



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
INSITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA  
“Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE  
MASTER EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

**Alternativa didáctica para la enseñanza  
aprendizaje de los Modelos Estadísticos de los  
Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial.**

**AUTOR:** Lic. Rafael BarrabiaNoa

**TUTORES:** MSc. Rolando Gamboa Rodríguez  
Prof. Asist., Oris Rafael Silva Diéguez, (Ms.C.)

Moa  
2013

## **Resumen**

La presente investigación parte de la determinación de un estudio de diagnóstico, de las insuficiencias que presentan los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial pertenecientes a la Filial Universitaria de Mayarí en el aprendizaje de los contenidos de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II.

Como vía de solución al problema se propone una alternativa didáctica para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí.

Este resultado se sustenta en las concepciones teóricas en torno al proceso de enseñanza aprendizaje y sobre la estructura didáctica de las situaciones de aprendizaje desde una concepción que instruya, desarrolle, eduque la personalidad del estudiante de forma integrada, contextualizada y atienda su diagnóstico pedagógico integral.

El proceso de valoración de la factibilidad de la alternativa mediante la realización de diagnósticos y la constatación de los resultados en su aplicación, demostró que la misma contribuye a la apropiación de los conocimientos sobre modelos estadísticos, en el desarrollo de habilidades para calcular e interpretar parámetros estadísticos e inferir a partir de los mismos. Representar gráficamente diagramas de dispersión asociarlos a modelos lineales. Determinar probabilidades, estimaciones puntuales y por intervalos. Desarrolla la cultura económica expresada en la selección de parámetros de eficiencias para el ahorro de combustible a la vez que se logran buenos resultados en la laboriosidad, independencia, flexibilidad, precisión y rapidez con que realizan los ejercicios. Con ello se contribuye a la solución del problema planteado. La alternativa didáctica puede generalizarse a cualquier Filial Universitaria, de la Educación Superior, con flexibilidad y adaptabilidad al contexto donde se desarrolle el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II u otras que requieran de análisis estadísticos.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
CAPITULO 1. SUSTENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE RIGEN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA MODELOS ESTADÍSTICOS DE LOS PROCESOS II Y EL EMPLEO DE LA COMPUTACIÓN.....	9
1.1. Principales antecedentes históricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II. Papel del uso de la computación.....	9
1.2. Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior.....	17
1.2.1 Caracterización del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de los Modelos Estadísticos de los Procesos.....	26
1.3. El uso de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos.....	31
1.4 Diagnóstico del estado actual del uso de la computación en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial perteneciente a la Filial Universitaria Municipal de Mayarí.....	37
CAPÍTULO 2: Alternativa didáctica para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí...	42
2.1 Fundamentación de la alternativa didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en la carrera de ingeniería industrial.....	42
2.2 Elaboración de la alternativa didáctica para favorecer la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en la formación del Ingeniero Industrial.....	44

2.2.1 Estructura de la Alternativa Didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II de la carrera de ingeniería industrial.....	47
2.3 Corroborar la efectividad de la elaboración de la alternativa didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en el profesional de Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí.....	53
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
Bibliografía	
Anexos	

## **INTRODUCCIÓN**

La Matemática juega un papel fundamental en el conjunto de las diferentes ciencias particulares. Numerosos historiadores señalan su aparición como Ciencia en el período griego de su desarrollo, en los siglos VII-VI a.n.e.

Por su parte la historia se ha encargado de demostrar que lo determinante en el desarrollo de la Ciencia, en particular de una ciencia tan abstracta como la Matemática, lo constituyen las exigencias de la realidad material. Partiendo de problemas geométricos, físicos, económicos y de la técnica y otras ciencias particulares se crean las definiciones, proposiciones y teoremas con los que se da solución a dichos problemas.

Aunque el desarrollo alcanzado por la Matemática ha propiciado que se construyan teorías aparentemente desligadas de la realidad material, generalmente llegan a encontrar su aplicabilidad en la resolución de algún problema de otras ciencias o de la vida cotidiana. En tal sentido en todas las carreras de ingenierías se ha incorporado la matemática permitiendo el estudio de complejos procesos que tienen lugar en la realidad objetiva.

En la ingeniería industrial, ocupa un lugar importante la utilización de modelos estadísticos de procesos, como parte integrante de la matemática, esto ha propiciado el creciente interés de los docentes e investigadores por ampliar el espectro de alternativas didácticas, potencialmente útiles para enfrentar el deficiente estado del aprendizaje de esta ciencia.

Para el Ingeniero Industrial, el conocimiento de la matemática es esencial, pues este profesional debe ser capaz de analizar, diseñar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción y servicios en toda la cadena de aprovisionamiento-transportación-producción-venta-servicios de posventa con el objetivo de lograr eficiencia, eficacia y competitividad mediante el análisis de las relaciones que se presentan entre los recursos humanos, financieros, materiales, energéticos, equipamiento, información y ambiente con un enfoque integrador y humanista, donde prevalecen criterios que sustentan los altos intereses del país.

## Introducción

Por otra parte para llevar adelante el modelo económico cubano es necesario que los adolescentes y jóvenes se formen como personas comprometidas totalmente con el progreso de la sociedad socialista.

En concordancia con este planteamiento se están realizando grandes esfuerzos para lograr que todas las instituciones educativas dispongan de las tecnologías de la información y las comunicaciones, teniendo en cuenta que con el diseño adecuado de su inserción en el proceso de enseñanza-aprendizaje provoca cambios que favorecen su desarrollo y permiten el autoaprendizaje, el autoentrenamiento y la autovaloración en el avance de lo que se estudia, por lo que se impone a los profesores la responsabilidad de diseñar de inmediato su introducción en el proceso y contribuir de esta manera a formar profesionales más competentes.

El uso de herramientas computacionales desempeña una importante función en la formación del futuro profesional de Ingeniería Industrial para garantizar que el estudiante se apodere de los contenidos específicos de las materias y desarrolle habilidades de modelación y simulación de procesos industriales y de servicios, a través de la interacción con el contexto de la profesión.

Es importante señalar que la enseñanza de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, en la carrera de Ingeniería Industrial, tiene un carácter eminentemente práctico aunque debe sustentarse sobre una base teórico conceptual de modo que permita, ante el planteamiento de un problema, identificar los datos necesarios, reconocer sus características, plantearlo, darle solución por métodos adecuados y analizar los resultados obtenidos utilizando un software disponible.

Un estudio diagnóstico al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, que se estudia en la Filial Universitaria del municipio Mayarí, se pudo constatar que existen algunas insuficiencias manifestadas en:

- En la apropiación de los conocimientos sobre modelos estadísticos
- En el desarrollo de habilidades para:

## Introducción

- Calcular e interpretar parámetros estadísticos e inferir apartir de los mismos
  - Representar gráficamente diagramas de dispersión y asociarlos a modelos lineales
  - Determinar probabilidades, estimaciones puntuales y por intervalos
  - Determinar series cronológicas
- En la cultura económica expresada en la selección de parámetros de eficiencias para el ahorro de combustible
- En la laboriosidad, independencia, flexibilidad, precisión y rapidez con que realizan los ejercicios sobre Modelos Estadísticos de los Procesos II

El análisis de estas insuficiencias permitió encontrar una situación problemática, la cual se expresa en la contradicción existente entre las exigencias que establece el modelo del profesional del Ingeniero Industrial y las insuficiencias que presentan los estudiantes en el proceso formativo, lo que limita el cumplimiento de dichas exigencias.

La contradicción encontrada justifica la formulación del **problema científico** en los términos siguientes: ¿Cómo favorecer el proceso de enseñanza–aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí?

A partir del problema que constituye la génesis de esta investigación, se realizó un estudio de la literatura científica relacionada con el uso de las TIC como alternativas didácticas para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática y su contextualización al proceso de formación del profesional de ingeniería industrial.

En este sentido en el campo del uso de las TIC como alternativas didácticas para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática se destacan los trabajos de: Gregorio P. (1992); Escalona M., (2003); Alessi, S. M. Y Trollip, S. P., (1985); Almira, C. Y Álvarez, A.,(2007);Álvarez, V.,(1997); Amillo, J. et al,(1191); Bartolomé, A.(1992); Coloma, O,(1998);Croañas, J. et. al, (1991). Se reconoce el

## Introducción

valor de los aportes de estos estudios; sin embargo las problemáticas que hoy se presentan para la formación de los Ingenieros Industriales desde las filiales universitarias exigen seguir investigando.

Se considera que las causas que aún persisten son debidas a:

- Insuficiente vinculación del sistema de conocimientos, y su utilidad para la sociedad como resultado de la solución a los problemas vinculados a su perfil.
- Limitada actuación de los docentes en el análisis y solución de posibles situaciones prácticas, métodos de trabajo organizados y la evaluación crítica de los resultados obtenidos en situaciones de índole estadística.
- Falta de rigor científico en la solución de los problemas productivos y de los servicios que afectan la comprobación, el carácter objetivo y cognoscibilidad de las leyes que rigen los fenómenos aleatorios a través de la experimentación y el análisis estadístico.
- Insuficiente aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Modelo Estadístico de los Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial.
- Insuficiente uso de programas y sistemas computarizados de apoyo a la solución de problemas dados en los procesos ingenieriles.

El análisis anterior, ha permitido identificar que el problema se manifiesta en el siguiente **objeto**: Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial.

Ante la necesidad de formar un Ingeniero Industrial, acorde a los nuevos escenarios en que se desarrolla la educación superior en Cuba, es evidente que el trabajo con modelos estadísticos, por parte de los estudiantes, desempeña una importante función para su formación profesional, al garantizar que el estudiante se apodere de los contenidos específicos de la asignatura y desarrolle aquellas habilidades específicas de la profesión en el uso, cada vez más imprescindible, de herramientas computacionales, a través de la interacción con el contexto del desempeño de la profesión.



## Introducción

Por lo que se declara como **Objetivo de la investigación:** Elaborar una alternativa didáctica para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial.

El objetivo de la investigación permite enmarcar al **Campo de acción:** Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial.

Con el propósito de dar solución al problema científico y cumplimentar el objetivo propuesto, el autor se planteó dar respuesta a las siguientes **preguntas científicas:**

1. ¿Cuáles son las principales regularidades del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Aplicada y en especial “Modelos Estadísticos de los procesos II”, en la carrera de Ingeniería Industrial?
2. ¿Cuáles son los fundamentos que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos II y el uso de la computación en la carrera de Ingeniería Industrial?
3. ¿Cuál es la situación actual que presenta el uso de la computación en la asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos II en la carrera de Ingeniería Industrial en la Filial de Mayarí?
4. ¿Cuáles acciones desarrollar para elaborar una alternativa didáctica que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de los Modelos estadísticos de los Procesos II, mediante el uso del SPSS y que sea viable aplicar a los estudiantes de tercer año de la carrera de Ingeniería Industrial?
5. ¿Cómo conocer la factibilidad del empleo de la alternativa propuesta?

Para dar respuesta a las preguntas científicas antes planteadas, fueron cumplimentadas por el autor las **tareas científicas** que a continuación se presentan:

1. Analizar las tendencias históricas de la enseñanza aprendizaje de la Matemática Aplicada y en especial “Modelos Estadísticos de los procesos II”, en la carrera de Ingeniería Industrial.

## Introducción

2. Determinación de los fundamentos que sustentan el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos II y el uso de la computación en la carrera de ingeniería Industrial.
3. Diagnóstico de la situación actual que presenta el uso de la computación en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en la carrera de Ingeniería Industrial en la Filial de Mayarí.
4. Elaboración de una alternativa didáctica que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje de los Modelos Estadísticos de los Procesos II en la carrera de Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí, con el empleo del SPSS.
5. Aplicación del Criterio de Expertos para conocer la factibilidad del empleo de la alternativa propuesta.

Los métodos de investigación se consideran de gran relevancia y necesarios para acometer la investigación, tanto del nivel teórico como empírico, entre los que se destacan:

### **Métodos Teóricos:**

- El método histórico-lógico, en la determinación de las tendencias históricas del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Aplicada a través de herramientas computacionales y el empleo, de forma general, de las TIC
- El método de análisis- síntesis, en el análisis de documentos y fuentes relacionadas con el tema, el cual posibilitó revelar las principales tendencias y su interrelación.
- El método de inducción- deducción, se empleó para el estudio particular de los documentos, informes de investigación y fuentes bibliográficas consultados del objeto de estudio y el campo de la investigación.

