

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CCSS  
Escuela Profesional de Ingeniería Estadística**



**FACTORES ACTITUDINALES QUE PRESENTAN LOS ESTUDIANTES DE  
PREGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FRENTE A LA  
ELABORACIÓN DE UNA TESIS**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Estadístico**

**por**

**Bach. Miguel Ángel López Esquivel**

**LIMA - PERÚ  
2011**

## RESUMEN

La Importancia de la Investigación es esencial para la innovación, transmisión de conocimientos y la confrontación de ideas que permitirá generar cambios a nuestra sociedad. Promover, capacitar y diseñar estrategias de enseñanza será la base fundamental para revertir todo ello, el manejo práctico de modelos estadísticos para la alta competencia se ha vuelto algo indispensable para lograr ello. Se verifica una naturaleza multidimensional de la escala de actitudes motivacionales hacia la investigación de los estudiantes de la UNI, el cual está estructurado por 3 factores que explican 34,2% de la inercia total.

Palabras claves.- Análisis de componentes principales (ACP), rotación Varimax, Alfa de Cronbach's

**Factores Actitudinales que presentan Estudiantes de Pregrado de la  
Universidad Nacional de Ingeniería frente a la Elaboración de una Tesis**

TESIS

Para obtener el Título de Ingeniero Estadístico en la Escuela Profesional de  
Ingeniería Estadística, bajo la dirección del profesor MS EM Rolando Bazán  
Gonzáles, sustentando en público el 30 de junio del 2011

por

Bach. Miguel Ángel López Esquivel

### **Composición de la Comisión de Sustentación:**

Prof. Lic. Rolando Bazán Gonzáles, MS EM.  
Presidente de la Comisión de Titulación

Prof. Lic. Luis Huamanchumo de la Cuba, MC  
Escuela Profesional de Ingeniería Estadística, Asesor

Prof. Lic. Rita Guzmán López  
Escuela Profesional de Ingeniería Estadística, Revisor

## **AGRADECIMIENTOS**

A MIS PADRES: por su abnegada dedicación y paciencia durante mis estudios universitarios hasta la fecha.

A MI FAMILIA: por su apoyo constante e incondicional en momentos que mas los necesitaba.

A MI ASESOR: gracias a sus conocimientos, apoyo moral y el tiempo brindado he llegado a concluir con éxito esta investigación, y así cumplir una de las metas mas importantes trazadas en mi vida, reitero mi agradecimiento al profesor Luis Huamanchumo con la promesa de seguir adelante con nuevas investigaciones que ayuden a la formación de las nuevas generaciones.

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
IMPORTANCIA, ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
ANTECEDENTES.....	8

### CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Bases teóricas

1.1.1 Definición.....	13
1.1.2 Enfoques.....	14
1.1.3 Componentes de las Actitudes.....	16
1.1.4 Dimensiones de las Actitudes.....	18
1.1.5 Funciones de las Actitudes.....	22
1.1.6 Medición de las Actitudes.....	24
1.1.7 Escalas Psicométricas.....	24

#### 1.2 Fundamentación Matemática

1.2.1 Definición Componentes Principales.....	40
1.2.2 Objetivos de los Componentes Principales.....	41
1.2.3 Planteamiento del Problema.....	42
1.2.4 Calculo de Componentes.....	48
1.2.5 Propiedades de los Componentes.....	51

1.2.6 Fases del Análisis de Componentes Principales.....	56
1.2.7 Comparación del Análisis de componentes principales con el análisis factorial.....	62
1.3 Validación y confiabilidad	
1.3.1 Aspectos Generales.....	64
1.3.2 Calidad del Instrumento. Validez y confiabilidad.....	64
1.3.3 Coeficiente Alfa de Cronbach.....	68
1.3.4 Calculo del Coeficiente Alfa de Cronbach.....	69
1.3.5 Definición de términos básicos.....	70
CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 Delimitación del Problema.....	75
CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA	
3.1 Sistema de Hipótesis.....	77
3.2 Definiciones Operativas.....	78
3.3 Diseño Muestral.....	79
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	87
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	98

## ANEXOS

ANEXO N°1	Comunalidad.....	101
ANEXO N°2	Como Calcular el Coeficiente Alfa de Cronbach.....	102
ANEXO N°3	Población universitaria UNI por Facultad 2005-2.....	105
ANEXO N°4	Información sobre Facultades.....	106
ANEXO N°5	Carga de Factores Rotados y Comunalidades.....	107
ANEXO N°6	Total de créditos que las carreras profesionales asignan como obligatorios y electivos para poder egresar.....	108
ANEXO N°7	Numero de centros de Investigación presentes dentro de cada facultad .....	109



## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1: Alumnos que Participaron en la encuesta según Sexo .....	83
Tabla N° 4.1: KMO y prueba de Bartlett.....	88
Tabla N° 4.2: Factores Explicativos Extraídos.....	89
Tabla N° 4.3: Matriz de Coeficientes para el calculo de las puntuaciones en las componentes .....	90
Tabla N° 4.4: Prueba de Shapiro Wilk .....	91
Tabla N° 4.5: Prueba de Homogeneidad de Varianzas.....	93
Tabla N° 4.6: Análisis de Varianzas.....	93
Tabla N° 4.7: Prueba de Scheffe.....	94

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1: Ejemplo de la recta que minimiza las distancia ortogonales de los puntos a ella .....	43
Figura N° 1.2: Representación grafica de la relación entre componentes principales y estandarización multivariante.....	55

## **INDICE DE GRAFICOS**

Grafico N° 4.1 Grafico de Sedimentacion.....	88
Grafico N° 4.2 Diagrama de Cajas con respecto a su variabilidad.....	92

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación en universidades peruanas no alcanza el nivel de actividad que podría esperarse a pesar de ser un país de historia y tradiciones culturales, a pesar que la Ley Universitaria, los estatutos universitarios y los planes estratégicos de la mayoría de las universidades peruanas señalan a la investigación como una de las misiones fundamentales de la universidad, pero la realidad muestra que ninguna de ellas puede ser considerada una universidad de investigación (en el sentido europeo o norteamericano) y la labor principal que realizan es la de formación de profesionales. Lamentablemente, existen factores que hacen que la investigación en las universidades sea escasa como: el presupuesto que el estado brinda a las universidades, disposición de los profesores hacia la investigación, falta de apoyo de la propia universidad hacia la investigación, etc. En la actualidad, la actitud que muestran los estudiantes frente a la investigación no es muy alentadora, y es uno de los factores que explicarían la problemática de la investigación en la universidad.

Otro hecho que se puede mencionar es la poca integración que hay entre las dimensiones humanísticas, tecnológicas y cognoscitivas propias del espíritu crítico de quien construye para el diseño de proyectos científicos y tecnológicos. El compromiso de esta investigación es generar una movilización, hacia un cambio de actitud en el estudiante que evidencie su interés hacia la producción científica, razón de su formación. Este cambio no solo beneficiaría a los docentes y a los estudiantes que integran la comunidad académica de las instituciones de Educación Superior, sino que igualmente contribuyen hacia el alcance del gran reto de modernización del Sistema Educativo, implica la transformación de los ambientes de aprendizaje, donde se privilegie la orientación hacia la creatividad, el descubrimiento y hacia la propuesta autónoma.

La tesis constituye un trabajo académico, resultado de un proceso de formación, que se inicia desde el ingreso del estudiante a la universidad y se liga necesariamente a la investigación, la persona que realiza una tesis, tiene la capacidad de reflexionar sobre los problemas, no sólo inmediatos que se encuentran a su alrededor, sino también sobre la relación que tienen estos con los problemas globales. La importancia de realizar una tesis radica en que ofrece al egresado universitario la oportunidad de efectuar una lectura de la realidad que rompa con los parámetros de una sola visión, implicando el desafío de reconocer la necesidad de desarrollar una respuesta ante una situación problemática que lleva consigo el riesgo de equivocarse. ¿Pero qué se requiere para realizar una tesis? Esencialmente trabajo intelectual: disciplina, lectura, escritura, sistematización de ideas, razonamiento crítico y capacidad de abstracción. Si bien todos estos aspectos son de suma importancia, resalta la capacidad del

razonamiento crítico que debe desarrollar el estudiante durante su formación y que se debe manifestar cuando realiza una tesis; con ello demuestra que tiene la capacidad para trascender lo inmediato, haciendo uso de los saberes, teorías y experiencia que hasta ese momento ha adquirido.

El proceso de formación que se lleva a cabo en la universidad debe posibilitar que el estudiante desarrolle formas de pensar la realidad desde otros ángulos, de manera tal que no quede atrapado en una sola lógica de pensamiento. Ello se expresa en actos de conciencia crítico-constructivos de nuevas realidades. La investigación que sostiene la tesis universitaria es un factor esencial que debe tomarse en consideración para calificar a los universitarios. La tesis no es un trámite administrativo y para los universitarios el haber concluido los estudios escolarizados no es sinónimo de su terminación. La fase escolarizada es toda ella una preparación remota y próxima para la realización de una investigación que demostrará a la sociedad la capacidad crítica del egresado. Por este motivo, consideramos que la tesis es imprescindible en la vida universitaria, porque es la única demostración de la capacidad adquirida de actuar creativamente sobre el medio social, técnico y científico para el que fuimos formados.

Una de las dificultades que existe en los estudiantes es que su formación académica se circunscribe generalmente al proceso de aprendizaje que se lleva a cabo en las aulas, de ahí que difícilmente adquieran la capacidad para enfrentarse a situaciones nuevas. Quien no tenga la capacidad para analizar una nueva situación no podrá identificar los problemas inéditos y desarrollar una

estrategia para resolverlos. Por este motivo la tesis implica ejercitarse en el proceso de investigación desde el inicio de los estudios y exige ir más allá de la reseña de apuntes de lo que dice el profesor en la clase. Otro de los problemas que se enfrenta el estudiante se ubica en la formación teórica, ya que se ha impuesto la demanda de un saber hacer, favoreciendo a su vez la exigencia creciente de una formación técnica, lo cual viene a constituir un obstáculo durante la realización de la tesis cuando no se conocen mínimamente las principales teorías de su campo disciplinar. Esto propicia que se pierda de vista la importancia del marco de referencia disciplinario y las formas de pensar contenidas en un conocimiento que constituyen la base para la construcción de las conceptualizaciones de cada campo disciplinario.

Existe otro problema: la mayoría de estudiantes muestran una notoria deficiencia en hábitos de estudio y actitudes críticas ante los contenidos, por lo que durante su proceso de formación y la realización de la tesis presentan dificultades en el planteamiento de sus ideas y punto de vista. Las formas de apropiación de conocimiento, generalmente se ubican en la repetición de contenidos, en donde se asumen explicaciones ya dadas, lo que origina un pensamiento y una práctica de inercia entre el estudiante y la realidad. Lo deseable sería la apropiación de un conocimiento razonado, a partir de la constante interpretación, comprensión y creatividad. El circunscribirse a adoptar una postura pasiva en el aprendizaje, se debe a no saber plantear preguntas y cuestionamientos sobre lo que se está investigando, de ahí que se tienda generalmente hacia la repetición de los textos.

Es importante tener presente que la investigación permite transitar por las fronteras del saber, pues por un lado, demanda una formación teórica y, por el otro se requiere también de experiencia en el campo del conocimiento científico. La formación académica también es influida por la prioridad dada erróneamente a la función profesionalizante, otorgándole consecuentemente mayor importancia a la enseñanza que a la investigación. Se requiere superar el problema de que en la universidad se realicen esfuerzos predominantemente para la labor docente. Otro de los elementos centrales de la formación académica es el aprender a pensar desde las teorías, pero sin quedar atrapados por ellas, de ahí que durante la formación es necesario que los estudiantes comprendan los conceptos centrales, las teorías y métodos asociados con ellos, el que puedan plantear y resolver problemas.

A manera de síntesis general consideramos que es necesario que la formación académica que desarrolla la universidad propicie la comprensión e integración de conocimientos, el desarrollo de habilidades intelectuales para aprender a pensar y ejercitar la creatividad. Asimismo, se debe tener presente que no sólo se requiere rigor analítico para la realización de una tesis, sino también el aspecto ético y social. No se puede ignorar que el conocimiento, como cualquier actividad, tiene una dimensión ética y que es fundamental que durante el proceso de formación académica se ínter analicen valores como son: el respeto, la tolerancia y la solidaridad, pues éstos son tanto o quizás más significativos que los conocimientos.



## **IMPORTANCIA, ALCANCES Y LIMITACIONES**

Según el estatuto de la universidad, uno de los fines de ésta es propiciar "la capacidad de investigación de sus integrantes en todos los campos de la cultura", y su propósito permanente "la realización de investigaciones científicas de carácter fundamental y aplicado", es de importancia para la institución y por lo tanto para nuestro estudio: Conocer la realidad acerca de la predisposición de los estudiantes de la UNI para realizar una investigación acorde con las exigencias que esta demande, y esto nos sirva como precedente para posteriores trabajos y futuros planes y programas de desarrollo que tengan como objetivo mejorar las actitudes de los estudiantes de la universidad hacia una buena investigación.

Una limitación importante encontrada por el equipo de investigadores para encontrar los datos primarios, constituye la poca información que se encontró para la parte de muestreo, debido a la burocracia que existe en la Universidad

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar los factores que determinan las actitudes de los estudiantes hacia la elaboración de una investigación durante su etapa de pre-grado.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar diferencias acerca de la importancia de la investigación en las escuelas de ciencias e Ingeniería de la UNI en la etapa de pregrado.

## ANTECEDENTES

Nuestra investigación expone los estudios realizados en torno a las actitudes hacia la investigación tanto del extranjero como del país. En los últimos años existieron investigaciones que por su relevancia merecen ser citados.

Manassero Mas, María Antonia-Vázquez Alonso (2002), Realizan un estudio sobre actitudes de los estudiantes y profesores sobre las características de los científicos, donde el estudio determina algunas opiniones de los estudiantes y de los profesores hacia los valores de los científicos sobre la motivación de los científicos para investigar como: imparcialidad y objetividad, honradez, actividades y relaciones sociales y las capacidades de la paciencia y de la autodeterminación. La selección de la muestra representativa de estudiantes se hizo por cuotas (grupos-clase), al azar, entre todos los niveles educativos, y proporcional a la población de cada nivel con un muestreo estratificado con afijación aproximadamente proporcional. La muestra de alumnado total está compuesta por 4.132 estudiantes (error muestral  $\pm 4\%$ ): a) universitarios (11% de escuelas universitarias, 23% de licenciaturas, 8% titulados [27% letras y

artes, 43% sociales – psicología, derecho, economía –, 30% ciencias e ingenierías]; y b) secundarios, 22% ESO, 36% bachillerato y FP [47% ciencias, 53% letras]). Las edades del 95% de la muestra están entre 14 años (edad más baja) y 27 años, con una mayoría de mujeres (59%). La muestra que responde a cada uno de los seis cuestionarios aplicados originalmente, balanceada por género, se sitúa aproximadamente en torno a las 700 personas. La muestra del profesorado seleccionada fue contactada personalmente, cerca de tres veces superior a la muestra final, determinada por la decisión voluntaria y libre de remitir el cuestionario cumplimentado. La muestra final del profesorado es de 654 profesores (error muestral  $\pm 4\%$ ), que respondieron dos cuestionarios (318 y 336 en cada cuestionario) procedentes de primaria (46%), secundaria (44%) y universidad (10%), de ciencias y letras. En conjunto, el profesorado sostiene actitudes similares al alumnado, si acaso con una mayor intensidad o definición; es decir, el perfil general de las distribuciones de respuestas sobre las opciones son similares entre profesorado y alumnado, pero las actitudes dominantes del profesorado son sostenidas con mayor apoyo que las del alumnado. Éste es el caso de las actitudes referidas a la motivación de los científicos, la honradez y la paciencia y la determinación. La única excepción es el caso de la mentalidad abierta, la imparcialidad y la objetividad, en que los estudiantes no las consideran mayoritariamente como características de los científicos, mientras que sí lo hacen los profesores.

Cristian Díaz Vélez; Luis Miguel Manrique González; Edén Galán Rodas;

Moisés Apolaya Segura (2008) Efectúan un estudio para determinar los

conocimientos, actitudes y prácticas en investigación de los estudiantes de pregrado de facultades de medicina del Perú. El estudio fue realizado en alumnos de medicina, la obtención de la muestra se realizó teniendo en cuenta 75% como tasa de respuesta al cuestionario, nivel de confianza del 95%,  $p = 0,76$ ; tolerancia de error de 2,5% de una población total aproximada de 16 812 alumnos de medicina en el 2003 (2), obteniéndose 1 401, luego se realizó un muestreo aleatorio estratificado. Los cuestionarios aplicados fueron 1 746 en 13 facultades de medicina, pero se excluyeron 262 cuestionarios por presentar datos incompletos, quedando así 1 484 cuestionarios para el análisis. Los datos se recolectaron en dos etapas: La aplicación de cuestionario a estudiantes y recolección de información propia de cada facultad.

El 77,1% de estudiantes refiere que alguna vez realizó un proyecto de investigación, mientras que el 75,5% refiere haber concluido con un trabajo de investigación, este porcentaje tiene relación directa con el año de estudios que cursa. Y si vemos en qué área fue realizado el trabajo encontramos a las ciencias clínicas como la primera con 37,7%, seguida por las ciencias quirúrgicas con 21,2%. Los estudiantes refieren haber asistido a algún curso extracurricular sobre Metodología de la Investigación en un 33,8%. El 57% menciona que ha estado alguna vez involucrado en una investigación y actualmente lo están un 34,9%, y el 16,8% (250) refiere pertenecer a algún grupo de investigación organizado. Los aspectos que ocasionan mayor dificultad para realizar un trabajo de investigación son: selección de la prueba estadística (51,3%), diseño de investigación (49,1%), interpretación estadística (43,5%) y uso de programas estadísticos (35,2%). Por el contrario los aspectos que significan menor dificultad son: planteamiento del problema

(16%) y recopilación de referencias bibliográficas (19%). A la pregunta si actualmente se encuentra implicado en una investigación, respondieron afirmativamente 34,9% y si alguna vez lo estuvieron, 57%. Llegando a la conclusión a nivel de las actitudes para investigar los estudiantes de pregrado de las facultades de medicina del Perú refieren que no se necesitan ser un superdotado y señalan el deseo de poder participar en proyectos de investigación. Además, existe una asociación entre aquellos que pertenecen a un grupo de investigación y el nivel académico o de conocimiento y su actitud positiva hacia la investigación.

