde el segundo semestre de 2004, no es de olvidarse que según el “Plan de Desarrollo de la Universidad del Valle 2005-2015”<sup>9</sup> el programa de ingeniería industrial tendrá aproximadamente 598 estudiantes que se podrían ver afectados por el problema referenciado anteriormente.

**1.1.1 Formulación.** ¿Cuáles son los requerimientos para presentar una propuesta de implementación del servicio de laboratorio de ingeniería industrial en la Universidad del Valle sede Palmira?

**1.1.1.1 Operacionalización.** Para presentar la propuesta de implementación del servicio de laboratorio de ingeniería industrial de la Universidad del Valle, es necesario conocer:

<sup>9</sup> Bases para el Plan de Desarrollo DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE 2005 – 2015 (En línea). <http://www.univalle.edu.co/plandesarrollo/3-4-regionalizacion.html>

- El estado actual del programa de ingeniería industrial y del área utilizada como laboratorio.
- Trabajos realizados en las diversas Universidades de Palmira y Cali en el montaje de laboratorios.
- El proyecto Educativo Institucional, el proyecto Educativo del programa de Ingeniería Industrial y el plan de desarrollo de la Universidad.
- Normatividad para instituciones universitarias.
- Asignaturas y contenidos programáticos
- Equipos de laboratorio, hardware, software.
- Distribución de espacios.
- Competencias laborales para el ingeniero industrial en el entorno laboral.
- Costos de implementación.

**1.1.2 Descripción.** La universidad del Valle sede Palmira, actualmente no cuenta con un laboratorio específico de Ingeniería Industrial, que permita realizar actividades teórico prácticas para integrar y fortalecer habilidades necesarias en el ámbito pedagógico y en el entorno laboral.

Las prácticas no se pueden llevar a cabo por causas tales como, falta de espacio, ausencia de propuestas de laboratorio por parte de los estudiantes y/o profesores de la sede, poco presupuesto entre otras. Si se lleva a cabo este proyecto, los estudiantes de Ingeniería Industrial tendrán alternativas para la realización de prácticas con el fin de interactuar directamente con elementos aprendidos en la teoría, afianzando los conocimientos requeridos según el perfil del ingeniero.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Se elige el tema ante la necesidad de los estudiantes y docentes (toda la comunidad Universitaria de Palmira) de contar con un espacio acorde en el que se puedan realizar prácticas de laboratorio del programa de Ingeniería Industrial. Prácticas que lleven implícito el enfoque de aprendizaje, donde el estudiante no solo se limite a recibir información sino que también genere herramientas de pensamiento sistémico de acuerdo a modelos pedagógicos preestablecidos bien sea el tradicional, el romántico, conductista, desarrollista, socialista y el cognoscitivo, el cual dentro de este, se encuentra ubicado el constructivismo y el más conocido entre ellos, el aprendizaje significativo; orientados por los docentes con elementos (materiales y equipos) adecuados para ello. Otro punto del porque es importante el presente proyecto, radica en la tendencia de las Universidades en fomentar y apoyar este tipo de proyectos, pues ellas tienen claro que este es el medio por el cual los futuros profesionales se podrán enfrentar a un mercado globalizado, donde las competencias adquiridas en la etapa educativa serán su mejor herramienta.

Este proyecto brinda la oportunidad a toda la comunidad universitaria de obtener el diseño y estructura necesarios para la propuesta en el montaje y funcionamiento de las instalaciones de los laboratorios, mejorando así las condiciones de los estudiantes, en función del nivel educativo; De hecho, no solo traerá beneficios a nivel estudiantil, sino también a nivel institucional en la región, con proyecciones a nivel nacional, pues este proyecto constituye las bases para la elaboración de grupos de investigación, oportunidades de negocio, entre otros. Dentro de los beneficios estructurales del montaje de este espacio para el desarrollo intelectual, se encuentra el aumento de servicios educativos que la universidad puede brindar a la comunidad en general; con respecto a la misión, visión y objetivos de la institución.

Si bien la parte estructural es relevante, lo es también el aporte pedagógico ofrecido por el docente. Es así que cualquier tipo de práctica de laboratorio debe estar elaborada con una determinada estructura (guías) para resaltar la transmisión de un contenido específico, el aporte pedagógico lo ofrece la experimentación que se constituye en el recurso. Un recurso en el que las sesiones de introducción de conceptos, los problemas de lápiz y papel y las prácticas de laboratorio constituyan, como en la labor científica, distintas etapas a las que se recurre de acuerdo a la situación a la que se enfrenta, y debieran exigir un esfuerzo creativo y crítico por parte de los estudiantes, y no reducirse a directivas que impongan sin justificación caminos preestablecidos, inmodificables o incuestionables; En este aspecto hay que resaltar que la palabra ingeniero está íntimamente ligada desde su origen a la palabra ingenio. De un ingeniero se espera alguien con la competencia para proponer soluciones ingeniosas a problemas relacionados con la manipulación de objetos y magnitudes físicas. Para ello evidentemente necesita capacidad de manipulación de objetos físicos, competencia para realizar mediciones, para generar experiencias y soluciones, validar y evaluar sus resultados.

Al tener un espacio para los laboratorios se logrará que los estudiantes asimilen con mayor facilidad, permitiendo ejercitar con prácticas la capacidad de decisión que requerirán en determinadas situaciones. Así, cuando se presenten circunstancias en la vida laboral, similares a las desarrolladas en las prácticas de laboratorio a las que tuvieron acceso, serán capaces de relacionarlas y tomar decisiones acertadas. Como consecuencia podrán desempeñar mejor sus roles en las empresas o en sus propios negocios. Este laboratorio también será de ayuda para los profesores, ya que podrán contar con elementos dinámicos y prácticos que motiven y estimulen al estudiante a participar en las clases prácticas del laboratorio.



La propuesta para implementar el servicio de laboratorios del programa de ingeniería industrial, está enfocada en dar las herramientas de conocimiento especializado en áreas de formación profesional del ingeniero industrial, necesarias en su etapa de aprendizaje que le permitirán tener las bases para el desarrollo profesional.

La necesidad de dichos espacios donde se realizan trabajos prácticos se hace primordial para desarrollar habilidades inherentes al programa. Se tiene, en consecuencia, que según el pènsum académico las áreas que permiten el desarrollo profesional del Ingeniero industrial hacen referencia a: Investigación de operaciones I y II, Planeación y control de la producción, Métodos y tiempos, Salud ocupacional, logística, Control de calidad y aseguramiento de calidad, diseño en planta entre otros.

Esto se ve sustentado por la opinión de expertos (Coordinadores de programas de pregrado como Tecnología de Alimentos, Tecnología en Sistemas, Tecnología en Electrónica), evidenciada en la encuesta (ver anexo A declaran que:

*“El laboratorio se hace una herramienta fundamental para el aprendizaje de habilidades y destrezas de los temas tratados en el salón de clase por parte de los estudiantes. Adicionalmente los docentes y estudiantes pueden hacer desarrollo (investigaciones) que le permitan ampliar sus conocimientos y/o resolver problemas del entorno”<sup>10</sup>.*

*“Si, porque la academia es más activa, se ilustran y comprueban los temas vistos en la teoría, Hay mayor participación de los estudiantes. Los estudiantes aprenden a identificar, reconocer, clasificar y señalar los fenómenos de cada equipo o material”<sup>11</sup>.*

---

<sup>10</sup>BRAVO, Fernando. Encuesta realizada a coordinadores. Palmira, 2010.

<sup>11</sup>GIRONZA, Nancy. Encuesta realizada a coordinadores. Palmira, 2010.

## **2.1 POBLACIÓN BENEFICIADA**

**2.1.1 De tipo social:** se beneficiará a un promedio de 598 estudiantes de acuerdo al plan de desarrollo de la Universidad del Valle al año 2015, beneficios que se obtendrán por la implementación de espacios adecuados para el desarrollo integral como profesionales, tema que es relevante; ya que la misión del programa y de la Universidad como tal llevan implícitos y como razón de ser este objetivo.

La sede Palmira al primer semestre de 2010, según la coordinación académica contaba en el programa de ingeniería Industrial con un total de 275 estudiantes aproximadamente, los que al paso de 7 años de acuerdo a la ampliación de cobertura se ha incrementado sustancialmente.

**2.1.2 De tipo económico:** Se evitará el costo de transporte en el desplazamiento de los estudiantes a otras sedes con el fin de realizar las prácticas de laboratorios. También permitiría presentar una idea de negocio a la universidad como prestadora de servicios a otras entidades del Valle, donde se realicen estudios de trabajo, salud ocupacional entre otras.

**2.1.3 De tipo científico:** El laboratorio se convierte en una herramienta fundamental para la creación y labor de grupos de investigación, ampliando las áreas de estudio y mejorando el aprendizaje de los estudiantes.

**2.1.4 De tipo docente:** Aportará en gran medida al uso y desarrollo de nuevas tendencias pedagógicas como las propuestas por la universidad ICESI (pedagogía activa) y la universidad tecnológica de Pereira con su muy conocido grupo de investigación GEIO, con el aprendizaje significativo. Permitiendo afianzar el desarrollo de competencias tanto en los docentes como en los estudiantes.

## **2.2 DELIMITACIÓN**

La propuesta del presente proyecto, junto con las tendencias educativas (enseñanza-aprendizaje) que se describen para la realización de las prácticas de laboratorio, está dirigido a todos los estudiantes y docentes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle Sede Palmira; de igual forma abarca al estudiantado de otros programas académicos.

Por consiguiente, el proyecto que plantea la propuesta para la implementación del servicio de laboratorio de ingeniería industrial de la Universidad del Valle sede Palmira, partirá de la evaluación de las Universidades del sector de Palmira y Cali que cuenten con dichos espacios para la formación de sus estudiantes. Seguidamente se identificará los laboratorios más usados por ellos, dando así una tendencia que servirá de apoyo para la elaboración y posterior recolección de información sobre prácticas (temas) a realizar y elementos o equipos a utilizar.

Consecutivamente se dará espacio a propuestas de diseño de espacios (ergonomía, iluminación, prevención) y además de dar a conocer teorías de aprendizaje que servirán de base a los docentes que realicen dichas guías, en busca de beneficios para toda la comunidad universitaria. Finalmente se realizará solo el presupuesto respectivo, el cual nos indicara el costo de los equipos y/o elementos necesarios para la implementación de este proyecto.

Este proyecto entre otras cosas busca cumplir con los requerimientos impuestos por los pares académicos para que la universidad se convierta en seccional, además de cumplir con los lineamientos para la formación del ingeniero Industrial.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Presentar una propuesta que permita implementar el servicio del laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle - Sede Palmira.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar información a cerca de laboratorios existentes en las universidades de Palmira y Cali para el montaje del laboratorio de Ingeniería Industrial.

Presentar las competencias requeridas por el entorno laboral en la contratación de ingenieros industriales.

Establecer los requerimientos para la realización del diseño físico del laboratorio.

Identificar el presupuesto necesario para la inversión en el montaje del laboratorio.

Presentar propuesta para implementar el laboratorio de Ingeniería Industrial.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO TEÓRICO

La educación Superior es un componente significativo para el progreso de la sociedad del conocimiento y por lo tanto, las entidades encargadas de la enseñanza, la investigación y la formación de profesionales deben prestar atención a los requerimientos de dicha sociedad, evitar vivir a espaldas de ella, debiendo ser innovadores en sus procesos y en su organización. Siendo así la universidad la forjadora de profesionales altamente capacitados y constructora de una sociedad de conocimiento orientado al desarrollo sociocultural y económico del país.

Burton<sup>12</sup> señala que las instituciones de educación superior deben buscar respuestas a los constantes inconvenientes que se le presentan y así mismo priorizar la búsqueda de medios y caminos a los diferentes cambios que ella vive, sin apartarse de la calidad académica ni mucho menos de la competitividad.

La internacionalización es uno de esos factores a los que la Universidad debe hacerle frente, pues bien se dice

*A la universidad le interesa todo ese concepto que tiene que ver con la internacionalización de la economía. Desde la perspectiva universitaria, no podemos reducirnos a ver ese fenómeno como mera globalización de los mercados o abrupta conversión hacia estados homogéneos de los intercambios comerciales. La dinámica de la internacionalización que le interesa a la universidad es la que nos está mostrando que estamos en un mundo de la educación y la cultura que va más allá de la globalización de los intercambios comerciales, en donde es necesario entenderse con otros, que*

---

<sup>12</sup> BURTON Clark, El sistema de Educación Superior. Una visión comparada de la organización académica. Editorial Nueva Imagen en coedición con la Universidad Autónoma Metropolitana, Sede Azcapotzalco, México. 1991.

*no son únicamente nuestros coterráneos, sino también los actores de la comunidad científica y educativa internacional*<sup>13</sup>

La educación superior demanda cambios para la apertura económica, utilizando la tecnología y enlazándose con las necesidades económicas locales y extranjeras, forjando profesionales y mano de obra flexible que permitan adecuarse a diversos empleos manteniendo la eficiencia. “Colombia se ha convertido en un mercado importante para las universidades internacionales, debido a su escasa cobertura y a la falta de modernización de su sector de Educación Superior, particularmente en los niveles de postgrado y doctorado”<sup>14</sup>.

Es por esto que se resalta la urgencia de propiciar a la educación superior de herramientas que le permitan adaptarse al cambiante entorno de la globalización, mediante nuevas visiones en lo académico y en lo institucional, fortaleciendo la investigación e incrementando la oferta educativa.

Según la Comisión Nacional de Acreditación CNA “la investigación formativa es una exigencia para todo tipo de institución y de programa académico”<sup>15</sup>. La investigación en sentido estricto es mandatorio para las universidades y para todas las instituciones de educación superior cuya Misión y proyecto Institucional incluyan la generación de conocimientos como una de sus tareas fundamentales.

En este asunto el Proyecto Educativo del Programa (PEP) “el cual representa los fundamentos y lineamientos para la coordinación y ejecución de actividades y proyectos académicos encaminados a la formación integral de los estudiantes vinculados”<sup>16</sup> es muy claro cuando dice:

---

<sup>13</sup>FERRO Bayona, Jesús. Visión de la Universidad ante el siglo XXI. Ediciones Uninorte. 1996. P.6

<sup>14</sup>BANCO MUNDIAL. La educación terciaria en Colombia. Preparar el terreno para su reforma. Washington: Banco Mundial, 2003.

<sup>15</sup>CNA. La evaluación externa en el contexto de la acreditación en Colombia, (En línea) [http://www.cna.gov.co/1741/articles-186502\\_eval\\_ext\\_en\\_colombia.pdf](http://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_eval_ext_en_colombia.pdf)

<sup>16</sup>UNIVERSIDAD DEL VALLE. Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Industrial, 2010

*El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle, tiene como eje central la construcción de pensamiento, formalizado en actividades de docencia, investigación y extensión...,El objetivo principal del programa es formar Ingenieros con sentido ético e interdisciplinario, capaces de afrontar los retos de mejoramiento impuestos por la sociedad y la industria en un marco de competitividad mundial, con la capacidad de utilizar la ciencia y la técnica para el bienestar regional, nacional y mundial. Su campo del saber se ha centrado en la enseñanza, aplicación y desarrollo de métodos, técnicas y herramientas de la ingeniería industrial<sup>17</sup>.*

Es entonces que con base al objetivo principal del programa, surgen los lineamientos para la formación del Ingeniero Industrial como lo son: La Misión, Visión, Objetivos del programa y el perfil del Ingeniero.

Estos según el PEP precisan lo siguiente:

### **MISIÓN**

*El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle, busca que sus egresados Ingenieros Industriales, se conviertan en agentes de cambio y de desarrollo empresarial para beneficio de toda la sociedad. En procura de este objetivo se conjuga la imagen institucional, la pluralidad, la flexibilidad y la excelencia académica, en el marco de una formación integral, entregando no sólo los mejores Ingenieros Industriales, sino ciudadanos comprometidos en el logro de un mundo cada vez mejor. Además, el programa pretende formar profesionales capaces de gestionar organizaciones con el objetivo de aumentar su productividad y competitividad, y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de los colombianos a través del fortalecimiento de su misión como empresarios.*

### **VISIÓN**

*El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle será reconocido a nivel nacional como el número uno en formación de Ingenieros con capacidad de solucionar y dar respuesta a problemas organizacionales en el contexto nacional, en procura del desarrollo sostenible empresas competitivas.*

---

<sup>17</sup> IBID, Pag, 2.

## **OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

- *Proporcionar al estudiante, una formación humanística, idiomática y ética, con respeto por la dignidad y los derechos de las personas.*
- *Facilitar al estudiante la formación de una visión geopolítica de su país y del resto del mundo que le permita actuar en un contexto cada vez más global e interrelacionado*
- *Proporcionar al estudiante un conocimiento multidisciplinario actualizado, con una sólida fundamentación teórica y práctica en ciencias y tecnologías básicas, que le permitan incrementar la eficiencia y la productividad de las organizaciones en las que se desempeñará como profesional a cualquier nivel.*
- *Preparar Ingenieros Industriales con espíritu lógico, analítico, crítico e innovador, práctico y visionario, con capacidad para tomar decisiones en ambientes de incertidumbre.*
- *Formar Ingenieros Industriales con liderazgo, comprometidos con el desarrollo de la sociedad y con aprecio a los valores culturales, históricos, sociales y ambientales de su entorno.*
- *Formar Ingenieros Industriales con espíritu generador de empresas y con las habilidades necesarias para crearlas y dirigir las.*

## **PERFIL DEL INGENIERO INDUSTRIAL EGRESADO**

*El Ingeniero Industrial de la Universidad del Valle es un profesional integral, capaz de diseñar, emprender, dirigir y mejorar sistemas de producción generadores de bienes y servicios con el fin de incrementar la productividad y elevar así la posición competitiva de las organizaciones, respetando al ser humano y a su entorno. Las principales actividades profesionales realizadas por nuestro Ingeniero Industrial, son: Determinar, analizar e implementar alternativas y metodologías para la modernización y tratamiento de problemas complejos asociados a la organización, planificación, operación y control de los sistemas de producción generadores de bienes y servicios.*

Aclarando esto, la investigación cuyo tema es trascendental en el PEP, se ve estrechamente relacionado con las prácticas de laboratorio, pues es aquí donde se desarrollan las competencias investigativas y de visión crítica de los



estudiantes que buscan el desarrollo de la disciplina y del trabajo inter, intra y transdisciplinario.

Entre tanto, se puede decir que el laboratorio tiene una importancia significativa en la enseñanza de las ciencias, como en la investigación y sobre todo en la industria; siendo este último indiscutible. La labor práctica en el laboratorio proporciona la experimentación y el descubrimiento evitando la afirmación errada “resultado correcto”, proveniente de los conceptos teóricos.

En términos generales, un laboratorio es un sitio o lugar provisto de equipos y elementos de medición, entre otros, que permite la investigación de diversas ramas u enfoques tanto a nivel académico como industrial. Los ejercicios de laboratorio o prácticas se desarrollan con el propósito de proveer al estudiante de una herramienta de aprendizaje para afirmar los conocimientos adquiridos en el proceso enseñanza – aprendizaje impartido en las universidades; ya que permiten mostrar el fenómeno y el comportamiento de ciertos procesos, mientras que en la parte investigativa permiten avanzar en el estado del conocimiento y realizar investigación de punta.

Según Richoux (2003) “la estructura “clásica” de los trabajos prácticos de laboratorio TPL se apoya sobre el hecho de poner a disposición de los estudiantes una ficha de actividades y aparatos adecuados para estudiar diferentes fenómenos, generalmente de forma cuantitativa (mediciones, tratamientos numéricos, modelización)”<sup>18</sup>. Por su parte, Hodson (1994) muestra más de un tipo de TPL: “investigaciones personales poco estructuradas y ejercicios prácticos de acuerdo con un conjunto de indicaciones explícitas”<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Richoux, H. Y Beaufils, D. 2003. La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: análisis de prácticas de profesores, Enseñanza de las Ciencias, pág. 95-106.

<sup>19</sup> Hodson, D. 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), 299-313.

La cuestión de los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) es un tema muy complejo que preocupa a los investigadores y especialistas. En el 2007 se realizó una serie de entrevistas a docentes universitarios en la universidad nacional del con urbano bonaerense sobre el rol de los TPL. Los primeros resultados de dicha entrevista realizada a los profesores indicaron que:

*Los docentes proponen a los estudiantes la realización, en pocos TPLs, de una gran cantidad y diversidad de tareas con objetivos muy diferentes entre sí. A partir de allí se puede inferir que para los estudiantes la actividad en los TPLs es sumamente compleja dado que el laboratorio es un espacio en el que deben tomar decisiones y desarrollar estrategias que superan su capacidad, debido básicamente a su falta de experiencia en esas tareas (MONTINO et al. 2006). Hodson (1994) señala que los TPL, tal como se llevan a cabo, plantean demasiadas barreras innecesarias que dificultan el aprendizaje. Las llama "interferencias", haciendo referencia a que la suma de tareas diversas pedidas a los alumnos y la poca ayuda que estos reciben, constituyen verdaderos obstáculos para el aprendizaje.<sup>20</sup>*

Como resultado, el análisis arrojó que los docentes tiene ideas diferentes respecto al proceso de enseñanza- aprendizaje, en la noción de como aprenden los estudiantes. La concepción del aprendizaje es heterogénea, algunas ideas del resultado:

- "finalmente aprenden por ósmosis a procesar los datos"
- "es un laboratorio que... no te ayuda a digerir ningún tema."
- "El proceso de aprendizaje va a ir en la medida que el estudiante vaya madurando, vaya pensando, vaya aprendiendo a cómo se piensa en ciencias y cómo se hacen las preguntas correspondientes"

Pero hay más, hasta hace poco tiempo en los estados Unidos, el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)<sup>21</sup> aclaraba que un laboratorio debe realizar un trabajo apropiado en todos los planes de estudio, así como combinar

---

<sup>20</sup>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 8 No 1, 2008

<sup>21</sup> ABET, Inc. (En línea) <http://www.abet.org/>

elementos prácticos y teóricos que permitieran desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para ingresar a la industria.

Al abordar la importancia de la parte estructural del laboratorio, no se debe dejar de lado el tema de la pedagogía pues según el señalamiento de expertos hay que reconocer su participación en el tema de los Trabajos Prácticos de Laboratorio.

Actualmente existen instituciones de educación superior que han establecido espacios para la investigación y la metodología pedagógica como una de sus principales herramientas para promover el conocimiento, ellas se han dado cuenta de la importancia de la investigación científica y tecnológica ya que ayuda a mejorar el estudio y permite establecer contacto con la realidad a fin de conocerla mejor; además, de que constituye un estímulo para actividad intelectual creadora, ayuda a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas, además, contribuye al progreso de la lectura crítica. Es por ello que no solo las condiciones físicas son importantes para el desarrollo del conocimiento, de igual forma las metodologías pedagógicas aplicadas a este, complementan sustancialmente la forma de aprendizaje actual del estudiante.

No se planea afirmar que la pedagogía tradicional sea deficiente, lo que se trata de exponer es que se encuentren ciertas inexactitudes cuando se trata de aplicabilidad práctica, por ejemplo, en la educación tradicional, las viejas soluciones responden de manera simplista o mecánica a las demandas sociales: a mayor número de solicitudes de ingreso de estudiantes, más instalaciones construidas y, por ende, más burocracia. Con esta lógica se sigue reproduciendo un modelo que según Ausubel<sup>22</sup> ha mostrado su insuficiencia al concebir la enseñanza más para sí misma que para apoyar los requerimientos de formación de la sociedad, en lo general, y de cada una de las personas. Por otro lado están

---

<sup>22</sup> AUSUBEL, David, Joseph D. Novak y Helen Hanesian, Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo, Trillas, México, 1995

las contemporáneas que responden al reclamo social de una formación que les permita a los sujetos resolver problemas de diferente índole de forma autónoma, esto significa, poder enfrentar la búsqueda de soluciones, encontrar una respuesta y tener algún control sobre ésta, dado que en la mayoría de los casos, los problemas que se presentan implican encontrar respuestas nuevas a preguntas también nuevas.

La pedagogía tradicional dispone de pocas herramientas didácticas como material de estudio, limitándose al uso de instrumentos mecánicos que en realidad no generan la oportunidad de que el estudiante busque y se apropie de los conocimientos, Dewey escribía:

*En las escuelas, se mira a aquellos bajo enseñanza, como si estuviesen adquiriendo conocimiento como espectadores teóricos, mentes que se apropian de los conocimientos mediante energía directa del intelecto. La palabra "alumno" misma ha llegado casi a significar alguien que no se dedica a tener experiencias provechosas, sino a absorber los conocimientos directamente. Algo llamado mente o conciencia es separado de los órganos físicos de actividad.<sup>23</sup>*

Estas metodologías pedagógicas desde el punto de vista del aprendizaje (conductual, estímulo-respuesta, cognoscitiva, gestal, psicoanalítica entre otras). Han contribuido a despejar las incógnitas que aún ofrecen los complejos fenómenos del aprendizaje y a orientar la gestión pedagógica. Han sufrido, como la historia del hombre, continuos procesos de adaptación y cambio tanto por la propia actividad intelectual al respecto, como por las necesidades de educación en virtud de las estrategias de desarrollo de la sociedad. "Los métodos solos, independiente del significado de la palabra método, no generan buena

---

<sup>23</sup>DEWEY, John. Teoría de la educación y sociedad, Buenos Aires: Centro editorial de latino América 1977 V.1, Pág. 64

investigación, ni análisis astutos. Las aplicaciones mecanicistas de los métodos, solo producen datos mundanos y reportes rutinarios”<sup>24</sup>.

En el tema de la Ingeniería, el desarrollo de prácticas de laboratorio poseen una evocación similar a la de trabajo en clase (taller) tomado desde otro punto de vista, definiéndose este taller como táctica metodológica usada en el trabajo de equipo cuyo alcance es mayor al del aprendizaje de conceptos, permitiendo integrar la teoría con la práctica y al conseguir que el estudiante “aprenda haciendo” (Patiño, 2004)<sup>25</sup>. De esta forma, dos premisas que debe de proveer dicha práctica de laboratorio son: enseñar a pensar y aprender haciendo.

En realidad, por mucho tiempo se tomó el aprendizaje desde un punto de vista conductista, pero se demostró que el aprendizaje humano excede de una simple alteración de conducta y que además conlleva a un cambio en el significado de la experiencia.

Los grandes investigadores y especialistas en el tema de didáctica, argumentan que es beneficioso dejar la noción de método de enseñanza y plantearlo desde la perspectiva de “estrategia de aprendizaje”, ya que ésta se acomoda mejor a los enfoques alternativos que los tradicionales y cuya organización tiene que llevar hacia el aprendizaje significativo; los diversos enfoques eliminan el hecho de que los modelos de aprendizaje por transmisión y aprendizaje mecánico sean los únicos que logren adquirir conocimiento, ya que en ellos no se establecen los “subsensores” adecuados para el aprendizaje (Driver, 1988)<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup>CHARMAS, Kathy. (En línea) [http://www.ucentral.edu.co/CIFI/investigacion/semill\\_industrial/semillero-industrial.pdf](http://www.ucentral.edu.co/CIFI/investigacion/semill_industrial/semillero-industrial.pdf)

<sup>25</sup> PATIÑO G., Lucelli. El taller, un continuum entre enseñanza y aprendizaje. En: La práctica de la enseñanza. Notas Universitarias. Centro de estudios de Didáctica y Pedagogía, Cedip. Corunversitaria. Ibagué. Febrero de 2001.

<sup>26</sup> DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de las ciencias. En: Enseñanza de las ciencias, Vol. 6,1998, p 109-120.

Como ya se había dicho, la práctica de laboratorio, es entonces, ese espacio de aprendizaje donde el estudiante desarrolla y adquiere habilidades mediante herramientas predispuestas, aplicando metodologías de enseñanza provistas por los mismos docentes, que por su disposición didáctica debe así relacionarse directamente con el “saber hacer” propio de los enfoques constructivistas que plantean que el aprendizaje no es un asunto sencillo de transmisión, internalización y acumulación de conocimientos sino un proceso activo de parte del alumno en ensamblar, extender, restaurar e interpretar, y por lo tanto de construir conocimiento desde los recursos de la experiencia y la información que recibe (Piaget)<sup>27</sup>. De estas circunstancias se debe precisamente partir de la visión del aprendizaje significativo de Ausubel (1983)<sup>28</sup>, cuyo enfoque involucra la comprensión, la organización de nuevos conocimientos y de una jerarquización de ellos, buscando una correlación entre sí para la asimilación.

## **4.2 MARCO LEGAL**

Debido al alto número de universidades e instituciones que ofertan programas académicos de pregrado y postgrado, las autoridades competentes mediante la normatividad vigente, busco controlar dichas instituciones con el fin de garantizar sus servicios y sobre todo establecer parámetros evaluativos.

Es por ello que se toman como fundamento las leyes, decretos y normas técnicas conforme a la educación superior, sus requerimientos para acreditación y funcionamiento, pues de una u otra forma están implicadas en el plan estratégico de la universidad y en su obligación de garantizar estos requerimientos a sus estudiantes.

---

<sup>27</sup>PIAGET, Jean. 1978. La equilibración de las estructuras cognitivas. (Problema central del desarrollo), ed. Siglo XXI: México; trad. Eduardo Busto.

<sup>28</sup>AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. Psicología Educativa. 2ª edición. Ed. Trillas. México, 1983.

**4.2.1 Ley 115 de 1994 (ley Colombiana)<sup>29</sup>, Art 5:** Fines de la educación. De conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, la educación se desarrollará atendiendo a los siguientes fines:

- La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.
- El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones.
- El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.
- La formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.

**4.2.2 Ley 30 de 1992 (ley Colombiana)<sup>30</sup>: Art 6, 19, 31, 38:** Objetivos de la Educación Superior y de sus instituciones. Del fomento, de la inspección y vigilancia. Del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES):

---

<sup>29</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 115 (8, Febrero, 1994). Por la cual se expide la ley general de educación. Diario Oficial No. 41.214. Bogotá D.C., 1994.

<sup>30</sup> COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 30 (28, Diciembre, 1992). Por la cual se organiza el Servicio Público de la educación superior. Diario Oficial No. 40.700. Bogotá D.C., 1992.

- Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones y, promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país; Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional.
- Son universidades las reconocidas actualmente como tales y las instituciones que acrediten su desempeño con criterio de universalidad en las siguientes actividades: La investigación científica o tecnológica; la formación académica en profesiones o disciplinas y la producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura universal y nacional.

**4.2.3 Decreto 1212 de 1993 (Decreto Colombiano)<sup>31</sup>:** Por el cual se establecen los requisitos para el reconocimiento como universidad de una institución universitaria o escuela tecnológica.

- Acreditar experiencia científica.
- Haber elaborado un proyecto educativo que desarrolle al menos los siguientes elementos:
  - La producción, desarrollo y transmisión del conocimiento y de la cultura nacional y universal.
  - Los programas académicos y los procesos administrativos deben ser coherentes con la misión y vocación que identifique la naturaleza, el quehacer y las metas institucionales.

---

<sup>31</sup> COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Decreto 1212 (28, Junio, 1993). Por el cual se establecen los requisitos para el reconocimiento como universidad de una institución universitaria o escuela tecnológica. Diario Oficial No. 40.928. Bogotá D.C., 1993



- Un plan continuo de investigación científica y tecnológica que incluya proyectos concretos, recursos humanos calificados e infraestructura académica y física.