### **Empíricos:**

- La observación científica, se utilizó en las visitas a clases para constatar las principales regularidades del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelo Estadístico de los Procesos y comprobar el dominio

## Introducción

metodológico que poseen los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial para orientar las tareas extra clases utilizando computadoras

- La revisión de documentos, se utilizó al consultar fuentes bibliográficas y documentos rectores del MES, tales como: resoluciones, planes de estudio y otros.
- La encuesta, se aplicó a una muestra de estudiantes de la carrera para valorar de manera integral el desarrollo y calidad del trabajo independiente, constatar las principales causas y limitaciones que presentan para su cumplimiento, así como analizar las regularidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Aplicada
- La entrevista, se aplicó a profesores de la carrera para conocer el dominio teórico y metodológico que tienen sobre tareas docentes para el desarrollo de clases encuentro utilizando computadoras y seleccionar los expertos

### **Método del nivel Estadístico-Matemático:**

- Coeficiente de concordancia W de Kendall para pruebas no paramétricas para k muestras relacionadas.

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con un universo de 21 estudiantes del tercer año de la carrera de Ingeniería Industrial pertenecientes a la Filial Universitaria de Mayarí y 23 profesores escogidos de forma intencionada por su experiencia y que permitieron ser calificados de Experto.

La muestra quedó estructurada de la siguiente manera: 15 estudiantes y 20 profesores, los cuales fueron seleccionados de manera aleatoria.

El aporte práctico lo constituye la propuesta de una alternativa para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje con el uso de las TIC, a los estudiantes del tercer año de la carrera de Ingeniería Industrial a través de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos, lo que permite un egresado universitario de mayor calidad y con habilidades para utilizar las TIC tanto en su desempeño laboral como en las investigaciones para modelar procesos productivos o de servicios, como resultado del perfeccionamiento del proceso de formación de Ingenieros Industriales en la Filial Universitaria de Mayarí.

## Introducción

La tesis se estructura en introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el capítulo I se abordan los principales elementos teóricos en los que se sustenta la investigación, se presenta un análisis tendencial del comportamiento del objeto de estudio y los resultados del diagnóstico del estado actual.

En el capítulo II se presenta la propuesta de la alternativa para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática Aplicada en la carrera de Ingeniería Industrial de la Filial Universitaria de Mayarí.

## **CAPITULO 1. SUSTENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS QUE RIGEN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA MODELOS ESTADÍSTICOS DE LOS PROCESOS II Y EL EMPLEO DE LA COMPUTACIÓN**

En el presente capítulo se abordan los principales elementos que sustentan la investigación. Se parte de un análisis de los principales antecedentes de la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos II. Se presentan aquellos elementos teóricos que se consideran necesarios abordar sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y el papel de la computación como apoyo al desarrollo de habilidades y hábitos de decidir basándose en datos y en métodos cuantitativos así como a desarrollar habilidades de comunicación de la información mediante las técnicas del análisis exploratorio de datos en la carrera de Ingeniería Industrial. Finalmente se dan a conocer los principales resultados del diagnóstico realizado en el contexto de la asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos II, relacionado con los métodos y medios de enseñanza según el modelo tradicional y con la utilización de la Computación.

### **1.1. Principales antecedentes históricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II. Papel del uso de la computación.**

Los Modelos Estadísticos es una expresión simbólica en forma de igualdad o ecuación que se emplea en todos los diseños experimentales y en la regresión para indicar los diferentes factores que modifican las variables de respuesta. Son ampliamente aplicados a la investigación de Procesos industriales y de servicios. Modelo Estadístico de los Procesos II es el nombre que adopta la asignatura que pertenece a la disciplina Matemática que se estudia en la carrera de Ingeniería Industrial.

Para facilitar su análisis se asumen las siguientes etapas:

- Etapa 1959-1972: Iniciación de la formación del Ingeniero Industrial
- Etapa 1973– 1982: Consolidación de la formación del Ingeniero Industrial

- Etapa 1983-1990: Mejoras de los Planes de Estudios para la formación del Ingeniero Industrial
- Etapa 1990 a la actualidad: Perfeccionamiento del proceso formativo del Ingeniero Industrial

Algunos de los criterios que sirven para orientar el análisis de las características de las etapas señaladas se encuentra la concepción de los planes de estudios, el uso de los medios informáticos para la enseñanza de los modelos estadísticos y la relación que se establecen con los problemas y adelantos de las entidades de la producción y los servicios.

### **Etapa 1959-1972: Iniciación de la formación del Ingeniero Industrial.**

El surgimiento de la carrera Ingeniería Industrial data del triunfo revolucionario del primero de enero de 1959. A mediados del año 1961, los profesores ingenieros José Manuel del Portillo Vázquez, Diosdado Pérez Franco, José Altshule Gutwertyy Edgardo González Alonso, presentan una primera concepción para la creación de una carrera de Ingeniería Industrial, con el objetivo de preparar un ingeniero para la industria, lo cual se sentía imprescindible debido al vertiginoso desarrollo de los planes de industrialización que el país comenzaba a acometer.

En sus inicios, este ingeniero tenía como objetivo fundamental la dirección de los procesos productivos, la explotación y mantenimiento eficiente del equipamiento industrial, la organización de procesos productivos y auxiliares. Incluía todos los aspectos tecnológicos de la producción e inclusive de carácter constructivo. Su primera graduación se especializó en las siguientes áreas de trabajo:

- Producción y mantenimiento industrial.
- Controles automáticos.
- Dirección de empresas.

Los rasgos característicos de esta carrera desde entonces fueron:

- La asimilación del desarrollo científico - técnico más avanzado en el campo de la organización y control de los procesos, siendo la especialidad que inició e

impulsó los estudios en: Controles Automáticos, Modelación Económico - Matemática, Computación, Sistemas, Estadística Aplicada, Administración de Empresas, Protección e Higiene del Trabajo y Control de la Calidad en la Facultad de Tecnología.

- El constante trabajo para asimilar el desarrollo alcanzado en los países más desarrollados en materias técnico organizativas del campo de la Organización y Normación del Trabajo, el Control de la Calidad y la Administración de Empresas.
- Asimilar y desarrollar la fundamentación científica, el enfoque clasista y el análisis integral de la dirección económica que caracteriza a todo ingeniero en la sociedad socialista y específicamente a los ingenieros económicos, que fue la carrera que en el campo socialista se dirigió a lograr estos efectos de integración entre la tecnología, el hombre y los materiales.

Surgiendo la carrera con una fuerte influencia de los planes de estudio del Ingeniero Industrial norteamericano, desde su inicio fue cuidadosamente proyectado de manera tal que asimilando los aspectos técnico - organizativos de esta especialidad, se fundamentara en una concepción Marxista - Leninista e interpretación de las necesidades de un país socialista.

En el proceso de desarrollo de la carrera de Ingeniería Industrial sus planes y programas de estudio se han ido atemperando a los requerimientos modernos del desarrollo de la ciencia y la tecnología y a los cambios del entorno. Entre los elementos relevantes de estas transformaciones se encuentra el uso pionero y sostenido de la computación, la formación sólida en disciplinas tecnológicas, así como en las técnicas de dirección.

### **Etapa de 1973 a 1982. Consolidación de la formación del ingeniero Industrial**

En esta etapa se produce un proceso intenso de perfeccionamiento de los Planes de Estudios que tiene su expresión más completa en el Plan de Estudios "A", el cual logra un proceso de mejor integración, perfeccionándose y ordenándose en forma sistémica todo el conjunto de disciplinas, prácticas de producción y trabajo de diploma.

Las formas de enseñanza son diseñadas con un mejor enfoque pedagógico e inicialmente se concibe con un perfil terminal de tres especializaciones: Organización del Trabajo, Organización de la Producción y Control de la Calidad.

En el Plan de Estudio "A" se precisó como objeto de estudio la rama industrial, la cual estrechó el perfil del ingeniero respecto al que se formaba anteriormente, de acuerdo con las orientaciones en ese momento. En este plan y por primera vez, se incluye una nueva disciplina: Matemática Aplicada, con 352 horas.

Esta disciplina tiene sus orígenes en las asignaturas de Probabilidades, Estadística y Modelos Económico Matemáticos que se impartía en los planes de estudios anteriores de la carrera de Ingeniería Industrial y que se han mantenido con variaciones en sus nombres y alcance.

La asignatura Modelos Estadístico de los Procesos adopta este nombre en la disciplina Matemática Aplicada y tiene como objeto de estudio la modelación probabilística y estadística de los procesos que se ocupa la Ingeniería Industrial para caracterizarlos a través de su variabilidad, así como modelos y métodos matemáticos de investigación, que contribuyen a analizar, operar, mejorar y dirigir procesos de producción y servicios, posibilitando la toma de decisiones fundamentadas científicamente.

Sus métodos permiten la extracción de información útil contenida en los datos generados en los procesos, la asignación óptima de recursos, el empleo racional de medios de transporte y distribución eficiente de productos, el análisis de sistemas de producción y servicios, la toma de decisiones en presencia de riesgos.

En esta asignatura el empleo de la computación solo se limitaba al apoyo de algunas tareas extraclases y el uso para la modelación de los procesos industriales era muy restringido.

Como rasgo esencial de esta etapa se encuentra:

- Gran rigidez en el plan de estudio
- Se estrecha el perfil terminal



- Se potencia el vínculo docencia – investigación – producción mediante la realización de prácticas con una visión de resolver los problemas de la producción y los servicios.
- Es limitada la aplicación de los recursos informáticos como medios de enseñanza.
- La enseñanza de los modelos estadísticos se realizaba con tendencia al enciclopedismo.

### **Etapa 1983-1990: Mejoras de los Planes de Estudios para la formación del ingeniero Industrial**

En esta etapa la implementación del Plan de Estudio "B" significó un paso importante en la consolidación de la carrera. Entre sus rasgos más positivos están la formación integral de un especialista, la cual presentó insuficiencias en los Planes "A" a partir de una concepción de tres especializaciones. Otro logro importante fue el desarrollo en el campo de la informática y la optimización de decisiones en un sistema de conocimiento (Teoría de Sistema, Computación, Procesamiento de Datos y Modelación Económico-Matemática).

Cada vez más el desarrollo acelerado de las tecnologías de la información y las comunicaciones posibilitó la aplicación efectiva de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos en la carrera. En correspondencia con ello se proporcionó los conocimientos y habilidades necesarias para la utilización, en situaciones prácticas, de paquetes de programas para computadoras que permitía elevar la efectividad del trabajo del Ingeniero Industrial y lo preparaba para la extracción automatizada de conocimientos o patrones interesantes, potencialmente útiles y predictivos de la información de grandes volúmenes de datos en este campo de aplicación.

Como rasgo esencial de esta etapa se encuentra:

### **Etapa 1990 a la actualidad: Perfeccionamiento del proceso formativo del ingeniero industrial**

En esta etapa la formación de los profesionales de la carrera de ingeniería industrial ha transitado por dos planes de estudios el plan C y D, los cuales han tenido como base los planes de estudios anteriores y las exigencias sociales del contexto para el cual se forman a los profesionales.

Los análisis de los problemas que se presentaban en la implementación del Plan de Estudio “B” y las conclusiones sobre las insuficiencias con el objetivo de diseñar el Plan de Estudio C, permitieron señalar que los principales problemas estaban en:

- Insuficiente motivación profesional de los alumnos en los primeros años.
- Insuficiente desarrollo de habilidades y hábitos de investigación y de desarrollo de la iniciativa y la creatividad.
- Excesivo tiempo en la enseñanza de la Matemática General e insuficientes en los procesos de carácter estocásticos y de modelación.
- Limitado dominio práctico de las condiciones Procesos reales de la industria y de los servicios.

Todo ello llevó a que el Plan de Estudio “C” se correspondiese a las perspectivas de futuro analizadas entre 1987 y 2007. El Plan de Estudio “C” fue un plan diseñado para dar respuesta a las crecientes necesidades del desarrollo económico acelerado en nuestro país y sustentado en una Planificación a largo plazo con un sistema integral de dirección económica, donde el Ingeniero Industrial debía estar preparado para resolver un conjunto de problemas que se presentaban principalmente a nivel de talleres y departamentos.

La flexibilidad con que fue concebido y los fundamentos que sobre el desarrollo científico - técnico lo sustentaban, permitió que sus graduados enfrentasen las nuevas condiciones del desarrollo económico y social, durante el Período Especial.