Según *Wilensky* (1995, 1997) Quien se centró en el efecto de la ansiedad cuando los sujetos deben enfrentarse a situaciones de incertidumbre, analizando sus sentimientos y actitudes frente a conceptos que conocen teóricamente pero cuyo significado no comprenden. Define la ansiedad epistemológica como el sentimiento de confusión e indecisión que sienten la mayoría de los estudiantes frente a las distintas posibilidades o vías de resolución de un problema estocástico, está reforzada por las prácticas de enseñanza empleadas en la clase de matemáticas y por la cultura matemática “protectora” que no promueve el diálogo entre docente y alumno y entre alumnos entre sí para ir construyendo el concepto. En su investigación realizó entrevistas abiertas y tuvo disponible un medio informático para realizar simulaciones y modelaciones especialmente diseñado para experimentar con la estocástica. Concluye que la ansiedad que presentaban los entrevistados se puede combatir por medio de una enseñanza basada en medios informáticos que permita construir y experimentar modelos de fenómenos probabilísticos.

Los estudiantes universitarios tienden típicamente a considerar los cursos de investigación con actitudes y sentimientos negativos. Uno de los problemas principales de estas actitudes negativas es que han sido encontrados como obstáculos en el aprendizaje además de estar asociadas con el desempeño pobre en tales cursos. Si los estudiantes mostraran una actitud positiva, podrán lograr una mejor comprensión de la naturaleza del proceso científico porque se compromete con los problemas como lo hace el investigador. Anteriores estudios de investigación han encontrado que las actitudes negativas hacia un curso explican una proporción significativa de la variación en el aprendizaje del estudiante. Estas actitudes influyen en la cantidad del esfuerzo que uno está dispuesto a gastar en aprender una materia, la cual influye en la selección de cursos más avanzados en áreas semejantes más allá de los requisitos mínimos. Por lo tanto, el valorar las actitudes de los estudiantes hacia un curso de métodos de investigación es importante para permitir a los instructores desarrollar técnicas educacionales que conduzcan a actitudes más positivas hacia el tema.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 BASES TEÓRICAS

#### 1.1.1 ACTITUD

Postura del cuerpo humano, disposición adquirida con un triple componente cognitivo-afectivo-comportamental que determina una conducta persistente del individuo frente a los estímulos de su medio social y físico. Las actitudes sirven para una mejor orientación, adaptación, defensa y autorreferencia del individuo en su medio.

Enfocándonos en las actitudes hacia la ciencia, en particular hacia las matemáticas, podemos decir que estas se pueden clasificar desde diferentes contextos como el social, psicológico y educativo:

- Social: Las actitudes son una condición a nivel individual de los patrones de conducta de un grupo social.



- Psicológico: Existen diferentes maneras como una persona a través de su conducta puede responder o actuar ante un estímulo u objeto actitudinal.
- Educativo: Las actitudes presentan una acción razonada (Fishbein y Ajzen, 1981) y son el procesamiento de la información adquirida sobre el objeto actitudinal.

### 1.1.2 ENFOQUES

Según *Floyd H. Allport* (1924), es: “una disposición síquica, nerviosa, organizadora por la experiencia, que ejerce una influencia orientadora o dinámica sobre las reacciones del individuo frente a todos los objetos y situaciones con los que está relacionado”.

*Thurstone* (1928), define actitud como: “la suma total de inclinaciones, sentimientos, prejuicios o distorsiones, nociones preconcebidas, ideas, temores, amenazas y convicciones de un individuo acerca de un asunto determinado “.

Por su parte *Mann León* (1970) considera que la actitud indica la organización que tiene un individuo en cuanto a sus sentimientos, creencias y predisposiciones a comportarse del modo que lo hace.

*Freedman, Carlsmith y Sears* (1970) definen a las actitudes como una colección de cogniciones, creencias, opiniones y hechos (conocimientos) incluyendo las evaluaciones (sentimientos) positivas y negativas; todo relacionándose y describiendo a un tema u objeto central. *Triandis* (1971) define a las actitudes como ideas cargadas de

emoción que predispone a un conjunto de acciones, en un conjunto particular de situaciones sociales.

*Bruvold* (1970) citado por Whittaker (1981) dice que: "Las actitudes son predisposiciones a responder de una forma más o menos emocional a ciertos objetos o ideas".

En el caso de *Rolf Oerter* (1975), las define como: "una disposición adquirida a una conducta, una disposición a responder de un modo relativamente constante a clases de estímulos socialmente importantes".

*Kidder y Campbell* (1976) Sostiene que "actitud" es una: "multitud de términos aparentemente no relacionados como pulsión adquirida, creencia, reflejo condicionado, fijación, juicio, estereotipia, valencia, sólo para mencionar algunos son sinónimos funcionales del concepto de actitud. Todos describen residuos de experiencias pasadas que constituyen el material del que están hechas las actitudes."

*Ross H.L.* (1976), Las define como: "las estructuras mentales que organizan y evalúan la información".

*Clay Lindgren* (1979) Considera a la actitud como sinónimo de "motivo social", en donde los motivos dan lugar a la conducta.

Para *Rodríguez A.* (1993) "Las actitudes son variables intercurrentes, directamente inferibles, observables y que constituyen una organización cognoscitiva duradera que incluye un componente

afectivo en favor o en contra de un determinado objeto y que predispone a la acción".

Para *Aroldo Rodrigues* (1997), la actitud es una: "organización duradera de creencias y cogniciones en general, dotada de una carga afectiva a favor o en contra de un objeto social definido, que predispone una acción coherente con las cogniciones y afectos relativos a dicho objeto".

Por último según *Javier, Yarlequé, Monroe y Zuñiga* (2002) Las actitudes son predisposiciones, de un sujeto para aceptar o rechazar un determinado objeto, fenómeno, situación u otro sujeto y que pueden ayudar a predecir la conducta que el sujeto tendrá frente al objeto actitudinal; las actitudes son susceptibles de ser modificadas por ser relativamente estables. Cómo se puede observar hay muchas definiciones con respecto al concepto de actitud; sin embargo, presentan elementos en común que las caracterizan, como que son de carácter interno, lo que vemos es el comportamiento, por lo tanto no son directamente observables.

### 1.1.3 COMPONENTES DE LAS ACTITUDES

Gran parte de las definiciones de la actitud consideran, en mayor o en menor medida, tres componentes fundamentales: uno cognitivo, otro afectivo y el otro conductual. Todas las personas al reaccionar hacia

un objeto involucran los tres componentes descritos. Rossenberg y Hovland, mencionado por Whittaker (1993) señala:

Componente cognoscitivo: Se refiere a las expresiones de pensamiento, concepciones y creencias, acerca del objeto actitudinal, en este caso, la Estadística. Incluye desde los procesos perceptivos simples, hasta los cognitivos más complejos.

Componente afectivo o emocional: Está constituido por expresiones de sentimiento hacia el objeto de referencia. Recogería todas aquellas emociones y sentimientos que despierta la Estadística, y por ello son reacciones subjetivas positivas/negativas, acercamiento/huida, placer/dolor.

Componente conductual o tendencial: Aparece vinculado a las actuaciones en relación con el objeto de las actitudes. Son expresiones de acción o intención conductista/conductual y representan la tendencia a resolverse en la acción de una manera determinada.

Los componentes cognitivo y afectivo, se utilizan para predecir el componente conductual que es valorado a partir del rendimiento académico del alumno. También el componente conductual podría ser inferido a partir de "posicionamientos explícitos del alumno en relación a su predisposición comportamental". Aunque en esta última década se han realizado esfuerzos en alfabetizar científicamente a la población, aún presenta debilidades, y los estudios realizados con

respecto a imágenes y actitudes de la ciencia siguen siendo bajos, al igual que la inversión en investigación educativa.

El problema de las actitudes empezó a estudiarlo la Psicología Social cuando se interesó por temas como: la influencia del medio en emigrantes, las diferencias raciales, la opinión pública, la moda, etc.

Con base en los esquemas tradicionales, originalmente se consideran dos factores: predisposiciones hacia la investigación como proceso (o científicas) y predisposiciones hacia la investigación como producto (o hacia la ciencia). Teóricamente, las actitudes científicas se refieren a la manera en que los individuos se identifican con el pensamiento y los procedimientos de la ciencia; están relacionadas con la predisposición y las creencias que se tienen acerca de la investigación. A su vez, las actitudes hacia la ciencia corresponden a la evaluación que los sujetos hacen sobre los resultados generados por la misma.

#### 1.1.4 DIMENSIONES DE LAS ACTITUDES

La pregunta que nos podemos realizar es, ¿hasta que punto una actitud determina la conducta? Eso es algo que se puede conocer a través de las llamadas dimensiones y que sirven para su medición. Estas son: dirección, intensidad, centralidad, prominencia y consistencia.

La dirección.- señala el modo de sentir, es decir, siempre que hay una actitud, se está en pro o en contra, se acepta o se rechaza el objeto actitudinal, sólo se registra neutralidad en los instrumentos, cuando no

se ha desarrollado una actitud frente al objeto en cuestión. Asumamos por un momento que el objeto actitudinal es el constructivismo pedagógico. Es fácil comprobar que hay muchos maestros que tienen actitudes de aceptación hacia éste, pero también hay quienes lo rechazan. Si le preguntamos a un ingeniero de minas si acepta o rechaza el constructivismo pedagógico es altamente probable que conteste: "no estoy ni de acuerdo ni en desacuerdo con él, porque no lo conozco". Sin embargo, es posible que entre quienes lo aceptan haya algunos que no lo conocen a cabalidad. Pero existen entre los que lo rechazan habrán personas que lo hagan, basadas en ideas erróneas acerca de él.

La intensidad.- No todo se acepta o se rechaza con igual fuerza; puede tenerse una actitud de rechazo hacia el robo; pero probablemente, se rechace con más fuerza el asesinato o la violación. La intensidad pues, es la que le da la fuerza a la dirección de la actitud, determina el punto de aceptación o rechazo. Se puede saber ya, que la dirección de una actitud es de rechazo, pero no basta eso para conocer la fuerza de éste; si el rechazo es intenso o ligero. Para ello, se puede elaborar una escala cuya intensidad va gradualmente de "fuerte a ligera", en la que se puede ubicar la respectiva intensidad, tal como lo veremos más adelante. Así habrán profesores que simplemente acepten el constructivismo pedagógico pero habrán quienes lo acepten con mucha intensidad e igualmente se puede encontrar, quienes sientan un leve rechazo y quienes lo rechacen con

mucha fuerza. La intensidad está directamente relacionada con la emoción del que vivencia la actitud. Así, cuando la intensidad es mayor, la emoción que provoca el objeto actitudinal también lo será. A la inversa, si la intensidad es leve la reacción emocional ante el objeto actitudinal también lo será. Además cuanto mayor es la intensidad habrá mayor disposición a la acción, en la persona.

La centralidad.- Hace referencia a actitudes muy importantes en la vida del individuo, de las cuales dependen muchas otras y están relacionadas con el sistema de valores que posee. Existen actitudes periféricas, no centrales que es importante diferenciar de las actitudes centrales. Por ejemplo, para algunas personas la actitud hacia la virginidad es central y puede jugar un importante papel en su decisión matrimonial e incluso en sus relaciones heterosexuales. Así un hombre para el cual la virginidad de su pareja es un valor central, podría decidir no casarse con ella a pesar de sentirse enamorado, al descubrir que no es virgen. De igual modo las mujeres para quienes la virginidad es un valor central, podrían sentirse muy afectadas al sufrir la ruptura del himen por un accidente o violación. Se han registrado casos en los que estas personas han intentado suicidarse.

La prominencia.- Está en relación con la centralidad y la fuerza, es una actitud que se destaca y se hace visible entre otras. Esto significa que una actitud prominente suele ser central e intensa a la vez, aunque existen casos, en que por necesidades e intereses sociales se

destacan actitudes no centrales y no intensas. Un ejemplo del primer caso es el siguiente: una persona tiene una actitud central, positiva y muy intensa con respecto a la puntualidad, en su comportamiento se destaca tal actitud: lo dice, lo hace y exige que todas las personas que están bajo su influencia sean puntuales. Es decir, hace prominente su actitud hacia la puntualidad. Un ejemplo de la segunda situación, puede darse cuando: un empleado, subordinado al sujeto del ejemplo anterior, se da cuenta de que en esta persona, esta actitud es prominente, central e intensa. Entonces y con el afán de ganarse su confianza y favores, comienza a comportarse de ese mismo modo. Aún cuando su actitud real hacia la puntualidad no sea central ni intensa. En este segundo caso la actitud aparenta ser central e intensa, porque el individuo la destaca. Y a un observador no experto podría hacerle pensar de qué se trata de una actitud prominente y central hacia la puntualidad. Por esa razón, el observador debe ser cauto antes de hacer aseveraciones en este sentido. Es conveniente realizar varias observaciones en diferentes condiciones, tratando en lo posible de que la persona no se percate de que está siendo observada.

La consistencia.-Hace referencia a un conjunto de actitudes sólidas que se integran y se relacionan entre sí. Supongamos que Juan Palacios, es un hombre muy identificado con la justicia y la lucha de clases. Por tanto, da muestra de actitudes positivas hacia las huelgas y demás protestas de los trabajadores, hacia la lectura de libros y



revistas con alto contenido social, prefiere charlar acerca de esos temas, participa activamente en el sindicato y gusta de escuchar música de protesta, entre otras cosas. Todas estas actitudes, se condicen con los valores de justicia que demuestra en su actitud central y prominente. Esto significa, que una actitud es consistente, en la medida en que se relaciona positivamente con un conjunto de actitudes y valores de modo que se complementan. Sin embargo, esta consistencia se podría dar también entre actitudes no deseadas. Por ejemplo a comienzos de la década del 90, Canales (1991) investigó sobre el juicio moral y actitudes hacia las drogas, en adolescentes de sectores populares de Lima.

#### 1.1.5 FUNCIONES DE LAS ACTITUDES

Algunos investigadores establecen que los determinantes de la estabilidad y cambio de las actitudes son los elementos de carácter motivacional. Escalante (1983), destaca los cuatro tipos de funciones de las actitudes según Daniel Katz, de la siguiente manera:

1. Función instrumental adaptativa o utilitaria: Son las respuestas favorables que la persona obtiene de otras al manifestar actitudes positivas, las cuales producen recompensas sociales o facilitan el logro de metas como la seguridad, el éxito, la aprobación de los demás y lealtad hacia el grupo.

2. Función de defensa del yo: Permite a las personas eludir el reconocimiento de sus propias deficiencias y así preservar la integridad del concepto que tiene de sí mismas.

3. Función cognoscitiva: A través de ella se expresan valores de verdad que proporcionan a la percepción del mundo del individuo coherencia, estabilidad y le facilita ajustar de modo predictivo su comportamiento a las expectativas de los demás y situaciones futuras.

4. Función expresiva de valores: Permite a las personas auto-expresarse en términos de los valores que más se estima y que se constituye en los aspectos más positivos de su concepto de si mismo.

Entre los valores que constituye el núcleo central de las actitudes están:

- Valores teóricos, tales como (ciencia, conocimiento y sabiduría), orientan hacia la búsqueda de la verdad mediante la experiencia, la crítica y la actividad racional.
- Valores prácticos, tales como (prosperidad y triunfo), ponen énfasis en la utilidad y el beneficio económico.
- Valores estéticos, tales como (belleza, armonía, contemplación y creación), otorgan preeminencia al estilo, la forma, la armonía y la simetría como fuente de ego estético.
- Valores sociales, tales como (amabilidad, patriotismo, honestidad, servicio y solidaridad), destacan las orientaciones de la persona hacia la comunidad y al otro, como en el altruismo y la filantropía.

- Valores de poder, tales como (liderazgo, interacción y adaptabilidad), destacan la ascendencia personal de las relaciones humanas incluyendo la política.

Valores religiosos, tales como (dignidad, el bien común, el amor al prójimo y la justicia social), orientan la búsqueda de un sentido último del mundo a través de experiencias trascendentes o místicas.

#### 1.1.6 MEDICIÓN DE LAS ACTITUDES

La actitud no puede medirse directamente si no inferirse ya sea de forma verbal, en que el individuo informe de sus sentimientos hacia el objeto de la actitud o a través de la ejecución de una tarea que incluya material relacionado con el objeto o acciones hacia un representante de la clase de objetos. Según Whittaker (1980) Fernández, Hernández y Baptista (1996) señalan que las formas más comunes de medir las actitudes son a través de la escala de Likert.

#### 1.1.7 ESCALAS PSICOMÉTRICAS

Las escalas de actitud son un instrumento de medición que nos permite acercarnos a la variabilidad afectiva de las personas respecto a cualquier objeto psicológico. El principio de su funcionamiento es relativamente simple: Un conjunto de respuestas es utilizado como indicador de una variable subyacente (interveniente): la actitud. Para ello, es necesario asegurarse de que las propiedades del indicador utilizado corresponden a las propiedades que podemos suponer o postular, que pertenecen a la variable. Sin embargo, este planteamiento tan simple implica dos problemas complejos que no

están resueltos aún. El primero de ellos es un problema conceptual-teórico: en realidad ¿qué es la actitud? El segundo problema es: sepamos o no lo que son las actitudes ¿cómo podemos medirlas? Lo que aquí se desarrollará es, apoyándonos en sustentos científicos, la segunda cuestión, cabe indicar que los conceptos de actitud están dados en páginas previas.

Según Morales (2000), los tipos de escala se pueden clasificar en tres grupos:

1. Diferenciales (Thurstone): Se caracterizan por que en ellas tan solo hay dos respuestas posibles a los distintos ítems que se presentan: “de acuerdo” o “desacuerdo”.

2. Sumativas (Likert): En este método se supone que todos los ítems miden con la misma intensidad la actitud que se desea medir y es el encuestado el que le da una puntuación, normalmente de 1 a 5, en función de su posición frente a la afirmación sugerida por el ítem. La actitud final que se asigna al encuestado será la medida de la puntuación que éste da a cada uno de los ítems del cuestionario.

3. Acumulativas (Guttman): En este modelo, llamado también escalograma, los ítems tienen una determinada dificultad y el estar de acuerdo con uno, implica el estar de acuerdo con todos los precedentes. Suelen tener muy pocos ítems y se utiliza para medir actitudes muy concretas.

Thurstone (1928) consideraba la opinión como la expresión verbal de la actitud. No podemos acceder directamente a la observación de la actitud. Pero la opinión verbal expresada por los sujetos nos puede servir de indicador de la actitud. Si obtenemos un índice de medida que expresa la aceptación o rechazo de las opiniones de las personas estamos obteniendo, indirectamente, una medida de sus actitudes, independientemente de lo que esas personas "sientan en realidad" de sus acciones.