**4.2.4 Decreto 0792 de 2001 (Decreto Colombiano)<sup>32</sup>, Art 11:** Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería

- El programa debe garantizar a sus alumnos y profesores condiciones que favorezcan el acceso permanente a la información, experimentación y práctica profesional necesarias, para adelantar procesos de investigación, docencia y proyección social. Entre ellos laboratorios de Ciencias Básicas de Ingeniería y de Ingeniería aplicada, así como de sus correspondientes equipos, instrumentos e insumos.

**4.2.5 NTC-ISO 9001-2008 Sistemas de gestión de la calidad (Norma técnica Colombiana)<sup>33</sup>:** Permite la adopción de un sistema de gestión de la calidad la cual debería ser una decisión estratégica de la organización, el diseño y la implementación. Esta influenciado por el entorno de la organización, los cambios y los riesgos asociados con ese entorno, los procesos que emplea, sus objetivos particulares, entre otros.

**4.2.6 NTC ISO 17025 (Norma Técnica Colombiana)<sup>34</sup>:** Por la cual se dictan los requisitos generales para la competencia de laboratorios de calibración y de ensayo (internacional) para la acreditación.

---

<sup>32</sup> COLOMBIA, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Decreto 0792 (8, Mayo, 2001). Por el cual se establecen estándares de calidad en programas académicos de pregrado en Ingeniería. Bogotá D.C., 1993

<sup>33</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de la calidad. NTC-ISO 9001-2008. Bogotá D.C. 2008.

<sup>34</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración. Bogotá D.C. 2005.

**4.2.7 Estatuto de seguridad industrial resolución número 2400 de 1979 (mayo 22)**<sup>35</sup>: Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

**Artículo 5º.** Las edificaciones de los lugares de trabajo permanente o transitorio, sus instalaciones, vías de tránsito, servicios higiénico-sanitarios y demás dependencias deberán estar construidas y conservadas en forma tal que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores y del público en general.

**Parágrafo.** Las instalaciones, máquinas, aparatos, equipos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de agua potable, desagüe, gas industrial, tuberías de flujo, electricidad, ventilación calefacción, refrigeración, deberán reunir los requisitos exigidos por las reglamentaciones vigentes, o que al efecto se dicten sobre la materia.

**Artículo 7º.** Todo local o lugar de trabajo debe contar con buena iluminación en cantidad y calidad, acorde con las tareas que se realicen

**4.2.8 NFPA 10**<sup>36</sup>: Norma para extintores portátiles contra incendios edición 2002.

Así pues, con esto se da el sustento teórico y legal al proyecto fundamentando en parte la necesidad del montaje y su utilización por parte de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle sede Palmira; sin embargo, durante el proceso se ha encontrado otras normas, leyes y decretos que se toman como base para el completo desarrollo de los temas.

---

<sup>35</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución 2400 de 1979 (22, Mayo, 1979). Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Bogotá D.C. 1979.

<sup>36</sup> NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATION NFPA. Norma para extintores portátiles contra incendios edición 2002. Estados Unidos.

### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

La idea del diseño y montaje de un laboratorio de Ingeniería Industrial no es relativamente nuevo, muchas universidades han entendido desde hace mucho, la importancia de poseer dentro de sus instalaciones un espacio que permita desarrollar actividades académicas basadas en los nuevos enfoques del aprendizaje que sirvan de apoyo a profesores y estudiantes, dándoles las herramientas necesarias para la aplicación de conocimientos adquiridos.

En consecuencia, el tema descrito anteriormente no es limitado exclusivamente al programa académico de Ingeniería Industrial y mucho menos tratado únicamente dentro del país.

#### **4.3.1 “Diseño, montaje y puesta en marcha del laboratorio de procesos Industriales en la Universidad Cooperativa de Colombia – seccional Cali”<sup>37</sup>.**

Su finalidad era la de definir las pautas más acordes para colocar al servicio de los estudiantes y docentes el laboratorio de procesos Industriales de la Universidad, y con la implementación del mencionado, ofrecer mejores lineamientos de trabajo al docente y de aprendizaje a los alumnos de la asignatura.

Su objeto primordial fue brindar a los estudiantes un área para la práctica e investigación donde podrían aplicar y profundizar, acerca de los conceptos teóricos que adquieren en el estudio de la materia; otro propósito del proyecto fue asistir a los alumnos y docentes en la consulta teórica de los temas de aplicación en el laboratorio de procesos Industriales y que se encuentran en el contenido analítico de la asignatura.

---

<sup>37</sup> MARTÍNEZ, Lucely. Diseño, montaje y puesta en marcha del laboratorio de procesos Industriales en la Universidad Cooperativa de Colombia – seccional Cali, Trabajo de grado ingeniero industrial. Cali: Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ingeniería. 2002.

**4.3.2 “Diseño Físico y Pedagógico de un Laboratorio de Ingeniería Industrial”<sup>38</sup>**. La idea del proyecto fue implementar un laboratorio altamente flexible que permitiera desarrollar prácticas de diversas materias en el. Entre estas se encontraban Calidad en los Sistemas de Producción, Diseño y Distribución de Planta, Investigación de Operaciones, Procesos y Procedimientos, Seguridad Industrial y Métodos y Medición del Trabajo.

**4.3.3 “Desarrollo de un laboratorio de planificación de proyectos para la enseñanza-aprendizaje en la escuela de ingeniería industrial y estadística de la Universidad del Valle”<sup>39</sup>**. El objetivo principal del proyecto presentado es diseñar el laboratorio pedagógico de planificación de proyectos, contando con el uso de herramientas informáticas como software y hardware, además de recursos didácticos para el proceso de aprendizaje.

**4.3.4 “Aplicación de juegos estratégicos como herramienta complementaria para la enseñanza y aprendizaje de la teoría de estrategia”<sup>40</sup>**. La idea principal de este proyecto es involucrar juegos lúdicos a cursos formales universitarios, los cuales tienen pocos recursos didácticos para dicha teoría. En el proyecto se intenta probar una teoría propuesta que radica en la utilización de juegos de estrategia (que poseen finalidad básicamente lúdica) para desarrollarlos como herramientas que podrá ayudar al proceso de aprendizaje de los conceptos de la teoría detrás de la estrategia.

---

<sup>38</sup> BUITRAGO, Ana Lucia y JARAMILLO Blady Julieth. Diseño Físico y Pedagógico de un Laboratorio de Ingeniería Industrial. Trabajo de grado ingeniero industrial. Cali. Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería, 2002.

<sup>39</sup> SÁNCHEZ, Carolina. Desarrollo de un laboratorio de planificación de proyectos para la enseñanza-aprendizaje en la escuela de ingeniería industrial y estadística de la Universidad del Valle. Trabajo de grado ingeniero industrial. Cali. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial y estadística. 2003

<sup>40</sup> JARAMILLO, Fernando y Serrano, Raúl. Aplicación de juegos estratégicos como herramienta complementaria para la enseñanza y aprendizaje de la teoría de estrategia. Trabajo de grado ingeniero industrial. Cali. Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería Industrial. 2005

**4.3.5 “Diseño pedagógico y físico de un laboratorio de Ingeniería Industrial de almacenamiento y bodegaje para la Universidad ICESI”<sup>41</sup>**. Lo que buscaron con este proyecto era la creación del laboratorio cuyo objetivo principal era la de ayudar al profesor a proponer prácticas basadas en el aprendizaje activo que estimularan al estudiante con la preparación y desarrollo del conocimiento para su formación. Adicionalmente, era que el estudiante realizará prácticas con situaciones reales y descubriera o reforzara sus habilidades.

**4.3.6 “GEIO una visión general”<sup>42</sup>**. La idea del trabajo era recoger la historia del grupo GEIO desde su inicio pasando por los diversos cambios académicos hasta su actualidad. Proporciona una visión integral a las teorías desarrolladas como Dinámica de sistemas, Arquetipos sistémicos, y la quinta disciplina; además de dar un marco de referencia que permite conocer los aspectos positivos del grupo.

---

<sup>41</sup> BALLESTEROS, María del Pilar y SANTANDER, Francisco. Diseño pedagógico y físico de un laboratorio de Ingeniería Industrial de almacenamiento y bodegaje para la Universidad ICESI. Trabajo de grado ingeniero industrial. Cali. Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería Industrial. 2005

<sup>42</sup> OSORIO, Maryluz y DUQUE, Diana Patricia. GEIO una visión general. Trabajo de grado ingeniero industrial. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. 2007

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada en el presente proyecto es de carácter exploratorio, debido a que el tema a evaluar ha sido poco abordado. Este tipo de estudio ayuda a incrementar el nivel de familiaridad con el tema, además de permitir acercamiento, “determinar tendencias, identificar relaciones potenciales entre variables y establecer el tono de investigaciones posteriores más rigurosas”<sup>43</sup>.

La investigación se realiza en las diversas universidades de Cali y Palmira que cuenten con el programa de ingeniería industrial, además de referenciar trabajos de grados presentados por la comunidad estudiantil de las mismas. Esto con el fin de establecer parámetros para desarrollo del proyecto; ya que las condiciones técnicas, pedagógicas y sociales difieren respecto a otras entidades universitarias.

**5.1.1 Selección de la muestra:** En este orden de ideas, el método de muestreo empleado es de tipo “no probabilístico”, pues este muestreo permite obtener mejores resultados en los temas exploratorios o intencionales. En general, se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando que la muestra sea representativa. En consecuencia, la técnica a la que se recurre es de muestreo por conveniencia, aportando mejores resultados, ya que este procedimiento consiste en seleccionar las unidades muestrales más convenientes para el estudio, o en permitir que la participación de la muestra sea totalmente voluntaria. En el caso de este proyecto se seleccionan las universidades que cuentan con el programa de Ingeniería Industrial, además de realizar encuestas a expertos sobre el tema de laboratorios.

---

<sup>43</sup> Clasificación de DANKHE, 1986, p. 412.

**5.1.2 Tipos de datos:** Para la recopilación de la información se recurre a fuentes de dos tipos, primarias que tiene el propósito específico de dirigirlos al problema de investigación y secundarias que se recopilan para propósitos diferentes al del problema que se resuelve (Malhotra, 1997)<sup>44</sup>, definidas así:

Fuente primaria: Es aquella que permite obtener información (testimonio o evidencia) directa sobre el tema de investigación. En este caso se obtiene dicha información en trabajos de grado, encuestas, fotografías, observación, entre otras.

Fuente secundaria: Es aquella que interpreta y analiza fuentes primarias, es así que las fuentes secundarias están a un paso removidas o distanciadas de las fuentes primarias. Estas consisten en resúmenes, compilaciones o listados de referencias, preparados en base a fuentes primarias. Es información ya procesada. En tal caso la información para el presente proyecto se obtiene en libros de texto, artículos de revistas, artículos web, entre otras.

## **5.2 EVALUACIÓN DE LOS LABORATORIOS**

Al aclarar el tipo de investigación que se realiza y la selección de la muestra que se sigue, los requerimientos del laboratorio se obtienen a partir de definir estas variables.

Se identifican las universidades de Palmira y Cali que ofertan el programa académico de Ingeniería Industrial, dando paso a la elaboración de las cartas donde se solicita las visitas de los estudiantes para la elaboración del trabajo de grado.

---

<sup>44</sup> MALHOTRA, N.K. (1997): Investigación de Mercados. Un Enfoque Práctico, Prentice Hall, México.

Visitar el área del laboratorio de física, con el fin de determinar y evaluar las dimensiones del sitio, las posibilidades de adecuación para el laboratorio de ingeniería, entre otras cosas.

Visitar las universidades con las respectivas cartas de presentación, seguidamente se identifican cuales de ellas cuentan con espacios para el desarrollo de prácticas de laboratorio, esta información se obtiene mediante inspección y entrevista con el responsable del área.

Cabe aclarar que la metodología seguida en todas las visitas es la misma. Se realiza un recorrido por las instalaciones, se toman fotografías, se realiza una pequeña entrevista de tipo informal con el responsable del área, se solicita los inventarios del laboratorio, pero en todos los casos se obtiene la misma respuesta “es información confidencial”.

Mediante inspección se determinan algunas características necesarias para las áreas de los laboratorios, como el inmobiliario, flexibilidad, comodidad, entre otros, ya que las universidades son reservadas con este tipo de información.

Entre las visitas a las universidades, observación, artículos web entre otros, se identifican los paquetes informáticos que más se ajustan a las necesidades de los estudiantes y docentes, ya que son herramientas esenciales para el desarrollo de las prácticas y del aprendizaje.

Se realiza la evaluación entre los laboratorios encontrados (análisis comparativo) con el objetivo de determinar la cantidad de laboratorios en común, como una tendencia para identificar las asignaturas y por ende los requerimientos para el montaje del laboratorio.



### **5.3 COMPETENCIAS REQUERIDAS POR EL ENTORNO LABORAL**

Se realiza una investigación en diversas fuentes como trabajos de grado, encuestas, estudios realizados por el SENA, artículos de revista, artículos web, PEI, en su mayoría fuentes directas (primarias); con el fin de señalar las competencias requeridas por las empresas a los ingenieros industriales. Esto para dejar claro la necesidad de espacios para el desarrollo de actividades prácticas, al igual que el cambio de paradigma en los modelos pedagógicos, en busca de satisfacer las necesidades de un mercado laboral globalizado.

### **5.4 DISEÑO DE CUESTIONARIOS**

El cuestionario (encuesta coordinadores) se elabora pensando en las necesidades de la investigación. La naturaleza de la investigación se enfoca a la identificación de requerimientos de laboratorio, tanto en equipos, materiales e implementos, como en prácticas a realizar; por ello fue desarrollado por expertos en preguntas abiertas, dada la conveniencia en el tema, basados en el resultado arrojado por la tabla matriz de comparación.

El cuestionario de entrevista a la dirección se realiza con el fin de Identificar la percepción en la dirección de la sede frente a la importancia de los laboratorios para la enseñanza de la ingeniería industrial.

**5.4.1 Entrevista Dirección.** Esta entrevista posee un alto nivel de importancia en el presente proyecto, se plantea como fuente de primera mano, bajo la necesidad de establecer la percepción de la dirección frente a al montaje de laboratorios y su relevancia como herramienta primordial en la enseñanza y posterior adquisición de competencias en el programa de ingeniería industrial.

**5.4.2 Elementos del cuestionario encuesta.** La evaluación del cuestionario se derivó de los siguientes criterios.

**Pregunta 1.** Pregunta abierta para conocer los temas en los que debería realizarse las prácticas de laboratorio.

**Pregunta 2.** Pregunta abierta para conocer las fuentes utilizadas para realizar dichas prácticas.

**Pregunta 3.** Pregunta abierta para conocer los implementos necesarios para realizar las prácticas mencionadas.

**Pregunta 4.** Pregunta abierta para identificar los requerimientos informáticos para realizar las prácticas de la asignatura.

**Pregunta 5.** Pregunta abierta para conocer el punto de vista del encuestado, sobre la importancia del proyecto.

**Pregunta 6.** Pregunta abierta para conocer el nivel de uso que le daría al laboratorio.

Debe anotarse que la adquisición de la información se hizo en medio escrito (físico) y vía web, para facilitar la recolección y rápida evaluación de la misma.

## **5.5 PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN**

Mediante investigación en fuentes primarias y secundarias como trabajos de grado libros de texto, artículos de revistas, artículos web, observación en las visitas a las universidades y teniendo claro la normatividad vigente se establecieron parámetros de diseño de espacios (iluminación, prevención, ergonomía) con el fin de aportar el mayor beneficio a la institución y comodidad al docente y estudiante, así mismo plantear el manejo de los elementos del laboratorio (muebles y enseres).

Entre otras cosas, también se mencionan tendencias pedagógicas actuales para el desarrollo y fortalecimiento de habilidades necesarias para el entorno laboral, temas que deben de tener en cuenta los docentes al momento de elaborar guías de laboratorio. Elaboradas a partir de estudios por profesionales en el tema.

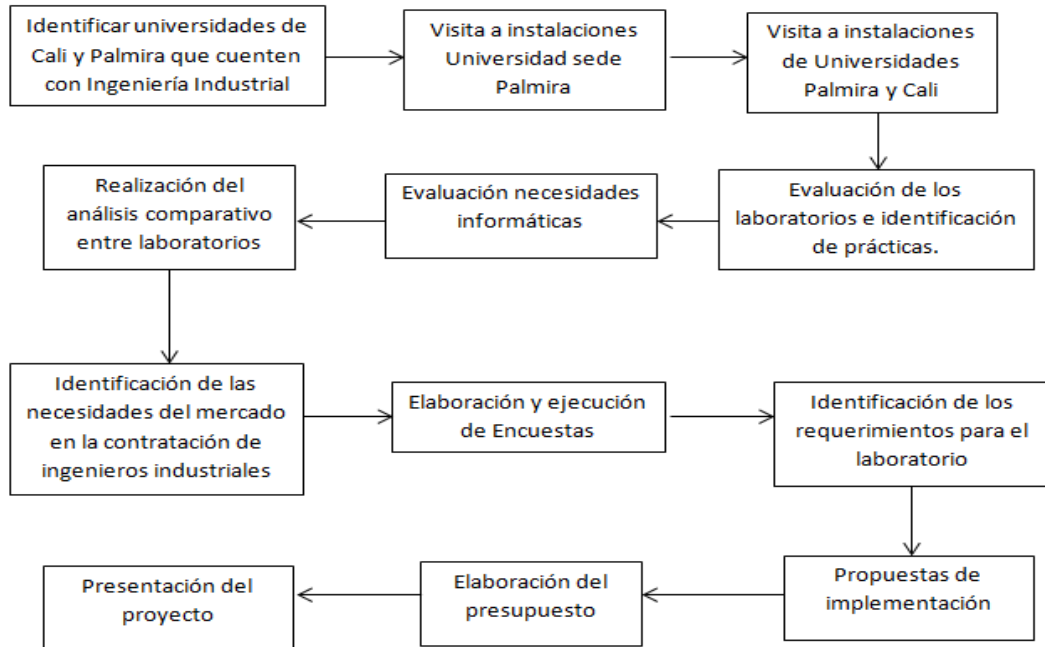
## **5.6 ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO**

Con la información adquirida mediante las encuestas, se realiza la respectiva cotización correspondiente a los implementos, equipos y paquetes informáticos, requeridos para presentar la propuesta de montaje de laboratorios de ingeniería industrial en la sede Palmira, dando así el costo de la inversión que representa el presente proyecto. No se realiza análisis de viabilidad, esto corresponde a la administración de la universidad.

## **5.7 PROPUESTA PUBLICITARIA**

Se presenta una propuesta publicitaria al momento de hacer efectivo el proyecto mediante la elaboración del modelo de Nicosia, realizado con asesoría del coordinador de Psicología.

**Figura 2. Resumen metodología utilizada.**



Fuente: los autores

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Bajo la identificación de los respectivos trabajos de grado realizados con el fin común del presente (estado del arte), se obtienen variables y metodologías que son relevantes para el desarrollo de la presente propuesta; es así, que se da paso a la identificación y posterior análisis de las diversas universidades que cuentan con el programa de ingeniería industrial y sus respectivos laboratorios.

De la información recolectada aquí, se realiza el respectivo análisis comparativo, donde se establecen los laboratorios y/o temas en que se efectúan las prácticas; donde más adelante junto con las encuestas y entrevistas se determinan los requerimientos necesarios para la implementación del servicio del laboratorio. También se mencionan las competencias que deben desarrollar los estudiantes en su proceso de formación para ser acogidos con facilidad por el entorno laboral.

Por último se presentan las propuestas como lineamientos administrativos, distribución de espacios (ergonomía, prevención, entre otros). Se elabora el respectivo presupuesto, donde se especifica el costo aproximado de la implementación del proyecto.

### **6.1 ANÁLISIS TRABAJOS DE GRADO**

Las diferentes ocasiones en que este tema (implementar un laboratorio de enseñanza de ingeniería industrial) ha sido tratado en diversas tesis y universidades, demuestra que los estudiantes velan por adquirir competencias que les permitan ser absorbidos por el entorno laboral el cual exige un nivel de conocimiento y desempeño considerablemente alto. Cada uno de los proyectos mencionados tiene este fin en común, el cual también es compartido por la presente propuesta.

Las tesis mencionadas han sido un aliciente gracias a que en la mayoría de estas el proyecto se capitalizó y en la actualidad los estudiantes usuarios de estos laboratorios reciben prácticas que contribuyen en la adquisición de capacidades. Tal es el caso del Laboratorio Físico y Pedagógico de Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI, presentado como tesis en el año 2002. En ésta, se desarrollan juegos estratégicos para el aprendizaje de la teoría de estrategia, cuya implementación se debe a otra tesis presentada 3 años después a la que causo la implementación del laboratorio, es decir en el 2005. Otro de los casos a citar es la tesis presentada en la Universidad Cooperativa de Colombia bajo el título “Diseño, montaje y puesta en marcha del laboratorio de procesos Industriales en la Universidad Cooperativa de Colombia – seccional Cali”; gracias a ésta, en la actualidad funciona el Laboratorio de Procesos Industriales o de Métodos.

Al observar lo anterior, se puede afirmar que las tesis, cuyo objeto es implementar laboratorios de ingeniería industrial, tienen un interés particular por los métodos pedagógicos; que sin lugar a dudas aportan una herramienta fundamental para el desarrollo y afianzamiento de habilidades en los estudiantes. Por otra parte, estos proyectos cuentan con una acogida aceptable por las instituciones de educación superior gracias a que influye positivamente en varios niveles, desde los estudiantes hasta en la misma comunidad, ya que en la sociedad existirán más profesionales con un mayor nivel de desempeño.

Los aportes ofrecidos por los trabajos de grado antes mencionados y que se tienen en cuenta para el desarrollo del proyecto son:

- El tipo de investigación aplicado con el fin de determinar los requerimientos mínimos para el montaje del laboratorio.
- Las teorías de aprendizaje como herramientas para la elaboración de la propuesta.

- La aplicación de encuestas (fuentes primarias) para determinar las necesidades y requerimientos para la elaboración de la propuesta.

## **6.2 EVALUACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES**

En esta fase se realiza una investigación exhaustiva en diversas universidades de la ciudad de Cali y Palmira con el fin de identificar aquellas que cuenten con el programa de Ingeniería Industrial; esto con el fin de establecer un punto de comparación y así obtener los aspectos más significativos y notables para el diseño y desarrollo del proyecto. Debe quedar bastante claro que se realiza este tipo de investigación, ya que la Universidad del Valle sede Palmira no cuenta con laboratorios y la mejor guía para su montaje es la comparación de aquellas que si lo poseen.

### Laboratorios referenciados

En la ciudad de Cali y Palmira solo algunas universidades cuentan en sus programas de pregrado la Ingeniería Industrial y espacios para la investigación. Ellas comprometidas y con el objetivo en común de formar profesionales integrales, ofrecen este tipo de espacios, como es el caso de la Universidades Autónoma, Cooperativa de Colombia, Icesi, Javeriana, San Buenaventura, Universidad Santiago de Cali, etc. Cabe aclarar, que aunque posean espacios adecuados, maquinarias y equipo, la herramienta pedagógica es la de más difícil desarrollo ya que se debe romper los paradigmas de maestros y estudiantes.

A continuación, se describe los laboratorios de Ingeniería Industrial, espacios físicos, salas, etc, de cada una de estas:

**6.2.1 Universidad Autónoma.** La Universidad Autónoma de Occidente, en su facultad de Ingeniería, cuenta con 42 laboratorios distribuidos en sus nueve (9) programas de pregrado, nueve (10) de estos laboratorios son de uso exclusivo del programa de Ingeniería Industrial y dos (2) son utilizados conjuntamente con los demás pregrados de ingeniería, lo que suma un total de 12 áreas disponibles para los estudiantes de Ingeniería Industrial en esta universidad. La siguiente tabla muestra la relación de laboratorios de Ingeniería.

**Tabla 1. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad autónoma de occidente.**

No .	Laboratorios	Ing Ambiental	Ing Multimedia	Ing Eléctrica	Ing Electrónica	Ing Biomédica	Ing Mecánica	Ing Mecatronica	Ingeniería Industrial	Ingeniería Informática
1	Laboratorio de Química	x	x	x	x	x	x	x	x	
2	Laboratorio de Física	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Laboratorio Integrado de Ciencias Ambientales	x								
4	Laboratorio de Biotecnología	x								
5	Laboratorio de Visualización y Simulación 3D		x							x
6	Laboratorio de Dispositivos móviles y Sistemas Inalámbricos		x		x					x
7	Laboratorios Integrados_MAC		x							
8	Laboratorio de Computación Gráfica		x							
9	Laboratorio de Procesamiento de medios digitales		x							
10	Laboratorio de Conversión de Energía			x						
11	Laboratorio de Máquinas Eléctricas			x						
12	Laboratorio de Transformadores			x						
13	Laboratorio de Circuitos Eléctricos y Electrónica			x						
14	Laboratorio de Lógica Cableada			x						
15	Laboratorio de Lógica Programada			x						
16	Laboratorio de Eficiencia Energética			x						
17	Laboratorio de circuitos y electrónica análoga				x					



18	Sala de simulación digital				x			x		
19	Sala Motorola				x			x		
20	Laboratorio de electrónica de potencia				x			x		
21	Laboratorio de Telemática				x					x
22	Laboratorio de Ciencias Biomédicas					x				
23	Laboratorio de Bioinstrumentación					x				
24	Laboratorio de Biomecánica					x				
25	Laboratorio de materiales						x			
26	Laboratorio de mecánica de fluidos						x			
27	Laboratorio de mecánica de sólidos						x			
28	Laboratorio de vapor						x			
29	Laboratorio de vibraciones						x			
30	Laboratorio de Automática							x		
31	Laboratorio de Ingeniería de Métodos								x	
32	Laboratorio de Salud Ocupacional y Gestión Ambiental								x	
33	Laboratorio de Procesos Industriales								x	
34	Laboratorio Diseño de Planta								x	
35	Laboratorio de Logística								x	
36	Laboratorio de Gestión y Control de Calidad								x	
37	Laboratorio Investigación de Operaciones								x	
38	Laboratorio de Procesos y Materiales								x	
39	Laboratorio de Sistemas Integrados de Manufactura								x	
40	Laboratorio de Informática									x
41	Laboratorio de Sistemas de Información									x
42	Gestión de Operaciones								x	
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

Fuente: Los autores

- Laboratorio de Gestión de Operaciones: En este laboratorio se desarrollan prácticas para simular y analizar los sistemas de Fabricación Flow Shop - Job Shop. De igual forma se simulan los sistemas Justo a Tiempo, bajo las modalidades de Pull y Push.

- Laboratorio de Ingeniería de Métodos: Tiene como objetivo primordial el generar competencias prácticas en el estudiante enfocadas en el manejo de conceptos tales como: antropometría y cálculo de percentiles para el diseño de puestos de trabajo; estudio y análisis de tareas para proponer mejoras en puestos de trabajo a través desarrollo de los diferentes diagramas de proceso, desarrollo de metodologías para el cálculo del tiempo estándar de productos; análisis líneas de producción con el fin de generar el balanceo de cargas de trabajo entre estaciones de trabajo.
  
- Laboratorio de Salud Ocupacional y Gestión Ambiental: Este laboratorio cuenta con una serie de prácticas cuyo propósito le permite al estudiante identificar, evaluar e intervenir en factores de riesgo como: Estrés térmico, ruido, vibraciones, radiaciones no ionizantes, niveles de luz, ergonomía.
  
- Laboratorio de Procesos Industriales: Permite identificar, medir y controlar las diferentes variables del proceso productivo, como viscosidad de las sustancias, PH, temperatura y presión. Además permiten realizar una evaluación sistémica de procesos mediante una serie de procesos productivos a escala.
  
- Laboratorio Diseño de Planta: Permite determinar la distribución óptima de máquinas - equipos y ubicación de la planta, teniendo en cuenta elementos de diseño de tipo arquitectónico, estructural, eléctrico, entre otros elementos. Cuenta adicionalmente con diferentes casos de aplicación de empresas de la región.
  
- Laboratorio de Logística: Se realizan prácticas de gestión de almacenamiento y manejo de inventarios, sistemas de transporte y distribución, tecnologías de comunicación, entre otras.

- Laboratorio de Gestión y Control de Calidad: En este laboratorio se cuentan con una serie de equipos con los cuales el estudiante puede evaluar las características de calidad de un sin número de productos. Además se cuenta software que apoya las actividades de laboratorio especialmente en la generación de Histogramas, diagramas de paretto, cartas de control y otra serie de herramientas útiles en esta área
- Laboratorio Investigación de Operaciones: Las prácticas desarrolladas en este laboratorio permiten al estudiante identificar la función objetivo de un problema, además de sus restricciones, contribuyendo de esta forma a que el estudiante interiorice estos conceptos.
- Laboratorio de Procesos y Materiales: Se realizan prácticas tales como: metalografía, granulometría, fundición, remoción de material, soldadura. De esta forma el estudiante adquiere competencias específicas que podrá desarrollar en su vida profesional.
- Laboratorio de Sistemas Integrados de Manufactura: Este laboratorio tiene como propósito la orientación hacia la comprensión e interacción del diseño (CAD), fabricación (CAM) y planeación de procesos de fabricación de piezas metálicas.

**6.2.2 Universidad Cooperativa de Colombia.** La universidad cooperativa por su parte cuenta con 8 programas académicos Administración de Empresas, Contaduría Pública, Derecho, Fisioterapia, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Industrial, Mercadeo, Psicología de los cuales dos pertenecen a la facultad de Ingeniería Industrial, el tercero es utilizado en conjunto con otros programas.

**Tabla 2. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad cooperativa de Colombia – Cali**

No.	LABORATORIOS	Ingeniería de Sistemas y Computación	Ingeniería Industrial.
1	Laboratorio Métodos		X
2	Laboratorio de Mecanismos		X
3	Laboratorio de física	X	X
4	Laboratorio de sistemas	X	
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Fuente: Los autores

El anterior cuadro representa las 2 áreas que permiten desarrollar en el programa de Ingeniería Industrial las siguientes prácticas de laboratorio:

- Práctica laboratorio de estudio del trabajo: se realizan prácticas para aplicar los principios y técnicas de la ergonomía y la ingeniería de métodos con el objetivo de lograr un diseño óptimo de sistemas de trabajo. También se hacen prácticas de medición del trabajo.
- Práctica laboratorio de electrotecnia: se realizan mediciones de parámetros eléctricos y se utilizan máquinas eléctricas.
- Práctica laboratorio de Procesos de manufactura e industriales: se practica directamente con equipos y herramientas de uso industrial como: banco, torno, fresadora e instrumentos de medición industrial en convenio con el SENA.
- Práctica laboratorio de Producción y Operaciones: Se realiza en la Planta Piloto Prototipo en donde se ha dispuesto todo un proceso productivo para la comercialización de la Papa Amarilla Yema de Huevo; la práctica esta

asistida logísticamente con banda transportadora, seleccionadora, lavadora de papa, marmita, todas para uso manual y automático

- Práctica laboratorio de Métodos y Tiempos: asistido logísticamente de puestos de trabajo para ensamble de juguetería y productos de tamaño pequeño para procesos limpios y unitarios.
- Práctica laboratorio de Simulaciones: esta constituido por cuatro procesos unitarios en donde se incluyen el transporte de materias primas, la refrigeración, la generación de vapor y el tratamiento de aguas residuales.