Estas condiciones hacen que la asignatura Modelo Estadístico de los Procesos reciba un fuerte respaldo desde el punto de vista metodológico a la vez que:

- Amplía la madurez matemática y la capacidad de trabajo con la abstracción

- Desarrolla habilidades para la comunicación de propiedades y características de magnitudes en forma gráfica, numérica, simbólica y verbal
- Contribuye a conformar una cultura científica general e integral actualizada que toma en cuenta:
  - El uso de la computación en la resolución de problemas
  - El procesamiento de literatura técnica
  - El manejo de lenguaje interdisciplinario

Como parte del perfeccionamiento constante de la educación superior cubana comienza la implementación del plan de estudio D caracterizado por:

- Descentralización de los planes de estudio
- Especialización de los planes de estudios y de las investigaciones según las necesidades de empleadores y la localidad
- Componente práctico en la forma de la enseñanza, relacionado con proyectos de investigación de aplicación real
- Programa de asignaturas opcionales de formación socio-humanista.
- Énfasis en la integración gestión-ingeniería
- Énfasis en la matemática aplicada para la toma de decisiones
- Asignaturas de procesos tecnológicos productivos y de servicio.
- Herramientas y elementos tecnológicos para experimentar en diferentes situaciones
- Facilidades a los estudiantes en la toma de decisiones por sí mismos, lo que incluye el completamiento del currículo con asignaturas optativas y electivas
- Potenciación del sistema informativo de la universidad.
- Postgrados como continuidad del pregrado
- Fuertes vínculos de la universidad con empresas líderes

La concepción del Plan “D” de la Carrera de Ingeniería Industrial se ha llevado a cabo sobre diversas bases que conviene destacar:

- Las transformaciones que han acontecido en el país que impusieron el perfeccionamiento de los planes de estudio, con un énfasis marcado en tres aspectos:
  - La universalización de la educación superior y los Programas de la Revolución
  - Las transformaciones de la economía cubana en las últimas décadas
  - Las tendencias en la enseñanza universitaria cubana
- Las necesidades actuales y futuras del entorno nacional y regional.
- Las tendencias a nivel internacional de la enseñanza superior y el análisis de los enfoques, concepciones, perfiles y tecnologías de la Ingeniería Industrial.

La propuesta del Plan de Estudio “D” de Ingeniería Industrial ha tenido en cuenta todos los aspectos antes mencionados en lo que respecta al Modelo del Profesional y otros que se incluyen en el diseño curricular de la carrera.

- Modelo del profesional.
- Plan del Proceso Docente.
- Indicaciones Metodológicas y de Organización.
- Programas de las Disciplinas.

“Un elemento importante y necesario en la formación de un profesional moderno, es el dominio de un sistema de referencias matemáticas, de métodos y procedimientos de modelación, o de selección de los modelos matemáticos adecuados. El 75% de las carreras universitarias que se estudian en las universidades cubanas, contienen como obligación curricular, en mayor o menor grado, una formación matemática”, Hernández, H., (1997).

Como rasgo esencial de esta etapa se encuentra:

- La formación de un profesional de perfil amplio

- Existe una visión más amplia y sistemática en la utilización de los recursos informáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de los modelos estadísticos.
- Aprovechamiento limitado en la formación de los estudiantes de los adelantos de la ciencia y la tecnología disponibles en las empresas.
- Se utilizan modelos para la resolución de problemas reales de la producción relacionados con el perfil de la carrera.

El análisis tendencial, permitió identificar un conjunto de características esenciales, que contribuyen al desarrollo del trabajo las cuales se sintetizaron en:

- La necesaria concepción del uso de los medios informáticos en la enseñanza de los modelos matemáticos con una visión insuficiente en las tres primeras etapas en correspondencia a las exigencias formativas y con una apertura más sistemática e integral en la cuarta etapa.
- La necesidad de transitar de una concepción reproductiva en la utilización de los medios informáticos para la enseñanza de los modelos estadísticos con un carácter contextualizado, en un acercamiento a los problemas reales de la producción y los servicios.
- El tránsito de un perfil del egresado matizado por salidas predeterminadas en lo que primó la teoría, a una visión de perfil amplio con una disminución sensible de la teoría y aumento de la actividad práctica.

## **1.2. Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior.**

La didáctica como disciplina científica de las ciencias de la educación, tiene como objeto de estudio el proceso de enseñanza-aprendizaje y sus relaciones interdisciplinarias materializadas en un currículo, como proyecto educativo integral que instrumenta en la práctica la concepción didáctica asumida en la planificación, organización, ejecución y control de los resultados del proceso en una institución educacional, para lograr el éxito deseado en la formación de los estudiantes.

Medina y Sevillano(1995) plantean que la enseñanza es la acción desarrollada con la intención de llevar a alguien el aprendizaje. Se trata en esencia del intento de provocar algún aprendizaje a través de dicha acción o procesos de acciones. (...) Es y se inicia (como conducta del profesor) y produce sus resultados (como aprendizaje del estudiante), es proceso y es resultado. No solo el profesor es protagonista de la enseñanza sino que el profesor, el estudiante y el contexto participan activamente.

“No se puede comprender lo que sucede en la enseñanza, se viene a decir, si junto a lo que hacen profesores y estudiantes no se considera también el por qué lo hacen (es decir qué aspectos no observables están condicionando y orientando su forma de actuar, pensamiento, creencias, actitudes, intenciones, etc.” (Medina y Sevillano, 1995).

Por su parte, Álvarez de Zayas (1999), plantea que el aprendizaje es la actividad que desarrolla el estudiante para aprender, para asimilar la materia de estudio y la enseñanza es, a su vez, la actividad que ejecuta el profesor. Este autor delimita con claridad los roles que les corresponden a los componentes personales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los cuales para él son los fundamentales. Establece como componentes didácticos los siguientes: Problema, Objeto, Objetivo, Contenido, Método, Medios, Formas y Resultado. El mismo aboga por una didáctica activa y participativa, en la cual el estudiante es el sujeto de su aprendizaje y en el que se forma como consecuencia de la naturaleza didáctica del proceso.

Sin embargo Castellanos Simons (1999), considera que, enseñar es organizar de manera planificada y científica las condiciones susceptibles de potenciar los tipos de aprendizajes que buscamos, es elicitación determinados procesos en los educandos, propiciando en ellos el enriquecimiento y crecimiento integral de sus recursos como seres humanos.

Teniendo en cuenta esta concepción previa, enseñar constituye en general, una actividad (Castellanos Simons, 1999) que:

- Garantiza la apropiación activa y creadora de la cultura.

- Facilita y potencia los aprendizajes desarrolladores (activos, constructivos, significativos, integradores y enriquecedores).
- Propicia experiencias afectivas, estimulando la formación de sentimientos, actitudes, normas y valores (que son, en principio, acordes al ideal del ser humano que persigue la sociedad concreta en armonía con las necesidades individuales y particularidades de las personas).
- Está planificada y científicamente dirigida.

De lo anterior se infiere que, para garantizar una educación superior con calidad, en el contexto de la municipalización de la enseñanza, se requiere que los profesionales que se desempeñan como docentes en las Filiales Universitarias, aunque en su mayoría no posean formación pedagógica, tengan preparación para garantizar que el proceso se desarrolle con una concepción integradora.

Para la formación del profesional de Ingeniería Industrial es importante que el proceso de enseñanza-aprendizaje forme en el estudiante las habilidades necesarias para la búsqueda del conocimiento; así como para su independencia cognoscitiva.

Es necesario, en el contexto de este trabajo, resaltar como Hernández Díaz(2000) y el equipo de trabajo del Centro de Estudios Pedagógicos de la Educación Superior (CEPES) de la Universidad de la Habana parten de una concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentado en el enfoque histórico cultural desarrollado por L. S, Vigostki y seguidores, a partir de la cual lo plantean: como proceso de socialización en el que el estudiante se inserta como objeto y sujeto de su aprendizaje, asumiendo una posición activa y responsable en su proceso de formación, de configuración de su mundo interno, como creador y a la vez depositario de patrones culturales históricamente construidos por la humanidad.

En primera instancia en este enfoque histórico cultural se propone desarrollar un hombre pleno íntegro, por lo que no sólo su formación va dirigida a su preparación instrumental (conocimientos y habilidades), sino también orientado a encontrarle solución a las necesidades de su contexto, comprometido con las estrategias de desarrollo de su sociedad.

Lo abordado en los párrafos anteriores, para la formación de los ingenieros industriales desde la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, implica otorgarle al proceso de enseñanza-aprendizaje un carácter desarrollador.

Al respecto, en el decursar del tiempo, se han destacado importantes autores que han abordado el aprendizaje desde una perspectiva desarrolladora, entre ellos se destacan: Vigotsky, Leontiev, Davidov, Galperin, Talhízina, Piaget, Ausbel, entre otras relevantes figuras, quienes han realizado numerosos aportes científicos al estudiar los problemas del desarrollo intelectual, que ponen en manos de la didáctica profundos y ricos elementos cuya adecuada selección, integración y síntesis ofrecen los fundamentos para un sustento teórico sólido del cambio que necesita el proceso de enseñanza aprendizaje.

Actualmente se destacan importantes autores cubanos como es el caso de Silvestre, M. (1999) que considera que el aprendizaje desarrollador es un “proceso de desarrollo de estructuras cognitivas (conocimientos), instrumentales (habilidades) y afectivo volitivas (cualidades, valores), dirigido a lograr la relación de los nuevos conocimientos a partir de los ya existentes, de manera independiente y creativa.”

Para lograr un papel activo de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje en la modalidad semipresencial, se requiere que el profesor asuma un rol como guía y facilitador del conocimiento, que estimule el diálogo, que brinde un espacio para la reflexión y el debate participativo orientado y dirigido por él. Un profesor que reconozca las potencialidades individuales de cada estudiante, que seacapaz de provocar intereses comunes en el grupo y que oriente adecuadamente el aprendizaje de los estudiantes para lograr el desarrollo de la autogestión del conocimiento y la independencia cognoscitiva de los mismos.

Para Zilberstein Toruncha (2001), al referirse a las características del proceso de enseñanza expone que debe ser desarrollador al integrar la instrucción, la enseñanza, la educación y la formación, para lo cual es preciso que centre su atención en la dirección científica por parte del profesor de la actividad



práctica, cognoscitiva y valorativa de los alumnos, teniendo en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado y sus potencialidades. Además explica que en correspondencia con el tipo de enseñanza que se asume, el proceso de aprendizaje debe ser desarrollador, como una de las formas que el estudiante tiene de apropiarse de la experiencia histórico - social expresada en el contenido de enseñanza y de la cultura nacional y universal.

Este autor plantea que la enseñanza y el aprendizaje constituyen un proceso, de cuya calidad depende el desarrollo de los estudiantes, que lleguen a pensar y actuar con independencia e iniciativa, que busquen solución a los problemas, a la vez que escuchen, valoren y respeten las opiniones ajenas y puedan trabajar en colectivo. También expone que:

La apropiación de los conocimientos debe producirse en una unidad con la de los procedimientos y estrategias para aprender.

En todas las asignaturas es imprescindible lograr la vinculación de la teoría con la práctica y la aplicación a la vida de lo que las alumnas y alumnos estudian, sobre la base de la realización de actividades prácticas, experimentos de clase y del desarrollo de actividades laborales que contribuyan a solucionar problemas cercanos a ellos y a la comunidad en que viven, a partir del propio contenido de enseñanza.

Para Addine Fernández, F., (2004), el proceso de enseñanza-aprendizaje es complejo, multifactorial, de múltiples interacciones, donde las condiciones son definitivamente las que favorecen o dificultan el propio proceso y el resultado.

Esta autora considera que el aprendizaje no puede verse desvinculado de la enseñanza. Aprender conforma una unidad con enseñar. A través de la enseñanza se potencia no sólo el aprendizaje sino el desarrollo humano siempre y cuando se creen situaciones en las que el sujeto se apropie de las herramientas que le permitan operar con la realidad y enfrentar al mundo con una actitud científica, personalizada y creadora.

En el contexto de este trabajo como el fundamento teórico que sirve de base y que hay que considerar a la hora de concebir e instrumentar las herramientas

computacionales, para favorecer la inferencia estadística a través de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos, que se propone en este trabajo, es importante considerar los principios didácticos. Para un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador Labarrere y Valdivia(1998) consideran los principios didácticos que van a permitir al profesor conducir científicamente el desarrollo integral de la personalidad del estudiante, dentro de los principios citados por estas autoras se encuentran:

- Del carácter educativo de la enseñanza
- Del carácter científico de la enseñanza
- De la asequibilidad
- De la sistematización de la enseñanza
- De la relación entre la teoría y la práctica
- Del carácter consciente y activo de los alumnos bajo la guía del profesor.
- De la solidez de la asimilación de los conocimientos, habilidades y hábitos.
- De la atención a las diferencias individuales dentro del carácter colectivo del proceso docente- educativo.
- Del carácter audiovisual de la enseñanza: unión de lo concreto y lo abstracto.

Ante la necesidad de formar ingenieros industriales competentes, es necesario concebir a la enseñanza como un proceso activo, capaz de promover que en la unidad dialéctica teoría- práctica, los estudiantes se apropien de manera consciente del contenido de la especialidad.

La asignatura Modelo Estadísticos de los Procesos, por sus características, conduce al estudiante a operar con conceptos, leyes, establecer nexos y relaciones; todo justifica tener que asumir una concepción desarrolladora del proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación del ingeniero industrial.