Podemos hacer referencia también a las escalas que miden muchos aspectos en general, entre ellos las actitudes, estas escalas son:

Escala Nominal: Consisten en la clasificación o etiquetado de algún objeto en dos o más categorías (por ejemplo. Sexo, estado civil, etc.). En este tipo de escala el orden de las categorías carece de importancia. No podemos decir que el varón sea más que la mujer (o viceversa) o que el casado es mejor que el soltero. De este modo no podemos diferenciar a los individuos en base al grado en que poseen un atributo sólo sabremos si lo poseen o no.

Escala Ordinal: Es una escala nominal la cual se basa en el orden de los objetos. Aunque no nos aporta ninguna idea sobre la distancia que existe entre ellos, nos permite clasificar a los individuos en función del grado en que poseen un cierto atributo. Por ejemplo, si en una determinada pregunta hacemos contestar con las categorías: a) totalmente de acuerdo, b) de acuerdo, c) indiferente, d) en desacuerdo

y, e) totalmente en desacuerdo, tenemos ordenados los individuos en base a estas categorías, pero no sabemos cuál es la distancia que separa a un sujeto que ha contestado "de acuerdo", de otro que ha contestado "en desacuerdo". En resumen, con este tipo de escala conseguimos ordenar, aunque no dispongamos de una unidad de medida para saber las distancias que separan a los individuos.

Escala de Intervalos: Con esta escala sabemos las distancias que hay de un valor a otro, pero no el principio métrico con el cual se han construido los intervalos. Algo resaltante en este tipo de escala es que no existe el cero absoluto. Por ejemplo si en Lima la temperatura es 15° C y en Cusco es 5° C, no significa que en Lima la temperatura sea el triple de Cusco o si en una ciudad la temperatura es cero grados centígrados indica que la temperatura es baja pero no indica que sea lo mínimo.

Escala de Razón: Es una escala de intervalos en la cual si se conoce el principio métrico de construcción, se puede saber cuantas veces es un valor respecto de otro y sobre todo aquí si hay presencia del cero absoluto. Por ejemplo Si una empresa tiene 5000 trabajadores y otra 2500 podemos afirmar que en la primera hay el doble de personas o que si en un aula hay cero ausentes implica que todos están presentes (no hay otra cantidad antes que el cero)

## ESCALA DE THURSTONE

Thurstone desarrolló en 1928 los principios de medición de actitudes con unos procedimientos técnicos que han heredado su nombre. En realidad, lo que hoy más comúnmente se conoce como la escala de actitud tipo Thurstone es sólo uno de esos procedimientos, el de intervalos aparentemente iguales, aunque llegara a idear otros. Más aún, este método de intervalos es una optimización del "método de comparación por pares" que sentaba las bases de sus principios de medición sobre unos postulados teóricos concretos que describiremos brevemente a continuación. Este método de comparación por pares consiste en presentar a una muestra representativa de la población una lista previa de enunciados que, se piensa, pueden ser pertinentes para medir el grado favorabilidad/desfavorabilidad de los individuos hacia un cierto objeto. Sin embargo, los sujetos de esta muestra no actúan como sujetos que responden con su opinión a los enunciados o ítems, sino que hacen de jueces para discriminar la favorabilidad de esos enunciados. Es decir, no expresan su opinión sobre la afirmación que se les presenta, lo que se les pide es que manifiesten cuál es el grado de favorabilidad que expresan los enunciados con respecto al objeto de que tratan.

Para construir una escala de actitud tipo Thurstone, debemos seguir, al menos, siete pasos. En primer lugar intentar especificar lo mas claramente posible cuál es la variable actitud que queremos medir. Una vez que tengamos una idea, clara sobre esa variable, el siguiente

paso es recoger información para la construcción de los ítems que van a componer la escala. Con esa información podremos construir una escala que, por supuesto, hay que corregir y afinar. El método que propone Thurstone para corregir la escala previa es recurrir a unas personas (jueces) que, indirectamente, nos dirán si la escala es válida, o no, mediante dos pasos.

Tenemos que construir una escala que represente los diferentes grados del continuum de la actitud, por lo tanto, cada ítem debe representar un determinado grado de ese continuum. Para saber el grado de favorabilidad de cada ítem hallamos su valor escalar. Y, de esta manera, podemos lograr una escala en la que se encuentren representados todos los grados-valores de favorabilidad. Sin embargo, con este sistema no sabemos aun si los ítems son buenos o malos si, a pesar de que sabemos su valor escalar todo el mundo estará de acuerdo en que ese es su grado de favorabilidad. Necesitamos saber la ambigüedad-dispersión del ítem, si está claro para todo el mundo la posición de favorabilidad que ocupa. Así, depuramos la escala de los ítems que no. Estamos seguros de si reflejan una actitud favorable o desfavorable. Una vez dados estos pasos, elegimos aquellos ítems que configuran una distribución más uniforme de la escala. Finalmente, cuando administremos la escala a la muestra elegida podremos obtener su fiabilidad y validez y analizar los datos de las actitudes de los individuos. En resumen, los pasos son:



➤ *Especificación de la variable*

Se debe definir con claridad y sin ambigüedad, si se quiere obtener una buena escala que mida efectivamente lo que se pretende medir. La elección de los ítems correspondientes y, por tanto, toda la escala, dependerá de este primer paso.

➤ *Recolección de enunciados*

La escala requiere tantos ítems cuantos sean necesarios para cubrir toda la gama que va desde los muy desfavorables al objeto sobre el que se intenta medir la actitud, hasta los muy favorables.

➤ *Selección de los ítems*

Esta selección se refiere al primer filtro que deben pasar los ítems en la escala. Dicho filtro ha de tener en cuenta sobre todo, las características lingüísticas y gramaticales de los ítems, su estructura lógica y sus características generales.

➤ *Recurso a los jueces*

El recurso a los jueces es la particularidad más importante del método de intervalos aparentemente iguales para establecer el grado de favorabilidad de cada ítem dentro la escalas y, por tanto, para abandonar aquellos ítems que nos proporcionan una información redundante.

➤ *Cálculo del valor escalar de cada ítem*

El valor escalar de un enunciado en una escala Thurstone (el lugar que el enunciado ocupa en la escala) viene dado por la mediana de

las respuestas de los jueces a dicho enunciado. Es decir por la medida de tendencia central que deja la mitad de los individuos de la distribución a cada lado.

➤ *Depuración de la escala*

Es obvio suponer que no todos los jueces colocarán cada enunciado en el mismo intervalo. En la medida en que los jueces concuerden más en sus colocaciones, el ítem será menos ambiguo. Thurstone denominaba a este hecho criterio de ambigüedad.

Este paso puede resolverse de una forma más objetiva mediante la desviación cuartil, es decir:

$$\frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad \dots\dots (1.1)$$

$Q_1$  : Primer Cuartil

$Q_3$  : Tercer Cuartil

Un ítem será menos ambiguo si su desviación cuartil es menor. Generalmente se acepta como enunciado poco ambiguo aquel cuya desviación cuartil sea menor o igual que 1,40 y ambiguo lo contrario.

➤ *Selección de enunciados uniformemente distribuidos*

Si construimos la escala a partir de cinco intervalos, lo ideal es una escala con diez ítems, es decir 2 ítems por cada intervalo, situados preferiblemente en sus límites y en su centro. Se debe tener en cuenta que una actitud es considerada un aspecto con dos polos: favorable o desfavorable.

## ESCALA DE LIKERT

La presentación de este método de calificaciones sumadas para la medición de actitudes fue desarrollada por R.Likert en 1932, partiendo de una encuesta, sobre relaciones internacionales, relaciones raciales, conflicto económico, conflicto político y religión, realizada entre 1929 y 1931 en diversas universidades de EEUU. (LIKERT, R. 1932). La escala de Likert es una de las más utilizadas en la medición de actitudes. Inspirándose probablemente en la teoría factorial de aptitudes de Spearman, confeccionó un método sencillo por la simplicidad de su confección y aplicación. Acusando al método de Thurstone de ser excesivamente laborioso, sin que sepamos por ello que funcione mejor que otras técnicas más sencillas, su técnica ofrece ventajas de construcción. Entre estas ventajas se encuentra una más amplia posibilidad de respuestas, también se evita el recurso a los jueces, sin que esto repercuta en la alta correlación que mantiene con otros métodos para medir actitudes. Bajo la perspectiva de considerar las actitudes como un continuum que va de lo favorable a lo desfavorable, esta técnica, además de situar a cada individuo en un punto determinado, lo que es rasgo común a otras escalas, tiene en cuenta la amplitud y la consistencia de las respuestas actitudinales. Estas características las analizaremos al tratar la construcción, veamos antes cuál es su filosofía.

Para construir una escala de actitudes de calificaciones sumadas, en primer lugar debemos definir el objeto de la variable actitud que

pretendemos medir. En segundo lugar consultaremos la información pertinente para construir los ítems. Con estos dos pasos podemos ya tener una escala previa que hemos de someter a una valoración piloto en una muestra representativa de la población. Con esta valoración podremos efectuar un análisis de los ítems que nos permitirán decidir si son discriminativos, o no, si debemos modificarlos, y en definitiva cómo se va a configurar la escala. Finalmente, una vez que hayamos pasado la escala en la muestra que nos interesa estudiar, obtendríamos la puntuación sumada de cada individuo y estudiaríamos la validez y la fiabilidad de la escala que hemos diseñado. Resumiendo, las etapas son:

➤ *Definición, del objeto actitudinal*

la variable se debe definir con claridad y sin ambigüedad, si se quiere obtener una buena escala que mida efectivamente lo que se pretende medir. La elección de los ítems correspondientes y, por tanto, toda la escala, dependerá de este primer paso.

➤ *Recolección de enunciados*

La escala requiere tantos ítems cuantos sean necesarios para cubrir toda la gama que va desde los muy desfavorables al objeto sobre el que se intenta medir la actitud, hasta los muy favorables. Sin embargo, para esta escala sólo se recogen enunciados favorables o desfavorables: pero no neutros. Aunque no es estrictamente necesario, conviene que la mitad de los ítems sean favorables y la otra mitad sean desfavorables.

➤ *Determinación de las categorías de los ítems*

Cada enunciado es presentado seguido de una escala de estimación (rating scale) que consiste en una graduación que va desde "totalmente de acuerdo" hasta "totalmente en desacuerdo", incluyendo grados intermedios, con respecto a la afirmación. Cabe señalar que mientras que en la escala de Thurstone se pedía a los sujetos que manifestaran simplemente aquellos ítems con los que se encontraban de acuerdo, ignorando los demás, en la escala de Likert los sujetos tienen que expresar su opinión sobre todos los ítems y además de manera gradual.

Totalmente de acuerdo (TA).

De acuerdo (A).

Indiferente (I).

En desacuerdo (D).

Totalmente en desacuerdo (TD).

En esta fase de la escala surge el problema de asignarle números o puntuaciones a las categorías de respuestas. El problema lo constituye el hecho de que no podemos saber si los intervalos que hay entre dos medidas sucesivas son isomórficas con la realidad. Entonces, nace la pregunta: ¿Qué puntuación o número se le asigna a la categoría "muy de acuerdo" y cuáles a las categorías siguientes?

Para resolver el anterior interrogante se han propuesto tres procedimientos:

- Asignación y puntuación o ponderaciones por desviación sigma.
- Ponderación por desviación estándar.
- Ponderación arbitraria.

Aunque el procedimiento que mejor cumple los supuestos teóricos de esta escala es el de la desviación sigma, Likert encontró que la correlación entre las puntuaciones logradas por los sujetos ponderados por este procedimiento y las puntuaciones calculadas por ponderación arbitraria es de 0.99. Según esto, la forma habitual de ponderación usada es la asignación arbitraria de puntuaciones a las categorías de respuesta. Convencionalmente se usan la serie de números 1, 2, 3, 4, 5, o bien 2, 1, 0, -1, -2, donde:

Totalmente de acuerdo (5).

De acuerdo (4).

Indiferente (3).

En desacuerdo (2).

Totalmente en desacuerdo (1).

Sin embargo, se debe tener en cuenta si el ítem es positivo o negativo. Hay que intentar igualar “Totalmente de acuerdo” con un ítem positivo a “Totalmente en desacuerdo” con un ítem negativo. Es decir, a los ítems negativos hay que asignarles unas puntuaciones inversas.

Ejemplo:

“Si pudiera no estudiaría más matemáticas”

TA	A	I	D	TD
1	2	3	4	5

“Si pudiera estudiaría más matemáticas”

TA	A	I	D	TD
5	4	3	2	1

➤ *Administración de la escala a una muestra*

Es la etapa de la escala-piloto. A partir de esta etapa obtendremos la información necesaria para decidir qué ítems pueden permanecer en la escala y qué ítems no pueden hacerlo. Aquí se obtendrá para cada sujeto una puntuación global que es la suma de sus notas elementales. Esta puntuación global nos permite estimar la posición que el sujeto ocupa en el análisis que se está realizando.

➤ *Análisis de los ítems*

Hay que recordar que este modelo justifica una composición aditiva de las respuestas. De hecho, se deberá observar que una persona muy favorable hacia el objeto actitudinal tiene una gran probabilidad de dar un gran número de respuestas favorables. Y por el contrario, una persona que haya dado muchas respuestas desfavorables tiene una alta probabilidad de tener una actitud desfavorable. El número de respuestas favorables, o eventualmente una combinación más compleja, constituirá entonces un buen indicador de la actitud. Para aceptar un ítem en la escala definitiva, éste debe mostrar que su aceptación o su rechazo guardan cierta relación con la posición de cada sujeto particular en el aspecto actitudinal. Generalmente se

percibe lo siguiente: a toda nota global alta, nota elemental alta, a nota global baja, nota elemental baja, al menos estadísticamente hablando. Entonces tenemos que verificar que esta relación existe y que es estadísticamente significativa. Aquellos ítems que reciben respuestas favorables por parte de individuos que, como grupo, no responden a la mayoría de los otros ítems de forma favorable (o viceversa) se descartan, considerándose que no detectan las mismas actitudes que los otros ítems. En otras palabras, se busca validar la significación de un ítem estableciendo la relación entre las notas elementales que han sido dadas y las notas globales correspondientes. La nota global se comporta como la nota referencial la cual nos ayudara a hacer el descarte.

Para esta verificación se puede recurrir a dos métodos: el método de los grupos extremos y el método de la correlación ítem-test.

a). Método de los grupos extremos. Elegiremos los grupos extremos a partir de las notas globales de los sujetos de la muestra. Tomamos un cierto número de sujetos en el extremo de las puntuaciones altas (generalmente se toma el cuartil superior), de la distribución de las notas globales, y un cierto número de sujetos del extremo de puntuaciones bajas (el cuartil inferior generalmente). Es posible que ambos grupos tengan el mismo número de sujetos. Para que el ítem sea discriminado es necesario que los sujetos del grupo superior tengan notas más elevadas en promedio que los sujetos del grupo



inferior. Para cada enunciado se compara, pues, la distribución de las notas elementales en el grupo superior con la distribución de las notas elementales en el grupo inferior. Esta comparación se realizará dependiendo de la forma de las distribuciones: si la distribución es normal, se utilizará la "t" de Student generalmente, puesto que son datos independientes y, en la mayoría de las ocasiones, muestras pequeñas (si son muestras grandes, aplicaremos la "z"). Cuando la distribución no es normal, que es el caso más frecuente utilizaremos una prueba no paramétrica

b). Método de la correlación ítem-test. Más que para establecer la discriminación, sirve para establecer la consistencia interna de los ítems (fiabilidad). Pero en este caso particular puede utilizarse con este fin. Sólo se puede realizar si las dos distribuciones (las de las notas elementales y las de las notas globales) pueden ser consideradas como normales. Si no es el caso es preferible utilizar la técnica anterior mediante una prueba no paramétrica. Se correlacionan las notas globales y la lista de notas elementales para todos los sujetos de la muestra. Nos quedaremos con los enunciados o afirmaciones que tengan una correlación con las puntuaciones globales con una significación estadísticamente aceptable. Esta toma de decisión es bastante ambigua si pensamos que en muchas ocasiones se aceptan correlaciones de 0.35. Para esto se utiliza el coeficiente "r" de Pearson.

## ESCALA DE GUTMAN

La escala de Gutman la concibió Louis Guttman en 1940, para integrar la prueba empírica de unidimensional como parte del proceso de elaboración de escalas, es un procedimiento o técnica para determinar ciertas propiedades de una escala, de un conjunto de ítems (preguntas); basado en el hecho de que algunos ítems indican, en mayor medida, la intensidad de la actitud. La escala busca analizar si los ítems de una escala son reproducibles y escalables. Se dice que hay reproducibilidad si a partir del puntaje total de cada persona, podemos reproducir su puntaje en cada ítem, y que hay escalabilidad si los ítems tienen diferente intensidad, representan diferentes grados de actitud, ambas características están relacionadas y suponen que los ítems son unidimensionales. La escala es acumulativa y ello implica que los ítems se pueden ordenar por su grado de dificultad, y quien contesto afirmativamente a un ítem difícil, contestara siempre afirmativamente a un ítem menos difícil y viceversa. Un ejemplo en la ciencia física sería: si un objeto mide cuatro metros, es mas largo que un objeto que mide tres metros, dos metros o de un metro, otro ejemplo sería si una persona muestra actitud muy favorable para levantar inventarios, tendrá una actitud muy favorable en trabajos de contabilidad y la tendrá también para trabajar en el departamento de finanzas, otro ejemplo si un grupo de trabajadores acepta trabajar con miembros de otro grupo étnico, al mismo grupo no le molestará que esos trabajadores de otro grupo étnico sean miembros de su club deportivo, y también aceptarían habitar en el mismo edificio.

La escala de Guttman también se conoce como el método de escalograma o análisis de escalograma. Como se mencionó, esta escala busca coherencia en las pautas de respuesta de los sujetos y esas coherencias se garantizan por medio de un coeficiente conocido como coeficiente de reproductividad. El rango del coeficiente es de cero a uno, en donde uno representa el grado perfecto de acumulatividad. En una escala cuya reproductividad es perfecta, las respuestas de los sujetos a todos los ítems pueden ser reproducidas por el solo conocimiento de su posición de rango.

## 1.2 FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA

### 1.2.1. DEFINICIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES

El Análisis de Componentes Principales es un método multivariado (se llama multivariado porque intervienen múltiples variables, cada una representada por una determinada cantidad de datos) de análisis de datos que permite la reducción de datos, es decir si son datos asociados a una alta dimensión (se considera alta dimensión cuando intervienen en el análisis más de 2 variables) los transforma en un conjunto de datos de menor dimensión, de tal manera que las representaciones gráficas así como las interpretaciones de las relaciones entre las variables involucradas se hacen más sencillas. Gómez (2000). Este método de reducción de datos preserva en lo posible la información contenida en las variables originales, utilizando para esto criterios de optimización geométrica así como algebraica.