**6.2.3 Universidad Javeriana.** La Universidad Javeriana de la ciudad de Cali en su Facultad de Ingeniería cuenta con cuatro (4) pregrados, cada uno de los cuales posee sus propios laboratorios, el total de estos, dentro de la facultad es de doce (12) los cuales se señalan a continuación:

**Tabla 3. Laboratorios facultad de ingeniería de la pontificia universidad javeriana – Cali**

No.	LABORATORIOS	Ingeniería Civil	Ingeniería Electrónica	Ingeniería de Sistemas y Computación	Ingeniería Industrial.
1	Laboratorio para prácticas de Topografía y Vías	x			
2	Laboratorio Fluidos e Hidráulica	x			
3	Laboratorio de Materiales y Pavimentos	x			
4	Laboratorio de Tratamiento de Aguas	x			
5	Laboratorio de Suelos	x			
6	Laboratorio de Electrónica		x		
7	Centro de Automatización de Procesos		x		
8	Laboratorio de Sistemas			x	
9	Laboratorio de Seguridad Industrial				x
10	Laboratorio de Métodos y Medidas				x
11	Laboratorio de Procesos Industriales				x
12	Centro de automatización de Procesos – CAP				x
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Fuente: Los autores

La carrera cuenta con cuatro laboratorios:

- Laboratorio de Seguridad Industrial.
- Laboratorio de Métodos y Medidas.
- Laboratorio de Procesos Industriales: conformado por cinco plantas de simulación:
  - Extrusión de plástico
  - Galvanoplastia
  - Balance de materia
  - Refrigeración y climatización
  - Intercambio de calor
- Sala de Neumática: Destinada al diseño e implementación de los principios de la automatización en los procesos industriales. Se cuenta con bancos de trabajo con equipos neumáticos, electro-neumáticos y electrohidráulicos así como controladores lógicos programables para el desarrollo de prácticas del control y automatización industrial.
- Centro de automatización de Procesos – CAP
  - Sala CAD / CAM: Destinada para el diseño y fabricación de producto asistido por computador.
  - Sala CNC: Destinada a la programación y control de procesos realizados en condiciones industriales simuladas cuenta con varias estaciones de trabajo que incluyen un almacén de materia prima y producto terminado, una banda transportadora para el flujo de material, robots manipuladores, una estación de control de calidad por visión artificial y una estación de mecanizado. Se incorporan elementos de robótica industrial, logística de almacenamiento y

distribución, al igual que sistemas de información debidamente integrados a través de redes de telecomunicación industrial.

**6.2.4 Universidad San Buenaventura.** La Universidad San Buenaventura es una de las instituciones de educación superior que cuenta con mayor número de laboratorios en su Facultad de Ingeniería, esta posee treinta y tres (33) áreas para la investigación repartidos entre sus seis (6) pregrados tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad San Buenaventura – Cali**

No.	LABORATORIOS	Ingeniería Agroindustrial	Ingeniería Electrónica	Ingeniería Multimedia	Ingeniería de Materiales	Ingeniería de Sistemas	Ingeniería Industrial
1	Laboratorio de Física	x			x		x
2	Laboratorio de Química	x	x		x		x
3	laboratorios de procesamiento de cárnicos*	x					
4	laboratorios de procesamiento de lácteos*	x					
5	laboratorios de procesamiento de vegetales*	x					
6	Laboratorios de Física y Acústica		x				
7	Laboratorio de Sistemas de Sonido		x				
8	Laboratorio de Circuitos Eléctricos y Electrónicos		x				
9	Lab de Automatización industrial		x				
10	Laboratorio de Redes de Computadores		x				
11	Laboratorio de Control de Calidad		x				x
12	Laboratorio de Control de procesos		x				
13	Salas de Simulación (MatLab, Lab View, Multisim, etc)		x				
14	Laboratorios de Multimedia (con tecnología MAC)		x				
15	Laboratorio de proyectos de aula y proyectos de grado.		x				
16	Laboratorio de desarrollo de Software		x				
17	Laboratorio de Video			x			

18	Sala Mac			x			
19	Laboratorio de Investigación			x			
20	Laboratorio de Creatividad			x			
21	Laboratorio de Procesos y manufactura				x		
22	Laboratorio de Corrosión				x		
23	Laboratorio de Materiales poliméricos				x		
24	Laboratorio de Fundición, soldadura y tratamientos térmicos				x		
25	Laboratorio de Metalografía y ensayos no destructivos				x		
26	Laboratorio de Materiales cerámicos y cementos				x		
27	Laboratorio de Materiales compuestos				x		
28	Laboratorio de Ensayos mecánicos				x		
29	Laboratorio de Software (LIDIS)					x	
30	Laboratorio de Métodos de Trabajo.						X
31	Laboratorio de Simulación.						X
32	Laboratorio de Estadística e Investigación de operaciones.						X
33	Unidad Productiva.						X
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Fuente: Los autores

El pregrado de Ingeniería Industrial abarca siete (7) laboratorios, de los cuales cuatro (4) son de uso exclusivo, y tres (3) son de uso compartido con otra u otras carreras de la misma facultad.

En la actualidad, se desarrollan procesos de actualización y mejoramiento de la infraestructura de laboratorios y se avanza en materia de Investigación, proyección social y modernización curricular, con el fin de obtener en el corto plazo, por parte del Consejo Nacional de Acreditación el merecido reconocimiento de alta calidad. Actualmente, el programa de Ingeniería Industrial cuenta con los siguientes laboratorios y espacios para el desarrollo óptimo de las actividades académicas.

- Laboratorio de Física (en conjunto con otros programas académicos)
- Laboratorio de Química (en conjunto con otros programas académicos)
- Laboratorio de Métodos de Trabajo.



- Laboratorio de Control de Calidad. (en conjunto con otros programas académicos)
- Laboratorio de Simulación.
- Laboratorio de Estadística e Investigación de operaciones.
- Unidad Productiva.

**6.2.5 Universidad Santiago de Cali.** La universidad cuenta con 9 Laboratorios de docencia para la facultad de ingeniería, 1 laboratorio de docencia para la Facultad de Salud, 1 laboratorio de lenguas modernas y 5 laboratorios orientados a la Investigación Aplicada. La creación de los laboratorios de Investigación Aplicada de Visión Artificial y Ultrasonido fue el detonante para que la universidad lograra un rumbo hacia la investigación y las relaciones internacionales. En su estructura administrativa son manejados desde el punto de vista operativo por un supervisor que controla todas las tareas ejecutoras de dichas zonas con el apoyo de los auxiliares a su cargo. A continuación, se relaciona cada laboratorio del área de Ingeniería.

**Tabla 5. Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad Santiago de Cali**

No.	LABORATORIOS	Bioingeniería	Ingeniería Comercial	Ingeniería Electrónica	Ingeniería de sistemas	Ingeniería Industrial
1	Redes y telemática			X		
2	Métodos y tiempos		X			X
3	Procesos industriales – control de calidad		X			X
4	Electrónica I	X		X		X
5	Electrónica II	X		X		
6	Física I	X	X	X	X	X
7	Física II	X	X	X	X	X
8	Computación móvil y banda ancha				X	
9	Educación virtual	X	X	X	X	X
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Fuente: Los autores

De los 51 laboratorios existentes en la universidad, en el tercer piso se encuentran ubicados los pertenecientes al programa de Ingeniería Industrial, con espacios

para desarrollar actividades como métodos y tiempos, procesos industriales, control de calidad, física I, física II y otros que se encuentran en proceso de actualización y montaje. Por otra parte, el cuarto piso cuenta con un aula especial para la investigación de docencia.

**6.2.6 Universidad ICESI.** El nuevo edificio de Laboratorios de Icesi fue construido para albergar los laboratorios y las oficinas administrativas de las facultades de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Icesi. Este edificio cuenta con un total de 26 laboratorios de docencia: 16 corresponden a disciplinas en ciencias naturales; 6 en física, electrónica y materiales; y 4 en medicina. Además, cuenta con un auditorio, una enfermería y 17 laboratorios de investigación en ciencias entre los que se encuentran: laboratorio de biología y genética molecular farmacología, biotecnología farmacéutica, biotecnología animal y vegetal, productos naturales, química ambiental, entre otros.

En esta universidad hay un total de ocho (8) laboratorios y tres (3) pregrados en su Facultad de Ingeniería los cuales se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6.Laboratorios facultad de ingeniería de la universidad Icesi**

No.	LABORATORIOS	Ingeniería de Sistemas	Ingeniería Telemática	Ingeniería Industrial
1	laboratorio de Redes y Comunicaciones	x	x	
2	Laboratorio de Hardware ,Lógica Digital y Electrónica	x		
3	Laboratorio de Física	x		
4	Laboratorio de Inalámbricas		x	
5	Laboratorio de hardware, física y electrónica		x	
6	Laboratorio de Electrotecnia			x
7	Laboratorio físico y pedagógico de ingeniería Industrial			x
	<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Fuente: Los autores

Por su lado, el programa de Ingeniería industrial posee laboratorios flexibles que le permiten realizar prácticas en materias básicas y electivas como procesos y procedimientos, investigación de operaciones, procesos estocásticos, planeación y control de la producción, calidad en los sistemas de producción, distribución de planta e instalaciones, aplicaciones industriales del computador, manufactura sincrónica, técnicas de pronósticos y sus aplicaciones, pensamiento sistémico aplicado a la logística, análisis del ciclo de vida; los cuales pertenecen a las materias de procesos y procedimientos, planeación y control de la producción, calidad en los sistemas de producción y aplicaciones industriales del computador.

**6.2.7 Universidad del Valle sede Meléndez.** Centro Universitario de Simulación Empresarial CUSE: Desde el I Semestre de 2008 se encuentra en funcionamiento este Centro en el salón 101 de la facultad de administración, sin embargo es usado por estudiantes de Ingeniería.

La estrategia de la Facultad consiste en hacer uso de simuladores y combinar a través de conocimiento práctico los casos de aplicación de la lógica empresarial unida a la lógica tecnológica para conseguir un producto de utilidad en las clases y que contribuya a la formación del estudiante de pregrado y posgrado y al mismo tiempo pueda emplearse como apoyo a algunos sectores de pequeñas y medianas empresas en la resolución de sus problemas.

Hay que aclarar que el programa no cuenta con laboratorios propios.

**6.2.8 Universidad del Valle sede Palmira.** Actualmente, la Universidad cuenta con áreas específicas para la realización de laboratorios en las áreas de alimentos, electrónica, química, física. Sin embargo, para el programa de Industrial se lleva a cabo las correspondientes prácticas de laboratorio en el área de física; además de resaltar que no cuenta con implementos necesarios para su

realización, viéndose en la necesidad de solicitar el préstamo de implementos a las otras arsas. Las prácticas que se llevan a cabo son:

- Laboratorio de Física (en conjunto con otros programas)
- Laboratorio de electrónica
- Laboratorio de alimentos
- Laboratorio de Química
- Sala de Informática

De toda la información anterior resulta la siguiente tabla, esta hace una relación entre la universidad, los laboratorios que posee con los soportes informáticos y los temas que tratan en cada uno de ellos.

**6.2.9 Universidad Pontificia Bolivariana.** La Universidad ofrece el servicio de pregrado de ingeniería industrial desde el año de 2008 y no cuenta actualmente con laboratorios donde sus estudiantes realicen prácticas pedagógicas.

**Tabla 7. Consolidado laboratorios Universidades**

UNIVERSIDAD	PRÁCTICAS REALIZADAS o LABORATORIOS CON LOS QUE CUENTA	INVENTARIO INFORMÁTICO	TEMAS
Icesi	Planeación y control de la producción		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Scheduling</li> <li>•Programación de operaciones</li> </ul>
	Procesos y procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office</li> <li>• Microsoft Visio</li> <li>• Promodel</li> <li>• SPSS</li> <li>• Visual Jobshop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de tiempos</li> <li>• Estudio de movimientos</li> <li>• Análisis de procesos</li> <li>• Diagramas de recorrido.</li> </ul>
	Investigación de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual Manufacturing</li> <li>• Win QSB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación y organización de proyectos</li> <li>• Programación lineal</li> </ul>
	Procesos estocásticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software código de barras (Labelview)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de colas</li> <li>• Simulación de procesos productivos</li> <li>• Análisis estadístico de la simulación</li> </ul>
	Calidad en los sistemas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simapro</li> <li>• Vensim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas de control estadístico de calidad</li> </ul>
	Distribución de planta e instalaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de planos a partir del análisis de la distribución de una planta real estudiada.</li> </ul>

	Aplicaciones Industriales del Computador		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de procesos productivos y logísticos.</li> </ul>
	Manufactura Sincrónica		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de juegos con diferentes situaciones que ilustran los conceptos de TOC, como por ejemplo el Drum-Buffer-Rope (DBR)</li> </ul>
	Técnicas de Pronósticos y sus aplicaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de diferentes técnicas de pronósticos utilizando herramientas estadísticas</li> </ul>
	Pensamiento Sistémico aplicado a Logística.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis sistémico de procesos logísticos</li> </ul>
	Análisis de Ciclo de Vida		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de impacto ambiental en el ciclo de vida de productos</li> </ul>
<b>Universidad Santiago de Cali</b>	Métodos y tiempos / Diseño en planta		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos y Tiempos</li> </ul>
	Procesos Industriales y control de calidad		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos Industriales</li> </ul>
	Física 1 (En conjunto con otros programas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WINSPTS</li> <li>• Análisis Gráfico</li> <li>• Science Workshop</li> <li>• DCHL 2.0</li> <li>• WORBENCH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición</li> <li>• Tratamiento de errores</li> <li>• Función lineal - Ley de hooke</li> <li>• Linealización de una curva</li> <li>• Movimiento Parabólico</li> <li>• Caída libre</li> <li>• Movimiento Rectilíneo</li> <li>• fuerza - vectores</li> </ul>
	Física 2 (En conjunto con otros programas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrostática</li> <li>• Conductores y Aisladores</li> <li>• Multímetro</li> <li>• Ley de Ohm</li> <li>• Leyes de Kirchoff</li> </ul>
<b>Universidad Autónoma</b>	Física (En conjunto con otros programas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición y análisis de datos</li> </ul>
	Métodos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• antropometría</li> <li>• Diseño puestos de trabajo</li> <li>• Estudio y análisis de tareas Diagramas de proceso</li> <li>• Toma de tiempos</li> <li>• Balanceo de línea</li> </ul>
	Gestión de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solid Edge</li> <li>• Mastercam</li> <li>• Proceso de fabricación utilizando tornos y fresas CNC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación Flow Shop - Job Shop</li> <li>• sistemas Justo a Tiempo</li> <li>• líneas de producción</li> <li>• ERP</li> <li>• Programación por lotes, alistamiento y abastecimiento</li> </ul>
	Salud Ocupacional y Gestión Ambiental		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrés térmico</li> <li>• Ruido</li> <li>• Vibraciones</li> <li>• Radiaciones no ionizantes</li> <li>• Niveles de luz</li> <li>• Ergonomía</li> </ul>
	Procesos Industriales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de Viscosidad</li> <li>• Medición de Temperatura</li> <li>• Medición de Presión</li> <li>• Evaluación de sistemas productivos a escala</li> </ul>

	Diseño de Planta		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño arquitectónico</li> <li>• Diseño estructural</li> <li>• Diseño eléctrico</li> <li>• Distribución en planta</li> </ul>
	Logística		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de almacenamiento</li> <li>• Manejo de inventarios</li> <li>• Tecnologías de comunicación</li> <li>• Sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Sistemas de identificación de productos por códigos de Barras</li> </ul>
	Gestión y Control de Calidad		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de calidad</li> <li>• Generación de histogramas, diagramas de paretto, Cartas de control mediante software especializado.</li> </ul>
	Investigación de Operaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• modelación matemática</li> <li>• Simulación</li> </ul>
	Procesos y Materiales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• metalografía</li> <li>• granulometría</li> <li>• fundición</li> <li>• remoción de material</li> <li>• soldadura</li> </ul>
	Laboratorio de Sistemas Integrados de Manufactura		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diseño (CAD),</li> <li>• fabricación (CAM)</li> <li>• planeación de procesos de fabricación de piezas metálicas</li> </ul>
<b>Universidad Cooperativa</b>	Simulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wonderword</li> <li>• winqsb</li> <li>• autocad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de materia primas</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Generación de vapor</li> </ul>
	Física (En conjunto con otros programas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comportamiento de partículas</li> <li>• Comportamiento de líquidos</li> <li>• Leyes fenómenos Eléctricos</li> <li>• Fenómenos Magnéticos</li> <li>• Circuitos: Ley de Ohm</li> <li>• Manejo corriente continua</li> <li>• Manejo corriente alterna</li> </ul>
	Electrotecnia (En conjunto con otros programas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición parámetros eléctricos</li> <li>• Maquinas eléctricas</li> <li>• Aplicación procesos industriales</li> <li>• Circuitos: Leyes de kirchhoff</li> </ul>
	Procesos de manufactura e industriales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo Fresadora</li> <li>• Manejo tomo</li> <li>• Banco</li> <li>• Medición Industrial</li> </ul>
	Metalurgia y Ciencias de los Materiales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición materiales ferrosos</li> <li>• Moldeo</li> </ul>
	Producción y Operaciones		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento a proceso productivo</li> <li>• Comercialización</li> </ul>
	Métodos y tiempos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de tiempos</li> <li>• Ensamble de juguetería</li> <li>• Procesos limpios y unitarios</li> </ul>

	Estudio del trabajo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de ergonomía</li> <li>• Métodos</li> <li>• Diseño de sistemas de trabajo</li> <li>• Medición de trabajo</li> </ul>
<b>Universidad Javeriana</b>	Seguridad Industrial	Virtual Plant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomía</li> <li>• estudio del trabajo</li> </ul>
	Métodos y Medidas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución en planta</li> <li>• Control de calidad</li> </ul>
	Procesos Industriales		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance de materia</li> <li>• Refrigeración y climatización</li> <li>• Intercambio de calor</li> <li>• Galvanoplastia</li> <li>• Extrusión de plástico</li> <li>• Control de procesos</li> </ul>
	Centro de automatización de Procesos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulación de procesos</li> <li>• Diseño y fabricación de producto</li> </ul>
<b>Universidad San Buenaventura</b>	Física (En conjunto con otros programas)		• N.A
	Química (En conjunto con otros programas)		• N.A
	Laboratorio de Métodos de Trabajo.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramado de procesos y actividades</li> <li>• Equilibrio de línea</li> <li>• Estudio de movimientos</li> <li>• Diseño puestos de trabajo</li> </ul>
	Laboratorio de Control de Calidad.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartas de control</li> <li>• Control de procesos</li> </ul>
	Laboratorio de Simulación.		Simulación
	Laboratorio de Estadística e Investigación de operaciones.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución normal, binomial, exponencial</li> <li>• Programación x lote</li> <li>• Justo a tiempo</li> </ul>
	Unidad Productiva.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización, producto</li> <li>• Métodos de transporte</li> <li>• Distribución física</li> </ul>
<b>Universidad Del valle sede Palmira</b>	Laboratorio de Física (En conjunto con otros programas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• winqsb</li> <li>• Logware</li> </ul>	Física I: * Carril de aire • Segunda ley de Newton • Fuerzas concurrentes • Plano inclinado • Coeficiente de fricción • Fuerza centrípeta • Conservación de la energía • Conservación del momento • Rotación Física II: Estática - ley de Hooke
	Laboratorio de electrónica, electrotecnia (En conjunto con otros programas)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de electricidad</li> <li>• Leyes de conexión</li> <li>• Análisis de circuitos</li> </ul>

<b>Universidad del valle Meléndez</b>	Laboratorio de Física (En conjunto con otros programas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gnumeric</li> <li>• SCHEME</li> <li>• Dia</li> <li>• ConceptDraw</li> <li>• BizAgi process</li> <li>Modeleler Beta</li> <li>• WoPeD (Workflow Petri Net Designer)</li> <li>• Strategy Map</li> <li>Balanced Scorecard</li> <li>• Dynamics Solver</li> <li>• GPSS World student versión</li> <li>Arena</li> <li>• SeSAm</li> <li>• Vensim</li> </ul>	Física I: N:A Física II: N.A
---------------------------------------	--	--	---------------------------------

Fuente: Los autores

De igual manera, no se debe dejar de lado el uso de los paquetes de Software, como es el caso de la universidad del Valle, la cual posee una amplia gama de programas que dan un apoyo a las prácticas de laboratorio y de asignaturas.

Listado software de simulación disponible en el laboratorio cuse Universidad del Valle por uso:

**Tabla 8. Paquetes informáticos.**

Nombre	Inv. Oper.	Mercad eo	estadist.	RH	Finan.	Calidad	Matem.	Modelado	Gest. Admon	Juridi.
SPSS		X	X		X	X	X	X		
FreeMat							X			
Gnumeric	X	X	X		X		X			
SCHEME	X	X	X					X		
R	X	X	X		X					
Dia								X		
ConceptDraw								X		
BizAgi process Modeleler Beta							X			
Ps-i								X		
WoPeD (Workflow Petri Net Designer)								X		
Strategy Map								X		
Balanced Scorecard								X		
Brahms Agent Environment								X		
Dynamics Solver							X	X		
GPSS World student version								X		
Arena								X		
SeSAm								X		
Vensim								X		
Gedex 5				X					X	X
MisProductos.net									X	
Zen marketing										
OpenERP	X	X	X	X	X	X			X	

Fuente: Universidad del valle Meléndez



Cada Universidad de acuerdo al laboratorio, maneja un inventario en materiales y equipos los cuales están disponibles para sus estudiantes. Estos inventarios se tomaron en cuenta para generar los requerimientos para el presente proyecto. De acuerdo a estos listados y con ayuda de expertos se determinará la compilación de estos, para la elaboración del presupuesto.

**6.2.10 Paquetes Informáticos.** La transición que se está viviendo actualmente hacia una sociedad del conocimiento ha modificado profundamente las relaciones entre las personas, empresas y gobiernos. Las empresas usan la red para relacionarse con clientes y proveedores, utilizan también herramientas de gestión del conocimiento para ser más eficientes, los gobiernos mejoran su presencia en internet y los servicios a los ciudadanos a través de la red, los usuarios hacen uso de herramientas tecnológicas para mejorar sus relaciones personales entre otras. Estas herramientas son llamadas (Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC).

Las tendencias que desarrolla la educación se observa el avance del uso de las TIC en el proceso enseñanza – aprendizaje; este fue el tema del congreso más grande del mundo sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación nombrado (ISTE)<sup>45</sup> 2010 (Sociedad Internacional de Tecnología en la Educación). Aquí se trataron asuntos como el uso de hardware, software, equipos diversos y servicios enfocados en el uso de las TIC para mejorar el aprendizaje, la enseñanza y la administración en las Instituciones Educativas.

Dentro de este contexto, cabe resaltar el hecho de que los paquetes informáticos (Software) constituyen una herramienta importante dentro del ámbito académico, establecido ya como el fundamento primordial para el desarrollo y la competitividad de un país. Es así, que en el ámbito académico (escuela, instituto o

---

<sup>45</sup>ISTE 2010: NUEVAS TENDENCIAS EN EDUCACIÓN Y TIC. (en línea) <<http://www.eduteka.org/ISTE2010.php>>

Universidad) los docentes en la actualidad hacen uso de dichos paquetes como parte primordial dentro de su proceso de enseñanza- aprendizaje. Esto se puede explicar por su relación uso/beneficio, ya que son cada vez más utilizados como el gran intermediario entre la información y la inteligencia humana, de la misma manera permiten realizar cálculos a gran velocidad, donde la capacidad humana requeriría horas en desarrollar, además de contar con altos índices de confiabilidad en cuanto a resultados y optimización de estos.

Dentro de lo que respecta al estudio y análisis de los laboratorios externos para el desarrollo del presente proyecto, se encontró que las universidades emplean en la actualidad un mayor porcentaje de uso de estas herramientas dentro de sus actividades pedagógicas, apoyadas en los beneficios que aportan desde el punto de vista curricular y cumplimiento de objetivos.

En este proceso de búsqueda de herramientas informáticas para el desarrollo del laboratorio, se hallaron múltiples aplicaciones que cumplen con los requerimientos de desarrollo y practicidad, las cuales son las que mayor uso tienen por las diversas universidades de Cali y Palmira. El siguiente cuadro permite relacionar de manera más cómoda y visual dichas herramientas:

**Tabla 9. Listado software**

Nombre	Uso	Asignatura
Arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ayuda a demostrar y predecir estrategias de manera eficaz y eficiente.</li> <li>* Resuelve problemas de simulación y estadística</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Programación de la producción</li> <li>* Planeación de las operaciones</li> <li>* Control de calidad</li> </ul>
Visual manufacturing y visual financiero	Planifica y programa todos los recursos de una empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Programación de la producción</li> <li>* Finanzas</li> </ul>
Promodel / stat	Modela líneas de producción (Ensamble,	* Simulación

fit / simrunner	transferencia, manufactura flexible, sistemas Kanban, etc)	* Logística * Investigación de operaciones
WinQSB	* Resuelve problemas de programación lineal * Resuelve problemas de programación multiobjetivo * Resuelve problemas de programación cuadrática * problemas de transporte, el camino mas corto, etc * módulo de gestión de proyectos	* Investigación de operaciones * Logística * Programación de la producción * Planeación de las operaciones
Infomante	Respalda la planeación, programación y control del mantenimiento aplicado a cualquier sector productivo o de servicios	* Gerencia de proyectos * Logística * Planeación de las operaciones * Programación de la producción
Microsoft visio	* Permite realizar diagramas de oficina * Diagrama de flujo de programas * Diagrama de bases de datos	* Distribución en planta * Sistematización de la producción
Microsoft project	Herramienta de planeación, programación y control de proyectos	* Gerencia de proyectos * Logística * Programación de la producción
Ergo-ROM	Evalúa los trastornos musculo-esqueléticos.	* Salud ocupacional
SimaPro	Evalúa los impactos ambientales de un producto en su ciclo de vida	* Gestión ambiental empresarial * Logística * Mercados y productos
Vensim	Permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas	* Simulación. * Logística. * Planeación de las operaciones
E-Business Suite	Sirve para mostrar la integración de información a través de toda la cadena de abastecimiento	* Logística
LABELVIEW	Diseñar etiquetas y codificación RFID	* Logística

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS):	Sistemas estadísticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estadística</li> <li>* Control de calidad</li> <li>*Aseguramiento de la calidad</li> <li>* Finanzas</li> <li>* Mercados y productos</li> </ul>
Solid Edge	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Software de diseño en 3D asistido por computador (CAD)</li> <li>* Permite modelar, Ensamblar y realizar planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Distribución en planta.</li> <li>* Programación de las operaciones</li> <li>* Logística.</li> <li>* Dibujo en ingeniería</li> </ul>
MasterCam	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Permite la creación de líneas, círculos, arcos hasta la generación de superficies en tres dimensiones</li> <li>* Definir variantes como el tipo de herramientas a utilizar, la velocidad de giro y avance del router, generación de códigos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sistemas y procedimientos</li> <li>* Logística</li> <li>* Distribución en planta</li> <li>* Salud ocupacional</li> </ul>
LINGO	herramienta total para el modelamiento matemático	* Simulación
VirtualPlant	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Diseños modernos de industrias reales a través de modelados en tercera dimensión</li> <li>* Mejora la capacitación y complementa la formación teórica en procesos industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Distribución en planta</li> <li>* Programación de las operaciones</li> </ul>
VISUAL JOBSHOP	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Provee las herramientas necesarias para consolidar la información, estandarizar procesos y administrar su negocio</li> <li>* Prepara cotizaciones precisas, trabajar con tiempos de entrega cortos, y analizar sus operaciones. Etc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Planeación de las operaciones</li> <li>* Logística</li> <li>* Programación de las operaciones</li> </ul>
DIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Permite la creación de diagramas (entidad-relación, diagramas UML, diagramas de flujo, diagramas de redes, diagramas de circuitos eléctricos, etc)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Distribución en planta</li> <li>*Sistematización de la producción</li> <li>* Sistemas y procedimientos</li> <li>* Electrotecnia</li> </ul>

LOGWARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Analiza una gran variedad de problemas asociados a la gestión de las cadenas logísticas de suministros</li> <li>* Pronostica datos de las series de tiempo por medio del suavizamiento exponencial y otros métodos de descomposición</li> <li>* Encuentra políticas de órdenes de inventario óptimas basado en principios de cantidad de orden económico, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Programación de la producción.</li> <li>* Logística</li> <li>* Planeación de las operaciones</li> </ul>
MINITAB	Herramienta estadística de fácil manejo, muy enfocada al control de calidad y seis sigma	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Control de calidad</li> <li>* Aseguramiento de la calidad</li> </ul>
CRYSTAL BALL	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Programa que ejecuta cálculos estadísticos y simulaciones.</li> <li>* Es una aplicación para pronóstico de series de tiempo.</li> <li>* Ayuda a la integración de las funciones de todo el paquete en programas de VBA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Control de calidad.</li> <li>* Planeación de la producción</li> <li>* Programación de las operaciones.</li> <li>* Logística</li> </ul>
LINDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es el software de Optimización más popular para la Instrucción e Investigación</li> <li>* Resuelve problemas de optimización Lineal, Entera, y Cuadrática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Investigación de operaciones</li> <li>* Logística</li> <li>* Programación de la producción</li> <li>* Planeación de las operaciones</li> </ul>
OpenERP	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Completo sistema de gestión de empresas /organizaciones (ERP) de licencia libre</li> <li>* Cubre las necesidades de las áreas de contabilidad, ventas, compras, almacén, inventario, proyectos, CRM, recursos humanos, TPV, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aplica a casi todas las asignaturas profesionales.</li> </ul>
R	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es un sistema para análisis estadísticos y gráficos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Investigación de operaciones</li> <li>* Finanzas</li> <li>* Estadística</li> <li>* Control de calidad</li> </ul>

Fuente: Los autores

Retomando, estos paquetes informáticos resultaron ser los más aplicativos y con mayores beneficios, en relación con otros que se verificaron previamente. Los mencionados aquí se le presentaran a los docentes dentro de una encuesta realizada bajo los resultados de la tabla 10. Sin embargo son ellos los que señalan

si los mencionados aquí cumplen con sus expectativas, o por el contrario conocen otros que de acuerdo a su experiencia serian los más indicados.

### 6.3 REALIZACIÓN ANÁLISIS COMPARATIVO

Retomando la información anterior, donde se resaltan los diversos laboratorios de ingeniería con los que cuentan las Universidades más prestigiosas de Cali y de Palmira; para fines del argumento, se realiza una analogía entre los laboratorios versus las universidades, con el fin de determinar aquellos que fueren más usados, y así establecer pautas de diseño en el presente proyecto. Cabe resaltar que se establecieron parámetros de similitud entre los diversos laboratorios con el fin de reducir su número y hacer la información mas optima para su evaluación.