Por su parte Silvestre Oramas (2002), considera que un proceso de enseñanza aprendizaje que instruya, eduque y desarrolle, es necesario:

- Realizar un diagnóstico integral de la preparación de estudiante para las exigencias del proceso de enseñanza-aprendizaje, nivel de logros y potencialidades en el contenido del aprendizaje, desarrollo intelectual y afectivo-valorativo
- Estructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la búsqueda activa del conocimiento por el alumno, teniendo en cuenta las acciones a realizar por este en los momentos de orientación, ejecución y control de la actividad y el uso de medios de enseñanza que favorezcan la actividad independiente y la búsqueda de información
- Concebir un sistema de actividades para la búsqueda y exploración del conocimiento por el alumno, desde posiciones reflexivas, que estimule y propicie el desarrollo del pensamiento, y la independencia
- Orientar la motivación hacia el objeto de la actividad de estudio y mantener su constancia. Desarrollar la necesidad de aprender y de entrenarse en cómo hacerlo
- Estimular la formación de conceptos y el desarrollo de los procesos lógicos del pensamiento, así como el alcance del nivel teórico, en la medida que se produce la apropiación de los conocimientos y se eleva la capacidad de resolver problemas
- Desarrollar formas de actividad y de comunicación colectivas, que favorezcan el desarrollo intelectual, logrando la adecuada interacción de lo individual con lo colectivo en el proceso de aprendizaje, así como la adquisición de estrategias de aprendizaje por el alumno
- Atender las diferencias individuales en el desarrollo de los escolares, en el tránsito del nivel logrado hacia el que se aspira
- Vincular el contenido de aprendizaje con la práctica social y estimular la valoración por el alumno en el plano educativo y los procesos de su formación cultural en general

Estos principios marcan pautas para el proceso de enseñanza aprendizaje, dándole un marcado carácter integrador. González Soca y otros (2009) le atribuyen características esenciales al proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de las cuales se materializan estos principios, entre ellas:

- **Carácter sistémico:** a partir de que todo sistema se caracteriza por la existencia de relaciones entre sus componentes o elementos, la integridad y jerarquización de los mismos, pero que a la vez deben estar unidos indisolublemente con el medio. **Carácter procesal:** significando que es un proceso con la presencia de diferentes fases o etapas, de un objeto o fenómeno, para producir como resultado un cambio gradual, en un tiempo determinado
- **Carácter bilateral:** la presencia de dos elementos sin los cuales no es posible su existencia: el maestro que enseña y el alumno que aprende
- **Carácter dialéctico:** se refiere a las contradicciones del proceso, las cuales contribuyen a que sea complejo
- **Carácter legal:** el proceso está sometido a determinadas leyes con carácter legal. Analizan la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje en el cual definen y caracterizan cada uno de los componentes que lo integran y asumen como protagonistas de este proceso: los estudiantes, el grupo y los profesores
- **Otros componentes:** objetivo, contenido, método, medio, evaluación y formas de organización

En el contexto de la enseñanza semipresencial, es importante considerar los fundamentos psicodidácticos de esta enseñanza, que fueron analizadas por Ortiz y Mariño (2004); así como las recomendaciones que realizan estos autores para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, entre ellas consideran imprescindible una preparación didáctica previa a los profesores en cuanto a las peculiaridades de este tipo de enseñanza y el uso de los medios disponibles.

- El profesor debe priorizar al inicio de los encuentros la orientación del contenido y el trabajo independiente de los estudiantes y no su abordaje explícito y detallado, lo cual puede hacerse una vez que ellos lo hayan estudiado posteriormente y por sí mismos.
- Combinar continuamente actividades presenciales con tareas docentes que permitan el vínculo de la teoría con la práctica.
- El aprendizaje no solo deberá estimular el desarrollo intelectual del alumno sino también del resto de los fenómenos y procesos de la personalidad, por lo que contribuirá a su formación integral.
- La evaluación de aprendizaje debe propiciar diferentes alternativas donde el alumno se entrene en la coevaluación y la autoevaluación, de forma tal que sea mínima la aplicación de la heteroevaluación por parte del profesor.
- Los métodos para la enseñanza deben provocar un aprendizaje independiente creador.
- Elaborar materiales docentes en soporte de papel y en base magnética para ser utilizados por los alumnos a través de las Nuevas Tecnologías, que incluyan, junto al contenido, la correspondiente orientación para el estudio individual, así como tareas que promuevan su aplicación de acuerdo con la profesión de cada uno.
- Estimular la reflexión individual de cada alumno antes de promover la reflexión colectiva. El aprendizaje se potencia a través de las discusiones grupales y la realización en equipos de estudio, tareas y trabajos investigativos.

Para el investigador de este trabajo, estas recomendaciones son esenciales, pues la enseñanza de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos para la formación de ingenieros industriales en la Filial Universitaria de Mayarí ocurre desde un proceso semipresencial que exige la independencia de los estudiantes y la explotación de la tecnología informática como vía para alcanzar los objetivos de la enseñanza.

### 1.2.1 Caracterización del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de los Modelos Estadísticos de los Procesos

Para el análisis del desarrollo del proceso de enseñanza- aprendizaje, desde la modalidad semipresencial, de la asignatura **Modelos Estadísticos de los Procesos II**, se tiene en cuenta los fundamentos teóricos y metodológicos abordados por autores como: Álvarez de Zayas (1999), Ortiz y Mariño (2004), Suárez Rodríguez (2006), Concepción García (2006), Sánchez Hernández (2006) y Malagón (2007).

Álvarez de Zayas (1999) , por ejemplo, lo define como aquel proceso que como resultado de las relaciones sociales se dan entre los sujetos que participan, está dirigido de modo sistemático y eficiente, a la formación de las nuevas generaciones, tanto en el plano educativo como en el instructivo, con vistas dar solución al problema social.

De esta manera, el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla con el fin de cumplimentar las exigencias de la sociedad en la formación de un egresado, según el modelo de esa sociedad, por lo que su esencia es social y su formación concreta ocurre en el aula, en la interacción del profesor y los estudiantes y estos entre sí.

La asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II se caracteriza por ser un proceso amplio, complejo, multifacético, desde que se realiza la aplicación teórico-científico de las ciencias agrícolas, a los problemas profesionales específicos del ingeniero agrónomo, para el cual demanda métodos, procedimientos, medios de enseñanza, formas de organización que permitan transmitir los conocimientos en correspondencia con los objetivos de la profesión.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II constituye un todo único, coherente, posee un carácter dinámico y participativo, que sitúa en un primer plano el papel protagónico del estudiante; característico que se manifiestan como consecuencia directa de las leyes didácticas que lo rigen, generando el desarrollo alcanzado por éste.

Este proceso se encuentra con la influencia continua de las necesidades económicas y políticas de la sociedad, un cambio en las necesidades sociales origina una imprescindible transformación en los contenidos, métodos y tareas para enfrentar y dar solución al problema planteado, por lo que se constata en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II la acción de la primera Ley de la Didáctica: relaciones del proceso docente-educativo con el contexto social, Álvarez de Zayas (1999).

Esta ley rige el movimiento de desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, al evidenciar la relación problema-objetivo, y hace posible afirmar que el objetivo se convierte, de ese modo en la fuerza que transforma la situación: el nivel de formación de los estudiantes, desarrollándose sucesivamente.

De la relación problema-objetivo se derivan los restantes componentes del proceso, regidos por la segunda Ley de la Didáctica: relación entre los componentes del proceso docente-educativo, la que condiciona la dirección eficiente del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II y hace posible la integración de los conocimientos teóricos y habilidades que adquieren los estudiantes. En consecuencia, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II se concibe como un proceso esencial para la formación del Ingeniero Industrial.

El primer componente, los objetivos: se perfilan como la aspiración de lo que se quiere lograr en el proceso, apareciendo redactados en términos de habilidades que deberán desarrollar los estudiantes.

En el caso de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, como objetivos instructivos se han concebido: comenzar a desarrollar habilidades y hábitos de decidir basándose en datos y en métodos cuantitativos, desarrollar habilidades para construir modelos estadísticos de procesos a partir de datos históricos o experimentales, contribuir a desarrollar habilidades de comunicación de la información mediante las técnicas del análisis exploratorio de datos, desarrollar habilidades para la modelación estadística de relaciones entre

variables y de variables en relación con el tiempo, contribuir a desarrollar habilidades para la investigación a través del diseño de experimentos, desarrollar habilidades para el análisis estadístico de la exactitud de un sistema de medición, Modelar series cronológicas de indicadores seleccionados dentro de los procesos de producción y servicios.

Precisa Álvarez de Zayas (1999) que "los objetivos determinan el contenido". El contenido que se desarrolla durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, comprende el pensamiento y actuación de un profesional, haciendo hincapié en aspectos tales como eficiencia económica, ahorro, uso racional de la energía y de los recursos materiales y laborales, aumento de la productividad y cumplimiento de las normas del trabajo, así como la correcta preparación para todas las actividades y la entrega en tiempo y con calidad de informes y tareas, incluyendo en ello el uso correcto de nuestro idioma (Ver anexo donde pongo el programa de la asignatura).

"El objetivo expresa de un modo sintético y sistematizado la habilidad generalizada, cuyo dominio posibilita resolver problemas profesionales" (Álvarez de Zayas, 1999). La formación de las habilidades profesionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, se encuentra en estrecha interrelación armónica con las habilidades formadas y desarrolladas en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las restantes asignaturas del plan de estudio.

Las habilidades a desarrollar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II se corresponden con las habilidades de la profesión, para utilizar adecuadamente la información científico técnica, desarrollar habilidades comunicativas para dirigir eficientemente los procesos productivos, dirigir investigaciones para detectar problemas relacionados con los procesos de producción y los servicios y proponer alternativas de solución.



El método constituye el componente dinamizador del proceso, se presenta como proyecto generalizado y anticipado de la actividad interrelacionada de profesores y estudiantes, está dirigido hacia el logro de los objetivos y tiene como premisa que solo se da en la actividad de los sujetos con cada elemento del contenido, con los que se establece una relación cognitivo-afectiva. (Álvarez de Zayas, 1999).

La concepción del proceso de enseñanza de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, en condiciones de semipresencialidad, implica la adopción de variados métodos para el trabajo; métodos que permitan dinamizar el pensamiento, como los métodos problémicos, el trabajo independiente, entre otros, todos dirigidos al logro de una participación activa de los estudiantes en la aprehensión de los conocimientos y habilidades, en la solución de los problemas profesionales tanto instructivos como educativos.

Las formas de organización expresan la estructura y el espacio en que se desarrolla el proceso, ya que éste no existe sino en el espacio y en el tiempo, se organiza en correspondencia con los objetivos en la búsqueda del mejor desempeño de los métodos que se apliquen.

La clase encuentro es el tipo de clase fundamental a utilizar en la modalidad semipresencial y en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II; la cual permite aclarar las dudas correspondientes a los contenidos y actividades previamente estudiados por los alumnos; debatir y ejercitar dichos contenidos, evaluar su cumplimiento; así como explicar los aspectos esenciales del nuevo contenido y orientar con claridad y precisión el trabajo independiente que el estudiante debe realizar para alcanzar su adecuado dominio.

Los medios permiten la concreción de los métodos y el desarrollo del contenido en la consecución del objetivo, es por ello que la manipulación de equipos de computación (máquinas, escáner, impresoras) y el uso herramientas computacionales (Paquetes de programas estadísticos, Exel), es de vital importancia durante el desarrollo del proceso, ya que permite objetivar el proceso

y el desarrollo metodológico relacionados con su manipulación de manera que pasen a formar parte del modo de actuación profesional.

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, es sistemática, integradora de contenidos, habilidades y de los componentes académico, laboral e investigativo, busca la obtención de criterios sobre el grado de solución que los estudiantes ofrecen a los problemas planteados en los procesos de producción y de servicios.

La evaluación de la asignatura debe partir de un diagnóstico donde se comprueben los contenidos antecedentes para asimilar los de la asignatura. Se aplicará en los tipos frecuente, parcial y final. La relación entre los componentes que se establece en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Modelos Estadísticos de los Procesos II permite concretar la relación entre el proceso y el contexto social, entre el problema y el objeto y estos con los objetivos, de hecho el profesor de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, debe asegurar en estas relaciones la integración de los conocimientos histórico de la agricultura y los procedimientos para las labores agrícolas que permitan el desarrollo de los modos de actuación profesional.

Para lograr la asimilación de los contenidos de la asignatura es necesario, que los estudiantes, al enfrentarse al trabajo independiente sean capaces de plantearse nuevas interrogantes, sepan operar con las informaciones y sean capaces de llegar a generalizaciones. En el logro de este cometido las tareas docentes constituyen el eslabón fundamental. Las tareas docentes en el desarrollo del proceso de enseñanza- aprendizaje de la Modelos Estadísticos de los Procesos II, desempeñan un rol fundamental, al concretar la actividad del estudiante tanto en el plano externo como interno. Es importante recordar que la asimilación de los procedimientos de la actividad mental, es posible solo en el proceso de la actividad intelectual independiente, encaminada a la asimilación del propio sistema de conocimiento, en el cual juegan un papel fundamental las tareas docentes.