En resumen, lo que se hace es que a partir de los datos originales se procedan a hacer transformaciones, de manera que las nuevas variables a las cuales se les denomina componentes principales (en el sistema transformado) tengan propiedades deseables en términos de varianzas (variabilidad) y relaciones entre ellas.

Cabe señalar que este es un método esencialmente descriptivo y por lo tanto no hay necesidad de postular ninguna estructura probabilística para los datos. Es una de las primeras técnicas multivariadas que se utilizó. Consiste en condensar la información aportada por un conjunto de  $K$  variables en un conjunto  $W$  de componentes, también llamado factores, siendo  $W < K$ . Cada uno de los  $W$  factores es combinación lineal de las  $K$  variables. Álvarez (2001).

#### 1.2.2. OBJETIVOS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

Un problema central en el análisis de datos multivariantes es la reducción de la dimensionalidad: si es posible describir con precisión los valores de  $p$  variables por un pequeño subconjunto  $r < p$  de ellas, se habría reducido la dimensión del problema a costa de una pequeña pérdida de información. El análisis de componentes principales tiene este objetivo: dada  $n$  observaciones de  $p$  variables, se analiza si es posible representar adecuadamente esta información con un número menor de variables construidas como combinaciones lineales de las originales. Por ejemplo, con variables con alta dependencia es frecuente que un pequeño número de nuevas variables (menos del 20

por 100 de las originales) expliquen la mayor parte (más del 80 por 100 de la variabilidad original). La técnica de componentes principales es debida a Hotelling (1933), aunque sus orígenes se encuentran en los ajustes ortogonales por mínimos cuadrados introducidos por K. Pearson (1901). Su utilidad es doble:

- Permite representar óptimamente en un espacio de dimensión pequeña observaciones de un espacio general p-dimensional. En este sentido, componentes principales es el primer paso para identificar las posibles variables latentes, o no observadas que generan los datos.
- Permite transformar las variables originales, en general correlacionadas, en nuevas variables incorrelacionadas, facilitando la interpretación de los datos. En este capítulo presentamos únicamente esta técnica como una herramienta exploratoria.

### 1.2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Supongamos que se dispone de los valores de p-variables en n elementos de una población dispuestos en una matriz X de dimensiones n × p, donde las columnas contienen las variables y las filas los elementos. Supondremos en que previamente hemos restado a cada variable su media, de manera que las variables de la matriz X tienen media cero y su matriz de covarianzas vendrá dada por:

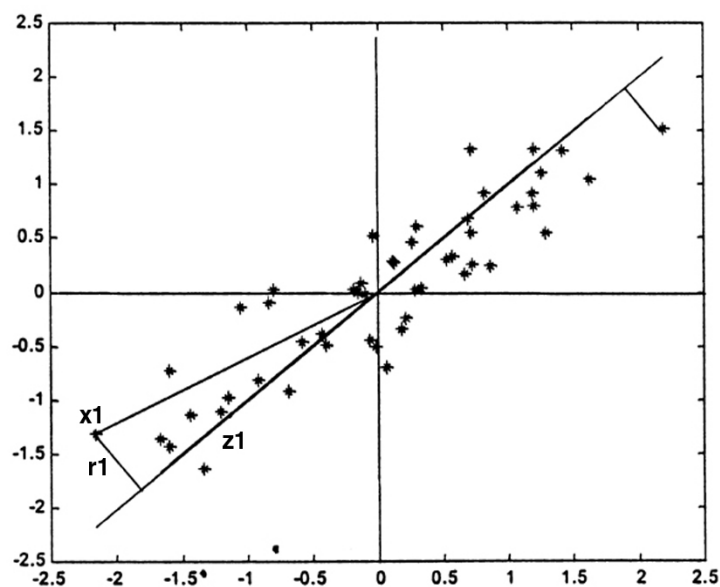
$$\frac{1}{n} X'X \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

El problema que se desea resolver es encontrar un espacio de dimensión más reducida que represente adecuadamente los datos. Puede abordarse desde tres perspectivas equivalentes.

### a) Enfoque descriptivo

Se desea encontrar un subespacio de dimensión menor que  $p$  tal que al proyectar sobre el los puntos conserven su estructura con la menor distorsión posible. Veamos como convertir esta noción intuitiva en un criterio matemático operativo. Consideremos primero un subespacio de dimensión uno, una recta. Se desea que las proyecciones de los puntos sobre esta recta mantengan, lo más posible, sus posiciones relativas. Para concretar, consideremos el caso de dos dimensiones ( $p = 2$ ).

Figura N° 1.1  
Ejemplo de la recta que minimiza las distancias ortogonales de los puntos a ella.



Indica el diagrama de dispersión y una recta que, intuitivamente, proporciona un buen resumen de los datos, ya que la recta pasa cerca de todos los puntos y las distancias entre ellos se mantienen aproximadamente en su proyección sobre la recta. La condición de que la recta pase cerca de la mayoría de los puntos puede concretarse exigiendo que las distancias entre los puntos originales y sus proyecciones sobre la recta sean lo mas pequeñas posibles. En consecuencia, si consideramos un punto  $x_i$  y una dirección  $a_1 = (a_{11}, \dots, a_{1p})'$ , definida por un vector  $a_1$  de norma unidad, la proyección del punto  $x_i$  sobre esta dirección es el escalar:

$$z_i = a_{11}x_{i1} + \dots + a_{1p}x_{ip} = a_1'x_i \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

y el vector que representa esta proyección será  $z_i a_1$ . Llamando  $r_i$  a la distancia entre el punto  $x_i$ , y su proyección sobre la dirección  $a_1$ , este criterio implica:

$$\text{minimizar } \sum_{i=1}^n r_i^2 = \sum_{i=1}^n |x_i - z_i a_1|^2 \quad \dots\dots\dots (1.4)$$

Donde  $|u|$  es la norma euclídea o modulo del vector  $u$ .

La Fig. 1.1 muestra que al proyectar cada punto sobre la recta se forma un triangulo rectángulo donde la hipotenusa es la distancia del punto al origen,  $(x_i'x_i)^{1/2}$ , y los catetos la proyección del punto sobre la recta ( $z_i$ ) y la distancia entre el punto y su proyección ( $r_i$ ). Por el teorema de Pitágoras, podemos escribir:

$$x_i'x_i = z_i^2 + r_i^2 \quad \dots\dots\dots (1.5)$$

y sumando esta expresión para todos los puntos, se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n x'_i x_i = \sum_{i=1}^n z_i^2 + \sum_{i=1}^n r_i^2 \dots\dots\dots (1.6)$$

Como el primer miembro es constante, minimizar  $\sum_{i=1}^n r_i^2$ , la suma de las distancias a la recta de todos los puntos, es equivalente a maximizar  $\sum_{i=1}^n z_i^2$ , la suma al cuadrado de los valores de las proyecciones. Como las proyecciones  $z_i$  son, por (1.3) variables de media cero, maximizar la suma de sus cuadrados equivale a maximizar su varianza, y obtenemos el criterio de encontrar la dirección de proyección que maximice la varianza de los datos proyectados. Este resultado es intuitivo: la recta de la Fig.1.1 parece adecuada porque conserva lo mas posible la variabilidad original de los puntos. El lector puede convencerse considerando una dirección de proyección perpendicular a la de la recta en esta figura: los puntos tendrían muy poca variabilidad y perderíamos la información sobre sus distancias en el espacio.

Si en lugar de buscar la dirección que pasa cerca de los puntos buscamos la dirección tal que los puntos proyectados sobre ella conserven lo mas posible sus distancias relativas llegamos al mismo criterio. En efecto, si llamamos  $d_{ij}^2 = x'_i x_j$  a los cuadrados de las distancias originales entre los puntos y  $\hat{d}_{ij}^2 = (z_i - z_j)^2$  a las distancias entre los puntos proyectados sobre una recta, deseamos que sea mínima.



$$D = \sum_i \sum_j (d_{ij}^2 - \hat{d}_{ij}^2)$$

Como la suma de las distancias originales es fija, minimizar D requiere

maximizar  $\sum_i \sum_j \hat{d}_{ij}^2$  las distancias entre los puntos proyectados.

### **b) Enfoque estadístico**

Representar puntos p dimensionales con la mínima pérdida de información en un espacio de dimensión uno es equivalente a sustituir las p variables originales por una nueva variable,  $z_1$ , que resuma óptimamente la información. Esto supone que la nueva variable debe tener globalmente máxima correlación con las originales o, en otros términos, debe permitir prever las variables originales con la máxima precisión. Esto no será posible si la nueva variable toma un valor semejante en todos los elementos.

Volviendo a la Fig.1.1 se observa que la variable escalar obtenida al proyectar los puntos sobre la recta sirve para prever bien el conjunto de los datos. La recta indicada en la figura no es la línea de regresión de ninguna de las variables con respecto a la otra, que se obtienen minimizando las distancias verticales u horizontales, sino la que minimiza las distancias ortogonales o entre los puntos y la recta y se encuentra entre ambas rectas de regresión.

Este enfoque puede extenderse para obtener el mejor subespacio resumen de los datos de dimensión 2. Para ello, calcularemos el plano que mejor aproxima a los puntos. El problema se reduce a encontrar

una nueva dirección definida por un vector unitario,  $a_2$ , que, sin pérdida de generalidad, puede tomarse ortogonal a  $a_1$ , y que verifique la condición de que la proyección de un punto sobre este eje maximice las distancias entre los puntos proyectados. Estadísticamente esto equivale a encontrar una segunda variable  $z_2$ , incorrelacionada con la anterior, y que tenga varianza máxima.

En general, la componente  $z_r$  ( $r < p$ ) tendrá varianza máxima entre todas las combinaciones lineales de las  $p$  variables originales, con la condición de estar incorrelacionada con las  $z_1, \dots, z_{r-1}$  previamente obtenidas.

### **c) Enfoque geométrico**

El problema puede abordarse desde un punto de vista geométrico con el mismo resultado final. Si consideramos la nube de puntos de la Fig.1.1 vemos que los puntos se sitúan siguiendo una elipse y podemos describirlos por su proyección en la dirección del eje mayor de la elipse. Puede demostrarse que este eje es la recta que minimiza las distancias ortogonales, con lo que volvemos al problema que ya hemos resuelto. En varias dimensiones tendremos elipsoides, y la mejor aproximación a los datos es la proporcionada por su proyección sobre el eje mayor del elipsoide. Intuitivamente la mejor aproximación en dos dimensiones es la proyección sobre el plano de los dos ejes mayores del elipsoide y así sucesivamente. Considerar los ejes del elipsoide como nuevas variables originales supone pasar de variables

correlacionadas a variables ortogonales o incorrelacionadas como veremos a continuación.

#### 1.2.4. CALCULO DE COMPONENTES

##### Calculo del primer componente

El primer componente principal se define como la combinación lineal de las variables originales que tiene varianza máxima. Los valores en este primer componente de los n individuos se representaran por un vector  $z_1$ , dado por:  $z_1 = Xa_1$ .

Como las variables originales tienen media cero también  $z_1$  tendrá media nula. Su varianza será:

$$\frac{1}{n} z_1' z_1 = \frac{1}{n} a_1' X' X a_1 = a_1' S a_1 \dots\dots\dots (1.7)$$

Donde S es la matriz de varianzas y covarianzas de las observaciones. Es obvio que podemos maximizar la varianza sin limite aumentando el modulo del vector  $a_1$ . Para que la maximización de (1.7) tenga solución debemos imponer una restricción al modulo del vector  $a_1$ , y, sin pérdida de generalidad, impondremos que  $a_1' a_1 = 1$ . Introduciremos esta restricción mediante el multiplicador de Lagrange:

$$M = a_1' S a_1 - \lambda(a_1' a_1 - 1)$$

y maximizaremos esta expresión de la forma habitual derivando respecto a los componentes de  $a_1$  e igualando a cero. Entonces

$$\frac{\partial M}{\partial a_1} = 2S a_1 - 2\lambda a_1 = 0$$

Cuya solución es:

$$Sa_1 = \lambda a_1 \dots\dots\dots (1.8)$$

Que implica que  $a_1$  es un vector propio de la matriz  $S$ , y  $\lambda$  su correspondiente valor propio. Para determinar que valor propio de  $S$  es la solución de (1.8), multiplicando por la izquierda por  $a_1'$  esta ecuación:  $a_1'Sa_1 = \lambda a_1'a_1 = \lambda$ . Y concluimos, por (1.7), que  $\lambda$  es la varianza de  $z_1$ . Como esta es la cantidad que queremos maximizar,  $\lambda$  será el mayor valor propio de la matriz  $S$ . Su vector asociado,  $a_1$ , define los coeficientes de cada variable en el primer componente principal.

Calculo del segundo componente

Vamos a obtener el mejor plano de proyección de las variables  $X$ . Lo calcularemos estableciendo como función objetivo que la suma de las varianzas de  $z_1 = Xa_1$  y  $z_2 = Xa_2$  sea máxima, donde  $a_1$  y  $a_2$  son los vectores que definen el plano. La función objetivo será:

$$\phi = a_1'Sa_1 + a_2'Sa_2 - \lambda_1(a_1'a_1 - 1) - \lambda_2(a_2'a_2 - 1) \dots\dots (1.9)$$

Que incorpora las restricciones de que las direcciones deben tener modulo unitario ( $a_i'a_i=1$ ,  $i = 1, 2$ ). Derivando e igualando a cero:

$$\frac{\partial \phi}{\partial a_1} = 2Sa_1 - 2\lambda_1 a_1 = 0$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial a_2} = 2Sa_2 - 2\lambda_2 a_2 = 0$$

La solución de este sistema es:

$$Sa_1 = \lambda_1 a_1 \quad \dots\dots\dots (1.10)$$

$$Sa_2 = \lambda_2 a_2 \quad \dots\dots\dots (1.11)$$

Que indica que  $a_1$  y  $a_2$  deben ser vectores propios de S. Tomando los vectores propios de norma uno y sustituyendo en (1.9), se obtiene que, en el máximo, la función objetivo es

$$\phi = \lambda_1 + \lambda_2 \quad \dots\dots\dots (1.12)$$

Es claro que  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  deben ser los dos autovalores mayores de la matriz S y  $a_1$  y  $a_2$  sus correspondientes autovectores. Observemos que la covarianza entre  $z_1$  y  $z_2$ , dada por  $a_1' S a_2$  es cero ya que  $a_1' a_2 = 0$ , y las variables  $z_1$  y  $z_2$  estarían incorrelacionadas.

Generalización

Puede demostrarse análogamente que el espacio de dimensión r que mejor representa a los puntos viene definido por los vectores propios asociados a los r mayores valores propios de S. Estas direcciones se denominan direcciones principales de los datos y a las nuevas variables por ellas definidas componentes principales. En general, la matriz X (y por tanto la S) tiene rango p, existiendo entonces tantas componentes principales como variables que se obtendrán calculando los valores propios o raíces características,  $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ , de la matriz de varianzas y covarianzas de las variables, S, mediante:

$$|S - \lambda I| = 0 \dots\dots\dots (1.13)$$

y sus vectores asociados son:

$$(S - \lambda_i I)a_i = 0 \dots \dots \dots (1.14)$$

Los términos  $\lambda_i$  son reales, al ser la matriz S simétrica, y positivos, ya que S es definida positiva. Por ser S simétrica si  $\lambda_j$  y  $\lambda_h$  son dos raíces distintas sus vectores asociados son ortogonales. Si S fuese semidefinida positiva de rango  $r < p$ , lo que ocurriría si  $p-r$  variables fuesen combinación lineal de las demás, habría solamente  $r$  raíces características positivas y el resto serían ceros.

Llamando Z a la matriz cuyas columnas son los valores de los  $p$  componentes en los  $n$  individuos, estas nuevas variables están relacionadas con las originales mediante:  $Z = XA$

Donde  $A'A = I$ . Calcular los componentes principales equivale a aplicar una transformación ortogonal A a las variables X (ejes originales) para obtener unas nuevas variables Z incorrelacionadas entre si. Esta operación puede interpretarse como elegir unos nuevos ejes coordenados, que coincidan con los “ejes naturales” de los datos.

#### 1.2.5. PROPIEDADES DE LOS COMPONENTES

Los componentes principales son nuevas variables con las propiedades siguientes:

- 1). Conservan la variabilidad inicial: la suma de las varianzas de los componentes es igual a la suma de las varianzas de las variables originales, y la varianza generalizada de los componentes es igual a la original.

Comprobemos el primer punto. Como  $\text{Var}(z_h) = \lambda_h$  y la suma de los valores propios es la traza de la matriz:

$$\text{tr}(S) = \text{Var}(x_1) + \dots + \text{Var}(x_p) = \lambda_1 + \dots + \lambda_p$$

Por tanto,  $\sum_{i=1}^p \text{Var}(X_i) = \sum \lambda_i = \sum_{i=1}^p \text{Var}(Z_i)$  Las nuevas variables  $z_i$  tienen conjuntamente la misma variabilidad que las variables originales.

Los componentes principales también conservan la *Varianza generalizada*, (determinante de la matriz de covarianzas de las variables). Como el determinante es el producto de los valores propios, llamando  $S_z$  a la matriz de covarianzas de los componentes, que es diagonal con términos  $\lambda_i$ :

$$|S_x| = \lambda_1 \dots \lambda_p = \prod_{i=1}^p \text{Var}(Z_i) = |S_z|.$$

- 2). La proporción de variabilidad explicada por un componente es el cociente entre su varianza, el valor propio asociado al vector propio que lo define, y la suma de los valores propios de la matriz. En efecto, la varianza del componente  $h$  es  $\lambda_h$ , y la suma de las varianzas de las variables originales es  $\sum_{i=1}^p \lambda_i$  igual, como acabamos de ver, a la suma de las varianzas de los componentes. La proporción de variabilidad total explicada por el componente  $h$  es  $\lambda_h / \sum \lambda_i$

- 3). Las covarianzas entre cada componente principal y las variables  $X$  vienen dadas por el producto de las coordenadas del vector propio que define el componente por su valor propio:

$$\text{Cov}(z_i; x_1, \dots, x_p) = \lambda_i a_i = (\lambda_i a_{i1}, \dots, \lambda_i a_{ip})$$

Donde  $a_i$  es el vector de coeficientes de la componente  $z_i$ . Para justificar este resultado, vamos a calcular la matriz  $p \times p$  de covarianzas entre los componentes y las variables originales. Esta

matriz es: 
$$\text{Cov}(z; x) = \frac{1}{n} Z' X$$

Y su primera fila proporciona las covarianzas entre la primera componente y las  $p$  variables originales. Como  $Z = XA$ , sustituyendo

$$\text{Cov}(z; x) = \frac{1}{n} A' X' X = A' S = D A'$$

Donde  $A$  contiene en columnas los vectores propios de  $S$  y  $D$  es la matriz diagonal de los valores propios. En consecuencia, la covarianza entre, por ejemplo, el primer componente principal y las  $p$  variables vendrá dada por la primera fila de  $A'S$ , es decir  $a'_1 S$  o también  $\lambda_1 a'_1$ , donde  $a'_1$  es el vector de coeficientes de la primera componente principal.