Realizado esto, se clasifica de acuerdo al laboratorio con más presencia en las universidades objeto de estudio. Aquel que presente el mayor uso, será el más importante para evaluar y diseñar.

**Tabla 10. Matriz comparativa**

Universidad Laboratorio	ICESI	USACA	AUTÓNOMA	COOPERATIVA	JAVERIANA	SAN BUENAVENTURA	UNIVALLE MELÉNDEZ	TOTAL
Ingeniería de métodos		x	x	x	x	x		5
Gestión de operaciones			x					1
Salud ocupacional y gestión ambiental			x		x			2
Procesos Industriales		x	x	x	x			4
Diseño de planta			x					1
Logística			x					1
Gestión y control de la calidad		x	x			x		3
Investigación de operaciones			x	x		x		3
Procesos y materiales			x	x	x			3
Sistemas integrados de manufactura			x					1
Simulación	x			x	x	x	x	5

Fuente: Los autores

Con los resultados que arroja la matriz comparativa, se observa que el laboratorio de simulación es el más común entre las universidades junto con el laboratorio de ingeniería de métodos; cabe aclarar que su significado y connotación varía de acuerdo al enfoque de cada centro de estudio. Como es el caso de la Universidad Icesi cuyo laboratorio consta de un área flexible que le permite simular condiciones específicas; además de contar con software acorde a el. Por otra parte, las demás universidades poseen espacios adecuados solo a sistemas, paquetes informáticos e inventario de computadores al par de la tecnología.

En este punto se puede sustentar que los laboratorios que le siguen en nivel de importancia son: Ingeniería de métodos, Procesos Industriales, Gestión y control de la calidad, Investigación de operaciones, Procesos y materiales, Salud ocupacional y gestión ambiental, Gestión de operaciones y Sistemas integrados de manufactura. La verdad es que el laboratorio de procesos y materiales no aplica al estudio ya que no reúne los parámetros del programa. Incluso así, no pertenece al pensum académico.

#### **6.4 TENDENCIAS Y NECESIDADES DEL MERCADO**

Muchos investigadores y catedráticos han señalado que el desarrollo competitivo de un país está estrechamente relacionado con la educación Universitaria de excelencia y la investigación científica y tecnológica de alto nivel; pues son estas las que posibilitan la creación y la incorporación de componentes productivos que tengan potencial de disputar en mercados cada vez más exigentes.

En tal caso, es importante reconocer las tendencias del entorno tanto social, económico, político, tecnológico y cultural, debido a la integración de mercados “la globalización” pues afecta el presente con proyección hacia el futuro; el cual exige

nuevos retos que deben ser afrontados con pleno conocimiento, capacidad de decisión, innovación y apertura constante al cambio.

La globalización señala una tendencia en cuanto a las instituciones universitarias a través de las indicaciones realizadas por el (Banco Mundial y la Organización Mundial del Comercio)<sup>46</sup>, mostrando los nuevos retos surgidos por:

- Las formas más avanzadas e integradas de la organización y flujo de los mercados nacionales y transnacionales.
- La revolución de la información y comunicación que ha llevado a la permeabilidad cultural que ha roto límites geográficos.
- La creciente importancia del conocimiento en el desarrollo de las economías y sus respectivos cambios del mercado laboral

Estos grandes retos, han llevado a los empresarios a ser más exigentes en el momento de realizar la selección del personal organizacional, los cuales deben cumplir con el perfil adecuado del puesto de trabajo a ocupar, además de poseer capacidades técnicas y competitivas que puedan contribuir al alcance de los objetivos empresariales. El recurso humano es el capital más importante para el crecimiento organizacional, pero este avance se obtiene con un recurso adicional y de similar magnitud de importancia, “la Tecnología”; teniendo en cuenta el fenómeno de la Globalización, esta ha permitido obtener herramientas básicas y avanzadas de este tipo para combatir las problemáticas que se presentan en el mundo empresarial.

“La generación de prácticas de aprendizaje, basadas en problemáticas de la vida real, hace que el ser humano adquiera nuevas habilidades, destrezas, conocimientos y perspectivas para afrontarlos, además de cautivarlo con datos y

---

<sup>46</sup> BANCO MUNDIAL. La educación terciaria en Colombia. Preparar el terreno para su reforma. Washington: Banco Mundial, 2003.



herramientas del mundo real e interactuar con expertos que le contribuyan la enseñanza y aprendizaje de las competencias laborales para el siglo XXI<sup>47</sup>. En esta consecuencia de ideas, los estudiantes deben lograr ciertas habilidades para tener éxito tanto en la vida personal como en el trabajo.

**6.4.1 Competencias laborales.** Las habilidades y destrezas son adquiridas durante todos los niveles de formación del proceso educativo, que se desarrolla durante toda la vida. De esta manera, la educación ayuda a la persona descubrir, desarrollar y perfeccionar sus fortalezas, permitiéndole alcanzar su plenitud como persona y a contribuir con la sociedad y el desarrollo organizacional. Entre más alto sea el grado de educación de la persona, la eficiencia empresarial también; generando así una mayor competencia laboral día tras día.

“Durante el proceso de aprendizaje, se debe desarrollar métodos y prácticas que permitan desarrollar competencias asociadas a la productividad y la competitividad, es decir, competencias laborales. Las competencias laborales permiten tener la capacidad para aplicar habilidades, conocimientos, destrezas, comportamientos y valores en el entorno laboral.”<sup>48</sup>

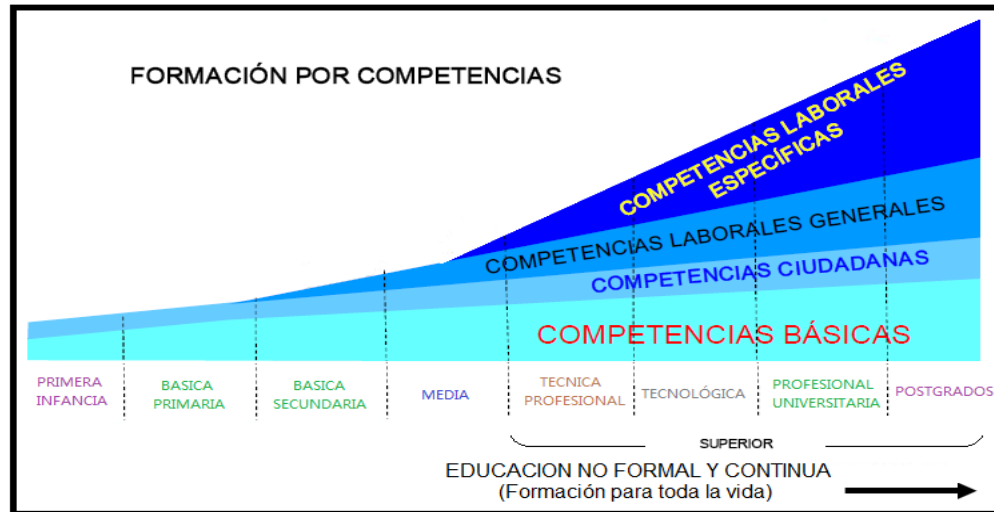
Estas competencias laborales son obtenidas en la formación técnica, tecnológica, profesional universitaria y postgrados las cuales se dividen en dos grupos: competencias laborales generales y específicas.

---

<sup>47</sup>ISTE 2010: NUEVAS TENDENCIAS EN EDUCACIÓN Y TIC. (en línea) <<http://www.eduteka.org/ISTE2010.php>>

<sup>48</sup> SENA, competencias laborales (en línea) <<http://www.sena.edu.co/Portal/Servicios/Certificaci%C3%99>>

**Figura 3. Formación por competencias**



Fuente: ministerio Nacional de educación<sup>49</sup>

**6.4.2 Competencias requeridas por los empresarios.** Como se menciona anteriormente, las empresas prefieren profesionales que posean las competencias laborales suficientes para desenvolverse en cualquier contexto, personas que no solo estén ejecutando una actividad laboral que aprendieron durante la formación universitaria, sino que posean cualidades y destrezas que permitan el desarrollo de la actividad con mayor eficiencia y en menos tiempo, tales como: actitud, comunicación directa, colaboración, trabajo en equipo, adaptación a la empresa, entre otras. Sin embargo, las empresas han encontrado dificultad en el momento de cubrir puestos de trabajo, ya que no poseen el perfil adecuado y las competencias laborales necesarias.

A continuación, se presentan las 8 competencias laborales más importantes:

- Habilidades básicas: lectura, redacción, aritmética/matemáticas, expresión y capacidad de escuchar.

<sup>49</sup> Ministerio de Educación. (En línea) [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-106706\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-106706_archivo_pdf.pdf)

- Aptitudes analíticas: pensar creativamente, tomar decisiones, solucionar problemas, saber aprender y razonar.
- Cualidades personales: responsabilidad, autoestima, sociabilidad, gestión personal, integridad y honestidad.
- Gestión de recursos: tiempo, dinero, materiales y distribución personal.
- Relaciones interpersonales: trabajo en equipo, enseñar a otros, servicios a clientes, desplegar liderazgo.
- Gestión de información: buscar y evaluar información, organizar y mantener sistemas de información, interpretar y comunicar, usar computadores.
- Compresión sistémica: comprender interrelaciones complejas, entender sistemas, monitorear y corregir desempeño, mejorar y diseñar sistemas.
- Dominio tecnológico: seleccionar y aplicar tecnologías en las tareas.

Las competencias laborales específicas por su parte están relacionadas con las funciones productivas, es decir, con el “conjunto de actividades laborales necesarias para lograr resultados específicos de trabajo, en relación con el propósito clave de un área objeto de análisis”<sup>50</sup>

El enfoque de competencias busca estimular un proceso de aprendizaje que sea significativo para los estudiantes, integrando la teoría y la práctica, ya que conecta un determinado conocimiento o habilidad con la diversidad de aplicaciones en un entorno productivo complejo y cambiante. Es por ello, la necesidad de desarrollar

---

<sup>50</sup> SENA (2003). **Manual de evaluación y certificación con base en normas de competencia laboral**. Bogotá, SENA.

prácticas de enseñanza/aprendizaje que fortalezcan las competencias laborales de cada uno de los egresados de las instituciones universitarias y un lugar adecuado para la ejecución de las mismas, con apoyo físico y humano que permita un aprendizaje satisfactorio.

Por esto cabe señalar que el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, es la institución encargada de evaluar y certificar las competencias laborales en el territorio nacional. Es así que la propuesta que se presenta toma los estudios realizados por dicha institución además de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, con miras a cumplir el PEI la cual expresa en forma articulada y en función de un mismo propósito las políticas académico-administrativo que la comunidad institucional pretende. Es entonces, una herramienta guía para conducir la acción de cada uno de los miembros que la integran. Recoge la filosofía e identidad de la Institución, las directrices y políticas orientadas al desarrollo de los propósitos misionales, la visión institucional, el direccionamiento estratégico en todas las áreas de la gestión, teniendo presente criterios de calidad, eficiencia, productividad y competitividad, que le permitan avanzar en el proceso de internacionalización, en correspondencia con las exigencias de la globalización e integración mundial.

Desde esta perspectiva se realiza la presente propuesta. Ya que la Universidad para desarrollar todo el proyecto educativo institucional tuvo en cuenta todos estos aspectos y variables; por lo tanto, solo se hace referencia a el para dar cumplimiento a los objetivos del programa de Ingeniería.

**6.4.3 Competencias requeridas para contratación de los ingenieros industriales.** La competencia de un profesional, en conjunto del conocimiento, actitudes, habilidades y otros, hacen el alcance satisfactorio de su ocupación, están deben alcanzarse durante su formación profesional, la cual se consigue durante la educación técnica, tecnología o universitaria. Estas entidades

educativas deben contar con un currículo que permitan establecer y proyectar el conocimiento hacia su formación profesional. En algunos casos, estas competencias pasan a ser un segundo plano, dándole mayor importancia a los conocimientos tecnológicos y científicos y no a los reales.

En este orden de ideas, en Colombia, las competencias laborales deben ser desarrolladas, según las tendencias nacionales y mundiales actuales, ya que este es el método efectivo para desarrollar las cualidades de los profesionales ante retos reales. Como se observa, la globalización es el fenómeno predominante de la sociedad, entre el cual se caracteriza la transferencia de tecnología; esta conlleva a cambios internos de la empresa, adaptación al cambio, entre otros aspectos. Así mismo lo plantea el PEP con el objetivo principal del programa ya descrito anteriormente, donde especifica: "...formar Ingenieros con sentido ético e interdisciplinario, capaces de afrontar los retos de mejoramiento impuestos por la sociedad y la industria en un marco de competitividad mundial".

En estos términos, la creatividad y la innovación, como competencias se hacen indispensables para todo tipo de escenarios, incluyendo el entorno mundial. Es así que con estos espacios donde se realicen y desarrollen actividades pedagógicas surgen y afianzan las competencias laborales requeridas para los ingenieros industriales. Temas ya tratados y analizados a fondo por el ACOFI y el SENA, sin embargo se hace indispensable presentar la siguiente tabla la cual se obtiene de la fuente primaria, una investigación realizada por un organismo certificador.

**Tabla 11. Requerimientos profesionales en las empresas.**

<b>CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, ACTITUDES Y VALORES</b> "el ingeniero tiene habilidad / capacidad / disposición / actitud para..."	
<b>Genéricos</b>	<b>Específicos</b>
Investigar, generar y gestionar información y datos	1. Investigar y organizar información y datos 2. Diseñar y conducir experimentos científicos 3. Interpretar, analizar, integrar y evaluar información y datos
Analizar, plantear y solucionar problemas reales en ingeniería	4. Aplicar matemáticas, física, química y otras materias asociadas a la ingeniería 5. Aplicar tecnologías, técnicas y herramientas modernas de ingeniería 6. Identificar y entender problemas y necesidades reales del cliente o mercado 7. Analizar problemas y sistemas complejos (análisis y abstracción) 8. Pensar en forma lógica, conceptual, deductiva y crítica 9. Modelar, simular sistemas y realidades complejas 10. Crear, innovar (creatividad) 11. Decidir (tomar decisiones) 12. Pensar con enfoque multidisciplinario, interdisciplinario, de sistemas
Diseñar sistemas para resolver necesidades	13. Diseñar/desarrollar de modo interdisciplinario sistemas y productos complejos 14. Medir y evaluar procesos, productos, sistemas
Competencias complementarias	15. Dominar un área de especialidad 16. Aplicar conocimientos de calidad, ergonomía y seguridad industrial 17. Aplicar conocimientos de ciencias sociales y humanidades 18. Aplicar conocimientos de ingeniería económica 19. Aplicar conocimientos de producción, fabricación y marketing de productos 20. Aplicar conocimientos de materiales, componentes y sus aplicaciones 21. Aplicar conocimientos de leyes en ingeniería 22. Identificar, evaluar y controlar el riesgo en ingeniería 23. Planear, organizar, dirigir y controlar personal, procesos, proyectos, empresas 24. Asesorar, consultar, auditar y evaluar procesos, sistemas, empresas 25. Capacitar, educar, formar, enseñar
Comunicarse efectivamente	26. Comunicarse efectivamente en forma oral, gráfica y por escrito 27. Comunicarse en varios idiomas modernos, en forma oral, gráfica y por escrito 28. Planear, conducir y practicar debates sobre temas actuales
Relacionarse y trabajar en equipo	29. Trabajar en equipos y entornos internacionales 30. Liderar, dirigir personas, actividades, proyectos, empresas 31. Planear, conducir y practicar negociaciones 32. Escuchar activamente y mostrarse con empatía 33. Mantener y desarrollar relaciones con personas y entidades 34. Afrontar adecuadamente la crítica y el conflicto
Fomentar el desarrollo propio y mejora continua	35. Comprometirse a aprender por cuenta propia y a lo largo de toda la vida 36. Comprometirse con la autocrítica, auto-evaluación y mejora 37. Comprometirse con la disciplina 38. Mostrarse con autoestima y seguridad en sí mismo 39. Mostrarse con iniciativa y espíritu emprendedor 40. Adaptarse al cambio
Comprometirse con la ética y la responsabilidad profesional, legal, social y medioambiental	41. Comprometirse con la ética profesional, social y legal 42. Comprometirse con el medioambiente y el desarrollo sostenible 43. Comprometirse con la calidad y la seguridad 44. Concienciarse de los problemas contemporáneos
Valorar la diversidad social, artística y cultural	45. Respetar la diversidad social, artística y cultural y fomentar la solidaridad

Fuente: Competencias laborales disponible en <http://www.acofi.edu.co>

En Colombia, las normas de competencias están siendo elaboradas por el sector productivo en instancias denominadas "mesas sectoriales", coordinadas por el SENA. Ya han definido cerca de mil competencias en treinta sectores económicos, fundamentalmente para los niveles ocupacionales técnico y calificado. Con la información proveniente de estas competencias se pueden diseñar y actualizar programas de formación. El carácter de norma nacional de competencia laboral es otorgado por el SENA, en su calidad de "organismo normalizador"<sup>51</sup>.

En definitiva, la Universidad del Valle sede Palmira con ayuda del presente proyecto plantea como propuesta la implementación del servicio de laboratorio de ingeniería industrial; podrá afianzar los conocimientos necesarios y desarrollar las

<sup>51</sup> República de Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico. Decreto 2153 de 1992.

competencias requeridas para que el egresado cumpla con los lineamiento proyectados por el PEP.

## **6.5 ENCUESTAS Y ENTREVISTAS**

Bajo el enfoque que se dio en la metodología, tipo de muestreo no probabilístico y tipo de fuentes primarias, se realizó dos tipos de cuestionarios, uno desarrollado bajo la modalidad de encuesta, elaborado en su totalidad por expertos en el tema de laboratorios, y otro bajo la modalidad de entrevista dirigido a la dirección de la sede.

**6.5.1 Resultado de la entrevista.** Con el fin de identificar la percepción en la dirección de la sede frente a la importancia de los laboratorios para la enseñanza de ingeniería industrial, se plantea la entrevista cuyas preguntas se relacionan en el (anexo B).

La investigación de información proveniente de fuentes primarias, en este caso de la dirección de la sede, provee resultados que permiten comparar y sustentar la importancia de la implementación del laboratorio de ingeniería industrial en la Universidad del Valle sede Palmira, además de identificar el impacto del proyecto ante la administración. Por otro lado, en la entrevista se aborda un tema que es de vital importancia para la propuesta. Aunque no hace parte de los objetivos específicos y por ende de la investigación, es necesario e indispensable consultarlo. Este es el tema económico, ya que son estos los encargados de realizar los respectivos análisis de viabilidad y en tal caso gestionar los recursos.

De la entrevista realizada a la dirección de la sede se obtiene las siguientes respuestas<sup>52</sup> y se realizan las respectivas observaciones:

---

<sup>52</sup> DÍAZ VARGAS, Robby Nelson. Entrevista realizada a la dirección de la sede. Palmira, 2011.

**Tabla 12. Resultados de la entrevista**

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Es indudable la importancia de los laboratorios en los programas de ingeniería, ya que no solo se convierten en un medio de fortalecer la adquisición de conocimiento académico, si no que los prepara para mucho más en el desarrollo y habilidades, y fortalecen las competencias de los estudiantes, que inducen sin duda a un mejor ejercicio profesional.	Como se puede observar, y como se viene argumentando, los laboratorios son fundamentales para el desarrollo práctico del programa de Ingeniería industrial; no solo eso, forjan las bases para el desarrollo de habilidades y el fortalecimiento de competencias.
2	No he recibido proyecto sobre el tema. No se	Como se establece en la definición del problema, no se ha presentado ningún tipo de proyecto referente al montaje de laboratorios.
3	Es muy general por la comparación. La gran diferencia entre las instituciones hace igualmente diferencias sobre uso de laboratorios. Creo que el programa en la sede va por buen camino en la dotación de laboratorios no solo para Industrial si no para los otros programas de ingeniería. El problema son recursos.	Aunque existe compra de implementos de laboratorio, no se plantea lo mas importante, Que competencias afianzar?, mediante que tipo de practicas (temas o asignaturas), cual es la tendencia en aportes o modelos pedagógicos, entre otros.
4	La respuesta es en la línea de la pregunta 1. Los resultados de los ECAES, el buen desempeño de nuestros egresados en el sector empresarial y el alto número de estudiantes que solicitan para prácticas es un buen indicador del trabajo académico en la sede, obviamente porque va acompañado de las prácticas de laboratorio.	Los programas de pregrado como Tecnología en Electrónica, Sistemas y Alimentos, han obtenido las ventajas de poseer un laboratorio para desarrollar sus actividades prácticas para el proceso de aprendizaje.
5	Si bien es cierto en el ciclo básico los estudiantes usan laboratorios en la parte de profesionalización, la mayoría de los laboratorios son "blandos", que es mas fácil siempre y cuando financieramente sean factibles. Obviamente deben ajustarse a los requisitos establecidos según lo exijan los programas aprobados.	El uso de un área flexible, que permita la adaptación a las prácticas desarrolladas de acuerdo a objetivos específicos es la mejor opción, además de corroborarla mediante la identificación de esa tendencia en otras instituciones.
6	Elemento negativo en lo académico no hay, en concordancia con la pregunta 1, es necesario fortalecerlos "todos" lo cual se irá haciendo en la medida de que se disponga de recursos.	Los aspectos positivos de la presente propuesta son incalculables, por otro lado, son nulos los elementos negativos.
7	Es muy importante, pero reitero, primero hay que Conocer a fondo la propuesta en el marco de lo factible financiero.	La factibilidad financiera será realizada por la dirección y/o administración de acuerdo a la presentación del presupuesto.
8	Igual, depende del proyecto y los costos.	No especifica, todo se reduce a los costos
9	Después de conocer el proyecto, la limitacion es economica y no espacial y, como hemos hecho en los otros laboratorios, se implementan poco a poco.	En el presupuesto y respectivo anexo se plantea el proyecto presentado por el grupo GEIO, que para el inicio es una buena opción.
10	Los laboratorios deben ajustarse a los programas (al currículo) y a los nuevos desarrollos tecnológicos. Lo ideal es tener laboratorios actualizados y altamente tecnificados, que es claro contribuirían a mejorar cualitativamente las competencias de los estudiantes, logrando así, egresados altamente competitivos.	Como se establece, son 6 las asignaturas ajustadas al currículo en las que se debe desarrollar las guías por el docente o en su caso tomarías de las ya existentes, adaptándose a las necesidades de los estudiantes.

Fuente: los autores



**6.5.2 Resultados de las encuestas.** Para la encuesta, se eligieron docentes debido al cumplimiento de parámetros como (contar con amplia experiencia en el tema de laboratorios, tener o haber tenido alguna relación laboral con la Universidad del Valle, poseer alto grado de interés en el montaje del laboratorio) y entre otras cosas la conveniencia, pues solo ellos conocen de primera mano dicha información. El fin de la encuesta fue determinar los implementos y equipos necesarios para implementar el presente proyecto. El formato de encuesta se relaciona en el anexo C.

Las asignaturas a las cuales se le realiza el cuestionario, se obtienen mediante evaluación presentada en la tabla 10 (matriz de comparación). De igual forma se incorpora para la elección y posterior análisis el listado de herramientas informáticas, que llegado el caso le permitiría desarrollar un mejor proceso de práctica a los profesores de dicha asignatura.

Mediante el proceso de investigación y adquisición de datos de fuentes primarias y secundarias como las visitas efectuadas a las universidades de la ciudad de Cali y Palmira, la identificación de las competencias requeridos por las empresas y los métodos para desarrollarlos, adicionando la realización de la pertinente encuesta elaborada mediante los tipos de estudio descritos anteriormente; se logra obtener los resultados esperados para el diseño e implementación del laboratorio de Ingeniería Industrial.

Conviene distinguir que la oferta académica del programa de Ingeniería Industrial se realiza cada año, dificultando así la adquisición de la información pertinente a las diversas asignaturas a evaluar. Según el pénsum académico dichas materias se ofertan en semestres contiguos como lo es el caso de control de calidad y aseguramiento de la calidad. En este caso, la información se obtiene en docentes fuera de la sede pero que cuentan con alta competencia en ello.

De las encuestas realizadas se obtiene la siguiente información:

**Tabla 13. Resultados encuestas**

pregunta	Aseguramiento de la calidad	Control calidad	Investigación operaciones	P y L de la producción	Salud ocupacional	Simulación
1	4 temas para práctica	7 temas para práctica	3 temas para práctica	6 temas para práctica	3 temas para práctica	1 tema para práctica
2	U Javeriana, Icesi, Autónoma	U Javeriana, Autónoma	Diseño de cada docente	Diseño de cada docente y las existentes	Normatividad vigente y procedimientos NIOSH, RETIE	Diseño de cada docente y las existentes
3	Casos en empresas	6 implementos	5 Implementos	5 Implementos	7 Implementos	6 implementos
4	2 Software	5 Software	3 Software	1 Software	No especifica	3 Software
5	Apropiación real de conocimiento llevado a la práctica.	Apropiación real de conocimiento o llevado a la práctica.	Permite mostrar la aplicación de modelos teóricos en la práctica	Permite presentar a las empresas servicios de asesorías en el tema de Procesos de Pn y su mejoramiento	Reforzar conocimientos, facilitar acercamiento a la comunidad	Potencializa la formación integral del estudiante
6	40%	35%	18%	21%	20 %	21%

Fuente: Los autores

Con todo y lo anterior se observa que los docentes que participaron de la encuesta reiteran la importancia del presente proyecto, aportando su conocimiento en el desarrollo y afianzamiento de las habilidades propias de su materia. De aquí que se consolida la consecuente información:

**Tabla 14. Consolidado asignaturas y prácticas**

Asignaturas	Prácticas (temas)
Aseguramiento de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión por la alta gerencia</li> <li>- Control de Auditorias, acciones correctivas y preventivas</li> <li>- Control electrónico de documentos, control estadístico de procesos</li> <li>- Control de proveedores, evaluación del desempeño y capacitación.</li> </ul>

Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibración de un instrumento y análisis de repetibilidad y reproducibilidad</li> <li>- Diagrama de Pareto y probabilidad</li> <li>- Cartas de control variable continúa.</li> <li>- Normalidad y capacidad de proceso</li> <li>- Cartas de control atributos</li> <li>- Diagramas de dispersión y Regresión lineal</li> <li>- muestreo de aceptación por variables y por atributos.</li> </ul>
Investigación de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programación de maquinas</li> <li>- Optimización de redes</li> <li>- Modelos de flujo</li> </ul>
Planeación y control de la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- planeación el Pn.</li> <li>- MRP</li> <li>- Scheduling</li> <li>- Programación de operaciones</li> <li>- aplicaciones de la IO</li> <li>- prácticas de control de calidad (gráficas de control)</li> </ul>
Salud Ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación</li> <li>- Ruido</li> <li>- Químicos</li> </ul>
Simulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulación</li> </ul>

Fuente: Los autores

De igual manera, las encuestas arrojaron los requerimientos en lo que se trata de materiales y equipos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, se identifico.

**Tabla 15. Listado de equipos e implementos requeridos.**

EQUIPOS E IMPLEMENTOS	CANTIDAD
<b>Simulación</b>	
Pc min Dual Core, 1Gb de Ram, D.D Min 80 Gb	1
Teclado	1
Monitor	1
Estabilizador	1
Mouse	1
Líneas de ensamble de muebles en madera (básicas)	1

<b>Planeación y control de la producción</b>	
Bancos con espaldar ajustable o Bancos Rimax	28
Juegos de Fichas	4
Juegos lego Dacta	4
Cronómetros	7
Flexómetros	7
<b>Salud ocupacional</b>	
Sonómetro	1
Dosímetro de Ruido	1
Monitor de Stress Térmico WBGT	1
Equipo Multidetector de Gases O2, LEL, CO y H2S	1
Bomba de Muestreo Personal y Ambiental para gases/vapores y material particulado	1
Luxómetro	1
Hojas de seguridad	1
<b>Investigación de operaciones</b>	
Modelos a escala para armar	2
Tabla de clavijas	2
Juego de la cerveza	2
Tabla de toma de tiempos	2
Banda transportadora	1
<b>Control de calidad</b>	
Bloques patrón de: 20, 50, 70, 80,100 mm.	1
Torquímetros	1
Calibradores	7
Balanzas	1
Juegos de productos como por ejemplo envases para realizar las mediciones(por variables)	2
juegos de productos como por ejemplo portalápices enchapados para verificar defectos visuales	2
<b>Aseguramiento de la calidad</b>	
Casos de empresas para realizar las prácticas	N.A

<b>Requerimientos de acuerdo a visitas</b>	
Aire acondicionado de pared	2
Impresora laser Hp	1
LCD cristal liquido	1
Video proyector	1
Vitrina metálica y vidrio	2
Mesas de trabajo	14
<b>SOFTWARE</b>	
Win QSB (Control de Calidad, investigación de las operaciones, Simulación)	1
Minitab (Control de Calidad)	1
Star Graphic (Control de Calidad)	1
Spss (Control de Calidad)	1
Quality (Control de Calidad)	1
KINEXO.QMS (Aseguramiento de Calidad)	1
Wilsoft. (Aseguramiento de Calidad)	1
Promodel (investigación de las operaciones, Simulación)	1
Lindo (Planeación y control de la producción)	1
Arena (investigación de las operaciones, Simulación)	1

Fuente: Los autores

**6.5.2.1 Nivel de uso.** En toda la argumentación dada en el presente proyecto, queda evidenciada la necesidad, conveniencia y pertinencia del uso de prácticas de laboratorios que generen y afiancen en el estudiante diversas herramientas y competencias que le permitan desenvolverse en el entorno universitario y laboral.

Un punto importante que no debe quedar sin aclarar es el nivel de uso de dicho laboratorio, ya que es un tema delicado y una inversión importante que puede terminar siendo poco utilizada.

Ante el surgimiento de este interrogante, se establece un numeral en la encuesta realizada a los expertos de diversas asignaturas, con el objetivo de que ellos bajo su criterio definieran el nivel de uso (porcentaje) que le darían al laboratorio si se realiza el proyecto.

De las encuestas realizadas se levanta la siguiente información:

**Figura 4. Nivel de uso**



Fuente: Los autores

De lo anterior, se puede indicar que el nivel de uso propuesto para el desarrollo de prácticas de laboratorio, en promedio sería de un 25.8 % de un total de 6 asignaturas. Destacando que como propuesta inicial es un valor significativo, además, del uso que le dará personal externo como grupos de investigación, docentes de otros programas y otro tipo de proyectos.

## 6.6 PROPUESTAS

La Universidad del Valle sede Palmira posee laboratorios pertenecientes a 3 programas académicos los cuales son Tecnología de alimentos, Tecnología en

sistemas y electrónica, en los que la institución ya cuenta con amplia experiencia en su manejo y control. En este aspecto el programa de pregrado de Ingeniería Industrial tiene la ventaja con la puesta en marcha del presente proyecto; ya que debido a estas áreas existen lineamientos establecidos por la universidad permitiendo su ejecución.

Dentro de este marco ha de considerarse para una mejor planeación, ejecución y control de lo que conlleva el proyecto, diversos lineamientos como los elementos relacionados a la planeación estratégica, el diseño estructural (espacio físico y ergonómico) y los posibles enfoques metodológicos pedagógicos a utilizar. Haciendo más factible para la universidad su manejo, control y evaluación.