Las tareas docentes que se deben proponer a los estudiantes durante el proceso, atienden por igual las acciones de enseñar y aprender, han de promover el desarrollo del pensamiento, las habilidades y los valores en la interacción entre el profesor y los estudiantes y propiciar de esta manera un proceso desarrollador.

### **1.3. El uso de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos.**

“En sus inicios las computadoras eran máquinas grandes y costosas y el procedimiento de comunicación con ellas era difícil y demorado; por lo que la idea de usar computadoras en la educación era pensar en ciencia-ficción. Pero con el tiempo estas se fueron desarrollando y se hacía más evidente el uso de ellas en las aulas.” Meléndez, A., (1995).

“Todo género de signos convencionales...”; como lo describiera Vigotsky de forma abarcadora “un grupo de signos” , permite identificar a la computadora, la digitalización, las herramientas computacionales y la transmisión de datos a velocidades y distancias cada vez mayores, como componentes de las TIC que constituyen un nuevo paradigma vistos como mediadores herramientas, que modifican la actividad psíquica del Hombre. (L. S. Vigotsky, 1930: 68).

A partir del año 1960 y hasta la actualidad, se ha incrementado el uso de la computación. El inicio se caracterizó por el empleo de grandes proyectos tales como TICCIT, PLATO, etc., donde los materiales de enseñanza eran programados siguiendo un enfoque conductista, los programas eran poco eficientes, con una representación fija del material didáctico. Las respuestas del alumno se limitaban a la selección de respuestas muy simples como “sí”, “no”, “verdadero”, “falso”, y la computadora contestaba “muy bien” en caso de que la respuesta fuera correcta, o alguna frase no muy severa como “intenta de nuevo” o “fíjate bien” en caso de haber contestado incorrectamente Fernández–Valmayor, A.,(1991).

La contribución de estos “programas enseñantes” estaba en que posibilitaban al estudiante trabajar a su propio ritmo y que subrayaban el papel de la retroalimentación, aunque con limitaciones. Estas experiencias crearon una decepción entre los pedagogos y usuarios. No era fácil cargar con estos enormes

aparatos para desarrollar clases en un aula. Sin embargo crearon las expectativas de un inicio computacional que facilitaron el trabajo en la segunda etapa.

Ya a finales de los 70 e inicios de los 80, aparece la computadora personal, equipo que es tan potente como el fabricado a principios de los 60, pero con una peculiaridad que las distingue: pequeño tamaño, de fácil manejo y de menor costo. El uso del ordenador en la educación evidencia un desarrollo de modelos psicopedagógicos, con una marcada influencia de la psicología cognitiva. El alumno piensa, participa y a su vez actúa.

Autores como Stahl, (1991), citado por García, G., (1998); reflejaban diversos problemas en la introducción de las computadoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de índole quizás, pesimista, reflejados de la manera siguiente:

- Pocas computadoras y pocos programas informáticos de enseñanza
- Falta de conocimientos y de formación del personal docente sobre la manera de utilizar las computadoras en la enseñanza
- Resistencia personal e institucional al cambio
- Baja calidad del software educacional
- Falta de tiempo para elaborar lecciones informatizadas
- Falta de apoyo financiero a las escuelas

Es lógico que al principio, cuando surge la tecnología, se conoce que no fue concebida para resolver problemas educacionales. Todo estaba diseñado para resolver problemas, de índole económica y de negocios, en sentido general. Estas máquinas estaban destinadas a sustituir las calculadoras que hasta ese momento era lo más avanzado para realizar cálculos. No obstante, existen otros autores, entre los que se encuentran Negrón, C y Estrada, M., (2000), Rodríguez, R., (2000), que sí veían resultados ventajosos en el uso del ordenador en la enseñanza, por ejemplo en:

- La reducción del tiempo de transmisión y asimilación de los contenidos

- La representación visual del objeto estudiado
- La Motivación
- La Información inmediata que proporciona al alumno sobre sus respuestas permitiéndole volver sobre sus pasos
- La automatización de los experimentos científicos que desarrollan hábitos y habilidades en su diseño y en el procesamiento de la información de forma interactiva
- El desarrollo de hábitos y habilidades profesionales en el trabajo con sistemas automatizados de proyectos y de procesos tecnológicos
- La estimulación de la creatividad, el interés por el aprendizaje, la apropiación de los conocimientos y fomentar el desarrollo intelectual
- La preparación de un ambiente que estimula, al alumno, hacia el descubrimiento y que facilita la construcción de conceptos
- Las relaciones sociales en el aula se modifican porque se promueve la discusión y el trabajo en grupo
- Se provoca una mayor actividad por parte del estudiante

Son muchas las ventajas que estos autores consultados le confieren al uso de las computadoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de ahí que en opinión de este autor el uso de la computación daría respuesta al problema planteado en esta investigación que es ¿Cómo favorecer el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí?

Un ingeniero Industrial debe aprender a desempeñarse en roles muy importantes de la economía. En el Plan de Estudios D de la carrera de Ingeniería Industrial se le confiere papel preponderante a la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos en la preparación del futuro profesional. Esto se ve reflejado en los objetivos educativos que contribuyen a desarrollar en el estudiante:

- El rigor científico en la solución de los problemas que se abordan en la asignatura mediante la comprensión de la relación entre el objeto y su modelo, a través de la utilización de la modelación estadística matemática a problemas que simulen fenómenos y procesos reales, sobre la base de la aplicación de los conceptos, leyes y principios en que se sustentan, así como de los métodos y formas de trabajo de la asignatura.
- La capacidad de razonamiento, el pensamiento lógico propio de la asignatura y el nivel de abstracción necesario mediante su participación activa en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el análisis y solución de posibles situaciones prácticas bajo la dirección y guía del profesor.
- Constancia en el estudio, apoyada e inducida mediante el diseño, desarrollo y control de un sistema de evaluación en la asignatura que permita al estudiante hacer una valoración, de forma sistemática, del grado alcanzado en el cumplimiento de los objetivos generales de ésta, con el fin de estimular su actuación.
- Motivación por su profesión, haciendo que la asignatura propicie el interés por ella a partir de demostrar la utilidad que para la sociedad tiene la solución de los problemas vinculados a su perfil y mostrando además la necesidad del trabajo en equipo para un mejor planteamiento y análisis del problema a resolver y una correcta interpretación de los resultados.
- Hábitos de trabajo independiente a partir del estudio de contenidos por autopreparación del estudiante, seleccionados, motivados y orientados adecuadamente y respaldado por textos, literatura científico-técnica y la consulta del profesor.
- El pensamiento y actuación de un profesional, haciendo hincapié en aspectos tales como eficiencia económica, ahorro, uso racional de la energía y de los recursos materiales y laborales, aumento de la productividad y cumplimiento de las normas del trabajo, así como la correcta preparación para todas las actividades y la entrega en tiempo y con calidad de informes y tareas, incluyendo en ello el uso correcto de nuestro idioma

Diversas han sido las clasificaciones del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje con el uso de computadoras. Bartolomé, A., (1992), las clasifica como medio y como herramienta. Para su comprensión las separa de la siguiente forma:

Como medio:

- La ejercitación en el ordenador.
- Enseñanza asistida por ordenador
- Enseñanza inteligente asistida por ordenador.
- Programas de simulación.
- Video juegos.
- Aprendizaje de lenguajes.

Como herramienta:

- El tratamiento de textos
- Las bases de datos
- Las hojas de cálculo
- Gráficos generados por ordenador
- Música desde la pantalla
- La comunicación con otros usuarios

Por otro lado Jiménez, J. A., (1992), la clasifica en:

- **Recurso didáctico** (Enseñanza CON), donde juega un papel esencial el profesor como usuario de medios para enseñar, mostrar, investigar y donde el valor de estos medios emana del contexto metodológico en el que se use
- **Instrumento para el aprendizaje** (Aprender CON), y es en este modo donde el papel principal lo juega el estudiante como usuario que los emplea para conocer, analizar e investigar la realidad, actuando sobre ella

- **Contenido curricular** (Enseñanza PARA), en esta forma es donde se agrupan todas las acciones encaminadas a preparar a los estudiantes en los conocimientos necesarios para el uso de las Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC) y que se materializa con su inclusión en los currículos escolares de los diferentes niveles de enseñanza
- **Recurso de la organización escolar:** Se concibe el uso de las TIC para mejorar los procesos de gestión y administración de las escuelas y facilitar los procesos de comunicación dentro de la propia institución y desde ella a la comunidad
- **Instrumento al servicio de la evaluación:** Desde esta óptica se valoran las TIC como un potente instrumento para facilitar y mejorar el proceso evaluativo permitiendo la recopilación de información, procesamiento, análisis y valoración de la misma, ya sea en lo que respecta al análisis de las relaciones profesor-profesor, profesor-alumno y alumno-alumno
- **Recurso de desarrollo comunitario:** Se concibe el uso de estos recursos en el papel de agentes multiplicadores del desarrollo cultural y social de los centros educacionales así como su trascendencia hacia la comunidad

La asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos debe tener tareas extractases (TEC) donde deben aplicarse las técnicas estadísticas explicadas en la asignatura sobre la base de datos reales obtenidos en empresas y/o experimentos orientados por el profesor. Estas se orientan en la primera clase encuentro de cada tema, se chequea parcialmente por el profesor en la consultas y se discuten al final del tema. Estas últimas deben desarrollarse recibiendo apoyo de los Joven Club del Municipio.

Muchos estudiantes cuentan con computadoras en sus casas y dada la preparación que han recibido en las asignaturas de informática es factible que instalen el software para lo cual recomendamos el SPSS en cualquiera de sus versiones, aunque en esta investigación la que más ventajas presentó fue en su versión 15 por concebirse en idioma Inglés y Español, contar con un libro electrónico para la ayuda tutorial o como asesor estadístico.



Debe hacerse una recomendación para que se apruebe eliminar la forma de evaluación final mediante una prueba escrita y proponer en su lugar un trabajo investigativo que demuestre las habilidades desarrolladas por los estudiantes y donde se invite a participar en el tribunal o en la discusión directivos de las empresas que aporten los datos de producción o de servicios reales.

Que no sea una simple presentación sino un debate donde se aporten ideas que ayuden a mejorar la eficiencia económica, el ahorro, el uso racional de la energía y de los recursos materiales y laborales, cómo se puede lograr aumento de la productividad y el cumplimiento de las normas del trabajo, así como la correcta preparación para todas las actividades y la entrega en tiempo y con calidad de informes y tareas, incluyendo en ello el uso correcto de nuestro idioma.

#### **1.4 Diagnóstico del estado actual del uso de la computación en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial perteneciente a la Filial Universitaria Municipal de Mayarí**

La experiencia acumulada en la impartición de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos durante varios años, la preparación y revisión de exámenes han permitido confirmar las serias dificultades que se han presentado históricamente en el aprendizaje de esta asignatura en la carrera de Ingeniería Industrial, estas dificultades no se ciñen sólo a los resultados numéricos de promoción (los que en el período 2003-2010 no han sido del todo aceptables) sino al aspecto cualitativo del aprendizaje.

Por tales insuficiencias se propuso realizar un diagnóstico, donde se valore:

- Las habilidades que tienen los alumnos en la construcción de un diagrama de dispersión y su interpretación
- Las habilidades en la aplicación de las fórmulas adecuadas para el cálculo de medias y varianzas y reconocer los modelos lineales
- Las habilidades de los alumnos en la sustitución en fórmulas de datos numéricos y de construir tablas auxiliares para facilitar el cálculo

- Las habilidades y capacidades en hacer inferencias estadísticas a partir de determinados resultados
- Las habilidades de los alumnos en la utilización de Software que faciliten la graficación y el cálculo de parámetros estadísticos y coeficientes de modelos lineales (Excel,)
- La preparación y experiencia de los profesores en el uso de herramientas computacionales para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje

La metodología utilizada en la investigación toma como base el estudio de casos de tipo interpretativo. Es válido aclarar que el estudio de caso, no excluye el empleo de métodos o técnicas cuantitativas como encuesta y la entrevista, en combinación con el análisis documental que tiene como fuentes esenciales el análisis de la literatura sobre el tema.

La exploración realizada en la FUM de Mayarí en el período 2007-2011, relacionada con el nivel de preparación de los profesores en el uso de la computación para favorecer el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II o en otras afines (Estadística, Estadística Matemática, Econometría), se expone en el Anexo 4.

En la interpretación de los resultados se evidencia que los profesores en su trabajo didáctico (anexo 4) no favorecen el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, en lo que inciden factores como su insuficiente preparación. El 70% de los encuestados sólo alcanza la categoría de profesor Instructor y no cuentan con la experiencia necesaria para lograr un cambio de categoría.