- 4). La correlación entre un componente principal y una variable  $X$  es proporcional al coeficiente de esa variable en la definición del componente, y el coeficiente de proporcionalidad es el cociente entre la desviación típica del componente y la desviación típica de la variable.



Para comprobarlo:

$$\text{Corr}(z_i; x_j) = \frac{\text{Cov}(z_i, x_j)}{\sqrt{\text{Var}(z_i)\text{Var}(x_j)}} = \frac{\lambda_i a_{ij}}{\sqrt{\lambda_i s_j^2}} = a_{ij} \frac{\sqrt{\lambda_i}}{s_j}$$

- 5). Las  $r$  componentes principales ( $r < p$ ) proporcionan la predicción lineal óptima con  $r$  variables del conjunto de variables  $X$ .

Esta afirmación puede demostrarse de dos formas. La primera demostrando que la mejor predicción lineal con  $r$  variables de las variables originales se obtiene utilizando las  $r$  primeras componentes principales. La segunda demostrando que la mejor aproximación de la matriz de datos que puede construirse con una matriz de rango  $r$  se obtiene construyendo esta matriz con los valores de los  $r$  primeros componentes principales.

- 6). Si estandarizamos los componentes principales, dividiendo cada uno por su desviación típica, se obtiene la estandarización multivariante de los datos originales. Estandarizando los componentes  $Z$  por sus desviaciones típicas, se obtienen las nuevas variables

$$Y_c = ZD^{-1/2} = XAD^{-1/2}$$

Donde  $D^{-1/2}$  es la matriz que contienen las inversas de las desviaciones típicas de las componentes. Hemos visto en el capítulo anterior que la estandarización multivariante de una matriz de variables  $X$  de media cero se define como:  $Y_s = XAD^{-1/2}A'$

Tanto las variables  $Y_c$  como las  $Y_s$  tienen matriz de covarianzas identidad, pero unas pueden ser una rotación de las otras. Esto no

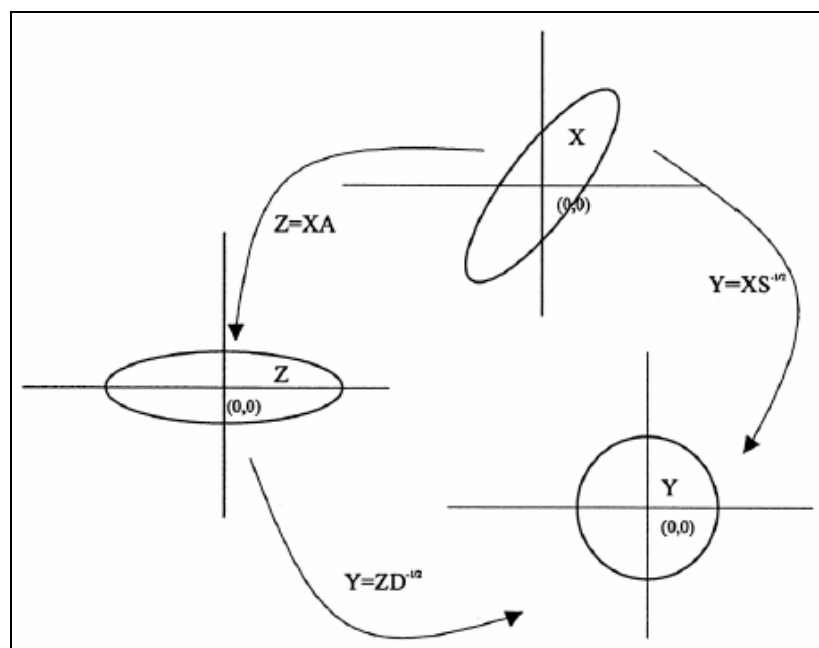
altera sus propiedades, y la estandarización multivariante puede interpretarse como:

- obtener los componentes principales;
- estandarizarlos para que tengan todos la misma varianza.

Esta relación se presenta gráficamente en la Fig. 1.2. La transformación mediante componentes principales conduce a variables incorrelacionadas pero con distinta varianza.

Puede interpretarse como rotar los ejes de la elipse que definen los puntos para que coincidan con sus ejes naturales. La estandarización multivariante produce variables incorrelacionadas con varianza unidad, lo que supone buscar los ejes naturales y luego estandarizarlos. En consecuencia, si estandarizamos los componentes se obtiene las variables estandarizadas de forma multivariante.

Figura N° 1.2  
Representación gráfica de la relación entre componentes principales y estandarización multivariante



## 1.2.6. FASES DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Un análisis de componentes principales consta de las siguientes fases:

- Elección de los componentes principales
- Rotación de los ejes
- Representaciones gráficas
- Calculo de las puntuaciones factoriales

### Elección de los componentes principales

La elección de los ejes factoriales se realiza de tal manera que el primer factor recoja la máxima proporción posible de la variabilidad de la nube de puntos original. La variabilidad de la proyección de la nube de puntos sobre el eje definido por el factor debe ser la máxima posible. El segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida por el primer factor y así sucesivamente hasta la elección de los K factores. De los K factores posibles, elegiremos aquellos que recojan el porcentaje de variabilidad que estimemos suficiente. Los factores elegidos son los que llamamos componentes principales.

Como ya se ha planteado, hay tantos factores como variables; en ese sentido es criterio nuestro el elegir el número de componentes suficiente para el mínimo indispensable de la información original. Los criterios de selección pueden ser diversos, a continuación se detallan algunos:

Un primer método consiste en elegir el componente que explica mas variabilidad; luego al que le sigue (en orden de explicación de variabilidades) de tal manera que se puede conseguir el porcentaje de variabilidad que se haya previsto. Por ejemplo: si tenemos una matriz de datos con 15 variables, nos podemos plantear extraer el número de componentes necesarios de tal forma que estos expliquen al menos el 90% de la variabilidad que aporta la matriz de datos.

Un segundo método consiste en extraer un número determinado de componentes, independientemente del porcentaje de variabilidad que estos contengan. En el ejemplo anterior teníamos 15 variables y podemos extraer los 5 componentes que expliquen una mayor variabilidad.

Un tercer método consiste en extraer todos los componentes que expliquen, cada uno de ellos, al menos un porcentaje determinado de la información. Es decir podemos seleccionar todos los factores que expliquen, cada uno de ellos, un 5% o más de la variabilidad recogida en la matriz de datos.

Un cuarto método consiste en extraer los factores mayores que 1, cabe señalar que esta es la técnica que realiza por defecto el paquete estadístico SPSS. Importante saber que la única forma de obtener el 100% de la información, es extrayendo tantos componentes como variables hay en el fichero original. Una vez seleccionados los

componentes principales estos y las variables se representan en forma de matriz. A esta matriz se le llama matriz factorial.

MATRIZ FACTORIAL: Las columnas de esta matriz contienen a los factores y en las filas están las variables. Cada elemento de esta matriz representa los coeficientes factoriales de las variables, los cuales nos permiten calcular las puntuaciones de los individuos y de las variables según los casos. La matriz factorial tiene tantas columnas como componentes y tantas filas como variables. Los coeficientes de la matriz  $a_{ij}$  son las correlaciones entre las variables y los componentes principales, la suma de todos los coeficientes, al cuadrado, de cada componente, es igual al valor propio de la matriz de correlaciones (o de la matriz de varianzas covarianzas) correspondiente a dicho componente.

### Rotación De Los Ejes

Las características ideales que deben tener los factores, para que su interpretación sea más sencilla, son las siguientes:

Las cargas factoriales de un factor con las variables deben ser próximas a UNO o próximas a CERO. Las variables con carga próxima a uno se explican en gran parte por el factor; las que tengan cargas próximas a cero no se explican por el factor. Debe entenderse que si los factores son ortogonales, las cargas factoriales son los coeficientes de correlación entre la variable y los factores.

Una variable debe tener cargas factoriales elevadas con un solo factor. Ha de intentarse que la mayor parte de la variabilidad de una

variable se explicada por un solo factor. No deben existir factores con cargas factoriales similares. Si dos o mas factores tienen cargas factoriales altas o bajas con las mismas variables, en realidad estarían explicando lo mismo entonces sería redundante, lo cual sería contradictorio ya que el análisis factorial intenta eliminar la redundancia. Las tres características anteriores son difíciles de cumplir por los factores originales, pero esto se puede conseguir rotando los factores; las rotaciones pueden ser ortogonales u oblicuas.

➤ Rotaciones Ortogonales

Estas rotaciones son importantes porque las comunalidades de cada variable se conservan, aunque cambian las cargas factoriales, dado que los ejes son distintos al ser rotados, pero la variabilidad explicada de cada variable permanece inalterada. Las rotaciones ortogonales más importantes son la rotación varimax y la rotación quartimax.

➤ Rotación Varimax

Es un método de rotación ortogonal que minimiza el número de variables que tienen saturaciones altas en cada factor. Simplifica la interpretación de los factores optimizando la solución por columna.

Este método también maximiza la varianza de los factores. Cada columna de la matriz factorial rotada tendrá cargas factoriales altas con algunas variables y bajas con otras, lo cual facilitará la interpretación. La rotación varimax es la que realiza el SPSS por

defecto, quedando sobreentendido que también puede hacer otras que están incluidas en el paquete

➤ Rotación Cuartimax

Trata de simplificar las filas de la matriz factorial, de esta manera, cada variable tendrá una correlación alta con pocos factores y baja con los demás, lo cual facilitará la interpretación.

➤ Rotaciones Oblicuas

Las rotaciones oblicuas tienen los mismos objetivos que las ortogonales y cabe resaltar que éstas se realizarán cuando las rotaciones ortogonales no logren conseguir su objetivo.

En una rotación oblicua, las comunalidades no se mantienen y la interpretación es bastante mas compleja que en las rotaciones ortogonales.

➤ Representación Gráfica

Ahora ya sabemos que el fin de un análisis de componentes principales es conseguir reducir las variables explicativas, obtener un número de componentes menor que el de variables y obviamente dar una interpretación practica de los mismos.

Entonces, a fin de conseguir una buena interpretación de los factores, una de las fases fundamentales de este análisis es la representación gráfica. La representación se hace tomando factores dos a dos y proyectando las variables sobre los planos determinados por cada par de ejes factoriales. Las coordenadas de

las variables, en el espacio definido por los componentes principales, son los coeficientes factoriales de la matriz rotada, en caso de que los ejes hayan sido rotados. En algunos casos, en lugar de las variables nos interesa proyectar los individuos sobre los planos. Entonces las coordenadas de cada individuo las conforman las puntuaciones factoriales individuales cuyo cálculo veremos en lo que sigue del presente trabajo.

➤ Cálculo de las puntuaciones factoriales individuales

En ocasiones, puede ser interesante conocer las puntuaciones que tienen los componentes principales para cada caso, lo cual nos permitirá entre otras cosas representar los casos en el espacio de los componentes principales. Las puntuaciones factoriales para caso de la muestra pueden calcularse según la siguiente expresión:

$$F_{ij} = a_{i1} \cdot Z_{1j} + a_{i2} \cdot Z_{2j} + \dots + a_{ik} \cdot Z_{kj} = \sum_{s=1}^k a_{is} \cdot Z_{sj} \dots\dots (1.15)$$

Donde:

$F_{ij}$  Representa la puntuación del i-ésimo componente correspondiente al j-ésimo caso de la muestra.

$K$  Indica el número de variables.

$a_{is}$  Representa la puntuación factorial correspondiente a la s-ésima variable y al i-ésimo componente

$Z_{sj}$  Representa el valor estandarizado de la s-ésima variable correspondiente al j-ésimo caso.



### 1.2.7. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES CON EL ANÁLISIS FACTORIAL

La técnica del análisis de componentes principales es similar al análisis factorial solo que los fundamentos teóricos son distintos.

En el modelo del Análisis Factorial se supone que la variabilidad de cada variable tiene una parte explicable por factores comunes y otra independiente de las demás variables, en el Análisis de Componentes Principales no se hace este supuesto. El análisis factorial supone que hay una parte común comunalidad de la variabilidad de las variables, explicada por factores comunes no observables. Cada variable tiene una parte de su variabilidad no común propia de cada variable; a esta variabilidad no común la llamaremos factor único. Debemos asumir que los factores únicos correspondientes a las variables son independientes entre si.

Los métodos utilizables y el significado son los mismos en componentes principales que en el análisis factorial. De hecho, los modelos estándar que permiten analizar específicamente datos categóricos, con frecuencia no funcionan bien en conjuntos de datos con las siguientes características: observaciones insuficientes, demasiadas variables y demasiados valores por cada variable.

Las técnicas más utilizadas son el análisis de correspondencias, el análisis de correspondencias múltiple, el análisis de componentes

principales categórico y el análisis de correlación canónica no lineal, que corresponden al análisis de datos multivariantes conocido como reducción de dimensiones. El análisis de componentes principales categórico, es adecuado cuando se desea tener en cuenta los patrones de variación de un único conjunto de variables con varios tipos de niveles de escalamiento óptimos. Esta técnica intenta reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables, al mismo tiempo que tiene en cuenta toda la variación que sea posible. Se asignan valores de escala a cada categoría de cada variable, de manera que estos valores sean óptimos respecto a la solución de componentes principales. Los objetos del análisis reciben puntuaciones de componentes en función de los datos cuantificados. La solución de un análisis de componentes principales categórico maximiza las correlaciones de las puntuaciones de objetos con cada una de las variables cuantificadas para el número de componentes (dimensiones) especificado. Ahora bien, si todas las variables se escalan a nivel numérico, el análisis de componentes principales categórico es equivalente al análisis de componentes principales estándar; es decir, el análisis de componentes principales categórico es una alternativa al cálculo de las correlaciones entre las escalas no numéricas y su análisis mediante un enfoque de análisis de factores o de componentes principales estándar.

## 1.3 VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD

### 1.3.1 ASPECTOS GENERALES

Es de conocimiento que a la hora de recabar información sobre diversos aspectos de los individuos, se usa instrumentos tales como escalas, tests, listados, etc.; conformando una serie de ítems o enunciados que deben estar relacionados entre sí y cuyas puntuaciones individuales previamente sumadas nos dan el valor global de los individuos en el citado instrumento.

En ese sentido podemos citar algunos tipos de instrumento que se usan con frecuencia en trabajos de investigación:

- Escalas de diferentes tipos para medir comportamientos de los individuos hacia diversas situaciones.
- Encuestas para diagnosticar la estrategia que toman las empresas, el factor humano.
- Tests para determinar o diagnosticar conocimientos, aptitudes, rasgos de personalidad, etc.

Entonces nos hacemos la siguiente pregunta ¿hasta que punto el instrumento que nos permite hacer estas evaluaciones es válido y confiable? Para dar respuesta a esta pregunta es necesario, en primer lugar, conocer que significa calidad de un instrumento.

### 1.3.2 CALIDAD DEL INSTRUMENTO. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

En cualquier tipo de investigación, la capacidad que tenga un instrumento de recolectar datos depende de dos atributos muy importantes como son: la validez y la confiabilidad. Si esta

herramienta de recolección de información es defectuosa, nos llevará a resultados sesgados y a conclusiones equivocadas.

Determinar la confiabilidad y la validez de los cuestionarios utilizados es muy importante a la hora de analizar los datos. Nos limitaremos a enumerar los procedimientos más usuales y a señalar la conveniencia de utilizar algunos de ellos para conocer cuál es la condición con la que debemos analizar los datos, pues conviene recordar que aunque las escalas psicométricas se consideran instrumentos confiables y válidos, no son instrumentos estandarizados en la mayoría de los casos, dado que los construimos nosotros mismos.

Definición1: Se dice que un instrumento tiene validez cuando realmente es capaz de medir aquello para lo cual ha sido concebido. En términos estadísticos la validez se define como la proporción de la varianza verdadera que es relevante para los fines del examen. Con el término relevante nos referimos a lo que es atribuible a la variable, características o dimensión que mide la prueba. En este sentido, generalmente la validez de un test se define ya sea por medio de la relación entre sus puntuaciones con alguna medida de criterio externo, o bien la extensión con la que la prueba mide un rasgo subyacente específico hipotético o “constructo”. En términos psicométricos, la validez es un concepto que ha pasado por un largo proceso evolutivo, desde aquella posición que sostenía que “un test es válido para aquello con lo que correlaciona” (Guilford, 1946, citado

en Muñiz, 1996, p. 52), En los diferentes trabajos de investigación se considera que la validez se agrupa en tres grandes categorías:

Validez de contenido: Grado en el cual los ítems son una muestra representativa de la variable que se desea medir. Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se mide. Para lograr una buena evidencia del contenido debe tenerse en cuenta:

- Definición conceptual
- Definición operacional
- Pertinencia
- Exhaustividad
- Plan de Prueba
- Evaluación o juicio de un experto

Validez de criterio: Establece la validez de un instrumento de medición comparándola con algún criterio externo. Este criterio es un estándar con el que se juzga la validez del instrumento. Entre mas se relacionen los resultados del instrumento de medición con el criterio, la validez del criterio será mayor. Si el criterio se fija en el presente, se habla de validez concurrente; si el criterio se ubica en el futuro, se habla de validez predictiva; si el criterio se fija en el pasado, equivale a la validez posdictiva.

Validez de constructo: Se refiere al grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones de acuerdo con

hipótesis derivadas teóricamente y que conciernen a los conceptos (constructos) que están siendo medidos. La validez del constructo incluye tres etapas:

- Se establece y especifica la relación teórica entre los conceptos.
- Se correlacionan ambos conceptos y se analiza cuidadosamente la correlación.
- Se interpreta la evidencia empírica de acuerdo con el nivel en que clarifica la validez del constructo de una medición en particular.

Entre mayor evidencia de validez de contenido, criterio y de constructo que tenga un instrumento de medición, este se acerca más a representar la variable o variables que pretende medir.

*Constructo: es un concepto que forma parte de las teorías que intentan explicar la conducta humana: inteligencia, creatividad, emotividad, empatía. Un constructo es un concepto que requiere haber sido definido o adoptado de manera deliberada y consciente para un propósito científico.*

Definición2: se dice que un instrumento es confiable cuando al aplicarlo al menos dos veces al mismo grupo de individuos, se obtienen resultados similares.

Cabe señalar que existen diversas técnicas para evaluar la confiabilidad de un instrumento de medición, todos utilizan fórmulas que generan un coeficiente de confiabilidad. Estos coeficientes varían entre cero y uno, lo cual implica que un coeficiente cero indica

confiabilidad nula y coeficiente uno indica confiabilidad total, esto conlleva a afirmar que si el coeficiente se aproxima a cero hay mayor error en la medición.