#### **6.6.1 Propuestas de implementación.**

**6.6.1.1 Plan estratégico:** Con el fin de dar un mayor cimiento al proyecto y estructurar los lineamientos administrativos; se plantean los elementos estratégicos como misión, visión, objetivos, políticas de calidad y entre otras cosas el reglamento del laboratorio. Ya que estos elementos proporcionan un marco de referencia de lo que se busca lograr con el laboratorio y hacia donde se quiere llegar.

En cuanto a la implementación, hay que referirse al proceso de certificación mediante la norma ISO 9001 la cual atraviesa la Universidad, ya que el proceso concerniente en el plan estratégico aportaría en gran medida a la certificación. En consecuencia, los elementos propuestos serán evaluados al momento de implementar el proyecto, al igual que su administración.

Como resultado, el laboratorio de Ingeniería Industrial propuesto para la Universidad del Valle en la sede regional de Palmira, estaría dirigido por el director

de la sede, en conjunto con el coordinador de ingeniería industrial, quien será el encargado de la administración, supervisión, inspección y control del laboratorio, siendo este conocedor del programa académico, los requisitos de cada una de las asignaturas y sus respectivas prácticas de laboratorios con sus correspondientes herramientas, maquinaria y equipo; sin descartar los métodos de enseñanza que se apliquen para una mejor adquisición de conocimientos a través de la experiencia, ensayo, medición y simulación.

De esta manera, el organigrama tendrá un pequeño cambio en su estructura; se le añadirá el laboratorio de Ingeniería Industrial como dependencia a las ya existentes. Por otra parte, el laboratorio está propuesto y diseñado de acuerdo a las normas de la universidad, sus políticas, la misión y visión de la institución y su responsabilidad social universitaria con la comunidad en general definidos en el (PEP).

Por lo que se propone los siguientes elementos de un plan estratégico para el funcionamiento del laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle- sede Palmira.

**Misión.** El laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle- sede Palmira, tiene como misión, permitir a los estudiantes el ensayo, aprobación, verificación de los conocimientos teóricos adquiridos durante su formación profesional, además de apoyo a las investigaciones; a través de los métodos de enseñanza-aprendizaje aplicados, en conjunto con las herramientas y equipo para el desarrollo óptimo de la práctica, generando conocimiento y difusión de este.

**Visión.** Ser para el 2012 el laboratorio de Ingeniería Industrial del Valle del Cauca que más aporta a sus estudiantes en el fortalecimiento del espíritu creativo e



investigativo tomando como base herramientas complementarias de enseñanza-aprendizaje mediante equipos, materiales e instrumentos didácticos óptimos.

### **Objetivos.**

- Ofrecer al estudiante herramientas pedagógicas que permitan facilitar el aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento aplicadas a la ingeniería
- Desarrollar en el estudiante habilidades y destrezas que le permita analizar situaciones y tomar decisiones de acuerdo a conocimientos adquiridos mediante la práctica y/o simulación.
- Permitir al estudiante manipular y conocer equipos, materiales, herramientas y sistemas de información existentes en el laboratorio.
- Facilitar al estudiante recursos físicos y didácticos garantizando el aprendizaje integral.
- Generar en el estudiante la cultura de investigación.

**Política de calidad.** Garantizar la óptima prestación del servicio de laboratorio comprometido con el mantenimiento y mejora del sistema de gestión de calidad cumpliendo con las expectativas y necesidades de los estudiantes mediante la utilización de equipos y metodologías adecuadas para ello.

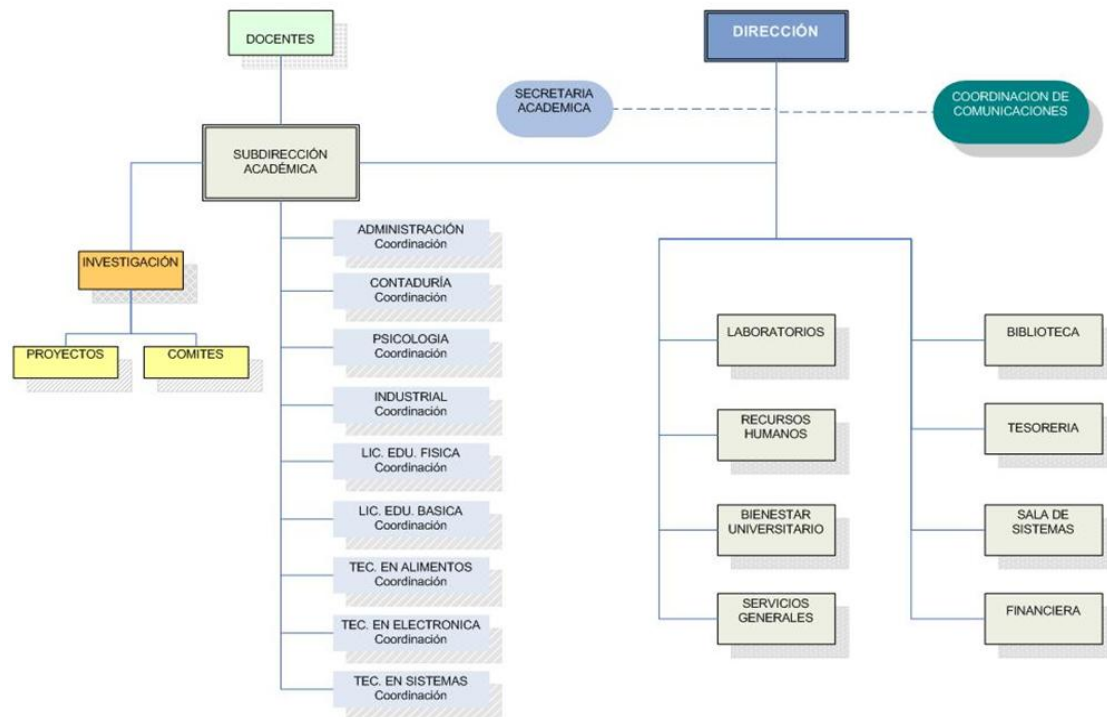
### **6.6.1.2 Reglamento del laboratorio.**

#### **Capítulo I: Administración del laboratorio**

**Artículo 1.** La administración del laboratorio se encontrará a cargo de la coordinación de Ingeniería Industrial, aunque en el organigrama de la Universidad

del Valle sede Palmira, los laboratorios son administrados por la Dirección de la Sede, como lo muestra el siguiente organigrama:

**Figura 5. Organigrama**



Fuente: Universidad del Valle Sede Palmira<sup>53</sup>

De la estructura organizacional de la Universidad del Valle sede Palmira, mostrada en la figura anterior, se diseña la ubicación del nuevo laboratorio de ingeniería industrial. Hay que señalar que en esta área también se encuentran los laboratorios de Tecnología de Alimentos y Tecnología en Electrónica.

<sup>53</sup>ORGANIGRAMA, Universidad del Valle sede Palmira. (En línea) [http://palmira.univalle.edu.co/la\\_sede/?seccion=organigrama](http://palmira.univalle.edu.co/la_sede/?seccion=organigrama)

**Figura 6. Organigrama propuesto**



Fuente: Los autores

**Artículo 2.** Los monitores encargados del laboratorio durante el período académico, serán seleccionados del reglamento de la Universidad del Valle con los requisitos acordados por la dirección y el coordinador de Ingeniería Industrial.

## **Capítulo II. Reserva del laboratorio**

**Artículo 3.** La reserva para utilización del laboratorio se deberá realizar a través de la página web principal de la universidad. La solicitud debe realizarse con mínimo con dos (2) días de anticipación a través del formato Reserva de Laboratorio de Ingeniería. (AnexoE)

**Parágrafo:** El software disponible permite verificar los espacios disponibles. El programa para la reserva del laboratorio, fue realizado para dicho fin en la asignatura de sistematización de la producción. (En caso de ser requerido solicitarlo a la coordinación respectiva)

**Artículo 4.** En los casos en que la práctica en el laboratorio requiera el uso de los computadores, sistemas de información o video beam, se debe especificar dicho requerimiento en el momento de efectuar la reserva.

## **Capítulo IV. Monitorias**

**Artículo 6.** Los estudiantes que se desempeñen como monitores previamente seleccionados, deberán permanecer a cargo del laboratorio durante los horarios estipulados por la coordinación de ingeniería industrial.

**Artículo 7.** Los monitores se encargarán de asesorar (en caso de que se requiera) a los usuarios del laboratorio para garantizar su buen uso, asimismo se encuentran autorizados para sancionarlos en caso de que incurran en prácticas o actividades no permitidas dentro del laboratorio.

**Artículo 8.** Durante el horario de Monitorias, deberán diligenciar el Formato Control de Asistencia, que servirá como registro de los estudiantes que han utilizado el laboratorio de forma individual, el horario en que lo han hecho y los implementos o software utilizados.

**Parágrafo:** Este formato tiene como objetivo verificar las reservas realizadas por medio de la página web de la universidad y el manejo de cada uno de estos por parte de los estudiantes.

## **Capítulo V. Prácticas en el laboratorio**

**Artículo 9.** La realización de las prácticas en el laboratorio se encuentra bajo la responsabilidad del profesor, si esta hace parte de la clase. El monitor entregará al docente el laboratorio y los implementos o equipos solicitados para la práctica al inicio de la clase, por lo tanto, el docente debe garantizar el adecuado uso de los mismos.

**Artículo 10.** El profesor deberá tomar el control de asistencia al inicio de las prácticas en el formato Control de Asistencia (ver anexo F), con el cual los estudiantes se responsabilizan a través de su firma, por el daño o pérdida causados a los implementos o equipos del laboratorio.

**Parágrafo:** si la práctica es realizada por fuera del horario de clase, el estudiante debe realizar el mismo procedimiento que el estipulado en el artículo 10.

**Artículo 11.** Al finalizar la práctica, el Laboratorio debe quedar completamente ordenado, es decir, limpio y los implementos y equipos debidamente organizados en el lugar asignado.

## **Capítulo VI. Uso de los computadores**

**Artículo 11.** La utilización de los computadores del laboratorio sólo podrá ser realizada durante los períodos en que se encuentre un monitor a cargo y sólo se debe limitar a aquellas aplicaciones específicas de Ingeniería Industrial.

**Artículo 12.** Se encuentra totalmente prohibida la instalación de cualquier tipo de software o hardware en los computadores del laboratorio, sin previo aviso al monitor encargado.

**Artículo 13.** No se conservará ningún tipo de trabajo académico de los alumnos. Semanalmente los monitores encargados efectuarán una limpieza del disco duro. Los usuarios deberán hacer copia siempre de sus archivos por seguridad.

**Artículo 14.** La impresión de documentos para los docentes estará controlada por los monitores. Los estudiantes, deberán utilizar su propia cuenta de impresión.

## **Capítulo VII. Sanciones**

**Artículo 15.** El NO cumplimiento de los siguientes artículos acarreará una sanción para estudiantes y profesores por parte de la administración del laboratorio con previa autorización de la dirección de la sede.

**Parágrafo:** La sanción aplicada dependerá de la evaluación realizada por la Administración del Laboratorio y la dirección de la sede.

## **Capítulo VIII. Políticas internas**

**Artículo 16.** Se encuentra totalmente prohibido fumar, ingerir alimentos o bebidas y escuchar música dentro del laboratorio.

**Artículo 17.** Se encuentra totalmente prohibido portar armas corto punzantes y de fuego.

**Artículo 18.** Se encuentra prohibido asistir al laboratorio en estado de alicoramiento o haber consumido cualquier sustancia psicoactiva.

**Nota.** El programa anteriormente mencionado fue desarrollado en su totalidad por los estudiantes Rafael de Jesús López y Cesar Augusto Cuaran en la asignatura sistematización de la producción, con la aprobación del entonces coordinador del programa académico. Este software diseñado bajo la programación PHP y enlazado a una base de datos gratuita denominada MySQL servirá como herramienta base para el funcionamiento inicial del laboratorio de Ingeniería Industrial. De ser requerido, solicitarlo a la coordinación respectiva.

Por otra parte, el procedimiento que se realiza desde la solicitud hasta el recibo y entrega de los implementos del laboratorio (diagrama de flujo), es el establecido por la directiva de la sede. Ya que este debe ser el mismo para todos los laboratorios allí presentes.

**6.6.2 Propuesta distribución espacio físico.** Para los fines del presente argumento, debe quedar bastante claro que el diseño del área de trabajo del laboratorio de Ingeniería Industrial sede Palmira, se hace solo como sugerencia; ya que actualmente los espacios ya están diseñados de acuerdo al proyecto sede la Carbonera.

La experiencia ha probado de manera contundente que las plantas con buenas condiciones de trabajo tienen mejores indicadores tanto económicos como de productividad que aquellas con malas condiciones. Además, mejoran la seguridad, reducen el ausentismo, los retrasos y la rotación de personal, eleva el ánimo de los empleados y mejora las relaciones; en este caso de los estudiantes mismos.

Para el proyecto se tienen en cuenta como elementos esenciales la flexibilidad en las áreas y el equilibrio con la seguridad del ambiente y los puestos de trabajo; de manera que proporcionen al estudiante todas las condiciones para realizar eficientemente sus prácticas de laboratorio. Con esto en mente, se desarrollan una serie de ideas cuyo propósito es describir el proceso de consolidación del proyecto referente al diseño estructural.

**6.6.2.1 Diseño estructural y ergonómico.** De acuerdo al diseño del proyecto la Carbonera, el espacio asignado para el laboratorio de Física e Ingeniería Industrial se encuentra ubicado en el piso 2º con un área de 114.7 m<sup>2</sup> (ver plano anexo D), de igual manera, posee 8 mesones construidos en concreto con un ancho de 1.5m, un largo de 2.8 m (aprox) y un alto de 1.5 m. En el área se encuentra un

sitio especial para los implementos de seguridad contra incendios, como extintores; sin embargo, no posee detectores de humo. La iluminación por su parte es adecuada pues posee los dos tipos de luz (artificial de 10 lámparas con 2 luminarias cada una, e iluminación natural). La siguiente imagen hace referencia al espacio de dicho laboratorio.

### **Foto 1. Laboratorio de física**

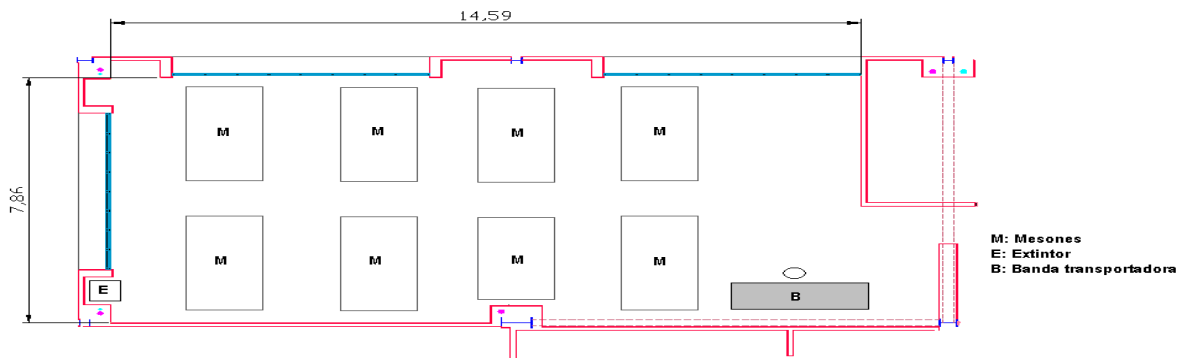


Cabe aclarar que las instalaciones son adecuadas para desarrollar actividades de laboratorio de física, pues cumple con los requerimientos para realizar mediciones de velocidad, longitud, gravedad etc, como es el caso de superficies firmes. En contraparte, para realizar prácticas en temas de Ingeniería Industrial no son las ideales; por ello, se plantean propuestas con el fin de dar solución a este interrogante, sin olvidarse que es el espacio con el que se cuenta actualmente.

La capacidad actual del área del laboratorio de física es muy reducida como consecuencia de los mesones en concreto, esto solo permitiría ubicar un tipo de equipo dadas sus dimensiones. Como es el caso de la banda transportadora obtenida a partir de las encuestas para realizar las prácticas.



**Figura 7. Plano la carbonera.**



Fuente: Los autores

Visto esto, el sitio adecuado para la banda transportadora es el señalado en el plano; es así que se puede argumentar que la distribución se hace reducida e ineficiente por el poco espacio libre. No solo eso, el desarrollo de las prácticas serán posibles pero con algún tipo de restricción; en este orden de ideas, los mesones no serían una opción debido a las dimensiones de éstos.

**Recomendaciones generales de diseño, construcción y ambientes.** Durante la preparación del diseño de un Laboratorio para Ingeniería Industrial, es necesario tomar en cuenta todos los detalles para que el mismo sea lo más funcional posible. Cada laboratorio debe ser diseñado en función del nivel educativo al que pertenece, de las necesidades y objetivos. Crear un diseño fijo para uso de todos los laboratorios no es práctico ni una solución eficiente. Dentro de las características normalizadas en un laboratorio están la temperatura, la humedad, presión atmosférica, alimentación eléctrica, polvo, vibración, ruido entre otras. A continuación se enumera una serie criterios que son tomados en cuenta.

- Flexibilidad de las áreas: La movilidad y el fácil acceso para el personal docentes y estudiantes es el primer paso a tomar en cuenta en las disposiciones del área. Cuando se determina un espacio para el laboratorio,

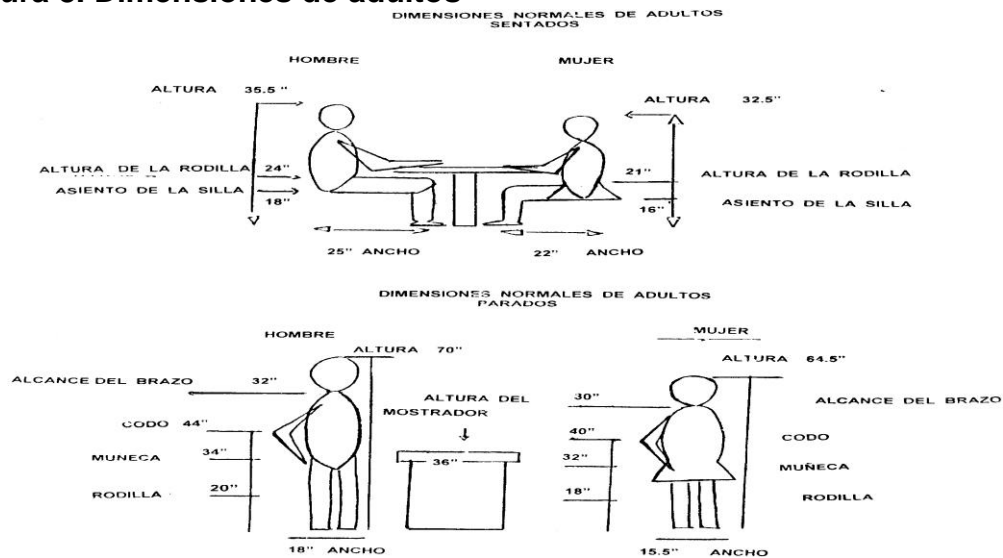
este debe ser concebido con en el estudio y análisis correcto. esto es importante para preparar y designar los cambios futuros, por ello debe existir flexibilidad en las áreas, además de garantizar el funcionamiento correcto del sistema de ventilación, los conductos de gas (si los tiene) y agua. El área debe tener la capacidad que le permita crecer y facilidad para la entrada y salida de los equipos de mayor tamaño y volumen debido a los cambios de tecnología y posición de los equipos de acuerdo al nivel de complejidad y a la expansión planificada.

- Seguridad de las áreas: El tamaño y el espacio dispuesto para el laboratorio se ve afectado por las medidas ya establecidas por la universidad, aun así deben existir rutas de escape y salidas de emergencia. No todos los equipos de seguridad son requeridos en todos los Laboratorios, esto está ligado a los tipos de riesgos a los que se van a estar expuestos los docentes y/o estudiantes; esto va a depender del nivel de complejidad.
- Listado de los equipos: Es necesario que al diseñar y/o remodelar el Laboratorio, se tenga el listado de los equipos que se usan de rutina y de los futuros equipos por instalar. Para esto es necesario que la dirección de la sede proporcione a los arquitectos una guía mecánica de los equipos (si los tiene, de no poseerlos se recomienda la elaboración de este): largo, ancho, alto, profundidad y peso, tanto de los equipos que van sobre mesas fijas o de aquellos que traen su soporte. De igual forma es necesario conocer el voltaje, amperaje y la cantidad de accesorios que se le puedan adaptar para la colocación del tomacorriente necesario. Ejemplo: Cantidad de energía necesaria para proveer a diferentes líneas dedicadas a los equipos e instrumentos que requieran mucha energía. Es necesario desarrollar un fichero con las especificaciones de las dimensiones, electricidad, acceso, temperatura, gases, tuberías, peso, requerimientos de emergencia. Se debe tomar en

cuenta el espacio posterior del equipo para la circulación de aire y movimiento en caso de reparación o manejo. (Ver tabla 15)

- Puestos de trabajo: Un puesto de trabajo debe tener el tamaño de acuerdo a las medidas mínimas (dimensiones físicas) y diferenciadas entre hombres y mujeres, cuyo caso se optaría por un estándar de acuerdo a la norma; naturalmente que depende si es sentado o de pie, de acuerdo a la siguiente figura.

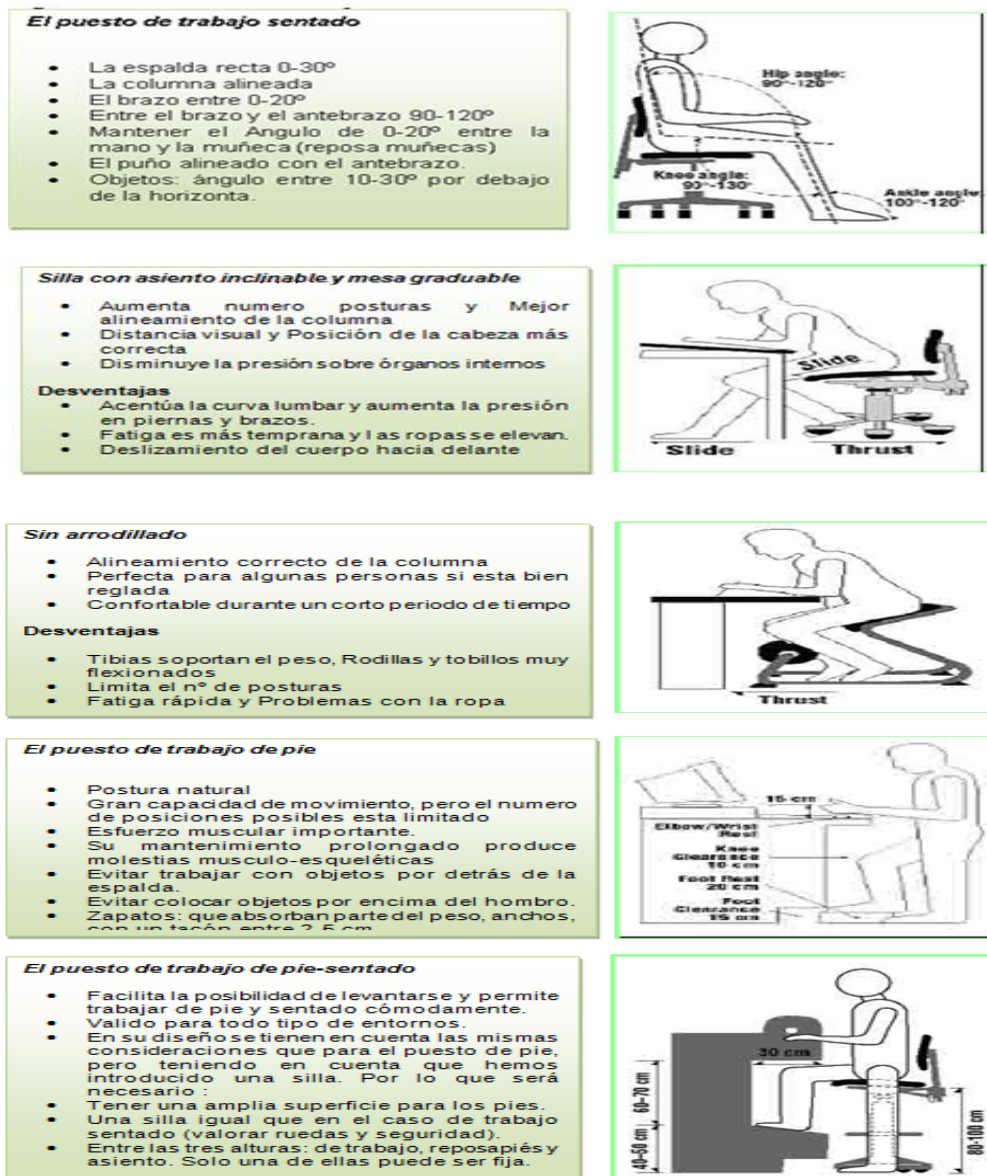
**Figura 8. Dimensiones de adultos**



Fuente [www. ergoKprevencion.org](http://www.ergoKprevencion.org)

De esta forma, se observa cómo se deben de diseñar el puesto de trabajo. Debe tenerse especial cuidado en los puestos de trabajo con respecto a las sillas a utilizar; a continuación se describen algunas recomendaciones para tomar en cuenta:

Figura 9. Puestos de trabajo



Fuente [www. ergokprevencion.org](http://www.ergokprevencion.org)

- Trabajo estático: Comprende aquellas actividades en las que es preciso mantener posiciones fijas durante largo tiempo, con poca libertad de movimientos y en las que habitualmente se adoptan posturas corporales incorrectas que a la larga producen lesiones o trastornos de espalda, a veces

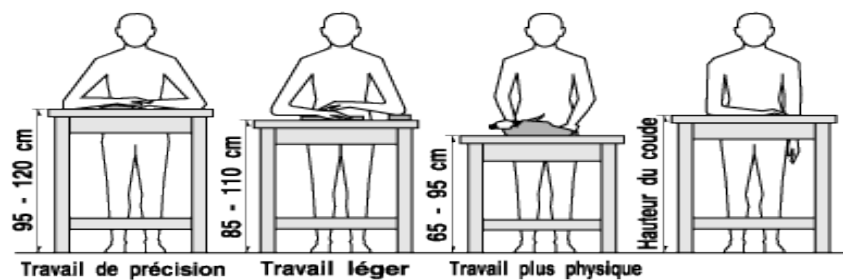
incapacitantes. Por lo que se refiere al respaldo de la silla de trabajo: La columna vertebral debe apoyarse en toda su extensión en posición correcta; como mínimo la silla debe contar con un apoyo lumbar regulable en altura y profundidad, para poder adaptarlo a la anatomía de cada persona. Si por cualquier motivo, la altura del asiento fuera superior a la longitud de las piernas y como consecuencia los pies no descansasen sobre el suelo, debe utilizarse un reposa pies.

### **Ejemplo de una estación de trabajo diseñado para cualquier persona que trabaja de pie estáticas.**

El diseño del lugar de trabajo debe ser adecuado para los diferentes tipos físicos, así como las tareas. Hay que ajustar la altura de acuerdo a la función de la superficie de trabajo:

- El trabajo de precisión, como la escritura o el montaje de componentes electrónicos: 5 cm por encima del codo (se necesita el apoyo del codo).
- Los trabajos ligeros, como el trabajo en línea o el trabajo mecánico: de 5 a 10 cm por debajo del codo.
- El trabajo más físico, que requiere la aplicación de la fuerza a la baja: 20 a 40 cm por debajo del codo.

**Figura 10. Dimensiones estaciones de trabajo de pie**



Fuente [www. ergoKprevencion.org](http://www.ergoKprevencion.org)

Puesto de trabajo sentado: El plano de mesa debe estar al nivel de los codos del operario, en términos generales; puede modificarse en función de las características de la tarea. Para las actividades en posición sentada permanente, la silla de trabajo debe servir no sólo para garantizar una adecuada posición sentada, sino que además debe permitir descargar la musculatura de la espalda y los discos intervertebrales. Las características de las sillas de trabajo tienen, como consecuencia, una gran importancia desde el punto de vista ergonómico. La altura de la silla fisiológicamente adecuada para cada persona corresponde a la distancia entre el hueco de la corva y el suelo.

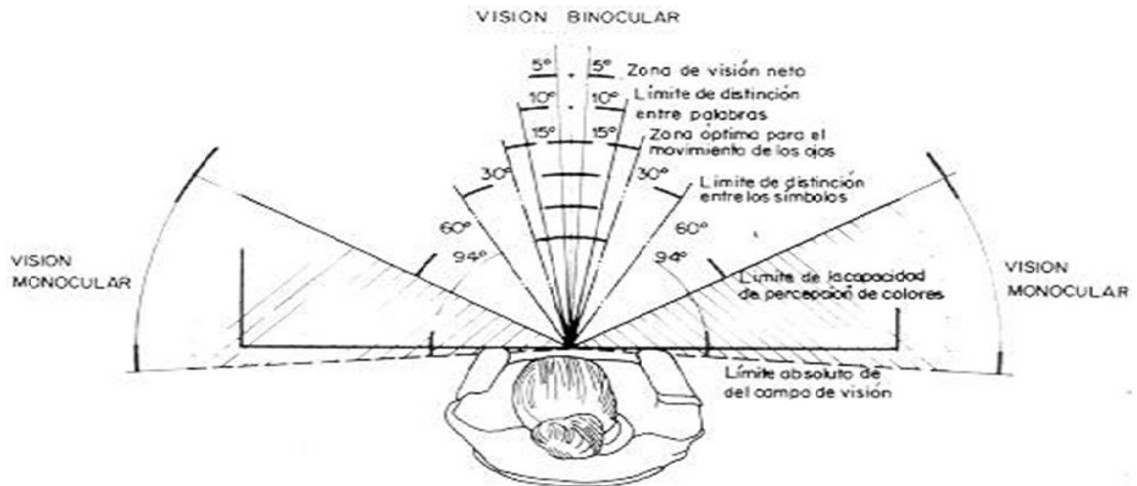
Sillas: Las sillas de estaciones de computadoras deben ser bien acolchadas, las mismas deben subir y bajar a la altura necesitada por el usuario. Deben tener en el soporte posterior un ajuste para el área lumbar.

Anaqueles: Existen de dos tipos: fijo y modular. Deben poseer las siguientes características: funcional, confortable, seguro. Estos anaqueles pueden ser de metal, madera o plásticos laminados; su construcción puede ser de diferentes colores, estilos, superficies y formas. Además, cada uno debe ser particularmente flexible, fuerte y durable.

Área de informática: Durante la planificación de un laboratorio, es necesario tomar en cuenta un área de informática; independiente de esta deben existir en los espacios para la colocación de una computadora completa, impresora, batería y regulador de voltaje. Es necesario tomar en cuenta lo siguiente: los puestos de computadoras deben ser configurados o ajustados al tamaño de la persona; la mesa de trabajo deben ser de 30 pulgadas (76.2 cm.) de altura del piso al sobre de la mesa; se debe tomar en cuenta la distancia o altura que existe entre el sobre fijo o movable, donde se coloca el teclado, y el piso; la distancia debe ser no menor de 25 pulgadas (63.5 cm.).