Un aspecto importante que revela esta investigación es que el 100 % de las clases encuentro se han desarrollado utilizando como medios de enseñanza el libro de texto y la pizarra, es muy baja la utilización de láminas con sólo un 50 %. Es importante destacar que los medios audiovisuales como computadoras y la televisión alcanzan niveles de de un 65 y un 70 % respectivamente, pero sólo en las clases de consulta en opiniones aparte aportada por los encuestados.

El uso de medios especializados como son: herramientas computacionales (Excel, Eviews, SPSS) y software educativos (TIC, Multimedia), son reflejados en la encuesta. Por ejemplo el Excel se utiliza para apoyar el cálculo de parámetros estadísticos en un 60 % de los casos. Sin embargo, el SPSS y el Eviews sólo de un 5 y un 25 % respectivamente. Se manifiesta por parte de los encuestados que las razones principales son: no contar con una preparación adecuada en el dominio de dichas herramientas y; en el que se considera la de mayor peso, que la evaluación del contenido se hace mediante un exámenes finales escritos (uno ordinario y 2 extraordinarios) donde los cálculos ocupan la mayor parte del tiempo, restándole importancia a la habilidad *inferencia estadística*.

Parece que el sistema de evaluación ha influido de manera significativa en que los profesores no tengan una mayor preparación. Al no dedicarle la atención necesaria al uso de las herramientas computacionales, las habilidades que deben desarrollarse con el uso de estos medios para el tratamiento de los datos, la elaboración del informe y el debate entre los estudiantes con la participación de los directivos de las entidades de producción y servicios carece de la calidad que exige la enseñanza universitaria por no responder a los objetivos educativos consignados en el Plan de Estudios D.

El diagnóstico realizado a los alumnos consistió en una evaluación mediante la modalidad **escrita** (Anexo 2). Se normó las habilidades con las categorías (2, 3, 4 y 5), según la respuesta a: representación gráfica, aplicación de formularios, sustitución, reconocer modelo, uso de cálculos auxiliares e inferencia estadística siguiendo la modalidad de clases encuentro con la pizarra y las tizas como únicos medios para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se aplicó la técnica de Tablas de Contingencia entre dichos resultados y una variable categórica que representa la calidad de dichas evaluaciones: 2-Insuficiente, 3-Promedio, 4-Bien, 5-Excelente que se muestran en la Tabla 3 del Anexo 3. Los resultados permitieron comprobar uno de sus objetivos educativos: "las habilidades y capacidades en hacer inferencias estadísticas a partir de

determinados resultados”, (evaluación de 4 o superior), sólo fueron demostradas en alrededor del 28 % de la muestra tomada.

Para completar el diagnóstico se decidió aplicar una comprobación que consistió en dar respuesta a la misma pregunta del diagnóstico pero utilizando el software o paquete de Programas estadísticos SPSS\_15. La destreza adquirida por los estudiantes en las asignaturas de Informática, que se reciben en los primero 6 semestres de la carrera permitió con gran facilidad preparar los datos y realizar los cálculos necesarios para lograr una buena interpretación de los resultados (Anexo 3 Tabla 4).

Como se puede apreciar en la referida Tabla 4, la *Habilidad inferencia* (que también es una *Capacidad*) se elevó a un 81.7 %. El resultado evidencia lo que en realidad se propone este trabajo de investigación que es *favorecer el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial de la FUM Mayarí*.

### **CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.**

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II ha sido reflejo de las tendencias del desarrollo que se ha llevado en el sistema de Educación Superior en Cuba, resaltando la necesidad del vínculo de la teoría con la práctica en la formación integral del profesional.

El proceso de enseñanza- aprendizaje de la Modelos Estadísticos de los Procesos II exige la ruptura de los esquemas tradicionales y la búsqueda alternativa , para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí como un recurso para la transformación de la práctica educativa pues logra la transformación de la realidad, la aplicación de los principios de la concepción del mundo, al proceso del conocimiento y a la práctica

Los resultados obtenidos del estudio diagnóstico del problema evidencian un trabajo insuficiente en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en el desarrollo de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, debido a la

limitada utilización de medios que apoyaran la actividad cognoscitiva de los estudiantes en el proceso pedagógico de la asignatura.

## **CAPÍTULO 2: Alternativa didáctica para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí**

En este capítulo se presenta la elaboración de una alternativa didáctica para favorecer la Introducción de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, que se estudia en el tercer año de la carrera de ingeniería industrial en la Filial Universitaria del municipio de Mayarí. Se presentan los fundamentos asumidos para la elaboración de la alternativa y posteriormente la valoración del nivel de pertinencia a partir de criterios de expertos.

### **2.1 Fundamentación de la alternativa didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en la carrera de ingeniería industrial**

Para poder dar una definición de alternativa didáctica, es conveniente evaluar la definición del término alternativa en relación con su aplicación. El término alternativa, según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2004) significa:

- Opción entre 2 ó más cosas
- Cada una de las cosas entre las cuales se opta
- Efecto de alternar (sucederse unas cosas a otras repetidamente)

La alternativa en estos momentos es considerada como un recurso para la transformación de la práctica educativa y, por tanto, genera un nivel de teorización que permite la vinculación entre la teoría y la práctica, Rodríguez, A. y Artiaga,S.(2011).

En la literatura científica, en estos momentos, la alternativa se considera como un resultado científico, pues logra la transformación de la realidad, la aplicación de los principios de la concepción del mundo, al proceso del conocimiento y a la práctica.

De lo antes expuesto se infiere que una alternativa que se dirija a transformar un objeto deberá en cierta medida constituir un reflejo de su esencia.

El autor asume como alternativa didáctica una vía para orientar la realización de actividades de la práctica educativa, por cuanto en la práctica escolar surgen constantemente situaciones en las que es necesario orientar metodológicamente al profesor para la organización de determinadas actividades educativas y se requiere de una vía incentivadora, motivante, flexible, dinámica que se concreta en clase encuentro, en un sistema de acciones que posibiliten el logro del objetivo de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II.

Al implementar la alternativa, “El papel del profesor resulta de gran importancia y su tarea primordial está en organizar y proponer las diferentes fases para el logro del aprendizaje ESCALONA M., (2003), donde:

- Se prevea los conocimientos anteriores que poseen los estudiantes (desarrollo actual) como una condición para que alcance la zona de desarrollo próximo, Vigotsky L. S., (1982)
- Que la nueva información se relacione con los conceptos que el estudiante ya conoce para favorecer un aprendizaje significativo, Ausubel D., (1978)
- Que se especifique con claridad la actividad o sistemas de actividades que los estudiantes deben realizar, que estas les resulten interesantes y, además, se les dé confianza para la realización de las mismas, Solé I., (1991)
- Se garantice la actividad individual y diversa de los estudiantes dando la posibilidad de actuación diferenciada, según las características individuales de los estudiantes y en los que se estimulen las características individuales y colectivas que se vayan alcanzando, Solé I., (1991),)
- Se establezca una atmósfera comunicativa con los estudiantes que estimule su interés y propicie el intercambio de opiniones, no sólo entre profesor y estudiante, sino también entre los propios estudiantes como una condición necesaria para el éxito de la labor pedagógica
- Se ponga de manifiesto la autoevaluación, la coevaluación y la eteroevaluación.

## 2.2 Elaboración de la alternativa didáctica para favorecer la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en la formación del Ingeniero Industrial

Rasgos que caracterizan una alternativa

- Es un resultado relativamente estable que se obtiene en un proceso de investigación científica
- Debe responder fundamentalmente a la práctica educativa, aunque puede dar respuesta a un objetivo de la teoría
- Tiene en cuenta categorías de la Filosofía, Ciencias de la Educación, Ciencias Pedagógicas y las ramas del conocimiento que se relacionan con el objetivo para el cual se diseña (valores, Lengua Española, Matemática, etc.)
- Tiene una **estructura metodológica**.
  - El plano teórico (conceptos, categorías) que son los que definen aspectos esenciales del objeto de estudio, además, este plano incluye las normas, leyes, principios, etc. que regulan el proceso de aplicación de las técnicas, acciones, exigencias o requerimientos que se tienen en cuenta para el diseño de la alternativa.
  - El plano instrumental está conformado por los métodos teóricos y empíricos, las técnicas y acciones que se utilizan para el logro de los objetivos para los cuales se elabora la alternativa.

La alternativa en su condición de resultado, implica que el investigador debe ser capaz de expresar mediante algún recurso modélico (gráfico) la conformación de la alternativa como un todo y las interrelaciones que se producen entre los elementos de su estructura.

Para lograr implementar la alternativa en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II y coincidiendo con lo planteado por ESCALONA M. (2003), se proponen 4 fases, que son:



Fases dentro de la alternativa:

1. Fase preparación del profesor
2. Fase de planificación de la asignatura
3. Fase de la preparación de los estudiantes
4. Fase de ejecución y control

En la primera fase o fase de preparación del profesor, se propone el curso de postgrado “Las Herramientas tecnológicas aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje”, presentado en formato **web** y que forma parte de los materiales de apoyo a la alternativa para la familiarización con el software SPSS-15. Al concluir el mismo el profesor estará preparado para:

- Editar y modificar datos y variables en la hoja editor de datos y variables del SPSS-15
- Importar bases de datos desde estructuras: Acces, SQL, Excel y ficheros textos y exportar datos y resultados de análisis y gráficos en formatos Word, Excel, Access, Hipertexto, ficheros texto, PowerPoint
- Escoger la opción del Menú “Analizar” para ejecutar el cálculo estadístico
- Escoger la opción del Menú (Gráfico), para generar gráficos según corresponda a los datos, y exportarlos a los informes
- Escoger la opción del Menú (Transformar), para crear nuevas variables con datos transformados para su mejor manejo y ajuste
- Escoger la opción del Menú (?), para utilizar los tutoriales o asistentes de ayuda y utilizar recomendaciones de la página web con ejemplos básicos
- Consultar los ejemplos, propios del sistema, para proponer actividades de investigación partiendo de los supuestos que dieron orígenes a los datos ejemplificados
- Planificar las clases encuentro. Estas se pueden confeccionar desde el mismo

Visor SPSS y luego exportarlo al Word, Excel, Show de PowerPoint, Hipertexto HTL, Fichero Texto. De acuerdo al procesador que más domine el profesor

- Planificar los ejercicios según grado de dificultad
- Crear fichero y grabar lo planificado para la clase, (datos y resultados) y los del trabajo independiente
- Realizar cálculos estadísticos e interpretar los resultados con ayuda del SPSS-15 y los materiales didácticos (Anexo 6) que fundamentan este trabajo.

En la segunda fase, el profesora partir de los conocimientos adquiridos en el dominio de las herramientas computacionales propone el programa de la asignatura, haciendo una adecuada selección de:

- Objetivos generales educativos
- Objetivos generales instructivos
- Sistema de conocimientos
- Sistema de habilidades

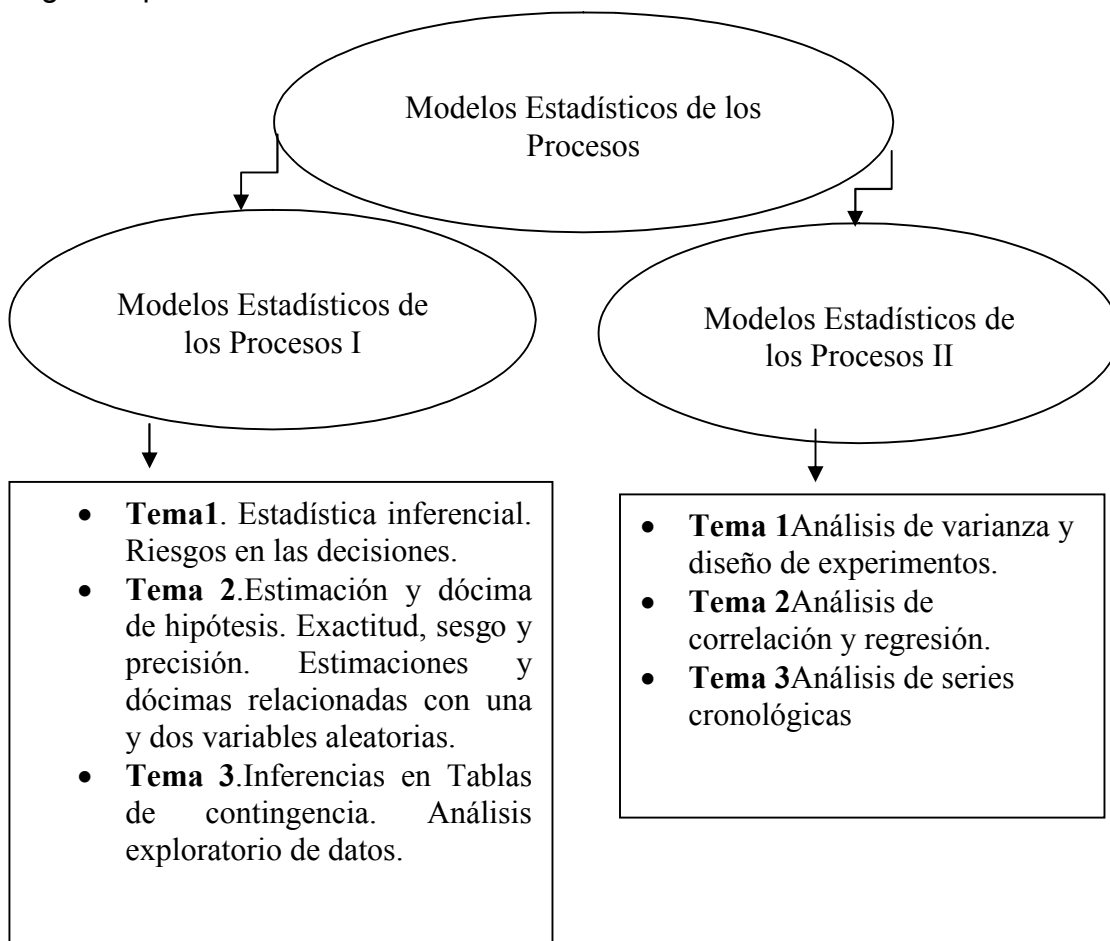
En la tercer fase o fase de preparación de los estudiantes es donde el profesor orienta las diferentes actividades que deben realizar los alumnos para prepararse en el manejo del SPSS-15, para el desarrollo exitoso de la preparación de los estudiantes el profesor puede apoyarse en los alumnos ayudantes e incluso orientar guías de ejercicios para facilitar el proceso.