Dentro de los factores que pueden afectar la confiabilidad y la validez se encuentran:

- Improvisación
- Uso de instrumentos desarrollados en el extranjero que no han sido validados.
- Instrumento inadecuado para las personas a las que se le aplica.
- Condiciones en que se aplica el instrumento.

En la presente Investigación utilizaremos el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual lo detallaremos mas adelante y es aquel que cuanto mayor sea la correlación lineal entre los ítems, mayor será el coeficiente alfa de Cronbach.

### 1.3.3 COEFICIENTE DE ALFA DE CRONBACH

Fue desarrollado por Lee J. Cronbach y requiere una sola administración del instrumento de medición, su ventaja reside en que se aplica el instrumento y se calcula el coeficiente. Se usa para conocer la consistencia interna de una escala, es decir la correlación entre los ítems analizados y también para evaluar la confiabilidad o la homogeneidad de las preguntas. (Cronbach Lee J. 1951)

Este coeficiente oscila entre 0 y 1, donde cero significa confiabilidad nula y uno representa confiabilidad total. Además de esto se considera que la consistencia interna es alta si se encuentra entre

0,70 y 0,90. Los valores inferiores a 0.70 indican una baja consistencia interna y los superiores a 0.90 sugieren que la escala tiene varios ítems que miden exactamente lo mismo. (Oviedo H.C. 2005).

#### 1.3.4 CALCULO DE CRONBACH

1. Mediante la varianza de los ítems y la varianza del puntaje total, se usa la siguiente fórmula:

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k - 1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

$S_i^2$  : Es la varianza de cada ítem.

$S_T^2$  : Es la varianza del total de filas.

$K$  : Es el número de preguntas o ítems ZXZ

Cuanto menor sea la variabilidad de respuesta, es decir haya homogeneidad en la respuestas dentro de cada ítem, mayor será el alfa de Cronbach

2. Mediante la matriz de correlación de los ítems, para esto se usa la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{np}{1 - p(n - 1)}$$

Donde:

n: Es el número de ítems.

p: Es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems.



Los valores de este coeficiente oscilan entre 0 y 1 donde la unidad implica una alta fiabilidad información. Únicamente obtendremos valores negativos si la relación entre los ítems es negativa; en cuyo caso no procedería a calcular un índice de fiabilidad de la escala.

Como se puede observar en las ecuaciones anteriores el valor de Alfa de Cronbach depende tanto del número de ítems en la escala como de la correlación entre los mismos o de su varianza o covarianza. Es decir que podemos obtener un coeficiente elevado partiendo de los mismos valores promedio pero aumentando el número de ítems de la escala.

### 1.3.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Actitud.- La actitud como constructo es una organización de creencias interrelacionadas, relativamente duraderas, que describe, evalúa y recomienda una determinada acción con respecto a un objeto o situación, siendo así que cada creencia tiene componentes cognitivos, afectivos y de conducta.

El Método Científico.- Es un procedimiento para descubrir las condiciones en que se presentan sucesos específicos, caracterizados generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. Pardina nos dice: "Método de trabajo científico es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o, en otras palabras,

para comprobar hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos, desconocidos hasta el momento.

El método científico no es otra cosa que la aplicación de la lógica a las realidades o hechos observados.

Cohen y Ángel nos indican al respecto: "Método científico es la persistente aplicación de la lógica para poner a prueba nuestras impresiones, opiniones o conjeturas, examinando las mejores evidencias disponibles a favor y en contra de ellas".

El método científico nos lleva a eliminar el plano subjetivo en la interpretación de la realidad, permitiéndonos la objetividad en el proceso investigativo.

Bunge presenta el siguiente planteamiento "El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico, no hay ciencia. Pero no es infalible ni autosuficiente.

El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que llega por el análisis directo. Tampoco es autosuficiente, no puede operar en un vacío de conocimientos método científico, sino que requiere algún conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse, y tiene que complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades del tema".

El método científico rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en una forma caprichosa, tratando de imponer prejuicio, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan.

*Definición Técnica: el método científico es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo*

La Investigación.- Es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

Son muchos los conceptos que sobre la investigación científica se presentan a lo largo de su enseñanza y práctica en las universidades, pero conviene precisar algunas definiciones a manera de orientación, ya que toda definición aporta algo válido, pero igualmente se queda corta razón de la realidad que describe.

Según el Webster Internacional Dictionary, la investigación es definida en una forma más descriptiva u operativa: es una indagación o examen cuidadoso o crítico en la búsqueda de hechos o principio; una diligente pesquisa para averiguar algo". Esta definición expresa claramente el hecho de que la investigación no es una mera búsqueda de la verdad, sino una indagación prolongada, intensiva e intencionada. Es decir, la investigación por sí misma constituye un método para construir la verdad; es en realidad un método de pensamiento crítico.

La investigación científica, como base fundamental de las ciencias, parte de la realidad, investiga esa realidad, la analiza, formula la hipótesis y fundamenta nuevas teorías o con muy poco conocimiento de ella.

La investigación, por ser sistemática, genera procedimientos, presenta resultados y debe llegar a conclusiones, ya que la sola recopilación de

datos o hechos y aun su tabulación no son investigación, solo forma parte importante de ella. La investigación tiene razón de ser por sus procedimientos y resultados obtenidos.

*Definición Técnica: Es un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y critico, que permite descubrir nuevos hechos o datos, relaciones o leyes, en cualquier campo del conociendo humano.*

Comunalidad de una variable.- es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido.

Coeficiente de determinación.- en el análisis de regresión tanto lineal como múltiple, este coeficiente, representado por  $r^2$ , indica que tanto por ciento de la variabilidad de la variable respuesta o dependiente es explicada por la ecuación de regresión, cabe resaltar que sus valores oscilan de 0 a 1.

Autovalores.- Expresan la cantidad de la varianza total que esta explicada por cada factor; y los porcentajes de varianza explicada asociados a cada factor se obtiene dividiendo su correspondiente autovalor por la suma de los autovalores.

Análisis de Fiabilidad.- Es la que se ocupa de la precisión del instrumento, es decir incontrolables, inevitables e impredecibles asociados a todo proceso de medida.

Anova.- Es una prueba estadística desarrollada para realizar simultáneamente la comparación de las medias de mas de dos poblaciones. A la Asunción de normalidad debe añadirse la de homogeneidad de las varianzas de las poblaciones a comparar.

Normalidad.- Es cuando los valores de la variable dependiente siguen una distribución normal por lo menos en la población a la que pertenece la muestra. La prueba a utilizar es de Kolgomorov Smirnov.

Homocedasticidad.- Es cuando las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan sean aproximadamente iguales (homogeneidad de las varianzas). La prueba a utilizar es del Test de Levene.

Medida de adecuación de la muestra KMO.- (Kaiser-Meyer-Olkin) contrasta si las correlaciones parciales entre variables son suficientemente pequeñas. Permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial, toma valores entre 0 y 1. Cuanto más pequeño sea su valor, mayor es el valor de los coeficientes de correlaciones parciales y por lo tanto menos deseable es realizar un análisis Factorial.  $KMO \geq 75\%$  es buena,  $75\% \geq KMO \geq 50\%$  es aceptable y lo contrario es inaceptable.

Método Varimax.- se trata de un método de rotación que minimiza el número de variables con cargas altas en un factor mejorando así la capacidad de interpretación de factores.

Prueba de Scheffe.- Se aplica para hacer comparaciones múltiples de las medias de grupos. Su uso esta relacionado con la prueba de análisis de varianza.

## **CAPITULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Nuestra investigación parte de la creciente preocupación en la comunidad universitaria en torno a la poca de tesis para optar al grado de ingeniero. Es un hecho que sólo un porcentaje mínimo de egresados obtiene el título de ingeniero a través de la modalidad de sustentación de tesis y que por lo general conlleva a que los estudiantes opten por dedicarse exclusivamente a un área de trabajo que no necesariamente se relaciona con la carrera estudiada en el transcurso de su etapa académica universitaria. Entonces, ¿por qué los estudiantes no hacen sus tesis? Una evidencia empírica nos confirma que los estudiantes por lo general no encuentran respuestas a las siguientes preguntas ¿Cómo se elabora una tesis? ¿Qué debe contener? ¿Cuánto demora realizarla? ¿Es tediosa? etc. En efecto, en todos los escritos realizados acerca de ello encontramos las normas que rigen la sustentación de tesis pero muy poca información sobre la orientación que

uno debe tener. Las normas universitarias se concentran en lo procedimental: la conformación del jurado y los papeles que se deben presentar, entre otros puntos y en algunas no hay la organización adecuada para que el estudiante empiece una investigación. Este vacío deja a los alumnos sin orientaciones, sin motivación que es lo más importante ya que el estudiante debe mostrar una actitud positiva para la elaboración de esta, entonces los estudiantes universitarios no tienen una idea clara de qué es una tesis, más allá de que es un trabajo grande que intimida. Una búsqueda o navegación por Internet en portales de diversas universidades, nacionales e internacionales encontramos, ideas importantes sobre qué es una tesis. Un hecho que comparten estas universidades es la presentación de la tesis en términos bastante formales, de índice y organización. Pero no se precisa cómo es su proceso de elaboración. Por lo que nuestra investigación aborda el siguiente problema ***¿Por qué la mayoría de los estudiantes egresados de la UNI no elaboran una tesis?***

## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA**

#### **3.1. SISTEMAS DE HIPÓTESIS**

##### **3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- Los factores actitudinales que presentan los estudiantes de la UNI hacia la elaboración de una investigación en la etapa de estudios de pregrado es de naturaleza multidimensional.

##### **3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- Existe diferencias acerca de la importancia de la investigación en las escuelas de ciencias e Ingeniería de la UNI en la etapa de pregrado.



### 3.2. DEFINICIONES OPERATIVAS

#### Formación de actitudes

La escala de actitudes hacia la investigación de las carreras de Ingeniería y Ciencias de la UNI está constituido por un componente cognitivo, conductual y afectivo. Es un estado mental duradero y organizado, aprendido a través de la experiencia, que predispone a la acción y que influye en la respuesta a un determinado objeto o situación. Por la naturaleza misma del proceso de investigación que exige tantos conocimientos teóricos (metodología, modelamiento estadístico-matemático, etc.) como prácticos (habilidades comunicativas) y procedimentales, es que el estudio en la formación de actitudes hacia la investigación está referido también a elementos vinculados externamente a la materia: profesor, actividades, libros, métodos de enseñanza, etc. Sin embargo, hay que destacar que en un contexto en que las ciencias cambian rápidamente, lo más importante no serán los contenidos específicos, sino el tratar de desarrollar en los alumnos una actitud favorable, formas de razonamiento y un interés por completar posteriormente su aprendizaje.

#### Constructo actitud y su operacionalización.

La actitud hacia la investigación por parte de los estudiantes de Ingeniería y Ciencias de la UNI tiene carácter multidimensional. Operativamente, la escala refleja y se expresa en el manejo de conceptos teóricos metodológicos y procedimentales, creatividad en la aplicación de herramientas estadísticas, habilidades comunicativas que

les permitirán un mejor desempeño en la práctica profesional y el buen uso de la investigación. Tales manifestaciones positivas o negativas se expresan verbalmente por los alumnos cuando se les presenta una situación o estímulo determinado relacionado con la investigación.

Los elementos vinculados externamente a la investigación crean una actitud negativa o positiva hacia ésta, en consecuencia, los efectos son observables en la medida que el estudiante avance en sus estudios hasta culminar la carrera o en su rendimiento académico.

### 3.3. DISEÑO MUESTRAL

#### 3.3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para tales propósitos se debe construir un modelo estadístico que nos permita combinar o agrupar las características mencionadas, de manera que podamos obtener nuevas variables o factores que aunque no son directamente medibles (observables) pero que tienen un significado práctico, por lo tanto de fácil interpretación. Estas agrupaciones de características deben ser comunes, en el sentido que una característica que pertenece a un grupo o factor común deberá explicar en la misma forma que las demás características dentro del grupo. Es decir, podemos suponer que existen altas correlaciones entre las variables o características dentro de un factor común.

Cuando decimos que un factor tiene un significado nos estamos refiriéndonos a un modelo estadístico que cumpla con las condiciones de parsimonia e interpretabilidad. Por estas razones

proponemos la técnica de análisis factorial. Ciertamente cabe la posibilidad de proponer un análisis factorial exploratorio o confirmatorio. En el análisis de tipo confirmatorio los factores están fijados a priori, donde para corroborar se utilizaría contrastes de hipótesis. Sin embargo, en el presente estudio nos centraremos en el análisis de tipo exploratorio, porque no se conocen a priori el número de factores, o sea, ignoraremos totalmente cual debe ser la dimensionalidad y la estructura de los datos y es en la aplicación empírica donde se determinará este número e identificará los factores.

### 3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación de carácter observacional, exploratorio, y transversal.

### 3.3.3. POBLACIÓN

Definiciones Previas

- Universo

Para este estudio nuestro universo es los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería

- Unidad de Análisis

La unidad de análisis para la presente investigación es el estudiante (de la Universidad Nacional de Ingeniería que cumpla los criterios de inclusión de la muestra) midiendo de él sus actitudes en base a los reactivos (preguntas) del

cuestionario que han sido elaborados basándonos en una escala Likert con 10 alternativas.

- Población Objetivo

La población a estudiar son los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería que se encontraron matriculados en el ciclo académico (2005-II) en las diferentes escuelas profesionales de la Universidad, exceptuando la Facultad de Arquitectura cuyas investigaciones son realizadas basándose en otras técnicas de investigación diferentes al método científico y escapa a los objetivos del estudio.

Los criterios de inclusión y exclusión para que la unidad de análisis este considerada en la población objetivo de este estudio son:

Criterios de Inclusión

- El estudiante debe estar matriculado en el ciclo académico 2005-II.
- El estudiante debe ser alumno regular (llevar más de 11 créditos por reglamento de la Universidad Nacional de Ingeniería).
- El Estudiante debe llevar cursos o ser ubicable en el(los) horario(s) que se designe para esa facultad y/o especialidad.
- Ser estudiante de cualquiera de las especialidades de Ciencias o Ingeniería.

### Criterios de Exclusión

- El Estudiante que no sea alumno regular.
- El Estudiante no es ubicable en el(los) horario(s) que se designe para esa facultad y/o especialidad.
- Ser estudiante de la Facultad de Arquitectura.

#### 3.3.4. LA MUESTRA

Está constituido por 382 estudiantes, la muestra se ajusto sobre la base de los ciclos del 7° al 10°. Las cuotas fueron distribuidas proporcionalmente a la cantidad de estudiantes entre las especialidades y los ciclos académicos de estudio mencionados. Según Jolliffe, I. T. op. Cit, considera que siempre que no exista una estructura compleja en la población, la selección del tamaño muestral equivale al caso de un muestreo simple aleatorio y la determinación del tamaño de muestra no se ve afectado por estos factores de diseño y sugiere aplicar las reglas del ratio. Las reglas del ratio se generan bajo el supuesto de cantidad suficiente de observaciones.

TABLA N° 3.1

Alumnos que participaron en la Encuesta según Sexo

		SEXO	
		Masculino	Femenino
Escuela Profesional	Ing. Eléctrica	18	1
	Ing. Electrónica	16	1
	Ing. Telecomunicaciones	11	2
	Ing. Mecánica	20	0
	Ing. Mecánica Eléctrica	15	0
	Ing. Naval	7	0
	Ing. Mecatrónica	9	1
	Ing. Civil	49	8
	Ing. Geológica	7	1
	Ing. Metalúrgica	8	0
	Ing. Minas	13	0
	Ing. Sanitaria	12	1
	Ing. Higiene y Seguridad	7	7
	Ing. Económica	17	6
	Ing. Estadística	9	1
	Física	5	2
	Matemática	7	0
	Química	6	0
	Ing. Física	5	1
	Ing. Petróleo	6	1
	Ing. Petroquímica	1	6
	Ing. Química	22	8
	Ing. Textil	9	5
	Ing. Industrial	17	7
	Ing. Sistemas	19	8
	Total		315

3.3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

El cuestionario psicométrico.-

Se desarrollará un cuestionario siguiendo las pautas de Espósito, J. (2002), para el proceso de construcción y validación de encuestas. Asimismo, la evaluación de actitudes tipo Likert se diseñará con una escala de valoración de diez grados con el fin de

aproximar las respuestas a una escala de rango. Se tendrá especial cuidado en alcanzar tarjetas de respuesta en donde se relacionará en el continuo de respuesta los niveles “Muy en desacuerdo”, “En desacuerdo”, “Ni de acuerdo, ni en desacuerdo”, “De acuerdo” y “Muy de acuerdo”. En tal sentido, y dado que los ítems se diseñarán como estímulos para generar una respuesta, las posibilidades de ambigüedad en las respuestas extremas de acuerdo a la investigación de Schwarz, N. (1995) son despreciables. Como variable suplementaria se utilizará el indicador de rendimiento del estudiante. Para neutralizar el efecto subjetivo del estudiante, se procederá a preguntar al principio de la encuesta por el ciclo actual de estudios y, al final, por el ciclo académico que ingresó a la UNI, más no, por su código de estudiante.

La elaboración del cuestionario tuvo en cuenta en primer lugar que las actitudes deberían estar expresados con frases e ideas relacionadas a la forma de expresión de los estudiantes, para ello se realizó un primer sondeo entre los estudiantes, profesores y personas relacionadas con el medio académico para rescatar ideas y expresiones. En segundo lugar se procedió a seleccionar las frases más adecuadas e interesantes para la investigación teniendo en cuenta la redacción de los ítems finalmente, se procedió a ordenar aleatoriamente la aparición de los ítems en el cuestionario sabiendo que la mitad estarían redactados en sentido negativo y el resto como enunciados positivos.

Cuestionario: consta de 32 reactivos agrupados en factores como la Importancia de la investigación, Preferencias hacia la investigación, Habilidades y preferencias hacia la estadística para la investigación, Conocimientos/preferencias de la metodología de investigación, Componente afectivo hacia la investigación y la Motivación a investigar los cuales lo presentamos a continuación:

Ítems:

1. Los trabajos de investigación y/o experimentación mejoran la formación en su carrera profesional.
2. La experimentación lo motiva a realizar nuevas investigaciones.
3. La experimentación en laboratorio le resulta agradable.
4. Se le hace fácil formular una hipótesis de investigación.
5. La experimentación le resulta sencilla.
6. No incurre en muchas equivocaciones en el diseño de un experimento de investigación.
7. Los profesores siempre están dispuestos a asesorarlos para las investigaciones.
8. La investigación es para Ud.
9. La experimentación es útil para todo profesional.
10. Le parece muy sencillo diseñar una muestra experimental con sustento estadístico.
11. Los centros de investigación de su facultad hacen cosas muy interesantes.
12. En su facultad hay oportunidades para investigar.
13. Le agradan los cursos donde experimenta lo aprendido.
14. Está interesado(a) en la aplicación de las técnicas estadístico-experimentales para la investigación.
15. La investigación le parece fascinante.
16. La investigación es valiosa para el desarrollo de nuestra universidad y de la sociedad.