Campo de visión: Una parte importante de la planificación y diseño de las áreas de trabajo, se debe de establecer tanto a la iluminación como la capacidad óptima del campo de visión, para ello se refiere la siguiente figura, donde se relaciona los ángulos de acuerdo a este tema.

**Figura 11. Visión binocular**



Fuente [www. ergoKprevencion.org](http://www.ergoKprevencion.org)

Con esto se hace énfasis en los requerimientos mínimos del puesto de trabajo, por otra parte hay que recalcar la relación directa con la iluminación ya que dentro de este es más que importante para garantizar la realización adecuada del trabajo.

El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para la visión no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse. El 80% de la información requerida para llevar a cabo un trabajo se adquiere por medio de la vista; Se ha probado que las empresas con buenas condiciones de trabajo producen más que aquellas que no las tienen.

**6.6.2.2 Distribución del espacio.** Se propone un área flexible que permita disponer los mobiliarios como mesas de trabajo, asientos, tableros, video Beam,

estanterías, todos los equipos de trabajo y demás, de acuerdo a las necesidades de la práctica a realizar; ya que en el transcurso de esta investigación, se observó la tendencia de varias universidades, el proveer de ambientes con la capacidad de adaptarse a los cambios en las diversas asignaturas. Es así que una de las propuestas que se ilustra en breve, permite observar los grandes beneficios de un área altamente funcional, ya que adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, se hace aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

La flexibilidad de una distribución dependerá de la habilidad para pronosticar los cambios en procesos o prácticas realizadas. Si esto no es posible, una distribución flexible debería, al menos, permitir que los cambios requeridos por las nuevas condiciones se puedan hacer a un coste mínimo. Reduciendo los gastos en maquinaria específica de acuerdo al lugar.

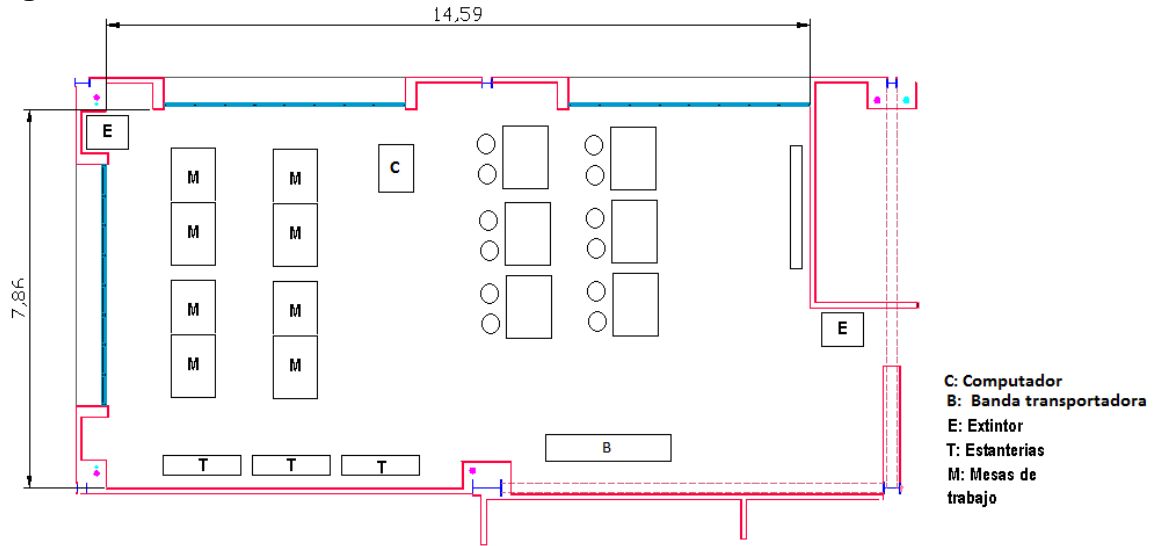
La ubicación y distribución de los centros de trabajo contribuyen en gran medida, a la forma en que trabaja una instalación. Todo ahorro que se obtenga mediante una mejor distribución es una contribución directa al mejoramiento de la eficiencia general de la operación.

Ventajas de tener una distribución flexible:

- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.
- Mejoramiento de las condiciones de las prácticas
- Incremento de la productividad y disminución de los costos de materia prima para realizar las prácticas.
- Adaptación rápida y eficiente al tipo de práctica a desarrollar



**Figura 12. Distribución del laboratorio**



Fuente: Los autores

La ubicación del equipo de computo estará sujeto a la decisión de compra de este, si no es el caso se dará un uso apropiado a los disponibles en la biblioteca.

**6.6.2.3 Iluminación.** La falta de visibilidad y el deslumbramiento son causa de accidentes, ya que la visibilidad depende de: Tamaño del objeto con el que se trabaja, la distancia a los ojos, persistencia de la imagen, intensidad de la luz, color de la pieza, contraste cromático y luminoso con el fondo.

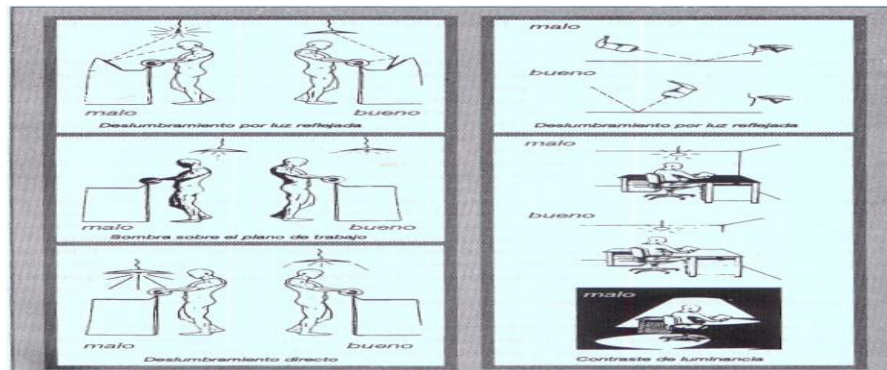
Si se conoce la ubicación de cada puesto de trabajo, se pueden distribuir las luminarias de forma que se proporcione a cada puesto el nivel de iluminación adecuado, sin que generen problemas de brillos y reflejos. Se deben distribuir las luminarias de forma que la luz incida en los escritorios de forma lateral. Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de los deslumbramientos es el ángulo en el que se ve el foco luminoso.

El punto esencial que se debe retener es que, cuanto más se aproxima una fuente luminosa a la línea de visión del observador, más deslumbrante se hace aquella.

El deslumbramiento aumenta rápidamente cuando el ángulo D disminuye.

Es posible reducir el reflejo de alguna superficie con el uso de superficies que no brillan o color mate y con una orientación diferente de la superficie de trabajo o tarea, además de las modificaciones recomendadas para el reflejo directo. Tanto el color como la textura tienen efectos psicológicos en las personas. Los analistas usan colores para reducir los contrastes fuertes, aumentar la reflectancia, resaltar los peligros y llamar la atención a ciertas características del entorno de trabajo, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 13. Posición de la Iluminación.**



Fuente [www. ergoKprevencion.org](http://www.ergoKprevencion.org)

En Colombia rigen leyes que establecen la iluminación como parte esencial para desarrollar las diferentes actividades en cualquier lugar de trabajo independientemente del trabajo que se desempeñe.

En la ley 9 de 1979 se contempla la iluminación como factor de riesgo y lo define en el numeral 7.3 que recita: “FACTOR DE RIESGO: Es todo elemento, fenómeno, ambiente o acción humana que encierran una capacidad potencial de producir lesiones a los trabajadores, daños a las instalaciones locativas, equipos, herramientas y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo.

En su numeral 7. 4 clasifica los factores de riesgo en físicos, químicos, biológicos, laborales, ergonómicos y de seguridad. La iluminación se encuentra entre los primeros citados: “RIESGOS FÍSICOS: se puede definir como toda energía presente en los lugares de trabajo que de una u otra forma pueden afectar al trabajador de acuerdo a las características de transmisión en el medio.

“La iluminación como tal no es un riesgo, el riesgo se presenta generalmente por deficiencia o inadecuada iluminación en las áreas de trabajo”<sup>54</sup>. Finalmente, la resolución 2400 de mayo de 1979, en su capítulo III, artículos del 79 al 87, hablan de la iluminación, su significado, dan una tabla de niveles de iluminación requeridos en los lugares y puestos de trabajo.

**Tabla 16. Niveles de iluminación recomendados**

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<b>Centros docentes</b>			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>Oficinas</b>			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<b>Comercios</b>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
<b>Industria (en general)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
<b>Viviendas</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Fuente: Resolución 2400 de 1979. Niveles de iluminación exigidos: mínimo, recomendado y óptimo según lugar y actividad que se desarrolla.

<sup>54</sup>COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Resolución 2400 (1979). Niveles de iluminación exigidos: mínimo, recomendado y óptimo según lugar y actividad que se desarrolla

Dados estos valores, se determina que los valores óptimos de acuerdo al proyecto son de 500 (Lux), los cuales se deben medir con un luxómetro y establecer la distribución apropiada con los cálculos propios de acuerdo al área de trabajo. Sin embargo a fin de prefijar la iluminación apropiada para una zona docente, es necesario en primer lugar analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con la exigencia de seguridad y comodidad. El segundo paso consiste en seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera más satisfactoria. (Philips, 1995)<sup>55</sup>.

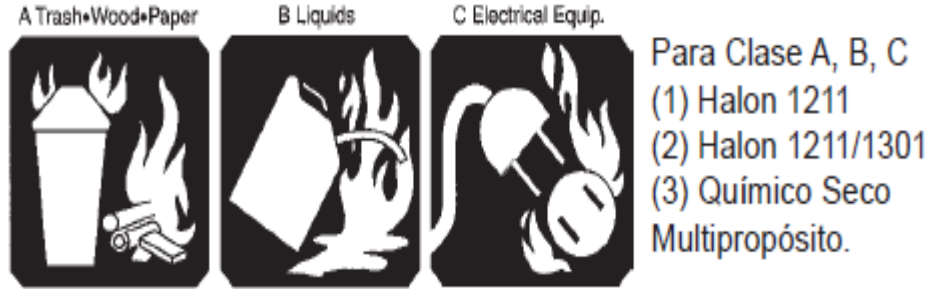
Se sugiere que las luminarias sean cambiadas de incandescentes a fluorescentes para mejorar la calidad de la iluminación en los puestos y lugares de trabajo donde se necesiten, pues son estas las más recomendadas por el Ministerio de Industria (por su reducido consumo). Este tipo de lámparas se basa en la descarga eléctrica en el seno de un gas. Precisan de una reactancia para estabilizar la descarga, tienen el tubo en contacto con el medio ambiente y unas características que le permiten ser fácilmente adaptables a cualquier lugar, pues su eficacia luminosa es muy alta y su vida útil muy prolongada (entre 8.000 y 12.000 horas, frente a las 1.000 horas que ofrecen las lámparas incandescentes), El efecto de parpadeo visible se evitará usando sistemas de alta frecuencia.

**6.6.2.4 Prevención.** El área de laboratorio también debe contar con los elementos de prevención contra incendios como el caso de los extintores. Dado que es un laboratorio en el que no se espera que el fuego se extienda rápidamente y teniendo en cuenta que posee un tipo de riesgo leve ya que se maneja material poco combustible, además de que no se manejan químicos, el más adecuado para el área es el de tipo ABC multipropósito según norma técnica NFPA 10ª edición.

---

<sup>55</sup>PHILIPS. 1995. Manual de iluminación. Capítulos II, III y IV. Ediciones Philips Iluminación.

**Figura 14. Extintor tipo ABC**



Fuente: Norma NFPA 10ª edición apéndice B.

- Ubicación: El área donde debe ubicarse el extintor debe ser cerca de la salida, donde permita accesibilidad, seguridad y rapidez. Sin embargo el sitio dispuesto actualmente no es el correcto ya que se encuentra ubicado al fondo del laboratorio en la parte izquierda. Según la norma la distancia máxima que se debe de recorrer hasta el extintor para tipo ABC es de 12 m.
- Visibilidad: El extintor debe estar colocado en un sitio que facilite su ubicación por las personas que estén en el área a proteger. Debe ser visible y tener una señal o aviso que permita encontrarlo.
- Accesible: El sitio de ubicación del extintor debe estar libre de obstrucciones o elementos diferentes a este para permitir que los ocupantes puedan llegar hasta el y tomarlo con facilidad. Se recomienda instalarlos en las vías de acceso. Actualmente está cubierto de un cajón en lamina color rojo con vidrio. Hoy en día las empresas han dejado atrás este tipo de práctica, pues el vidrio es un material que en un momento de emergencia podría herir a una persona a la hora de romperlo.
- Protección: El extintor debe estar protegido contra daños físicos, húmedos, corrosión, calor excesivo y vandalismo.

- Señalización: Tablero que indica la clasificación de incendio en el cual se puede utilizar el extintor.
- Distancia: El extintor debe estar ubicado de tal manera que las distancias estén de acuerdo a los requerimientos de la norma NTC. 2885 de ICONTEC, o la norma internacional NFPA 10ª edición según sea el riesgo y la capacidad del extintor. Ya que las dimensiones del lugar son mayores a campo de aplicación de un extintor, se requieren mínimo 2.
- Altura: La altura máxima desde el piso hasta la parte superior del extintor no debe ser mayor a 1.5 metros. Si va a ser operado por mujeres o en caso de que los extintores sean pesados se recomienda instalarlos máximo 1.0 metro de altura.

### **6.6.3 Tendencias pedagógicas.**

*Una condición para la flexibilidad curricular en la Universidad del Valle es la libertad de enseñanza y aprendizaje que ha estado presente como una política primordial plasmada en diversos documentos a lo largo de su historia. El Estatuto Profesorial (Acuerdo No. 006 de Noviembre 8 de 1995), y el Estatuto General (Acuerdo No. 004 de octubre 1º de 1996 de Consejo Superior), establecen como principio la libre elección de métodos de enseñanza-aprendizaje, de crítica, de investigación y de cátedra, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico.<sup>56</sup>*

Fuera de los requerimientos físicos necesarios para la implementación del proyecto, es necesario tomar conciencia de las tendencias pedagógicas que se vislumbran hoy en día. Con el fin de acoplarlos al presente proyecto y aprovechando la flexibilidad que ofrece el PEP para la libre elección de métodos de enseñanza-aprendizaje, se toman desde este contexto los estudios realizados por profesionales que conocen el tema.

---

<sup>56</sup> Proyecto educativo del programa de Ingeniería Industrial Universidad del Valle PEP, 2010. P.13

“El aprendizaje activo, es un fuerte indicio de la utilidad educativa que proporciona el juego. Por ende este da una base del cómo y porque los juegos y otros sistemas de enseñanza didáctica, como los programas de “educación interactiva”, pueden servir para ampliar y cimentar la conceptualización de las herramientas de la estrategia”. John Dewey y su teoría de “aprender haciendo”<sup>57</sup>. De igual forma y como se mencionó antes el aprendizaje significativo complementa dicha corriente.

De lo dicho hasta aquí, se propone que las prácticas de laboratorio que desarrollen los docentes sean bajo el enfoque del aprendizaje significativo como estrategia para generar mayores beneficios y competencias al estudiante “aprendiendo a pensar y resolviendo problemas de la vida real”. Esto rompe con el paradigma de la educación clásica la cual se centra en el docente y en el proceso tradicional de aprendizaje, el cual está basado en lo memorístico. El estudiante se concientiza de la necesidad de aprender, para que con la adecuada motivación y la colaboración del docente pueda lograr ser autónomo de su propio aprendizaje “aprendizaje activo”.

En este sentido cobran importancia estratégica las teorías del aprendizaje que entienden el conocimiento como resultado de un proceso de construcción de la realidad originado en las interacciones entre las personas y el mundo, reunidas bajo los conceptos del “Constructivismo” y en particular la “Teoría del aprendizaje significativo”<sup>58</sup> presentado por el psicólogo norteamericano David Ausubel. Según esta teoría, el enfoque se basa en el aprendizaje cognoscitivo; Ausubel dijo “el aprendizaje tiene lugar cuando las personas, en su interacción con el medio, logran construir una relación significativa entre los estímulos que perciben del medio y sus esquemas cognitivos y socio-afectivos previos”.

---

<sup>57</sup> DEWEY, John: visión e influencia de un pedagogo. Comp. Douglas E Lawson y Arthur E. Lean.

<sup>58</sup> AUSUBEL-NOVAK-HANESIAN Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo .2º Ed. TRILLAS México. 1983

Entre las condiciones que posibilitan que se produzca el aprendizaje significativo en el aula, cabe destacar:

**Significatividad lógica:** Es donde el material del docente sea relacionable con las ideas y representaciones correspondientes y pertinentes disponibles en la estructura cognitiva del alumno.

**Significatividad psicológica:** Que el material potencialmente significativo permita establecer relaciones no arbitrarias entre los conocimientos previos y los nuevos, desencadenando un proceso de asimilación.

**Motivación:** Se refiere a la disposición subjetiva para el aprendizaje en el alumno. El docente debe identificar el estado e intensidad relativa de las necesidades primarias de “poder, afiliación y logro” en los alumnos y su entorno socio-cultural y geográfico, para crear un clima motivacional favorable que permita el éxito, continuidad y trascendencia del aprendizaje.

Según estas condiciones, los instrumentos que el docente puede utilizar son: dinámicas de grupo (lúdicas), foros, debates entre otros con el fin de llevar a cabo las modalidades de prácticas de laboratorio, las cuales son: Prácticas clásicas o de demostración, Prácticas de diseño, Prácticas por Proyecto (PP) y Prácticas Integradoras (PI). Estas son las estructuras que han establecido algunos grupos de investigación en la práctica de laboratorio, los cuales han aportado significativamente al desarrollo de los futuros Ingenieros del país; por ello, mas adelante se sugieren lúdicas como herramienta educativa como complemento al desarrollo de las prácticas convencionales.

**6.6.3.1 Rol del docente en la práctica.** Al contrario de lo que las personas en su gran mayoría pueden pensar referente al papel del docente y su irrelevante



desempeño dentro de este proceso y en consecuencia del perfil necesario, el docente que guía las prácticas de laboratorio debe manejar los conceptos teóricos con solvencia encadenados a la temática correspondiente y poseer un grado de experiencia en la práctica (mejores resultados se obtendrán entre mayor sea la experiencia) de esta forma podrá interactuar activamente con los estudiantes ofreciendo un carácter activo al proceso de aprendizaje: “consolidando el conocimiento y acercándolos de una manera natural al trabajo científico investigativo” (Hernández, 2001)<sup>59</sup>.

En otras palabras, el profesor que guía el laboratorio debe ser un líder, cumplir con las expectativas tanto en saber qué y para qué enseña.

Los procesos que deben orientar y liderar los docentes para cumplir con los objetivos de la práctica de laboratorio como lugar de aprendizaje son:

**6.6.3.2 Planificación:** Enfocado en los contenidos del pensum de programa, además de los contenidos programáticos de la asignatura. Se deben definir las necesidades e intereses del estudiantado con el fin de elegir los temas para la práctica y el diseño de las guías.

Al diseñar cada guía, los objetivos de la práctica deben ser muy claros con el fin de saber qué se persigue con la temática, además deben tenerse en cuenta la complejidad del problema a desarrollar y los conocimientos que se requieren para su implementación. De igual forma debe de plantearse un estimado de tiempo que el estudiante consumirá para la ejecución de la práctica.

---

<sup>59</sup> HERNÁNDEZ F., Arcelio. Los niveles de asimilación del contenido: una pauta para la organización de las prácticas de laboratorio. En: Revista Actas Pedagógicas, año 5 - No.5. Centro de estudios de Didáctica y Pedagogía, Cedip. Ibagué, Junio de 2001.

**6.6.3.3 Ejecución:** Se debe de realizar tareas de coordinación, seguimiento, resolución de inquietudes y un control en la evaluación de desempeño del grupo y por individuo mediante componentes evaluativos.

Es de vital importancia el componente motivacional, implicar en el proceso de aprendizaje a los propios estudiantes mediante la muy reconocida corriente pedagógica “aprendizaje activo” de la mano del aprendizaje significativo. Orientar al estudiante hacia la búsqueda de información y discusión previa entre ellos, concientizarlos de la importancia significativa del tema y generar la interacción y trabajo en equipo entre los estudiantes; de igual forma, aumentar las capacidades de auto análisis así como actitud crítica de forma constructiva y toma de decisiones

**6.6.3.4 Sistematización de la actividad:** Buscar la retroalimentación de conocimientos para “aprender de la experiencia” y así mejorar del proceso mismo, permitiendo que el estudiante pueda fijar el alcance de su trabajo bajo el uso de los recursos y las probabilidades del desarrollo de la práctica.

Por otra parte, la corriente pedagógica (aprendizaje activo) como se menciona anteriormente posee una relevancia ineludible como herramienta para el desarrollo del aprendizaje, las universidades hoy día la han tomado como su filosofía en el ejercicio de formación de sus estudiantes; Como es el caso de la universidad ICESI. Aún así, se debe aclarar que las dos corrientes aplicadas simultáneamente dentro de dicho ejercicio forjarán mayor conocimiento en los estudiantes.

**6.6.3.5 Fundamentación teórica.** La llamada pedagogía activa es sin lugar a dudas otra de las más influyentes corrientes pedagógicas contemporáneas. Esta envuelve una amplia gama de escuelas y propuestas metodológicas.

La pedagogía activa permite establecer una disposición docente dirigida a eliminar la inactividad del estudiante, la mera recepción, la memorización de conocimientos transmitidos, recurriendo a una didáctica de respuesta, necesidades internas que enseña entre otras cosas; a vencer de manera consciente las dificultades. Por consiguiente, esta pedagogía estimula un movimiento de reacción y descubrimiento ya que en la misma el docente facilita la actividad, observa y despierta el interés, mediante el uso de métodos activos (situaciones problémicas) resultando el estudiante el sujeto activo y el profesor un facilitador del proceso.

¿Por qué es activa?

1. Se centra en la iniciativa del estudiante y no en los prejuicios del profesor.
2. Fomenta la actividad espontánea, personal y fructuosa.
3. Apoya que no se debe forzar al estudiante, sino estimularle para que actúe y así lograr el máximo de efectos útiles.

Aspectos positivos de la pedagogía activa

1. La utilización de métodos activos y técnicos grupales.
2. El énfasis de los aspectos motivacionales de la enseñanza.
3. Vinculación de la enseñanza con la vida y la práctica
4. Una idea más amplia de la educación donde se contemplan tanto los aspectos instructivos como los educativos.
5. La variedad en el uso de estilos de enseñanza.

De la misma manera, se puede adicionar a lo ya expresado que el uso lógico y racional de una pedagogía activa facilita la estimulación de la imaginación del estudiante, despierta su curiosidad haciendo real el establecimiento de

una moral de igualdad entre el profesor y el estudiante lo que de hecho hace realidad su participación activa y consciente.

La pedagogía activa tal y como se encuentra hoy en día, se fue gestando a partir de Rousseau hasta convertirse en un movimiento dominante. "Observar la naturaleza decía Rousseau, y seguir el camino que ella os trace"<sup>60</sup>. Uno de los cimientos del aprendizaje activo es el trabajo precursor a la clase realizado por los estudiantes. Este proceso encierra talleres, lecturas y formulación de preguntas, que permitan procesar más la información, generando mayor conocimiento así permitiendo evolucionar de una clase magistral a una clase dinámica en donde los estudiantes construyen su propio conocimiento.

En este orden de ideas, la universidad debe estar consciente de los diversos estilos de aprendizaje pues la metodología debe contener la mayor parte de ellos para que el sistema de educación sea eficiente. Para ellos se presentan los diversos estilos de aprendizaje.

**Tabla 17. Estilos de aprendizaje**

<p><b>Sensoriales:</b> Concretos, prácticos, orientados hacia hechos y procedimientos; les gusta resolver problemas siguiendo procedimientos muy bien establecidos; tienden a ser pacientes con detalles; gustan de trabajo práctico (trabajo de laboratorio por ejemplo); memorizan hechos con facilidad; no gustan de cursos a los que no les ven conexiones inmediatas con el mundo real.</p>	<p><b>Intuitivos:</b> Conceptuales; innovativos; orientados hacia las teorías y los significados; les gusta innovar y odian la repetición, prefieren descubrir posibilidades y relaciones; pueden comprender rápidamente nuevos conceptos; trabajan bien con abstracciones y formulaciones matemáticas; no gustan de cursos que requieren mucha memorización o cálculos rutinarios.</p>
<p><b>Visuales:</b> En la obtención de información prefieren representaciones visuales, diagramas de flujo, diagramas, etc.; recuerdan mejor lo que ven</p>	<p><b>Verbales:</b> Prefieren obtener la información en forma escrita o hablada; recuerdan mejor lo que leen o lo que oyen.</p>
<p><b>Inductivos:</b> Prefieren material o presentaciones que parten de lo específico</p>	<p><b>Deductivos:</b> Prefieren material o presentaciones que parten de lo general</p>

<sup>60</sup> ROUSSEAU, Juan Jacobo. Obras Selectas. El Emilio. Edit. El Ateneo. Buenos Aires. 1959.

para llegar a lo general; dados los hechos, los principios, las observaciones, infieren los conceptos y los principios que los explican.	para llegar a lo específico; dados los conceptos y los principios deducen las posibles aplicaciones y consecuencias.
<b>Activos:</b> Tienden a retener y comprender mejor nueva información cuando hacen algo activo con ella (discutiéndola, aplicándola, explicándosela a otros). Prefieren aprender ensayando y trabajando con otros.	<b>Reflexivos:</b> Tienden a retener y comprender nueva información pensando y reflexionando sobre ella; prefieren aprender meditando, pensando y trabajando solos.
<b>Secuenciales:</b> Aprenden en pequeños pasos incrementales cuando el siguiente paso está siempre lógicamente relacionado con el anterior; ordenados lineales; cuando tratan de solucionar un problema tienden a seguir caminos por pequeños pasos lógicos.	<b>Globales:</b> Aprenden en grandes saltos, conociendo nuevo material casi al azar y “de pronto” visualizando la totalidad; pueden resolver problemas complejos rápidamente y de poner juntas cosas en forma innovativa. Pueden tener dificultades, sin embargo, en explicar cómo lo hicieron.

Fuente: GONZÁLEZ, Hipólito. El proyecto educativo de la Universidad Icesi y el aprendizaje activo. Cartilla Docente. Novena edición. Universidad ICESI. Santiago de Cali. Junio 2005.

El aprendizaje activo como lo expresa González origina una serie de dinamismos y prácticas donde el estudiante es parte activa de ellas y como tal “debe hacer cosas y pensar acerca de lo que está haciendo” esto a su vez lleva consigo determinadas operaciones científicas que conllevan a que el estudiante reciba información, la interprete, la asimile y la transforme.

**6.6.3.6 Propuesta.** Dada la experiencia y la confiabilidad de las investigaciones realizadas por GEIO en la universidad Tecnológica de Pereira, en cuanto a metodologías de enseñanza-aprendizaje sustentadas en lúdicas (aprendizaje activo y significativo), garantizan ser una herramienta importante para incluir en el proyecto. Esto permite dar un cimiento a la propuesta pedagógica (aplicar tendencias de enseñanza-aprendizaje ya certificadas) y así desarrollarse oportunamente por grupos especializados en la Universidad sede Palmira; en afinidad a las necesidades propias del programa.

**Tabla 18. Lúdicas grupo GEIO**

LÍNEAS	LÚDICAS
Antropología	Civilización
	Quino
	El polvo de Tiza
	D.E.A
	Tres puntos clave de la historia moderna de la administración de la producción
Administrativas	Calificación de Equipo
	Worrywillios
	Construcción de la autopista
Producción	Sublínea: Producción Básica
	Mesas y Sillas
	Petri Elemental
	Quesos y Yogures
	Comedores
	Curvas de Aprendizaje
	Carpintería y Cargo
	Rouge River y las Mudas
	Sublínea: Lean Production
	Pull, Push y Kanban
	Gorros de Papel
	Yokimabobs
	Poka-Yoke
Aleatoriedad	Teorema del límite Central
	Gorras olímpicas
Sistemas dinámicos	Zoom
	Los pinchados
	Cookie Mice
	El Gato en la Gorra
	Las semillas mágicas de Anro
	Fish Bank
Supply Chain	Beer Game 1 (Aislados)
	Beer Game 1 (Comunicados)
	MICSS
	Risk Pool
Job Shop	Job Shop (Planta)
	Job Shop (Petri)
	Job Shop (Plantillas)
	Job Shop (Sellos)
	Job Shop del MICSS

LÍNEAS	LÚDICAS
Job Shop	Una Línea (Contenedores Genéricos)
	Una Línea (Contenedores Especializados)
	Una Línea (Contenedores y plantillas)
	Petri
	Dos líneas manuales
Flow Show Laboratorio de	Tres Líneas

producción	Kanban
	Expedidores
	Flexibilidad en el Diseño
	Flexibilidad en el Staff
	Just in Time
	Setups
	Manejo a Granel
	Brigade Buckets

Fuente tesis “GEIO, una visión integral”. Diana patricia Duque, Mariluz Osorio

Dado el caso que sea requerido dichas herramientas del grupo GEIO, se anexa proyecto donde se describen los objetivos, programas y costos (ver anexo G).

## 6.7 PRESUPUESTO

Realizado el proceso de identificación de necesidades y puntualización de las prácticas a desarrollar, se elabora el respectivo presupuesto de la lista de equipos y materiales necesarios para desarrollar el presente proyecto.

Hay que resaltar, en la actualidad como se habla con anterioridad, el programa de ingeniería industrial no posee un espacio para realizar prácticas de laboratorio, se planteo el presente proyecto como una posible solución a ello; sin embargo, ya que la construcción de la siguiente fase del campus universitario sede la Carbonera es a mediano plazo, por el momento solo se cuenta con el área del laboratorio de física para desarrollar dichas prácticas. Por esto el presupuesto consta de dos partes, la primera se refiera a elementos y equipos que la universidad puede adquirir para dar inicio al servicio del laboratorio sin contar con un espacio ideal para ello. En la segunda se muestra el total de elementos y equipos que de acuerdo a la investigación son necesarios para prestar de forma ideal el mencionado servicio.

El presupuesto se elaboró usando diversas fuentes entre ellas están: páginas web, visitas a proveedores, solicitudes de cotización vía telefónica.

El precio de algunos elementos o equipos fue realizado en otras monedas, sin embargo para mayor comodidad se hizo la pertinente conversión a pesos colombianos, incluyendo claramente el IVA del 16%.