En la cuarta fase o fase de ejecución y control se lleva a la práctica todo lo planificado, teniendo presente los conocimientos que poseen los estudiantes; las clases deben estar dirigidas y controladas por el profesor, quien tiene la tarea de hacer cumplir todo lo planificado, teniendo siempre presente las características individuales de sus educandos y los momentos de utilización de la herramienta. Además, a la par de esta actividad se debe ir conociendo cómo se han ido asimilando, por parte de los estudiantes, los contenidos recibidos; esto se puede determinar a través de las diferentes formas de evaluación existentes, las cuales pueden ser orales, según el trabajo realizado en la máquina y en trabajos extraclase (TEC).

### 2.2.1 Estructura de la Alternativa Didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II de la carrera de ingeniería industrial

Los contenidos de las asignaturas relacionadas con los Modelos Estadísticos de los Procesos II en la carrera de Ingeniería Industrial, correspondiente al tercer año según el Plan de Estudios D, se imparten en dos semestres en la modalidad de cursos por encuentros. En el primer semestre se imparte Modelos Estadísticos de los Procesos y en el segundo semestre Modelos Estadísticos de los Procesos II, según el esquema que se muestra a continuación (Fig. 1).

Fig. 1 Esquema de los contenidos



Elaboración de la alternativa didáctica

Para la elaboración de esta alternativa se escoge del Tema 2: Correlación y Regresión, 6 horas clases.

No se considera necesario ejemplificar la fase de preparación del profesor, pues en el epígrafe anterior quedó claro todo lo que debe conocer para continuar con la alternativa, sólo aclarar que esta preparación se debe realizar en las horas de superación que tiene planificado cada profesor.

### **Segunda fase o fase de planificación**

Esta fase el profesor, luego de haber estudiado todos los documentos explicados en el epígrafe anterior, debe realizar los siguientes pasos:

- 1- Distribuir a los estudiantes uno por equipos de computación
- 2- Realizar la dosificación, del Tema2 de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II descrita anteriormente el esquema de la Fig. 1, de la siguiente forma:

Tema: Correlación y Regresión lineal simple.

Objetivos educativos

- El rigor científico en la solución de los problemas que se abordan en la asignatura mediante la comprensión de la relación entre el objeto y su modelo, a través de la utilización de la modelación estadística matemática a problemas que simulen fenómenos y procesos reales, sobre la base de la aplicación de los conceptos, leyes y principios en que se sustentan, así como de los métodos y formas de trabajo de la asignatura.
- La capacidad de razonamiento, el pensamiento lógico propio de la asignatura y el nivel de abstracción necesario mediante su participación activa en el proceso de enseñanza aprendizaje, con el análisis y solución de posibles situaciones prácticas bajo la dirección y guía del profesor.
- Constancia en el estudio, apoyada e inducida mediante el diseño, desarrollo y control de un sistema de evaluación en la asignatura que permita al estudiante hacer una valoración, de forma sistemática, del grado alcanzado en el cumplimiento de los objetivos generales de ésta, con el fin de estimular su actuación.
- Motivación por su profesión, haciendo que la asignatura propicie el interés por ella a partir de demostrar la utilidad que para la sociedad tiene la solución de

los problemas vinculados a su perfil y mostrando además la necesidad del trabajo en equipo para un mejor planteamiento y análisis del problema a resolver y una correcta interpretación de los resultados.

- Hábitos de trabajo independiente a partir del estudio de contenidos por autopreparación del estudiante, seleccionados, motivados y orientados adecuadamente y respaldado por textos, literatura científica técnica y la consulta del profesor.
- El pensamiento y actuación de un profesional, haciendo hincapié en aspectos tales como eficiencia económica, ahorro, uso racional de la energía y de los recursos materiales y laborales, aumento de la productividad y cumplimiento de las normas del trabajo, así como la correcta preparación para todas las actividades y la entrega en tiempo y con calidad de informes y tareas, incluyendo en ello el uso correcto de nuestro idioma.

### **Objetivos Instructivos**

Lograr que los estudiantes a partir de la utilización de la herramienta Computacional, desarrollen habilidades para:

- Estimar el coeficiente de correlación de Pearson e interpretar el resultado
- Estimar el coeficiente de correlación entre dos variables e interpretarlo, usándolo sólo o conjuntamente con los correspondientes diagramas de dispersión
- Explicar el principio en que se basa el método de obtención de los estimadores de una ecuación lineal de primer orden. Obtención de los estimadores para el caso particular con una sola variable independiente utilizando el Software SPSS-15
- Interpretar el resultado obtenido al evaluar una ecuación de regresión
- Interpretar en la presentación de los resultados del SPSS, los intervalos de confianza para  $Y/x$  en una ecuación lineal de primer orden con una sola variable independiente e interpretar los respectivos resultados
- Utilizar la computadora para la solución de los problemas de regresión y correlación y calcular los valores esperados creando nuevas variables

Dosificación de los encuentros del Tema 2. Cada clase tiene una duración de 2 horas.

Tabla 1 Dosificación

Actividad	Contenido	Tipo de clase
1	Entrenamiento en la página Web que ha sido previamente preparada para apoyar la alternativa	Encuentro
2	Correlación y Regresión lineal simple .Diagrama de dispersión. Coeficiente de correlación de Pearson. Ecuación de regresión lineal simple. Coeficiente de determinación. Orientar Trabajo Extra Clase para ser evaluado en el encuentro 4. Trabajo en el PC	Clase encuentro
3	Correlación y regresión lineal simple Regresión y correlación. Trabajo en el PC solución de ejercicios	Clase encuentro

En la tercera fase o fase de preparación de los estudiantes es donde el profesor orienta las diferentes actividades que deben realizar los alumnos para prepararse en el manejo del SPSS 15, la página Web preparada previamente permite introducir a los estudiantes en el ambiente de esta herramienta computacional.

La interdisciplinariedad entre las asignaturas de la carrera de ingeniería industrial da fundamento a uno de los rasgos que caracterizan una alternativa y es que “debe responder fundamentalmente a la práctica educativa”. En los cinco semestres precedentes al estudio de la asignatura Modelos Estadísticos de los procesos II los estudiantes han recibido las asignaturas de Informática I, II y III; Modelos Probabilísticos de los Procesos y Modelos Estadísticos de los Procesos I.

En opinión de este autor lo descrito en el párrafo anterior le permitió afirmar que están preparados para interpretar los resultados estadísticos que se obtendrán con la aplicación de la herramienta computacional SPSS 15 y así como su funcionamiento.

La primera clase permitirá al profesor realizar un entrenamiento a los estudiantes sobre las características del SPSS-15 y le mostrará la flexibilidad para aprender a interactuar con el mismo. Con ayuda de los especialistas del Laboratorio de computación se instalará la herramienta en una máquina (puede ser el servidor de

la red) permitiéndosele el acceso a los alumnos, situados preferentemente uno por equipo.

Se iniciará la clase dando un “paseo” (como comúnmente se llama en un ambiente computacional), primeramente por la página Web que estará en una carpeta llamada cursosps15. Una vez aprendido el procedimiento de iniciar el trabajo con el SPSS-15 y familiarizados con la introducción de datos, selección de variables, tipos de datos, definición de etiquetas no será necesario utilizar la dicha página Web. Los estudiantes y profesores dispondrán del software que cuenta con ayuda Tutorial y un asesor Estadístico, en la mayor parte editado en idioma Español. También, junto con los materiales de la maestría se encuentra un libro electrónico “Manual de Usuarios del SPSS” ( del cual se extrajo para esta primera clase el Anexo 6), que facilitará todo el proceso de enseñanza aprendizaje tanto del uso de la herramienta como los conceptos estadísticos actualizados que necesitará conocer el futuro Ingeniero Industrial.

En la segunda actividad ( clase encuentro Clase número 2 de la Tabla 1) se programará de la siguiente forma:

### **Conocimientos básicos a adquirir**

Trabajo con el *Editor de datos* y el *Visor de resultados* del SPSS-15. *Visor de Datos* y *Visor de Variables*. Definición de *variables*. Uso del Libro electrónico *Manual de Usuarios* del SPSS. Introducción de datos. Opciones del *menú Gráficos* y *Analizar* con submenú respectivo. *Gráfico Diagrama de dispersión*. Coeficiente de correlación de Pearson. Ecuación de regresión lineal simple. Interpretación de parámetros. Utilizar el mini manual de usuarios Anexo 6

### **Objetivos**

1. Dominar los siguientes conceptos:

- Ecuación de regresión
- Parámetros de la ecuación de regresión
- Modelo de regresión lineal
- Ecuación de regresión estimada

- Paquete estadístico SPSS

2. Dominar los siguientes aspectos:

- Supuesto básico del modelo de regresión lineal.
- En qué consiste el modelo de regresión lineal
- Las fuentes de variación en que se descompone la suma de cuadrados total.
- Editor de datos y Visor de resultados
- Visor de Variables y Visor de datos
- Libro electrónico Manual de Usuarios SPSS en pequeño formato Anexo 6
- Página *web cursosps15*

3. Desarrollar las habilidades siguientes:

- Preparar los datos obtenidos de procesos de producción o de los servicios, correr las opciones de *graficar* y *analizar* de la interface menú del SPSS 15
- Graficar e interpretar diagramas de dispersión
- Cálculo e interpretación del coeficiente de correlación de Pearson
- Aplicación del análisis de varianza en la regresión e interpretar la prueba F de Fisher
- Cálculo e interpretación del coeficiente de determinación
- Inferir a partir del *Visor de Resultados* de los análisis de la regresión y correlación

Para dar cumplimiento se propondrá el ejercicio del anexo 5 y comparar sus resultados con los mostrados en el Anexo 9. Se dejará a los estudiantes buscar en el *manual de usuarios del SPSS (Anexo 6)* para ir desarrollando habilidades en encontrar aquellos elementos que se muestran en el *Visor de resultados* y que constituyen la información básica para interpretar y hacer inferencias sobre las muestras evaluadas.



Se orientará el trabajo extra clase para comprobar las habilidades que poseen los estudiantes en búsqueda de información relacionada con el consumo de combustible. Para ello es necesario que escojan al azar muestras de las tarjetas Hojas de Rutas de sus respectivos centros donde laboran (u otro centro que le autoricen el acceso a la información) con el objetivo de correlacionar las variables: *consumo de combustible* y los kilómetros recorridos. Comparar los resultados con los parámetros de eficiencia del equipo según diseño original. Inferir sobre si es recomendable continuar explotando los equipos o si es más económico sustituirlos. Proponer modelo para modernizar con el ahorro que se logre en un período.

Otro aspecto que se evaluará es la calidad con la que confeccionan los informes en cuanto a: dominio del idioma y la defensa de los mismos mediante la presentación de los resultados en PowerPoint. Debe evaluarse también la participación de los profesores tutores que podrán desempeñarse como tal en la defensa final del Trabajo de Diploma.

La clase encuentro número tres permitirá proponer un set de ejercicios ( Anexo 10) que integren todo lo aprendido. Siguiendo el formato de los ejercicios el profesor puede variar las cifras y seleccionar varios equipos de estudiantes (equipos de dos alumnos según sea el tamaño del grupo) y comparar los resultados para someterlos a discusión. Se formulará el modelo que más se ajuste a una realidad aplicable a situaciones de la empresa, sea de producción o de servicios donde se desempeñe como trabajador.