17. Ud. no tiene dudas con respecto al procesamiento y/o análisis de datos provenientes de la investigación.
18. La investigación, la experimentación y el método científico son relevantes en su vida personal.
19. Ud. está dispuesto(a) a dedicar parte de su tiempo a aprender técnicas estadísticas que me sirvan para la investigación.
20. Le agrada estudiar y aplicar los pasos de la metodología de la investigación científica.
21. La investigación le resulta agradable.
22. Le agrada realizar aplicaciones de la experimentación científica y/o la investigación.
23. La investigación ocupa parte de su tiempo que está dispuesto(a) a dar.
24. Le resulta fácil plantear un problema de investigación.
25. Disfruta leer trabajos de investigación y/o artículos de su especialidad.
26. La investigación se debe enseñar desde el colegio.
27. En su facultad le dan apoyo para investigar.
28. Se siente seguro(a) al realizar investigación.
29. El hecho de que sus profesores investiguen lo incentiva a investigar y/o experimentar.
30. Ud. no tiene problemas con el manejo de términos y/o definiciones estadísticas.
31. La investigación no le causa molestias.
32. Toda investigación y/o experimento requiere de un método científico.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Para los resultados se desarrollo el modelo de Componentes Principales ya que se requiere reducir a un menor numero factores que logren explicar nuestro objetivo general y este criterio de selección de componentes se realizara con una rotación varimax, ya que esta rotación minimiza el número de variables con cargas altas en un factor, mejorando así la capacidad de interpretación de los factores. Este método considera que si se logra aumentar la varianza de las cargas factoriales al cuadrado de cada factor consiguiendo que algunas de sus cargas factoriales tiendan acercarse a uno mientras que otras se acerquen a cero, lo que se obtiene es una pertenencia mas clara e inteligible de cada variable a ese factor, para evitar que las variables con mayores comunalidades tengan mas peso en la solución final suele efectuarse la normalización de Kaiser consistente en dividir cada carga factorial al cuadrado por la comunalidad de la variable correspondiente.

Tabla N° 4.1

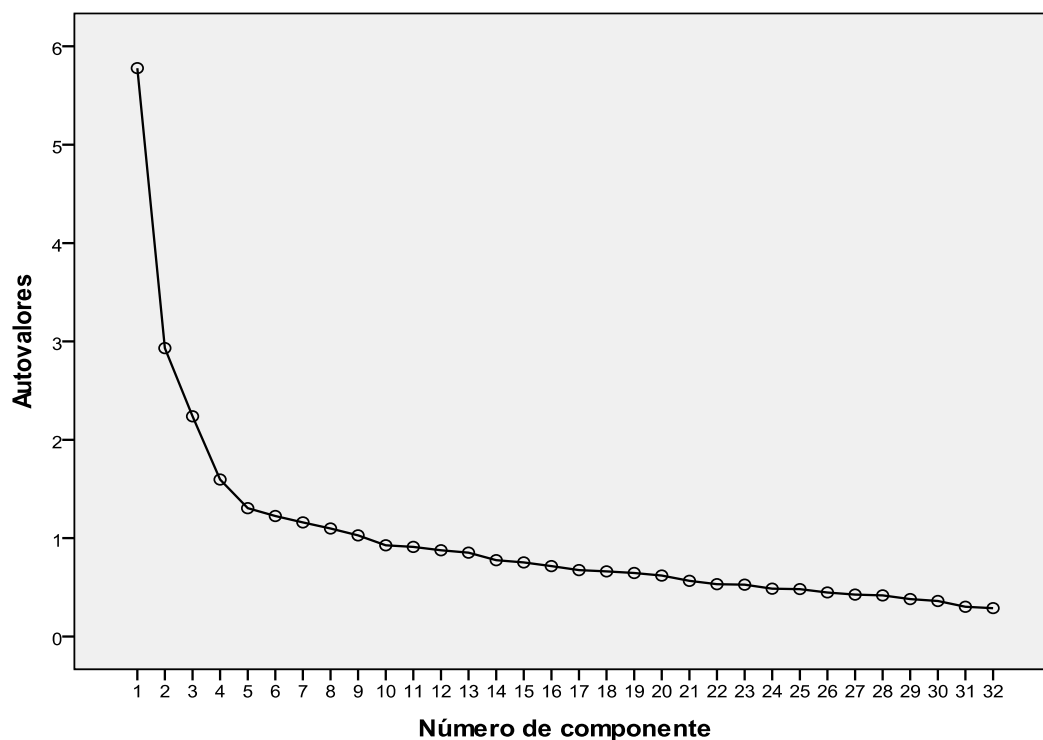
KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.819
Prueba de	Chi-cuadrado aproximado	3120.680
esfericidad de Bartlett	gl	496
	Sig.	.000

En la tabla 4.1 el valor  $KMO = 0.819 > 0.75$  por lo que el proceso de reducción de datos será bueno y meritorio. El test de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula indicando así que existen relaciones significativas entre las variables.

Grafico N° 4.1

Grafico de Sedimentacion



En el Grafico 4.1 se sugiere la presencia de 3 factores que explicarían el 34,2% de la variación total de los datos. En el proceso de reducción de datos (anexo 5) entonces se genera tres factores como se muestra en la tabla 4.2 “Importancia de la Investigación para la Sociedad y la Vida Personal”, “Modelamiento y Análisis de Datos Estadísticos”; “Entorno Institucional” y que en conjunto explican 34,218% de la inercia total.

Tabla N° 4.2  
Factores Explicativos Extraídos

Factor1: Importancia de la investigación para la sociedad y la vida personal	Carga
La investigación le parece fascinante	0.73
La investigación es valiosa para el desarrollo de nuestra universidad y de la sociedad	0.61
Esta interesado(a) en la aplicación de las técnicas estadístico-experimentales para la investigación	0.6
Le agrada estudiar y aplicar los pasos de la metodología de la investigación científica	0.6
Ud esta dispuesto(a) a dedicar parte de su tiempo a aprender técnicas estadísticas que me sirvan para la investigación	0.6
Le agradan los cursos donde experimenta lo aprendido	0.56
La investigación le resulta agradable	0.67
	inercia acumulada 18.058%
	alfa de cronbach 0.7913
<hr/>	
Factor 2: Modelamiento y Análisis de Datos Estadísticos	Carga
No incurre en muchas equivocaciones en el diseño de un experimento de investigación.	0.58
Ud. no tiene dudas con respecto al procesamiento y/o análisis de datos provenientes de la investigación.	0.57
Le resulta fácil plantear un problema de investigación.	0.68
Se le hace fácil formular una hipótesis de investigación	0.63
Le parece muy sencillo diseñar una muestra experimental con sustento estadístico	0.69
	inercia acumulada 27.221%
	alfa de cronbach 0.7059
<hr/>	
Factor 3: Entorno Institucional	Carga
Los profesores siempre están dispuestos a asesorarlos para las investigaciones.	0.61
Los centros de investigación de su facultad hacen cosas muy interesantes.	0.57
En su facultad hay oportunidades para investigar.	0.73
En su facultad le dan apoyo para investigar.	0.81
	inercia acumulada 34.218%
	alfa de cronbach 0.6853

Los factores presentan un alfa de cronbach de 0.7913, 0.6853, 0.7059 respectivamente y un valor de  $0.6961 \approx 0.70$  a nivel de toda la encuesta, lo cual muestra que el modelo es significativamente discriminador siguiendo el criterio de

Schmitt el que considera que el valor obtenido por el alfa de cronbach es satisfactorio (anexo 2) teniendo en cuenta que el tamaño de la prueba es pequeña y no se tiene como finalidad realizar inferencias para la población debido a las características del diseño muestral que ha sido por cuotas.

Una vez determinados los factores rotados se puede calcular la matriz de puntuaciones factoriales que nos puede permitir conocer que sujetos son los mas raros o extremos es decir la representación grafica de las puntuaciones factoriales para cada par de ejes factoriales elegidos puede ayudar a detectar casos atípicos, conocer donde se ubican ciertos grupos o subcolectivos de la muestra o también conocer en que factor sobresalen unos sujetos y en que factor no. Pero eso podría quedar como referencia para una próxima investigación.

Tabla 4.3

Matriz de coeficientes para el Cálculo de las puntuaciones en las componentes

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Comp1	0.034	-0.004	0.083	-0.044	0.013	-0.045	-0.003	0.052	0.114	-0.044	-0.059	0.009	0.142	0.121	0.167	0.151
Comp2	0.02	0.077	-0.066	0.193	0.138	0.153	-0.017	0.066	-0.063	0.186	0.036	-0.053	-0.069	0.021	-0.028	-0.088
Comp3	0.071	0.129	0.158	-0.093	-0.013	0.014	0.225	-0.036	-0.071	-0.017	0.19	0.288	0.022	-0.018	-0.056	0.029
	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32
Comp1	-0.078	-0.022	0.113	0.13	0.158	0.019	0.009	-0.054	0.092	-0.004	-0.039	-0.023	0.114	-0.044	0.041	0.106
Comp2	0.159	0.104	0.02	0.003	-0.003	0.097	0.13	0.2	0.018	0.041	-65	0.041	-0.05	0.142	0.078	-0.03
Comp3	0.113	-0.003	0.011	-0.027	0.075	0.079	0.031	-0.093	0.034	0.149	0.339	0.178	0.083	0.038	0.027	-0.055

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser

Combinando cada ítem con sus correspondientes coeficientes pueden construirse

3 ecuaciones lineales para las puntuaciones factoriales de cada sujeto

$$Y1= 0.034xP1 - 0.004xP2 + 0.083xP3 - ..... - 0.044xP30 + 0.041xP31 + 0.106xP32$$

$$Y2= 0.02xP1 + 0.077xP2 - 0.066xP3 + ..... + 0.142xP30 + 0.078xP31 - 0.03xP32$$

$$Y3= 0.071xP1 + 0.129xP2 + 0.158xP3 - .....+ 0.038xP30 + 0.027xP31 - 0.055xP32$$

Existen ítems para cada componente que aportan mayor información explicativa y son los que anteriormente fueron agrupados en 3 factores y se encuentran marcados en la tabla 4.3. Se puede precisar que se encontró factores que explicarían la actitud de los estudiantes hacia una investigación

A continuación analizaremos nuestra hipótesis específica, la que trata acerca de la Importancia de la Investigación para la Sociedad que se expresa como actitud si esta es o no significativa en las escuelas de ingeniería que tienen el mayor crédito académico en cursos relativos a la Investigación se realiza una comparación de más de dos grupos realizaremos el análisis de varianza para lo cual comenzaremos evaluando los supuestos de independencia, normalidad y homocedasticidad. Hay independencia ya que cada facultad tiene su consejo de facultad independiente para la toma de sus decisiones y ello repercute en las escuelas que son nuestras muestras. Hay normalidad ya que mediante la prueba de Shapiro Wilks para menos de 50 grados de libertad (que es nuestro caso), en la tabla 4.4 observamos que los niveles de significancia son mayores que el nivel de significancia establecido del 5% por lo que decimos que las muestras se distribuyen de forma normal.

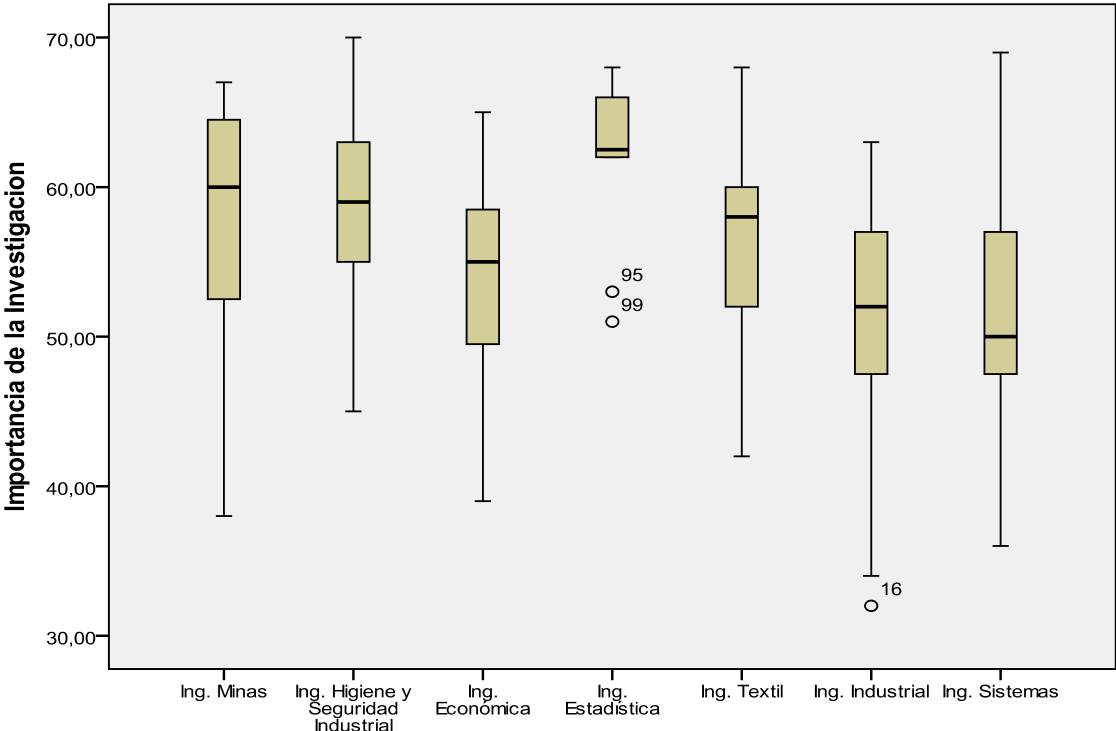
Tabla N°4.4  
Prueba de Shapiro Wilk

		Shapiro - Wilk		
	ESCUELA PROFESIONAL	Estadístico	gl	Sig
Importancia de la Investigacion	Ing. Minas	0,884	12	<b>0,097</b>
	Ing. Higiene y Seguridad Industrial	0.965	14	<b>0,796</b>
	Ing. Economica	0.965	23	<b>0,572</b>
	Ing. Estadistica	0.846	10	<b>0,052</b>
	Ing. Textil	0.937	14	<b>0,382</b>
	Ing. Industrial	0.92	24	<b>0,060</b>
	Ing. Sistemas	0.954	27	<b>0,272</b>

En el grafico 4.2 observamos que la mayoría de las facultades tienen casi la misma dispersión, salvo estadística que el mas concentrada y la de minas que tiene una mayor dispersión. A simple vista podemos decir que hay homogeneidad.

Grafico N° 4.2

Diagrama de Cajas con respecto a su variabilidad



Pero para saber si hay homogeneidad tenemos que probarlo estadísticamente por lo que aplicaremos la prueba de levene. Por lo cual planteamos las hipótesis:

**Ho:** La Importancia de la Investigación para la Sociedad que se expresa como actitud no es significativa en las escuelas de ingeniería que tienen el mayor crédito académico en cursos relativos a la Investigación.

**H1:** La Importancia de la Investigación para la Sociedad que se expresa como actitud es significativa en las escuelas de ingeniería que tienen el mayor crédito académico en cursos relativos a la Investigación.

Tabla 4.5

Prueba de Homogeneidad de varianzas

Importancia de la Investigación			
Estadístico			
de Levene	gl1	gl2	Sig.
0,721	6	117	0,633

Observamos en la tabla 4.5 que el nivel de significancia es de 0.633 mayor que el 5% por lo que diremos que existe homogeneidad de varianzas entre las escuelas mencionadas. Una vez cumplido con los supuestos estadísticos para el anova podemos comenzar a realizar el análisis de varianza para comprobar la hipótesis planteada anteriormente acerca del factor Importancia de la investigación para las facultades con mayor crédito académico en cursos relativos a la investigación .

Tabla 4.6  
Análisis de Varianza

Importancia de la Investigación					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,378,876	6	229,813	3,865	,001
Intra-grupos	6,956,478	117	59,457		
Total	8,335,355	123			

Como el nivel de significancia es 0.01 por lo que se rechazaría la hipótesis nula (Ho) por lo que se acepta que sus medias son significativas en cada escuela. Con esto estaríamos validando nuestra hipótesis específica.



Además encontramos relación entre parejas de escuelas que tiene una diferencia más significativa que las otras, para lo cual utilizaremos la prueba de scheffe ya que, se utiliza para las comparaciones de media y en la prueba de análisis de varianza es la que contrasta la hipótesis de igualdad de medias de dos o más grupos. Si el resultado se considera estadísticamente significativo, lo que se afirmarí­a que al menos la media de uno de los grupos es distinta a las restantes, o bien que hay otras medias diferentes entre sí.

Tabla 4.7

Prueba de Scheffe

	Ing. Minas	Ing. Higiene	Ing. Economía	Ing. Estadística	Ing. Textil	Ing. Industrial	Ing. Sistemas
Ing. Minas		1	0.968	0.958	1	0.399	0.595
Ing. Higiene	1		0.9	0.98	0.996	0.221	0.386
Ing. Economía	0.968	0.9		0.414	0.999	0.852	0.966
Ing. Estadística	0.958	0.98	0.414		0.79	0.036	0.076
Ing. Textil	1	0.996	0.996	0.79		0.668	0.848
Ing. Industrial	0.399	0.221	0.221	0.036	0.668		1
Ing. Sistemas	0.595	0.386	0.386	0.076	0.848	1	

Según la tabla 4.7 podemos notar que por la prueba de scheffe la pareja que escuelas que tiene una diferencia significativa es la de estadística y la de industrial ya que su nivel de significancia es menor de 0.5.

## CONCLUSIONES

- A partir de las hipótesis planteadas se confirmó que efectivamente el problema actitudinal de los estudiantes hacia la investigación y en particular hacia la elaboración de una tesis tiene carácter multidimensional. Así, mediante el análisis de componentes principales se obtuvieron tres componentes que explican el 34,218% de variabilidad total y estos son: (1) Importancia de la investigación para la sociedad y la vida personal, (2) Modelamiento y Análisis de datos y (3) Entorno Institucional.
- El componente (1) nombrado como “Importancia de la investigación para la sociedad y la vida personal” agrupa un conjunto de ítems que está relacionado con el desarrollo personal y profesional de los estudiantes y explican el 18,058% de variabilidad. Los estudiantes consideran que la investigación es importante inclusive para su desarrollo profesional donde serán usuarios de investigaciones científicas aunque no necesariamente signifique que se dedicarán a la investigación.