**Tabla 19. Presupuesto**

CANTIDAD	ITEMS	DESCRIPCION	EMPRESA COTIZADORA	P. UNIT	Cs. TOTAL
2	Aire acondicionado de pared Samsung	AIRE MINISPLIT 12000 BTU. Marca LG	Almacenes ÉXITO	\$ 1.400.000	2.800.000
1	Video proyector	VIDEO PORYECTOR EPSON POWERLITE S8+	OKINTERNATIONAL Norte --Av. 5A Nte. No. 23DN - 68 Local 2-107. Cali	\$ 1.856.000	1.856.000
1	LCD cristal liquido Samsung 42"	Pantalla De Proyeccion Electrica 240cm X 180cm Tipo proyección: frontal. Fijación a pared ó techo.	Mercado libre	\$ 1.250.000	1.250.000
4	Juegos lego Dacta		Grupo GEIO	\$ 800.000	3.200.000
4	Juegos de Fichas	Proceso de ensamble mediante diagramacion de flujo o viceversa	EXACTO www.exactosystem.com/	\$ 380.000	1.520.000
7	Cronómetros Casio HS-3	Cronómetro CASIO HS-3 Basic Trainer V. 1.2.0 Caja Resina Apto uso industrial. Cronómetro (1/100 seg. - 10 horas). Medición precisa de tiempo transcurrido con el toque de un botón.	Mercado libre	\$ 45.000	315.000
1	Sonómetro	Sonometro digital - Decibelometro tipo II, 32 a 80 / 50 a 100 / 80 a 130 / 0,1 dB, Bajo & Alto, A y C, Rapida y lenta, 210 x 55 x 32 mm, CEM	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 430.000	430.000
1	Dosímetro de Ruido	SN224.Dosímetro de ruido para la medición personal de la expansión de ruido en el lugar del trabajo.. Si cable de conexión a microfono remoto, las mediciones se miden y registran simultáneamente para la descarga posterior a PC	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 4.408.000	4.408.000
1	Monitor de Stress Térmico WBGT	Medidor de estrés termico Microtherm WBGT Medidor de estrés termico profesional según ISO 7243/7726 y OSHA, software con todos los modos de calculo. Indicador grafica de la hora en tiempo real. Integra un registrador de datos. H.r. en % y calculo del punto de rocío.	PCE Group Europe - España	\$ 6.505.000	6.505.000
1	Equipo Multidetector de Gases O2, LEL, CO y H2S	Medidor concentracion de varios gases digital portatil, LEL, O2, H2S Y CO, Audible, visual y vibracion, LCD Pantalla grande luz de fondo, IP67: Resistente al agua y al polvo, 6,8x7,6x2,5 cm, RKI	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 4.150.000	4.150.000
1	Bomba de Muestreo Personal y Ambiental para gases/vapores y material particulado	PUMP, VAC-U-GO, 115V, PUMP, VAC-U-GO, 115V. Para flujos de hasta 30l / min y aplicaciones de Sonic de flujo – 115 Voltios	la tienda. In limitada (Bogota) pbx 236 45 64	\$ 3.629.000	3.629.000
1	Hojas de seguridad	No aplica, es un formato	No aplica	No aplica	No aplica
1	Luxómetro	Luxometro digital portatil con salida a PC RS232 y datalogger, 0 a 20 / 200 / 2,000 / 20,000 Lux (Fc), 0,01 / 0,1 / 1 / Lux (Fc), Maximo, minimo, 16.000 registros, , TECPEL	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 1.260.000	1.260.000
2	Modelos a escala para armar	DARICE-Madera Modelo para armar. Estos kits de madera son ideales para el campo de la pedagogia. Este kit contiene maderas precortadas fácil de seguir las instrucciones de montaje y acabado	Mercado libre	\$ 89.000	178.000
2	Tabla de clavijas	Sin informacion	Sin informacion	Sin informacion	S.I
2	Juego de la cerveza	Version software	Java.net	gratis	gratis
2	Tabla de toma de tiempos	No aplica, es un formato	No aplica	No aplica	No aplica
7	Flexómetros	Flexometro metalico, 5 m x 19 mm	Homecenter	\$ 11.900	83.300
1	bloques patrón de: 20,50,70,80,100 mm.	Bloques patron de acero x 87 piezas, grado 0 ( para calibracion). Marca Moore & Wright. Elaboradas a partir de la tensión alta calidad aliviado acero de aleación. Endurecido para HV820 (HRC65). Excelente rigidez. El tamaño y el número de serie están grabados en cada bloque de calibres individuales. Todos los juegos tienen un certificado MOORE & WRIGHT. Todos los juegos se puede emitir un certificado UKAS a un costo adicional.	IMPORTEC COMERCIAL LTDA. NIT. 830.080.190 -4	\$ 224.112	224.112
1	Torquímetros	PROTO TORQUIMETRO 6125F M-1/2" 0-250 P - LB	Tornicentro. Cucuta,Avenida 6A No. 0 - 77. Barrio La Merced. Telefax: (57-7) 5781106. 5791271-5782428.	\$ 1.208.000	1.208.000
2	Juegos de productos como por ejemplo envases para realizar las mediciones(por variables)	El juego (acero inoxidable) esta conformado por: 6 tazas pequeñas con sus 6 platos 6 copas grandes 4 tarros grandes 1 mantequillero	Mercado libre	\$ 128.000,00	256.000
12	juegos de productos como por ejemplo llaveros enchapados para verificar defectos visuales para hacer gráficos por atributos.	Kits De Llaveros Destapador De 55mm Aro Cadena Y Triangulo Una tapa metálica Un llavero destapador Aro con cadena y un triángulo para fijar al destapador Acetato importado de gran calidad	Mercado libre	\$ 79.000,00	948.000
7	Calibradores	Calibrador pie de rey digital con salida a PC, 0-6 " pulgadas / 150 mm, 0005" / 0.01mm, ±0.02mm, Zero, Unidad mm o pulgadas, datos salida, alarma bajo voltaje, , MITUTOYO	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 785.000	5.495.000
2	Balanzas	Balanza digital para laboratorio alta precision, 4100g, 0,01 g, g, oz, ct, %, Salida a PC RS232, Plato 15,5 cm diametro, SETRA	Via industrial (Cali) (57-2) 315 46 08	\$ 2.525.000	5.050.000
1	Banda transportadora	* Producto a Manejar: con peso de 2 Kg. * Banda: PVC. * Longitud C-C : 1500 mm. * Altura: Soporte estándar * Ancho total: 900 mm * Potencia: ¼ hp. 30 RPM.	Movistan Ltda (Cali)	\$ 4.980.000	4.980.000
1	Proyecto GEIO	Capacitacion, ludicas e implementos	Universidad tecnologica de Pereira	\$ 20.000.000	20.000.000
<b>COTIZACION CON EL ESPACIO ACTUALMENTE DISPONIBLE</b>			<b>COSTO TOTAL</b>		<b>69.745.412</b>

CANTIDAD	ITEMS	DESCRIPCION	EMPRESA COTIZADORA	P. UNIT	Cs. TOTAL
1	Líneas de ensamble de muebles en madera (básicas)	Pertenece al mismo tipo de fichas lego, ya cotizado	N.A	N.A	N.A
2	Vitrina metálica y vidrio	Vitrina en aluminio. Tamaño: 100cm alta X 107cm de frente X 40cm de profundidad, gris cromado con canal verde	Mercado libre	\$ 200.000	400.000
14	Mesa de trabajo en madera	8 mesas de 1,2 m largo X 1,0 m ancho y 1,20 m alto	Colegio Providencia	\$ 300.000	4.200.000
28	Bancos Rimax	Butaco grande	Almacenes ÉXITO	\$ 18.000	504.000
1	Estabilizador computronic	<b>Regulador PRO PC 1000 wts NICOMAR</b> • Rango de voltaje 90-140VAC • Fusible contra sobre carga o corto circuito • Suspensor de Picos de voltaje • Protección de datos RJ45	KAMALEON	\$ 37.000	37.000
1	Impresora laser Hp	HP Color LaserJet CP1215 (CC376A)	OKINTERNATIONAL Norte --Av. 5A Nte. No. 23DN - 68 Local 2-107. Cali	\$ 684.400	\$ 684.400
1	Pc min Dual Core, 1Gb de Ram, D.D Min 80 Gb	<b>HP All in One MS220LA.</b> HP Pavilion All-in-One MS220la PC. Procesador AMD Athlon™ X2 Dual-Core 3250e 1.5Ghz. Memoria 2GB DDR2 (2x2048), PC2-6400 (DDR2-800) expandible a 4GB; Disco Duro 320 GB 7200 rpm SATA 3G; Unidad grabadora de DVD SuperMulti con tecnología Lightscribe; Tarjeta de red 10/100 integrada; Altavoces 2.0 de alto rendimiento; ATI Radeon™ HD 3200 Graphics with 256MB graphics memory. Mouse USB óptico HP y Teclado HP USB. Windows 7 Home Basic; Norton Internet Security 2009 (60 días)	OKINTERNATIONAL Norte --Av. 5A Nte. No. 23DN - 68 Local 2-107. Cali	\$ 1.566.000	\$ 1.566.000
1	Teclado y mouse HP	<b>Teclado y mouse USB HP RC465AA</b> • Teclado estándar USB HP, proporciona recursos táctiles óptimos para usuarios que prefieren el uso del teclado; • Mouse óptico de 2 botones con desplazamiento USB HP, mejora la precisión mediante rastreo óptico; Proporciona más durabilidad y un mantenimiento más fácil eliminando piezas móviles;	OKINTERNATIONAL Norte --Av. 5A Nte. No. 23DN - 68 Local 2-107. Cali	\$ 92.800	\$ 92.800
1	Monitor HP	<b>Monitor 19" COMPAQ</b> • Tamaño visible de la Pantalla: 19" . • Resolución: 1366 x 768 • Entrada de Video: 15-pin D-sub DVI-D. • Contraste Proporción: 800:1. • Tiempo de respuesta: 5 ms. • Vista angulo vertical: 160 grados. • Consumo: 49W.	KAMALEON	\$ 359.600	\$ 359.600
1	Win QSB	Ver propiedades en la tabla 11	N.A	Gratis	Gratis
1	Minitab	Ver propiedades en la tabla 11	Minitab, software para mejora de la calidad	\$ 2.650.500	\$ 2.650.500
1	Statgraphics	Análisis Exploratorio de Datos Regresión y análisis de la varianza Control estadístico de procesos Diseño de experimentos Seis Sigma Fiabilidad y análisis de datos de la vida Tiempo de análisis de series temporales y previsiones Multivariado métodos Técnicas no paramétricas	Statgraphics Centurion USA	\$ 1.349.000	\$ 1.349.000
1	Sps	Ver propiedades en la tabla 11	IBM	\$ 3.405.500	\$ 3.405.500
1	Quality	*Administre sus proyectos * Quality Companion comparte todos los datos a lo largo de su proyecto y los centraliza en una ubicación. * Defina las fases de su proyecto y organice, inicie y administre todas sus herramientas.	Minitab, software para mejora de la calidad	\$ 1.700.500	\$ 1.700.500
1	KINEXO.QMS	• Agiliza el circuito de aprobación y publicación de documentos. • Provee solidez y eficacia en la gestión de las No Conformidades, Acciones Correctivas y Preventivas. • Sistematiza la evaluación de proveedores y el control de requerimientos a proveedores. • Facilita la disponibilidad de informes de Revisiones y Auditorías.	KINEXO Santa Fe Argentina. www.kinexo.com	\$ 7.410.000	\$ 7.410.000
1	Wilsoft.	* control de auditorías * control electrónico de documentos * Control de instrumentos y análisis * control estadístico, etc	Software para el control de la calidad	\$ 659.300	\$ 659.300
1	Promodel	Ver propiedades en la tabla 11	ProModel's VAO simulation technology	\$ 20.900.000	\$ 20.900.000
1	Lindo	Ver propiedades en la tabla 11	iosa investigación de operaciones S.A http://www.iosa.com.pe/ProductosLindo.html	\$ 2.650.500	\$ 2.650.500
1	Arena	Ver propiedades en la tabla 11	Arena simulation software www.arenasimulation.com	\$ 3.600.500	\$ 3.600.500
<b>COTIZACION CON EL ESPACIO IDEAL</b>			<b>COSTO TOTAL</b>		<b>121.915.012</b>

Fuente: Los autores

Del cuadro anterior resulta que la primera fase del proyecto tendría un costo de sesenta y nueve millones setecientos cuarenta y cinco mil cuatrocientos doce pesos moneda corriente (\$69.745.412) y, la segunda la cual se basa en el espacio físico propio, tendría un costo de cincuenta y dos millones ciento sesenta y nueve mil seiscientos pesos moneda corriente (\$52.169.600). Así el costo total del proyecto estaría estimado en ciento veintiún millones novecientos quince mil pesos moneda corriente (\$121.915.012).

En últimas lo que interesa aquí es determinar si dado el presupuesto de los implementos y equipos, la propuesta presentada es viable o no. Sin embargo, como se planteó en la introducción, en los objetivos y a lo largo del documento, no pertenece a los autores dicho análisis.

## 7. DIVULGACIÓN

Lo que se busca con esta propuesta es tener una base con la cual se pueda dar a conocer el proyecto. En el futuro cuando se logre ingresar al mercado con servicios de laboratorios.

La publicidad es un hecho central en el mundo moderno; aunque es más intensa en las economías de mercado. Los aspectos de la publicidad y la información son importantes en todas las sociedades, y hoy en día son pocos los individuos sobre los que no influyen los mensajes publicitarios. El fenómeno de la publicidad se manifiesta en todos los planos, desde el local hasta el internacional y el transnacional.

La publicidad basada en el marketing educativo ha surgido de la necesidad de las entidades que se dedican a brindar este tipo de servicios orientados a la instrucción, de cualquiera de los niveles del que se hable, de dar a conocer dichas actividades para así favorecer a su institución y que esto se vea reflejado no solo en el incremento de la matrícula educativa con que cuenta, sino de elevar la calidad y el nivel de educación de su alumnado y por ende favorecer y activar una cadena de desarrollo sustentado desde la instrucción educativa, hacia la sociedad en general.

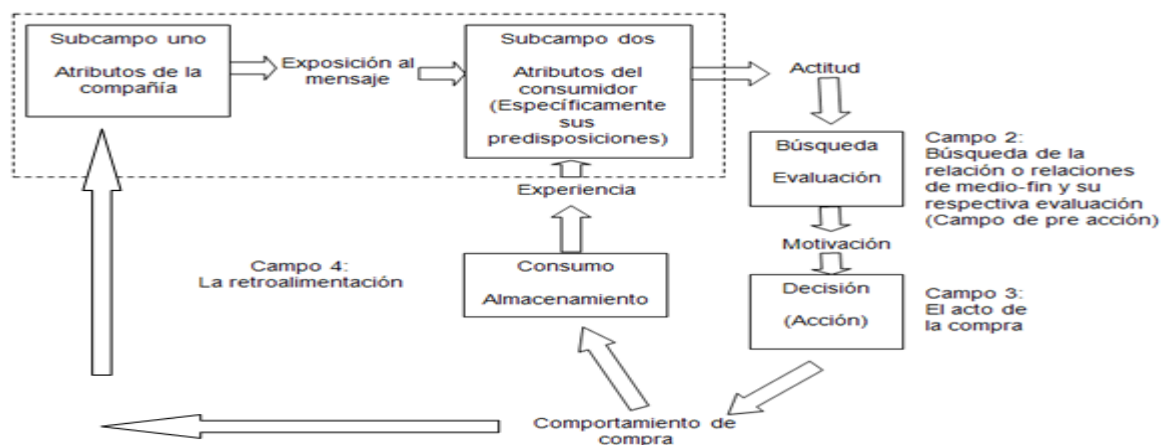
Así mismo, esta "rama" de estudio constituye el proceso que se lleva a cabo por la Universidad, orientado hacia la satisfacción de las necesidades, tanto educacionales como productivas, de individuos y organizaciones, para la creación y el intercambio voluntario que generen mejoras a la sociedad. Para ello se basa en el modelo propuesto por Nicosia; este no permitirá transmitir a la comunidad sea universitaria o no la información.

## 7.1 EL MODELO DE NICOSIA<sup>61</sup>

En términos generales, como se aprecia en la figura 15, el modelo contiene cuatro grandes componentes o campos:

1. Los atributos y salidas o comunicaciones de la empresa y los atributos psicológicos del consumidor.
2. La búsqueda y evaluación de la salida de la firma y otras alternativas disponibles por parte del consumidor.
3. Su acto motivado de compra.
4. Su almacenamiento o uso del producto. Nicosia supone que el consumidor trata de alcanzar determinadas metas y que en un principio no hay antecedentes entre él y la compañía, de manera que en su mente no existe predisposición alguna respecto a ella.

**Figura 15. Diagrama modelo Nicosia**



Fuente: Schiffman, L., Kanuk, L. Comportamiento del consumidor. 3ra edición, Prentice Hall, U.S.A. 1991. P664

<sup>61</sup>NICOSIA Francesco, consumer decision processes: Marketing and advertising implication, prentice -Hall  
136

### 7.1.1 Campo uno.

7.1.1.1 Subcampo uno “Atributos de la compañía”. La universidad del Valle posee como variables relativas las siguientes estrategias:

- **En cuanto al producto:** La universidad del Valle ofrece educar en el nivel superior, mediante la generación y difusión del conocimiento en los ámbitos de la ciencia, la cultura y el arte, la técnica, la tecnología y las humanidades, con autonomía y vocación de servicio social. Con altos estándares de calidad, garantizando la educación integral mediante los recursos pertinentes y profesores calificados.
- **Medio:** Atiende en su carácter de institución estatal, compromisos indelegables con la construcción de una sociedad justa y democrática, para individuos capaces que mediante altos resultados en el icfes puedan ingresar a su que hacer social, orientada a cualquier estrato, nivel socioeconómico, raza etc.
- **Precio:** El valor de la matricula y semestre está estrechamente relacionada al nivel socioeconómico, estrato y lugar de culminación de la educación secundaria; aun así, los costos son relativamente bajos a comparación de otras instituciones de educación superior, siendo de gran ayuda para la comunidad de bajos recursos económicos al convertirse como un medio barato de educación.
- **Valores:** El respeto y la prevalencia del interés colectivo sobre el particular y la defensa de la igualdad de oportunidades.

La libertad en la enseñanza, la investigación y la difusión del pensamiento en un ámbito de pluralismo ideológico y diversidad cultural que haga posible la promoción de la crítica y el debate públicos.

La integralidad en la formación, entendida como equilibrio entre los aspectos científico, tecnológico, artístico y humanístico en los procesos de aprendizaje.

El compromiso con la paz, la democracia, la defensa del interés público, el ejercicio de los derechos humanos, la promoción de los deberes civiles y el desarrollo de la civilidad.

➤ **Propósitos:** Ofrecer un servicio público de educación superior de acuerdo con los principios, derechos y deberes consagrados en la Carta Política y en las Leyes de la República.

Brindar oportunidades para una formación de excelencia, homologada internacionalmente, que le permita a sus egresados ejercer un liderazgo cultural y ciudadano y cumplir a cabalidad sus funciones profesionales y de servicio a la comunidad.

Propiciar en los estudiantes un desarrollo personal, social y cultural basado en los valores de la razón, el compromiso ético y la sensibilidad estética que les permita desarrollar sus talentos y fortalecer su autoestima.

Hacer de la investigación un eje central de la actividad universitaria y propiciar su integración con los programas de formación.

Promover la apropiación crítica, la creación y la transferencia responsable del conocimiento y su aplicación al estudio y la transformación del entorno. Fomentar el estudio y el enriquecimiento del patrimonio cultural de la nación y la defensa, valorización y conservación del medio ambiente y el desarrollo de su biodiversidad.

Promover una cultura de calidad y excelencia en todas las instancias y niveles de la organización y gestión académica, docente, investigativa y administrativa.

Brindar apoyo y asesoría especializada al Estado y a los diversos sectores sociales, conservando su autonomía académica e investigativa.

El ejercicio de la autonomía universitaria basado en la misión de la Institución y en el uso y administración responsables de los bienes públicos. Fortalecer el desarrollo educativo de la región y del país en todos los niveles y modalidades.

Trabajar porque los grupos en situación de inequidad social puedan acceder a la educación superior en condiciones de igualdad de oportunidades y sobre la base de los méritos propios y del trabajo personal.

**7.1.1.2 Subcampo dos “Atributos del consumidor”.** Los factores de influencia del consumidor en los cuales se determina el tipo de aceptación o de captación de un mensaje esta estrechamente relacionado a sus atributos, estos definidos por su cultura, estilo de vida, características demográficas, estructura aprendida de consumo entre otras. Es por esto que se debe establecer las características de los atributos de los usuarios de la universidad para desarrollar la publicidad pertinente.



El consumidor, en este caso los estudiantes y la comunidad próxima a ingresar ha ido evolucionando a par de los tiempos. Por ello, tratar de llegar e influir en él con respecto a lo que se conocía y a lo que se tenía apenas se estableció la institución educativa es perder la batalla.

Atributos del consumidor del siglo XXI:

- Que se enfrentan a la necesidad de educación eficiente y en mejora continua durante toda su vida.
- Que estarán cada vez más relacionados con los sistemas de información
- Que habrán nuevos tipos de empleo con nuevos retos a afrontar
- Que estará sobrecargado de información

**Cultura:** Los elementos de la cultura se transmiten por tres instituciones: la familia, la iglesia, y la escuela (Universidad). Una cuarta institución juega un rol mayor en la transmisión de la cultura, son los medios de comunicación, tanto a través de los contenidos editoriales como de la publicidad. Es por esto que los individuos a quien se dirige el que hacer de la Universidad se relacionan con una cultura tecnológica, pues cada vez más buscan que los conceptos memorísticos puedan ser aplicativos en cada uno de los medios en los que se desenvuelven, buscan estar inmersos en un mundo lúdico cambiante, donde no todo sea lectura con clases magistrales, buscan salir de la monotonía, hacer de su vida una experiencia única. Por otro lado las creencias, la religión entre otras, son indiferentes para la universidad pues uno de sus propósitos es fomentar el intercambio cultural.

**Aprendizaje:** El conocimiento de los principios del aprendizaje sirve para entender de qué manera la gente adquiere sus deseos y motivos y cómo se desarrollan sus gustos. Asimismo se entiende que la frecuencia en la repetición de los mensajes

publicitarios cambian el patrón de comportamiento; además que los símbolos utilizados en estas estrategias publicitarias influyen, las canciones y otras técnicas en la retención del público respecto a nuestros productos, servicios y promociones; y cómo los consumidores adquieren ciertos hábitos.

La comunidad en general conoce el proceso actual de la universidad, sabe exactamente por experiencia que es una institución educativa con los más altos niveles formativos además de que su slogan y razón de ser es visto y entendido en cualquier medio y lugar de la misma, y que depende de sus estudiantes y comunidad general con iniciativa el mejoramiento de las instalaciones para su completo desarrollo.

**Características demográficas:** El sexo, la edad, el estado marital, el nivel de instrucción y la ocupación, son algunas de las características que se consideran en el análisis de la población. Cualquier característica de la población que pueda ser medida o contada es susceptible al análisis demográfico.

Cabe resaltar que el aspecto edad es importante ya que cada vez más ingresan a las instituciones de educación superior individuos más jóvenes que constan de una edad entre los 16 y 18 años con una mentalidad más infantil, menos dispuestos a seguir reglas pero más creativa.

Un estudio determinó que la edad a la que ingresa a la Universidad es cada vez menor. Un 6,1 por ciento de los encuestados tienen 16 años, el 11,6 por ciento tienen 17 y un 16,2 por ciento llega a los 18 años, y sólo el 9 por ciento de los encuestados entró a estudiar una carrera universitaria después de los 24 años.<sup>62</sup>

---

<sup>62</sup>UNIVERSIA. ¿Cómo Viven Los Universitarios Hoy? Cifras Reveladoras de Estudio de la Santo Tomás. (en línea) < <http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/como-viven-los-universitarios-hoy-cifras-reveladoras-de-estudio-de-la-santo-tomas.html>>

En cuanto al sexo y estado marital es indiferente ya que la educación superior y todo lo que ello conlleva no diferencia entre sexo, edad o estado marital, si no más bien en predisposición para aprender.

**Nivel de vida:** El término nivel de vida hace referencia al nivel de confort que un individuo aspira o pretende lograr, no solo en cuando a productos consumidos si no también los servicios demandados colectivamente.

Desde este punto de ideas, la comunidad y el entorno como tal busca y demanda a las instituciones educativas altos niveles de educación, espacios adecuados para su desarrollo integral, e información actual y relevante para sus carreras, dándole cabida a laboratorios que permitan un aprendizaje significativo.

Sobre la principal motivación que tienen los alumnos para terminar sus estudios, la respuesta más frecuente es la realización intelectual, seguida por mejorar su calidad de vida y satisfacer sus necesidades económicas, mientras que ninguno de los estudiantes que intervino en la investigación realizada por una universidad manifestó estar estudiando para conformar su propia empresa.

**Actitudes:** "los factores determinantes para la recepción de un mensaje son la actitud hacia la conducta en cuestión (entendiendo por actitud únicamente la valoración positiva o negativa que el sujeto tiene frente a la realización de este) cimentado en procesos psicológicos básicos como la percepción, la motivación, la personalidad y el aprendizaje y en segunda instancia de acuerdo a la influencia que tiene el grupo de referencia en el individuo.

Por esta parte hay que resaltar que los estudiantes de la universidad del Valle tendrían una valoración positiva, pues en cuanto a la percepción que se tiene de la universidad es relativamente buena por su nivel académico, su bajo costo de

matrícula y semestre entre otras cosas, en cuanto a las motivaciones un mejor estilo de vida y pertenecer a una institución tan prestigiosa, en cuanto a la personalidad pues uno de los principios de la Universidad son la libre expresión confirmando la posibilidad de reconocimiento por parte del grupo de referencia y por parte del aprendizaje una experiencia satisfactoria basados en opiniones y sugerencias de amigos y/o familiares.

La siguiente figura<sup>63</sup> es una investigación que realizó la revista semana en el mes de septiembre de 2009 con el fin de determinar la percepción de la comunidad con respecto a la imagen.

**Figura 16. Encuesta de percepción**



Fuente <http://sintesis.univalle.edu.co/index.html>

De acuerdo con la investigación, los vallecaucanos tienen una alta admiración por la Universidad del Valle y por las instituciones armadas y empresariales. El 84% de los vallecaucanos tienen una imagen favorable de la institución.

<sup>63</sup>Encuesta realizada por la revista semana. (en línea)  
<<http://sintesis.univalle.edu.co/2009/septiembre/institucionadmirada.html>>

**7.1.2 Campo dos, Búsqueda de la relación y su respectiva evaluación.** Una vez el consumidor (estudiante o comunidad) tenga una actitud positiva frente al mensaje, este entrara en proceso de búsqueda de información con el propósito de relacionar el medio con el fin. Aquí el individuo relacionara la necesidad que constituye la implementación del laboratorio de ingeniería industrial en la Universidad del Valle sede Palmira respecto al desarrollo de nuevas herramientas para su aprendizaje, posiblemente establecerá la relación enseñanza-aprendizaje y su concordancia con el planteamiento estratégico de la universidad.

El proceso de evaluación Identificara si estas herramientas serán las adecuadas o no para su educación, y en que otras instituciones ofrecen estos instrumentos y si son eficaces al mejorar sustancialmente los niveles de aprendizaje.

**7.1.3 Campo tres, Decisión (acción).** Está determinada por la motivación, la cual es un determinante individual, en esta parte no se toma en cuenta respecto a la compra, pues lo que se busca en ningún momento es vender un producto si no dar a conocer información relevante para la comunidad en general. Es por esto que aplica solo a su uso, y si le parece importante la implementación de dicho laboratorio.

**7.1.4 Campo cuatro, Retroalimentación.** Es una de los proceso más importantes del modelo de Nicosia, pues esto lo que permite es alimentar la predisposición a dicho servicio, permitiendo afianzar su percepción y aprendizaje conforme tiene experiencia con ello.

Visto la descripción de cada uno de los componentes o campos que comprenden el modelo de Nicosia, es oportuno explicar que el desarrollo de la estrategia

publicitaria se fundara en cada punto mencionado anteriormente con el fin de cubrir el alcance establecido.

## **7.2 PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA PUBLICITARIA**

Para dar una propuesta optima, hay que establecer primero que todo el medio por el cual se va a realizar la publicidad, para ello se debe de analizar cual medio propicia mayor audiencia y mayor significado a la propuesta.

Factores de Marketing que afectan la selección de los medios:

- **La población objetivo:** Dado que la población objetivo en primera instancia son los estudiantes de la Universidad del Valle y en segunda la comunidad en general que busca ingresar a dicha institución, el medio que más beneficios aporta en la difusión de la propuesta son: por medio impreso “folletos”, medio audiovisual “televisión” y virtual.
- **El producto servicio o idea:** Se debe tener en cuenta la estacionalidad del consumo o utilización del servicio, el ritmo, las cualidades que se desean demostrar. En este caso sería cada año, momento en que se oferta el programa de ingeniería industrial con el fin de incentivar al mercado externo; con respecto al interno con folletos y medio de transmisión interna como reuniones es más que suficiente.
- **La zona geográfica:** Debido a que solo es para una población identificada como usuaria de la universidad el Valle, y está distribuida a nivel del Valle del Cauca, los folletos serian ineficaces para llegar a cada rincón, por esto la televisión es la más adecuada desde este punto de vista.

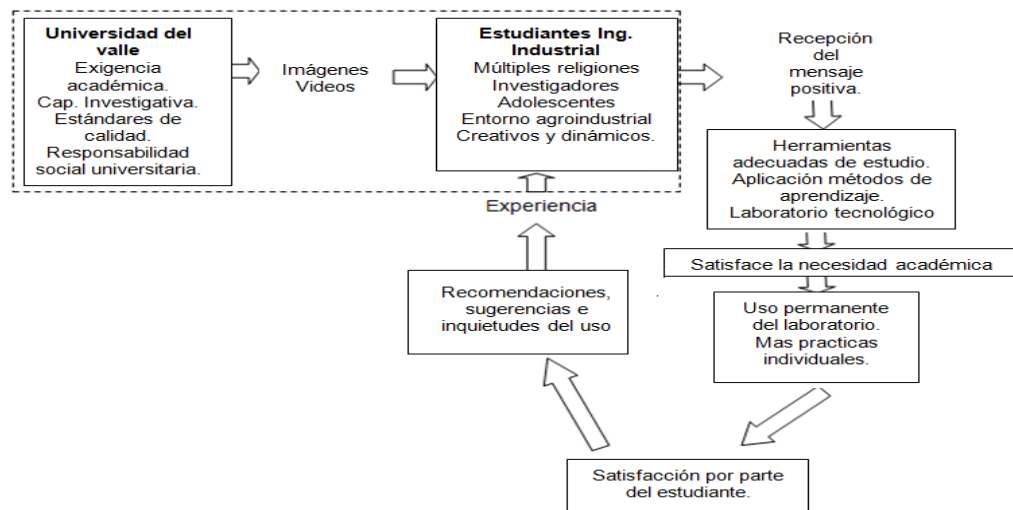
- **La distribución o intermediarios:** En este caso será aquella que elija la institución.

Un punto que es de suma importancia y que no se excluye en la investigación de los medios de difusión es el presupuesto a asignar para ello. Sin embargo el presente trabajo solo consiste en una propuesta, y dicho análisis va más allá del alcance.

Como conclusión, los folletos y ayudas audiovisuales serán utilizados de carácter interno (dentro de la Universidad); por otro lado, la publicidad televisiva será realizada con el fin de llegar al mercado externo incluyendo los medios electrónicos.

**7.2.1 Descripción de la publicidad propuesta.** Después de haber realizado los estudios correspondientes para la elaboración y distribución de la publicidad, que muestre la existencia del laboratorio de ingeniería industrial en la Universidad del Valle – sede Palmira, se propondrá el siguiente diseño:

**Figura 17. Diagrama de Nicosia**



Fuente: Los autores

Como ya se sabe, todos conocen la Universidad del Valle como una de las mejores instituciones universitarias a nivel nacional, tanto en nivel académico como en materia de ciencia, tecnología e investigación, entre otros aspectos. Por consiguiente, se diseñará y se creará un folleto o pliego de publicidad donde se mostrara las herramientas con las cuales se logra el reconocimiento regional, nacional e internacional; entre los cuales se encuentran los métodos de aprendizaje aplicados por la institución, derivándose de estos las prácticas del laboratorio e investigación.

Además de esto, se ilustrará las instalaciones del laboratorio de ingeniería industrial dentro del campus universitario, su estructura, planta física y sus implementos de trabajo y estudio de alta tecnología, incluyendo su respectiva misión, visión, objetividad y servicios que brinda.

Los mismos componentes tendrá la publicidad en el medio audiovisual y virtual, con la diferencia de que estos tendrán videos reales del funcionamiento del laboratorio de Ingeniería Industrial y se expondrá la relación que existe con el entorno.

El objetivo de esta publicidad, es captar la atención de toda la comunidad universitaria y crear una buena actitud y percepción del receptor con respeto al servicio del laboratorio de Ingeniería Industrial, sus herramientas y la tecnología de punta incluida en cada una de estas, llevar a analizar y concluir al usuario las ventajas comparativas que tenemos con respecto a otras universidades, teniendo en cuenta sus opiniones y sugerencias para su respectivo fortalecimiento.

Será una publicidad clara y respetuosa, en donde no se excluya o se sienta excluido cualquier integrante de la sociedad de Palmira y ciudades aledañas.



## 8. CONCLUSIONES

- El análisis de diversas universidades a nivel nacional y regional que cuentan con el programa de Ingeniería Industrial, brindan gran ayuda para al diseño del laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle sede Palmira.
- Con el diseño del área del laboratorio como propuesta, se mejorará las condiciones tanto físicas como de manejo con el fin de garantizar a los estudiantes el uso de herramientas e implementos de diversas asignaturas en forma óptima y segura.
- La percepción por parte de la dirección en la Universidad del Valle sede Palmira, es positiva; ya que fortalece lo expresado en todo el documento sobre la necesidad del laboratorio para el programa, justificando sus beneficios mediante el desarrollo de habilidades en los estudiantes para su vida cotidiana y posterior ingreso al entorno laboral.
- Las competencias laborales y su desarrollo, son un tema que las universidades a nivel nacional están tratando de incorporar a su proyecto educativo institucional. Este es el caso de la Universidad del Valle y de muchas otras en el país. Ya que a nivel internacional, las instituciones de educación superior nos llevan amplia ventaja en el tema
- Si bien se sabe que la Universidad del Valle ha forjado profesionales competitivos desde su creación, no se debe de olvidar que el entorno evoluciona constantemente, como el caso de las TIC, la internacionalización de los mercados, entre otras cosas; Es por ello, que las

instituciones de educación superior no deben de darle la espalda a estos cambios y buscar la mejora continua.

- El presente proyecto constituye tanto una oportunidad de mejora como una oportunidad de negocio, propuesta como un programa de extensión. Fundamentado en las diversas asignaturas y contenidos programáticos identificados en el proyecto, con implementos y equipos necesarios, además del uso de las TIC, bajo el enfoque y desarrollo de conocimientos previos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Complementando el desarrollo del laboratorio de Ingeniería Industrial con otros proyectos de grado, se logrará implementar y ofertar el servicio en diferentes áreas al mercado palmirano y ciudades aledañas. Como por ejemplo la prestación de servicios a ingenios azucareros sobre estudio del trabajo (medición de ruido, iluminación, estrés, entre otros)
- Las guías mencionadas en este proyecto tomadas del grupo de investigación de operaciones GEIO de la universidad tecnológica de Pereira, permiten tener un soporte que contribuyen en la facilidad de comprensión de temas a los estudiantes; Ya que son guías desarrolladas con ese objetivo.
- Se debe trabajar con los docentes de Ingeniería industrial los procesos pedagógicos de aprendizaje activo y significativo, con el fin de disminuir el uso de clases magistrales que no le aportan al estudiante en el desarrollo de competencias, además permitirán incrementar el desarrollo de las actividades del laboratorio por encima de las observadas en el porcentaje nivel de uso.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA. (online) <http://www.acofi.edu.co>
- 
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. Psicología Educativa. 2ª edición. Ed. Trillas. México, 1983.
- BANCO MUNDIAL. La educación terciaria en Colombia. Preparar el terreno para su reforma. Washington: Banco Mundial, 2003
- CARRETERO, Mario. Constructivismo y educación. Ed. Luis Vives. 6ª edición. Argentina, 1993.
- CHARMAS, Kathy. (online) <<http://www.ucentral.edu.co/CIFI/investigacion/semill-industrial/semillero-industrial.pdf>>
- Comité de Programa Ing. Electrónica. Lineamientos generales para la presentación de Prácticas de Laboratorio en PIE. En: Manual de Procedimientos del Programa de Ingeniería Electrónica. Ibagué, Diciembre de 2002.
- CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. 2000. Reglamento Técnico Colombiano para la Evaluación y Control de Iluminación y Brillo en los Centros y Puestos de Trabajo.
- DEWEY, John. Teoría de la educación y sociedad, Buenos Aires: Centro editorial de latino América 1977 V.1, Pág. 64
- DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de las ciencias. En: Enseñanza de las ciencias, Vol. 6, p 109-120. 1998.
- PORTAL DE ERGONOMIA. (online) [www.ergokprevencion.org/](http://www.ergokprevencion.org/)
- Facultad de Sociología, Universidad Santo Tomas. ¿Como viven los universitarios hoy? Cifras reveladoras de estudio de la Santo Tomas <<http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/como-viven-los-universitarios-hoy-cifras-reveladoras-de-estudio-de-la-santo-tomas.html>>
- FERRO Bayona, Jesús. Visión de la Universidad ante el siglo XXI. Ediciones Uninorte. 1996. P.6

- GARCÍA, J.J. y CAÑAL, P. ¿Cómo enseñar?. Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. Investigación en la escuela, 25, 5-16. 1995. <http://www2.uah.es/jmc/webens/refs.htm>
- HERNÁNDEZ F., Arcelio. Los niveles de asimilación del contenido: una pauta para la organización de las prácticas de laboratorio. En: Revista Actas Pedagógicas, año 5 - No.5. Centro de estudios de Didáctica y Pedagogía, Cedip. Ibagué, Junio de 2001.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC – 1486 de 2008
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC – 5655 de 2008
- INRS - Institute National Recherche Sécurité [http://www.inrs.fr/INRS/PUB/inrs01.nsf/inrs01\\_dossier\\_view\\_view/BF9CC52A7B6B9F02C1256D64004ADC37/\\$FILE/visu.html?OpenElement](http://www.inrs.fr/INRS/PUB/inrs01.nsf/inrs01_dossier_view_view/BF9CC52A7B6B9F02C1256D64004ADC37/$FILE/visu.html?OpenElement)
- ISTE 2010: NUEVAS TENDENCIAS EN EDUCACIÓN Y TIC. (en línea) <http://www.eduteka.org/ISTE2010.php>
- Ministerio de Educación. (En línea) [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-106706\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-106706_archivo_pdf.pdf)
- NICOSIA Francesco, consumer decision processes: Marketing and advertising implication, prentice –Hall
- OSBORNE, R.J. y WITROCK, M.C. Learning Science: A generative process. En: Science Education, Vol. 67, 489-508. 1983.
- PATIÑO G., Lucelli. El taller, un continuum entre enseñanza y aprendizaje. En: La práctica de la enseñanza. Notas Universitarias. Centro de estudios de Didáctica y Pedagogía, Cedip. Coruniversitaria. Ibagué. Febrero de 2001.
- Portafolio(online).<[http://www.portafolio.com.co/economía/pais/ARTICULO-WEBNOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-5828287.html](http://www.portafolio.com.co/economía/pais/ARTICULO-WEBNOTA_INTERIOR_PORTA-5828287.html)>.
- Portal de Ergonomía, <[http://www. ergoKprevencion.org](http://www.ergoKprevencion.org)>
- RATHS, L.E. y otros. Cómo enseñar a pensar. Teoría y Aplicación. Paidós. Buenos Aires, Argentina. 1986.
- Rodríguez Osuna, J. Métodos de muestreo. Casos prácticos. Madrid: CIS, (1993).

- SENA, competencias laborales (en línea)  
<[http://www.sena.edu.co/Portal/Servicios/Certificaci %C3%](http://www.sena.edu.co/Portal/Servicios/Certificaci%C3%99)>
- Unimedios, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Un propósito para la construcción de conocimiento.  
<<http://www.universia.net.co/universidades/proyectos-estrategicos/un-proposito-para-la-construccion-de-conocimiento.html>>
- VYGOTSKY, L. Pensamiento y Lenguaje. Pleyade. Buenos Aires, 1985




## Anexo B. Entrevista Dirección

### CUESTIONARIO ACERCA DE LA RELEVANCIA DEL PROYECTO

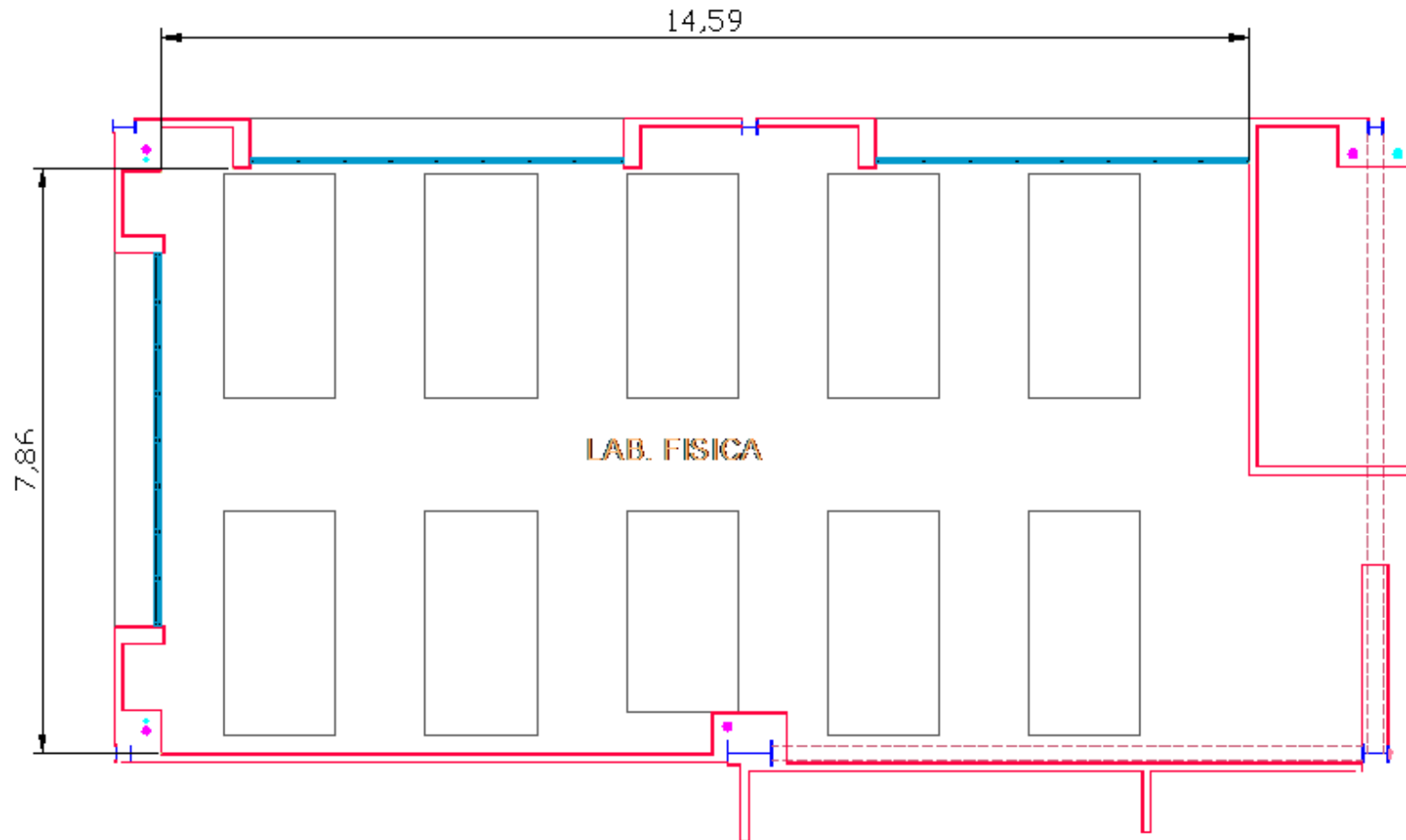
1. ¿Considera que los laboratorios de enseñanza en carreras profesionales de ingeniería son una herramienta que influye significativamente en la adquisición de capacidades para los estudiantes? ¿Por qué?
2. Desde que se conformo el programa de ingeniería industrial ha recibido algún proyecto sobre este tema. Si no es así, cual cree usted que son las razones por las cuales esta iniciativa no haya sido presentada antes, tanto por estudiantes como por los docentes?
3. ¿Cree que en este aspecto, la Universidad del Valle sede Palmira esta quedando relegada en comparación con sus similares de Palmira, Cali y del departamento del Valle del Cauca en general?
4. De acuerdo a su experiencia como director de la sede, cuales han sido las ventajas de que los programas académicos tecnología en alimentos, electrónica y sistemas, tengan laboratorios propios para el desarrollo de sus practicas.
5. ¿Según sus conocimientos y experiencia, cuáles son las características mínimas que debe tener un laboratorio de Ingeniería Industrial (estructural, pedagógica, presupuestal, entre otras que considere relevantes) para que sea considerado una herramienta que fortalezca el proceso de adquisición de capacidades en los estudiantes?
6. ¿Los laboratorios de enseñanza cuentan con algún punto ó elemento negativo a considerar tanto en el entorno académico en general, como en el caso puntual de la Universidad del Valle sede Palmira y su programa académico de Ingeniería Industrial?
7. ¿Cuál sería su nivel de interés y el grado en que promovería el desarrollo del proyecto de instaurar el Laboratorio de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle Sede Palmira?
8. Teniendo en cuenta la proliferación de laboratorios de enseñanza dentro de los pregrados de Ingeniería Industrial en distintas universidades, ¿Cuál considera usted es el lapso de tiempo límite en el cual el pregrado de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle sede Palmira debería tener su laboratorio abierto a los estudiantes?
9. ¿Cuál cree que sería la manera más eficiente de gestionar la instauración del Laboratorio de Ingeniería Industrial (recursos económicos, personal, espacio físico, entre otros) luego de conocer su relevancia dentro del desarrollo cognoscitivo y la adquisición de competencias en los estudiantes?
10. ¿Que otros elementos cree usted deben tomarse en cuenta dentro del proyecto?



## Anexo C. Encuesta Profesores

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE PALMIRA		
Fecha	_____	
Tema	Propuesta para la implementación del servicio de laboratorio de ingeniería Industrial en la universidad del Valle - sede Palmira	
Asignatura	_____	
Profesor	_____	
1. De acuerdo a la asignatura, en que temas debería realizarse prácticas de laboratorio?		
_____		
_____		
_____		
2. Las guías para realizar estas prácticas, de donde las referenciaría?		
_____		
_____		
_____		
3. Que tipo de implementos cree usted que se necesitaría para cada práctica?		
_____		
_____		
_____		
_____		
4. De acuerdo a los software que usted conoce, cuales cree usted que la Universidad debería invertir? ¿Porque?		
_____		
_____		
_____		
_____		
5. De acuerdo a su criterio, cual es la importancia de este proyecto?		
_____		
_____		
6. Según la intensidad horaria total de la asignatura, qué porcentaje o tiempo tendría		
_____		
_____		
_____		
_____		
Firma profesor _____		Firma estudiante _____

### Anexo D. Plano laboratorio de Física



Fuente coordinación Ingeniería Industrial Universidad del Valle sede Palmira

## Anexo E. Formato préstamo de implementos o reserva



UNIVERSIDAD DEL VALLE – SEDE PALMIRA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ESTADÍSTICA  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### FORMATO PRÉSTAMO DE IMPLEMENTOS

FECHA(DD/MM/AA):

NOMBRE:	
CÓDIGO:	PLAN:
ÁREA/ASIGNATURA:	

TIPO DE IMPLEMENTO			NUMERO DE INVENTARIO	DESCRIPCIÓN DEL IMPLEMENTO	CANTIDAD	HORA DE ENTREGA	HORA DE DEVOLUCIÓN	OBSERVACIÓN
M	E	H						
OTROS								

M: maquinaria  
 E: equipo  
 H: herramientas

\_\_\_\_\_  
 FIRMA MONITOR

\_\_\_\_\_  
 FIRMA Y CODIGO ESTUDIANTE

## Anexo F. Formato control de asistencia



UNIVERSIDAD DEL VALLE- SEDE PALMIRA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ESTADÍSTICA  
 LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### FORMATO CONTROL DE ASISTENCIA

FECHA (DD/MM/AA):

NOMBRE DOCENTE:		
CÓDIGO:	PLAN:	SEMESTRE:
ÁREA/ASIGNATURA:		

Nº	CÓDIGO	NOMBRE ESTUDIANTE	TIPO DE IDENTIFICACIÓN			Nº. IDENTIFICACIÓN	FIRMA ESTUDIANTE
			T.I.	C.C.	OTRO		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DOCENTE

\_\_\_\_\_  
 FIRMA MONITOR

## **Anexo G. Proyecto GEIO - universidad del Valle, sede Palmira**

1. **OBJETIVO DEL PROYECTO.** El presente proyecto presenta y sustenta los aspectos principales de la capacitación que el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, (**GEIO**), brindará a un grupo de docentes y de estudiantes de la UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA.

2. **OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN.** Luego de la participación en este curso, se lograran cuatro objetivos:

- a. La UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA quedará dotada de un laboratorio básico de Ingeniería Industrial, con los equipos necesarios para realizar más de 40 experimentos.
- b. El grupo de profesores, instructores y monitores de la UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA participantes en el curso, quedarán en capacidad de orientar más de 40 experimentos, relacionados con muchos temas de la Ingeniería Industrial en general y con la Producción y la Investigación de Operaciones en particular.
- c. En la UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA quedará formado un equipo de investigación similar al que ofrece el curso, con capacidad de seguir construyendo conocimiento desde los fundamentos constructivistas, con miembros competentes en las técnicas de trabajo en equipo y en las técnicas de trabajo interdisciplinario.
- d. La UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA será miembro de una comunidad internacional que esta cambiando la cultura de la enseñanza de la Ingeniería Industrial y de las Ciencias Administrativas, que realizará su IV Encuentro Nacional GEIO en septiembre del año 2008, en Cartagena.

3. **ANTECEDENTES.** GEIO nace como la atención a una necesidad sentida de cambio desde una cultura pedagógica reduccionista hacia una moderna constructivista. En el año 2001 se llevaron los primeros ejercicios al salón de clase, y desde entonces se ha crecido en forma constante y firme. Desde el año 2002 se decidió saltar a las palestras nacionales e internacionales, presentando más de 20 ponencias en congresos nacionales y tres en congresos internacionales, (INFORMS en Atlanta, ELAVIO en Villa de Leyva, y CLAIO en Montevideo)).

Como resultado de esa socialización ya GEIO ha sido contratado para transmitir su conocimiento en varias Universidades : CUAO (Corporación Autónoma de Occidente en Cali), Javeriana de Cali, Córdoba de Montería, Unidad Central de Valle en Tuluá, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco de Cartagena,

Universidad Libre en Bogotá, Universidad de Antioquia, Universidad del Tolima y Universidad Central de Bogotá, y ha ofrecido pequeños cursos por lo menos a otras tres universidades, (Coruniversitaria de Ibagué, Universidad del Valle, y Nacional de Manizales). En las nueve primeras se han cumplido con creces los objetivos presentados en el numeral 2.

En estos momentos se adelantan negociaciones con otras cuatro instituciones interesadas en adquirir su GEIO.

#### 4. DESCRIPCION DETALLADA

Aquí se presenta un resumen de todas las actividades que se realizan en GEIO, clasificadas en 8 líneas, donde cada una contiene una serie de lúdicas relacionada con un tema determinado:

- a. **ANTROPOLOGIA:** En esta línea se describen aspectos directamente relacionados con el tema de la Antropología Industrial, en la cual contamos con lúdicas como Civilización, Quino, e Interculturalidad.

Quino pertenece a la línea EL HUMOR COMO HERRAMIENTA PEDAGOGICA y está compuesto básicamente por una exposición de caricaturas relacionadas con temas de Ingeniería Industrial y por un experimento que se puede clasificar dentro de lo que se denomina investigación social participativa, que permite en muy corto tiempo recolectar la visión de muchas personas sobre un tema en particular.

El pensamiento lateral y la teoría de los seis sombreros para el pensamiento de Edward de Bono. Se aprende a direccionar el pensamiento durante una situación de grupo y se aplican diversas maneras de ver dicha situación.

Durante el curso ofrecido en la Universidad de Córdoba, usamos una herramienta para analizar aspectos y variables relacionados con el encuentro de dos culturas: paisas y costeños sabaneros.

- b. **ADMINISTRATIVAS:** Comprende dinámicas de manejo de grupos y establecimiento de roles. Aquí se encuentran las lúdicas: Evaluación de equipo, Worrywillies, Construcción de la Autopista, graficas de Fritzen.

Tanto en la Corporación Autónoma de Occidente como en la Universidad de Córdoba, hemos efectuado una evaluación de equipo, midiendo aspectos como el tener, obtener, disfrutar y ser, al inicio y al final del curso permitiendo así que los participantes en el curso evalúen su progreso.

Worrywillies nos permite clasificar los experimentos que trabajamos desde el punto de vista de aceptación por parte de los estudiantes. Y con los resultados de dicha clasificación definimos cuáles son nuestras actividades más fuertes para conservarlas y cuáles son dignas de refuerzo.

Construcción de la Autopista es un problema típico de Administración sostenible y multiobjetivos. También lo usamos para ilustrar la dimensionalidad de los problemas de optimización, solución de conflictos y enfoque sistémico.

- c. PRODUCCION: Esta línea se subdivide en dos: Producción Básica, que comprende Mesas y Sillas, Comedores, Quesos y Yogures, Curvas de Aprendizaje, Carpintería y Cargo, Rouge River; y una segunda sublínea denominada Lean Production, la cual contiene Kanban Pull and Push, Yokimabobs, Gorros de Papel y Poka-Yoke.

Mesas y Sillas es nuestro experimento más sencillo, con 14 fichas de Lego decidir cuántas mesas y sillas fabricar, (de acuerdo a un diseño previo), buscando maximizar unas ganancias. Fue nuestro punto de partida, sobre el cual hemos construido todo lo que tenemos. Incluye formulación de un modelo simbólico de Programación Lineal y su solución, de manera gráfica y real. Y se aprovecha para ilustrar un proceso de producción automatizado, que sirve como introducción al uso de las Redes de Petri. Con el ejercicio se ve qué son: places, transiciones, tokens, disparos, etc.

Aumentando el tamaño del problema, más productos, más restricciones, más variables, con Carpintería y Cargo y Comedores, introducimos el uso de métodos analíticos y software para los problemas de optimización, cuidándonos del SINDROME DE VIDEOGAME planteado por Stearman.

Quesos y Yogures lo usamos para presentar el tema de funciones no lineales y lo consideramos una herramienta básica para la comprensión del concepto "Token".

Curvas de Aprendizaje permite apreciar el concepto de la acumulación de conocimiento con la repetición de los procesos. Sorprende en este experimento la gran aproximación entre la realidad y la teoría.

Rouge River es una lúdica cuyo objetivo es que el participante vea lo que fue considerado óptimo hasta los años 60. Recibe este nombre como homenaje a la gran fábrica de la Ford donde se produjeron millones de automóviles modelo "T". Durante el uso del ejercicio se ven las MUDAS, combatidas con los modernos sistemas de la Lean Production.

En los experimentos incluidos dentro de Lean Production trabajamos los conceptos de Pull, Push y Kanban. Este último va desde un sencillo kanban de espacio hasta un kanban triple muy similar a los mostrados en los textos.

d. ALEATORIEDAD: Comprende FDP de muestras y Gorras Olímpicas.

Una lúdica nos permite ver, usando Bistogramas, la forma como trabaja el Teorema del Límite Central y la segunda es una sencilla simulación Monte Carlo. En esta, el participante construye parte de los elementos que usa, lo cual incrementa el disfrute del trabajo.

e. SISTEMAS DINAMICOS: Comprende pequeñas pero muy dinámicas actividades que permiten una fácil comprensión y aplicación de este tema: Zoom, Cookie Mice, Volvió el Gato en la Gorra, Las semillas mágicas de Anno; además de la lúdica del Fish Bank, la cual contiene fundamentos en Administración Sostenible.

La primera parte, fundamentada en el trabajo de Sweeney, (MIT), usando lecturas infantiles, hace que se vean los arquetipos sistémicos fundamentales, como: desplazamiento de la carga, limite del crecimiento, fijo que falla, conectividad, etc.

Mario Martínez, profesor de Sistemas Dinámicos en Bogota, luego de ver una lúdica de estas, durante una presentación en el ICESI, la califico de “UNA FANTASIA”.

Y se termina con una simulación gerencial del laboratorio de aprendizaje interactivo de la U. de New Hampshire, muy sistémica, llamada Banco de Peces.

Además incluye practicas de Quinta Disciplina, como Pensamiento Sistémico, Aprendizaje en equipo, Dominio Personal, Modelos Mentales y \_Visión Compartida.

f. SUPPLY CHAIN: Contiene las actividades del Beer Game con dos aplicaciones, ( Risk Pool y Cross-docking), y el MICSS.

El primero permite ver la presencia de Bullwhip a lo largo de una cadena de Suministro con 4 eslabones, que se puede jugar bajo varias modalidades, como el aislamiento y el Ojo De Aguila y los Siete puntos de Plossl que permiten un mejor desempeño de la Cadena de Suministro.

El MICSS es la simulación gerencial ofrecida por Platk, un juego gerencial desde un computador, donde se simula con un ERP una empresa: ventas, finanzas, compras y producción.



- g. JOB SHOP: Comprende un Job Shop básico, el Job Shop de Holt, el Job Shop de MICCS y un Job Shop en Programación Lineal.

Este conjunto de lúdicas permiten ver todos los conceptos básicos de Job Shop y su gran uso puede ser la mejora de procesos. Diseño de Plantas, herramientas, métodos, Petri, reglas de asignación, todos los conceptos se pueden trabajar acá.

Hay que anotar que durante las practicas de Job Shop, en Villa de Leyva, (ELAVIO), tuvimos una explosión de Creatividad Fáctica de uno de los participantes. Es el logro de un objetivo muy exquisito dentro de la lúdica.

- h. EL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN: Este es el experimento base del grupo, aquí trabajamos lúdicas basadas en un sistema de producción Flow Shop, manejamos una línea con contenedores genéricos, especializados, con plantillas, una línea automatizada, dos líneas manuales, además de aplicar sistemas como kanban, expeditadores, flexibilidad en el diseño, Just in Time, y flexibilidad en el Staff.

En estos momentos es nuestro experimento mas grande, tenemos escenarios con cinco líneas de producción donde participan 40 estudiantes, produciendo 120 unidades en 10 minutos, es la FABRICA EN EL SALÓN DE CLASE o el MICROMUNDO de Senge.

## 5. POBLACION DESTINO.

La experiencia ha mostrado que no hay restricciones para que los asistentes al curso lo aprovechen. El ideal puede ser un estudioso que posea conocimientos básicos de Optimización, pero dada la naturaleza lúdico-constructivista de la actividad, aseguramos que no existen restricciones. En las universidades donde GEIO ha enseñado su investigación, cada uno se ha apropiado de los conocimientos, a su nivel.

Por ejemplo, los primíparos logran una visión general de la producción, mientras que los mas avanzados resultan diseñando algoritmos para la solución de problemas. Pero lo cierto que todos VEN los conceptos.

GEIO puede ofrecer el curso para un total de 40 personas, entregándole cartilla a todos, lo cual permite una amplia difusión del conocimiento y la generación de una base firme sobre la cual se estructure el grupo de investigación de la UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA.

Todo ese grupo se encargará del experimento grande, (Laboratorio de producción), y de manera individual o en pequeños grupos de 2 o 3 participantes, se apropian de los experimentos menores. Por eso hay trabajo y responsabilidad

para todos. Así es como además de adquirir conocimiento, los asistentes quedan competentes en TRABAJO EN EQUIPO.

Los equipos formados en las nueve universidades ya mencionadas, siguen creciendo y produciendo. Por ejemplo en CUAO ya nos mostraron una gran mejora a nuestro experimento básico de kanban y en UCEVA adelantan una modificación de la red de Petri.

El alcance de la actividad se puede ilustrar con los casos Universidad de Córdoba, Comfenalco en Cartagena y UCEVA. Un lunes a las 8 a.m. solo cuentan con un salón con 8 mesas, 30 butacas y un tablero. Y el viernes siguiente a las 6 p.m. tienen un laboratorio de Ingeniería Industrial con todos los conocimientos, equipos y personal necesarios para presentar 40 experimentos. Y el lunes siguiente, el profesor de producción asiste a ese laboratorio con sus estudiantes a estudiar Job Shop. A VER, a VIVIR, a TRABAJAR un Job Shop.

También se puede anotar como referente que la investigación mostrada por GEIO ante los pares académicos del CNA, recibió las mejores calificaciones por parte de esos pares y sin duda fue factor determinante para obtener la acreditación del Programa de Ingeniería Industrial de la U. Tecnológica de Pereira.

6. PRECIO Y MODALIDAD DE TRABAJO. Se presentan cuatro modalidades para atender el curso, lo cual define el precio.

- a. Con materiales o sin materiales. El precio de los materiales que quedan para la entidad receptora, es de \$ 4.000.000. Se puede mencionar, por ejemplo que 40 cartillas pueden costar \$ 1.000.000, y las fichas de Lego \$800.000.

Optar por la opción “con materiales”, permite montarse sobre los hombros de GEIO y obtener materiales mejorados, probados.

Pero si ustedes, deciden no adquirirlos, GEIO lleva los suyos para el curso, ustedes los pueden medir, retratar, calcar, copiar y proveérselos por su cuenta.

- b. Desplazamiento de TODO GEIO, (20 investigadores, 800-horas profesor), durante una semana a la ciudad donde se va a ofrecer el curso, lo cual permite trabajar integralmente, sin interrupciones.

Las siete universidades ya mencionadas optaron por la opción TODO GEIO y con materiales, lo cual tiene muchas ventajas.

Con esta opción, el precio para la UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE PALMIRA es de \$ **20.000.000**, neto, después de las deducciones correspondientes.

Los invitamos a visitar <http://www.utp.edu.co/~geio/index.htm>

Quedamos a la espera de sus comentarios, sus inquietudes y de una pronta aceptación.

Cordialmente,

**CESAR JARAMILLO NARANJO**  
Coordinador GEIO

**LAURA ANGÉLICA MEJÍA OSPINA**  
Monitora GEIO