- El componente (2) “Modelamiento y Análisis de Datos” explica el 9,16% de variabilidad que agrupa los ítems relacionados con el manejo de datos estadísticos y la capacidad de operacionalización de la hipótesis de investigación. Las Escuelas Profesionales deben tomar en cuenta que el desarrollo de la estadística en contextos aplicativos de sus especialidades es importante para promover la investigación y sobretodo la calidad de éstas.
  
- Asimismo, el componente (3) “Entorno Institucional” explica el 7% de variabilidad y los ítems relacionados tienen que ver con el rol que juegan la universidad, las facultades, y los profesores en el desarrollo de la investigación. Aquí se considera importante que las Escuelas definan sus líneas de investigación, que promuevan la participación permanente de los profesores en la búsqueda de problemas de investigación. Esto se traduciría en la producción de una mayor cantidad de Tesis con sentido práctico para el desarrollo de la comunidad.

## RECOMENDACIONES

- Reorientar la calidad que se brinda en conocimientos y en la práctica de la metodología de la investigación que se imparten en los estudiantes, esta debe generar conocimientos científicos y aplicaciones tecnológicas acordes con nuestra realidad competitiva.
- La necesidad inmediata de promover e implementar equipos modernos para el manejo eficaz de modelos estadísticos que beneficiarán a la ampliación del conocimiento que tienen los estudiantes de pregrado con respecto a estadística para la realización de futuras investigaciones.
- Resulta necesario que las escuelas académicas de la UNI pongan en marcha un plan estratégico para abordar el problema de la generación de actitudes positivas hacia la investigación de los estudiantes de pregrado.
- Realizar investigaciones con una muestra probabilística en universidades del Estado de Lima Metropolitana para dar generalizaciones más específicas.

## **Bibliografía**

- CONASTI, M., “Transformación de la Educación Superior: Pertinencia y Calidad, Estudios y Rituales”. Conferencia Regional sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y El Caribe. Venezuela, Mérida. 1996.
- ESTRADA ROCA Assumpta. Actitud hacia la estadística e instrumentos de evaluación. Universidad de Lleida. Departamento de matemática. Facultad de Ciencias de Educación. Complex de la Caparrella, s/n. 25192. Lleida, España.
- PAPANASTESIOU Elena C. Estructura factorial de la escala de actitudes hacia la investigación. Intercollege, Mourouzi, #402, 1055 Nicosia, Chipre. Asociación internacional para la educación estadística, mayo, 2005.
- SCHWARZ, N., “What respon-dents learn from questionnaires: The survey interview and the logic of conversation”. International Statis-tical Review. Vol 63 N° 2. pp. 153-177. México. 1995.
- PIRELA MORILLO Johann, OCANDO MEDINA Jenny. El desarrollo de actitudes hacia el conocimiento y la investigación desde la biblioteca escolar. Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela. 2002.
- ESTRADA Assumpta, BATANERO Carmen, FORTUNY Joseph. Componentes de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación. Universidad de Lleida, Universidad de Granada, Universidad Autónoma de Barcelona.
- PEÑA, DANIEL. “Análisis de Datos Multivariantes” Universidad Carlos III de Madrid. Cap 5 (2002)

URIEL JIMÉNEZ, EZEQUIEL “Análisis Multivariante Aplicado” Departamento de Análisis Económico. Universidad de Valencia (2005).

CALVO GOMEZ FELIX, “Técnicas Estadísticas Multivariantes” Universidad de Deusto Bilbao (1993)

DARIAS MORALES Ernesto Juan. Escala de actitudes hacia la estadística. Universidad de La Laguna. España. 2000.

MORENO BAYARDO, María Guadalupe. Desde cuando y desde donde pensar la formación para la investigación. Facultad de Educación, UADY. Nueva época Vol. 7 N° 14 (28) Julio-Diciembre 2003.

CARMONA MARQUEZ José. Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. Universidad de Huelva. Departamento de Psicología. España.

PARDINAS Felipe. Metodología y técnica de la investigación en ciencias sociales. Buenos Aires, siglo XX, 1969

SCHMITT Neal. El Uses and Abuses of Coefficient Alpha, Michigan State University, United States 1996.

TAMAYO Y TAMAYO Mario. El Proceso de la Investigación Científica, tercera edición. Editorial Limusa SA, Grupo Noriega editores, México 1998.

HERNANDEZ SAMPIERI Roberto, CALCADO Carlos Fernando. Metodología de la Investigación. II Edición, Macgraw-Hill 1998.

BUNGE Mario. La ciencia, su método y su filosofía.

CHÁVEZ DE PAZ Denisse. Conceptos y Técnicas de Recolección de Datos en la Investigación Jurídico Social.

# **ANEXOS**

## ANEXO N°1

### COMUNALIDAD

La comunalidad de una variable es igual a la suma de los coeficientes factoriales al cuadrado de cada variable con todos los factores.

La comunalidad puede oscilar entre cero y uno. **Cero** indica que los factores no explican nada de la variable y **uno** indica que explican el 100% de la variabilidad de la variable.

La variabilidad total de una variable se expresa así:

$$h^2 + U^2 = 1$$

Donde:

$h^2$  es la comunalidad y

$U$  es el factor único

De esta manera el factor único al cuadrado indica la variabilidad de una variable no explicada por los factores



## ANEXO N°2

### Como calcular el Coeficiente Alfa de Cronbach

Suponga que se tiene un cuestionario para evaluar la aceptación de un curso con tres preguntas y se desea saber si los datos que se obtienen a partir de esta herramienta, son confiables. Para evaluar la fiabilidad de este cuestionario, este último se aplicó a 10 jueces. Las preguntas y los resultados se muestran a continuación

- Ítem 1: ¿El curso ha respondido a sus expectativas?
- Ítem 2: ¿Los expositores conocen el tema?
- Ítem 3: ¿Se desarrolló de acuerdo a lo programado?

Para nuestro ejemplo se consideró la escala de 1 a 5 para cada pregunta donde Con esta información calcularemos el alfa de cronbach mediante los dos métodos explicados en páginas anteriores:

- a. Mediante la varianza de los ítems y la varianza del puntaje total, o sea usando la siguiente formula:

Jueces	Item 1	Item 2	Item 3	Total Fila
1	4	2	4	10
2	2	1	3	6
3	3	1	2	6
4	2	2	2	6
5	2	1	4	7
6	1	1	3	5
7	2	4	4	10
8	3	3	4	10
9	4	4	3	11
10	1	1	1	3
Total Columna	24	20	30	74
Promedio	2.4	2	3	7.4
Desv. Estandar	1.075	1.247	1.054	2.675

$$\alpha = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_T^2} \right]$$

$$\sum_{i=1}^3 S_i^2 = 1.075^2 + 1.247^2 + 1.054^2 = 3.82155$$

$K = 3$  (es el número de ítems o preguntas)

$$S_T^2 = 2.675^2 = 7.156$$

Ahora reemplazamos:

$$\alpha = \left[ \frac{3}{3-1} \right] \left[ 1 - \frac{3.82155}{7.156} \right] = 0.699$$

Ahora veamos cuanto obtenemos si usamos la otra fórmula es decir:

b. Mediante la matriz de correlación de los ítems

$$\alpha = \frac{np}{1 - p(n - 1)}$$

Antes de hallar "p" es decir el promedio de las correlaciones lineales, se calculará el coeficiente de correlación lineal "r<sub>ij</sub>" entre los ítems utilizando la siguiente formula:

$$r_{ij} = \frac{\sum x_i y_i - m\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - m\bar{x}^2)(\sum y_i^2 - m\bar{y}^2)}}$$

Donde:

"m" es el número de jueces

Por ejemplo para hallar la correlación lineal entre las preguntas 1 y 2 tenemos:

$$r_{12} = \frac{(4x2 + 2x1 + \dots + 1x1) - 10(2.4)(2)}{\sqrt{(4^2 + 2^2 + \dots + 1^2 - (10)(2.4^2))(2^2 + 1^2 + \dots + 1^2 - (10)(2^2))}} = 0.497$$

De igual manera se procede para las demás preguntas

A continuación de muestra la matriz de correlaciones lineales obtenidas

	ítem 1	ítem 2	ítem 3
ítem 1	1.000	0.497	0.392
ítem 2	0.497	1.000	0.493
ítem 3	0.392	0.423	1.000

Entonces se procede a calcular el promedio de las correlaciones entre ítems

$$p = (0.497 + 0.392 + 0.423) / 3 = 1.312 / 3 = 0.4373$$

Ahora solo reemplazamos en la fórmula los resultados obtenidos:

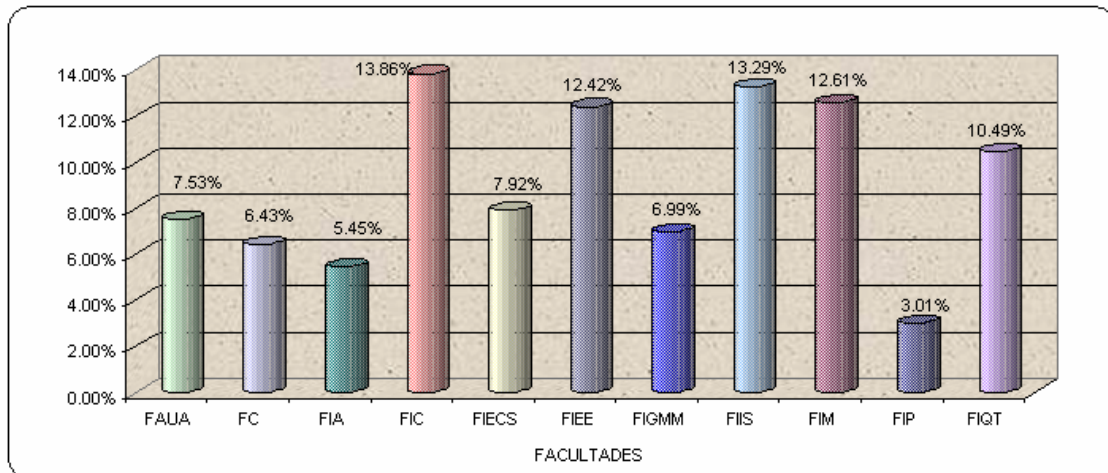
$$\alpha = \frac{(3)(0.4373)}{1 + (0.4373)(3-1)} = 0.699$$

Como se puede observar el resultado del alfa de cronbach mediante las dos formas son iguales

El valor obtenido es redondeado a 0.7 y este es mayor al valor mínimo requerido para demostrar la confiabilidad de la encuesta como lo habíamos mencionado en la pagina 69.

### ANEXO N°3

#### Población Universitaria UNI por Facultad Periodo 2005-2



FACULTAD	FAUA	FC	FIA	FIC	FIECS	FIEE	FIGMM	FISS	FIM	FIP	FIQT
%	7.53%	6.43%	5.45%	13.86%	7.92%	12.42%	6.99%	13.29%	12.61%	3.01%	10.49%
CANT	791	676	573	1456	832	1305	735	1397	1325	316	1102

## ANEXO N° 4

### Información sobre las Facultades

Cada integrante estudió los cursos correspondientes a las facultades asignadas, logrando centrarse sobre aquellas que tienen relación con la investigación y estadística.

Se clasificó los cursos en 4 grandes grupos (a propuesta del profesor y alumnos miembros del curso)

- cursos de estadística
- cursos de metodología
- cursos de investigación de operaciones y otros
- cursos de control de la calidad

CARRERA PROFESIONAL	CREDITOS ACADÉMICOS				TOTAL
	Estadísticas	Metod. Invest.	Invest. Operat.	Control Calidad	
Ing. Estadística	87	10	3	9	109
Ing. Económica	18	11	4	0	33
Ing. Textil	3	2	7	12	24
Ing. De Higiene y Seguridad Industrial	4	6	12	0	22
Ing. Industrial	3	7	6	6	22
Ing. de Minas	13	2	3	2	20
Ing. de Sistemas	6	7	6	0	19
Física	8	7	0	0	15
Ing. Sanitaria	4	4	7	0	15
Matemática	9	5	0	0	14
Ing. Química	4	7	3	0	14
Ing. Telecomunicaciones	7	6	0	0	13
Ing., Geológica	7	5	0	0	12
Ing. Metalúrgica	4	0	3	3	10
Ing. Eléctrica	3	6	0	0	9
Ing. Electrónica	3	6	0	0	9
Ing. Petróleo	4	0	3	0	7
Química	0	6	0	0	6
Ing. Civil	3	2	0	0	5
Ing. Mecatrónica	3	0	0	2	5
Ing. Petroquímica	4	0	0	0	4
Ing. Mecánica	3	0	0	0	3
Ing. Mecánica Eléctrica	3	0	0	0	3
Ing. Naval	3	0	0	0	3
Ing. Física	0	3	0	0	3

## ANEXO N° 5

### Carga de Factores Rotados y Comunalidades

	Componentes			Comunalidad
	1ro	2do	3ro	
<b>15. La investigación le parece fascinante.</b>	0.73			0.538
<b>21. La investigación le resulta agradable.</b>	0.67			0.47
<b>16. La investigación es valiosa para el desarrollo de nuestra universidad y de la sociedad.</b>	0.61			0.384
<b>14. Está interesado(a) en la aplicación de las técnicas estadístico-experimentales para la investigación.</b>	0.60			0.385
<b>20. Le agrada estudiar y aplicar los pasos de la metodología de la investigación científica.</b>	0.60			0.379
<b>19. Ud. está dispuesto(a) a dedicar tiempo a aprender técnicas estadísticas para la investigación.</b>	0.60			0.363
<b>13. Le agradan los cursos donde experimenta lo aprendido.</b>	0.56			0.358
25. Disfruta leer trabajos de investigación y/o artículos de su especialidad.				
9. La experimentación es útil para todo profesional.				
31. La investigación no le causa molestias.				
1. Los trabajos de investigación y/o experimentación mejoran la formación en su carrera profesional.				
29. El hecho de que sus profesores investiguen lo incentiva a investigar y/o experimentar.				
8. La investigación es para Ud.				
32. Toda investigación y/o experimento requiere de un método científico.				
3. La experimentación en laboratorio le resulta agradable.				
22. Le agrada realizar aplicaciones de la experimentación científica y/o la investigación.				
26. La investigación se debe enseñar desde el colegio.				
<b>10. Le parece muy sencillo diseñar una muestra experimental con sustento estadístico.</b>	0.69			0.485
<b>24. Le resulta fácil plantear un problema de investigación.</b>	0.68			0.458
<b>4. Se le hace fácil formular una hipótesis de investigación.</b>	0.63			0.408
<b>6. No incurre en muchas equivocaciones en el diseño de un experimento de investigación.</b>	0.58			0.343
<b>17. Ud. no tiene dudas respecto al procesamiento y/o análisis de datos provenientes de la</b>	0.57			0.326
30. Ud. no tiene problemas con el manejo de términos y/o definiciones estadísticas.				
5. La experimentación le resulta sencilla.				
23. La investigación ocupa parte de su tiempo que está dispuesto(a) a dar.				
28. Se siente seguro(a) al realizar investigación.				
18. La investigación, la experimentación y el método científico son relevantes en su vida personal.				
2. La experimentación lo motiva a realizar nuevas investigaciones.				
<b>27. En su facultad le dan apoyo para investigar.</b>		0.81		0.685
<b>12. En su facultad hay oportunidades para investigar.</b>		0.73		0.571
<b>7. Los profesores siempre están dispuestos a asesorarlos para las investigaciones.</b>		0.61		0.41
<b>11. Los centros de investigación de su facultad hacen cosas muy interesantes.</b>		0.54		0.357

## ANEXO N° 6

### Total de créditos que las Carreras Profesionales asignan como obligatorios y electivos para poder Egresar.

Facultades	Escuelas	total créditos obligatorios en estudio	total créditos electivos en estudio	Total créditos electivos en Carrera
<b>FAUA</b>	Arquitectura	184	28	212
<b>FIC</b>	ing. civil	190	27	217
	Matemática	180	30	210
	Física	177	24	201
	Química	181	20	201
<b>FC</b>	ing. física	195	16	211
	ing. Sanitaria	182	33	215
<b>FIA</b>	Ing. de Higiene y Seguridad Industrial	178	34	212
	Ingeniería de Petróleo	194	16	210
<b>FIPP</b>	Ingeniería Petroquímica	197	13	210
	Ingeniería Económica	176	26	202
<b>FIECS</b>	Ingeniería Estadística	175	28	203
	Ingeniería Eléctrica	177	28	205
<b>FIEE</b>	Ingeniería Electrónica	168	37	205
	Ingeniería de Telecomunicaciones	204	12	216
	Ingeniería Geológica	179	31	210
	Ingeniería de Minas	184	26	210
<b>FIGMM</b>	Ingeniería Metalúrgica	189	21	210
	Ingeniería Industrial	184	18	202
<b>FIIS</b>	Ingeniería de Sistemas	198	8	206
	Ingeniería Mecánica	209	21	230
	Ingeniería Mecánica-Eléctrica	209	21	230
	Ingeniería Naval	217	18	235
<b>FIM</b>	Ingeniería Mecatrónica	210	21	231
	Ingeniería Química	191	20	211
<b>FIQT</b>	Ingeniería Textil	184	24	208

**Obs.** Las carreras a continuación mencionadas presentan dentro de su plan de estudios el número de creditajes que deben de obtener por actividades diversas para poder egresar, esta característica sin embargo no se presenta en el resto de planes de estudios presentes en la pagina Web de la universidad. Para fines del estudio estos créditos no son considerados dentro de la variable "**total de créditos por carrera**" del cuadro anterior

- en la carrera de **ing. industrial** piden 10 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.
- En la carrera de **ing. Sistemas** piden 4 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.
- En la carrera de **física** piden 4 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.
- En la carrera de **ing. Física** piden 4 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.
- En la carrera de **matemática** piden 4 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.
- En la carrera de **química** piden 4 créditos por actividades diversas para poder egresar dentro de su plan de estudio.

## ANEXO N° 7

### Número de centros de investigación presentes dentro de cada facultad

FACULTADES	Centro de investigacion de alumnos	Centro de investigacion de la facultad	Total de centros de investigacion
FAUA	0	1	1
FIC	3	1	4
FC	2	13	15
FIA	1	1	2
FIPP	1	1	2
FIECS	0	1	1
FIEE	0	1	1
FIGMM	1	1	2
FIIS	2	2	4
FIM	5	1	6
FIQT	1	1	2

**Centros de investigación de alumnos:** manejado por los alumnos con el propósito de investigar e incentivar a la investigación.

**Centros de investigación de la facultad:** manejado por la facultad o por los profesores de la facultad