### **2.3 Corroborar la efectividad de la elaboración de la alternativa didáctica en la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II en el profesional de Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí.**

Se escoge este método empírico debido al poco tiempo que se tuvo para poder aplicar un experimento, el cual consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas, de aquí que este método se conozca con el nombre de Criterio de Expertos. Es uno de los métodos subjetivos de pronóstico más confiable (siempre

que se aplique siguiendo las indicaciones correspondientes) y constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, mediante la elaboración estadística de las opiniones de los expertos en el tema de que se trate.

El método se basa en la organización de un diálogo anónimo entre los expertos consultados de modo individual, a partir de la aplicación de un cuestionario y con el propósito de obtener un consenso general o los motivos discrepantes entre estos.

La consulta a los expertos se realizó a través del método de aproximación de Kendall. Para ello se aplicó un cuestionario (ver Anexo 7) donde primero aparece una descripción de la alternativa propuesta, una ejemplificación de la misma y declarando los objetivos de dicha alternativa, dando así una mayor información a los expertos, para que cada uno de ellos, de modo individual, se pronunciara con respecto a los aspectos puestos a consideración, esto lo realizan en una tabla que aparece en dicha encuesta y por último se piden dar otras sugerencias abiertas que consideren necesario para perfeccionar dicha alternativa.

El experimento consistió en escribir en la Tabla 1( Anexo 7), en una escala de cinco categorías, la valoración que ellos daban a cada uno de los seis aspectos señalados en dicha tabla. Para ello debían basarse en: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A) e inadecuado (I).

Los resultados de la evaluación realizada por los expertos a cada uno de los aspectos propuestos aparecen en la Tabla 4 (Anexo 8) transformados para posibilitar los cálculos por el método de aproximación de Kendall.

Los valores escala de 2 a 5 se corresponden con el sistema de evaluación que existe en la Enseñanza superior y se hizo corresponder con la valoración dada por los expertos en un orden ascendente, es decir, la mayor calificación, 5, fue dada a "Muy Adecuada" y así sucesivamente a las demás según se muestra en Tabla 3 del Anexo 7.

La información recopilada se muestra en la Tabla 4 del Anexo 8, ésta se introdujo y después se procesó por el paquete estadístico SPSS-15. Se realizó un análisis para pruebas no paramétricas para k muestras relacionadas.

La tabla 7 del Anexo 8 contiene la información relacionada con el coeficiente de concordancia W de Kendall, el valor del estadístico W, su transformación en Chi cuadrado (que adopta exactamente el mismo valor que el estadístico de Friedman), sus grados de libertad y el nivel crítico ( Sig. asintót. ). Puesto que el valor del nivel crítico (0,030) es menor que 0,05, podemos rechazar la hipótesis de concordancia nula y concluir que entre las puntuaciones de las seis variables estudiadas existe asociación significativa.

Este resultado nos permite asegurar que la valoración realizada por los expertos se comportó según lo esperado y que los aspectos que más contribuyen a la elaboración de la alternativa fueron: precisión y claridad de la alternativa propuesta, asequibilidad de la actividad a realizar con SPSS, favorecimiento al desarrollo de las habilidades a desarrollar en la actividad profesional del futuro Ingeniero.

No obstante, por todo lo antes expuesto, se puede inferir con un nivel de seguridad de más del 95 % que todos los aspectos fueron bien valorados y así lo constatan los resultados de la tabla 7 del Anexo 8. Queda señalar que los expertos dan a “Factibilidad de empleo de la alternativa propuesta.

Como se puede apreciar de forma general la alternativa propuesta ha sido considerada de bastante adecuada, aspecto muy importante debido a que proviene de un grupo de personas especialistas en el tema.

Los aspectos que con mayor frecuencia fueron emitidos por los expertos son:

- Valorar se pueda implementar un horario de consulta para incrementar el tiempo de utilización del SPSS en el análisis de los resultados observados por los estudiantes en sus centros de producción o de servicios.

- Favorecer el trabajo independiente y en colectivo, de los estudiantes, en actividades de investigación que coadyuven a mejorar la alternativa propuesta con problemas propios de la localidad.
- Analizar el nivel de complejidad de los ejercicios propuestos en las diferentes actividades.
- Considerar el papel de guía, orientador y facilitador de conocimientos del profesor.
- Propiciar, a través de la alternativa, que los estudiantes desarrollen más habilidades en el uso de las herramientas computacionales como vía imprescindible en los momentos actuales para aprendan a aprender.

## **CONCLUSIONES**

El análisis tendencial realizado al proceso de enseñanza aprendizaje permitió constatar que este ha transitado desde su enfoque más tradicional hasta la introducción de los medios computacionales más modernos que son el paradigma en las tendencias actuales. Sitúa la independencia del estudiante que aprende en un primer plano, convirtiéndose el docente en un facilitador de alternativas didácticas que propician y facilitan los cálculos matemáticos en un mundo que se muestra cada vez más complejo.

Los resultados obtenidos del estudio diagnóstico del problema evidencian un trabajo insuficiente en la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en el desarrollo de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, debido a la limitada utilización de medios que apoyaran la actividad cognoscitiva de los estudiantes en el proceso pedagógico de la asignatura.

La realización de la presente investigación ha permitido confeccionar una alternativa didáctica, para favorecer la Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos II, de la carrera Ingeniería Industrial en la Filial Universitaria de Mayarí como un recurso para la transformación de la práctica educativa pues logra la transformación de la realidad, la aplicación de los principios de la concepción del mundo, al proceso del conocimiento y a la práctica.

El proceso de valoración de la factibilidad de la alternativa mediante la realización de diagnósticos y la constatación de los resultados en su aplicación, demostró que la misma contribuye a la apropiación de los conocimientos sobre modelos estadísticos, en el desarrollo de habilidades para calcular e interpretar parámetros estadísticos e inferir a partir de los mismos.

## **RECOMENDACIONES**

Por la importancia de la temática que se ha abordado en el contexto de la presente investigación se recomienda:

- Diseñar acciones que les permitan a los profesores responsabilizados con el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de Modelos Estadísticos de los Procesos II instrumentar la alternativa en la práctica pedagógica en correspondencia con las exigencias actuales de la Filial Universitaria de Mayarí.
- Someter la alternativa a un proceso experimental, con vista a constatar su pertinencia para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y de otras carreras donde se necesita facilitar los cálculos estadísticos. Darle continuidad a la temática abordada con vista a su perfeccionamiento.

## Bibliografía

1. Aceituna, J. A. et al. Utilización del juego didáctico computarizado como puente cognitivo en los estudiantes que ingresan a la Universidad y que reciben la Física General. En Memorias del Congreso Informática en la Educación de la Convención Informática'98. 1998.
2. Addine Fernández, F. (2004). (Compiladora) Didáctica: teoría y práctica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba
3. Almira, C. Y Alvarez, A.: Caracterización y aplicaciones de los medios didácticos digitales. En preparación pedagógica para profesores de la Nueva Universidad Cubana, Ciudad de la Habana. 2007 \_\_p.30-46.
4. Alessi, S. M. Y Trollip, S. P. Computer based instruction. Method and Development. Ed. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, new Jersey. 1985.
5. Álvarez, a. Y Cabrera, J. Diseño, producción y evaluación de materiales didácticos digitales. En preparación pedagógica integral para profesores de la Nueva Universidad Cubana. Ciudad de la Habana (en impresión). 2007. \_\_p.1-25
6. Álvarez de Zayas, C. (1999) La Escuela en la Vida. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
7. Álvarez, V. Enseñanza de la matemática en carreras no matemáticas. Revista Educación Superior. No 3, 1994. revista del centro de estudios por el perfeccionamiento de la Educación Superior de la Universidad de la Habana.
8. Amillo, J. et al El laboratorio de matemática en la facultad de informática. Actas de las jornadas sobre enseñanza experimental de matemática en la Universidad Politécnica de Madrid. España. 1991.
9. Bartolomé, A. Aplicación de la informática en la enseñanza. En las nuevas tecnologías de la información en la educación. Eds Juan de Pablos y Carlos Gortari. Ed. Alfar Madrid pp. 113-137. 1992.

10. Castellanos Simons, D. (1999). La comprensión de los procesos del aprendizaje: apuntes para un marco conceptual. Centro de Estudios Educativos. ISPEJV. La Habana. Cuba.
11. Coloma, O. Una alternativa didáctica para el aprendizaje de contenidos relativos a funciones mediante computadoras. Tesis presentada en opción al título de Master en Informática Educativa. ISP "José de la Luz y Caballero" Holguín, Cuba. 1998.
12. Cortés, Z Y JOSÉ, C. Representando rectas. En memorias del Quinto Simposio en Educación Matemática. Microcomputadoras en el aula e investigación en educación matemática. Mérida, Yucatán, Nov.1993. Cuadernos de investigación No 31 Año VII Sept. 1994.
13. Croañas, J. et. al. Utilización de las computadoras como medio de enseñanza en las disciplinas de la especialidad de matemática. Informe final de investigación. ISP "Enrique José Varona". 1991.
14. Cruz. L. Sistema computarizado para la enseñanza-aprendizaje de las secciones cónicas. Tesis presentada en opción al título de Master en Informática Educativa. ISP "José de la Luz y Caballero" Holguín, Cuba. 1997.
15. Escalona, M. Tesis Presentada en Opción al Título de Master en Didáctica de la Matemática.(2003)\_\_124p.
16. Estrada, v. Y González, M. El modelo semipresencial y los espacios virtuales de aprendizaje. Aspectos metodológicos. (Dirección de Tecnología Educativa. Ministerio de Educación Superior). Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior, 2010.
17. Fernández–Valmayor, A. et al Panorama de la informática educativa: de los métodos conductistas a las teorías cognitivas. Revista Española de Pedagogía Enero – Abril Año XLIX. 1991. Revista de la ERM Universidad del Valle. Colombia. 1995.



18. García, A Y Martínez, A. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática. En revista Matemáticas. Enseñanza universitaria. Vol IV. No 1 y 2. Revista de la ERM Universidad del Valle. Colombia. 1995.
19. García, G. Herramientas orientadas al profesor para crear aplicaciones a la enseñanza utilizando técnicas avanzadas de computación. En Memorias del Congreso Informática en la Educación de la Convención Informática'98. 1998.
20. Gómez, L. I. Palabras de apertura del Ministro de Educación en el II Seminario Nacional para Educadores. 26 de noviembre del 2001.
21. González, T. [ et.al ]. Guía metodológica para la elaboración de informes finales de investigación y artículos científicos de investigación. COATZACOALCOS - VERACRUZ. México. 2004. \_\_ 44p.
22. González Soca, Ana M. y otros. (2009). La dinámica del proceso de enseñanza- aprendizaje mediante sus componentes. En: Fundamentos 70didácticos de la Educación Superior cubana / Oscar Ginoris Quesada. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
23. Gregorio, P.. Influencia de la computación en la enseñanza de la Matemática. Tesis en opción del grado científico de Doctor en Ciencias pedagógicas. Sancti Spiritus.1997 \_\_p120.
24. Guerra, C. (et al.). Estadística. Editorial Félix Varela. Ciudad de la Habana. 2004 \_\_p126.
25. Hernández Díaz, A. (2000). Una visión contemporánea del proceso de enseñanza- aprendizaje. CEPES. Universidad de la Habana.
26. Hernández, H. Vigotsky y la estructuración del conocimiento matemático. Experiencia cubana.RELME 11. Morelia, Mexico. 1997.
27. Herrero T. E."Configuración de nuevos escenarios y modelos pedagógicos con la aplicación de las TIC" en Preparación Pedagógica para profesores en la Nueva Universidad Cubana. 2007. \_\_p.15-42.

28. Jiménez Prado, Maria Luisa (2005). La tecnología Informática. Su Utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Curso 12 Pedagogía. La Habana.
29. Jiménez, J. A. Plan ZAHARA XXI: una propuesta de introducción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza. En las nuevas tecnologías de la información en la educación. Eds Juan de Pablos y Carlos Gortari. Ed. Alfar Madrid 1992. pp. 158-177.
30. Kazmier, L. Análisis estadístico para las empresas y la economía. Editorial Pueblo y Educación, 1972. \_\_p.391-468.
31. Kinnaman, D. Best of all. It isn't teacher proof! Revista Technology and Learning. May – June 1993.
32. Lage, C. Discurso de clausura del seminario nacional INTERNET. Junio 17 de 1996.
33. Labarrere, Guillermina et al. (1998). Pedagogía. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana
34. Malagón, M. [et.al]. La Mediación como potencial de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje” en Preparación Pedagógica para profesores de la Nueva Universidad Cubana.(2007.
35. Mariño, M. y Ortiz, E. ¿Lo didáctico o lo psicológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje? Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. CUBA, 1996\_\_10p.
36. Medina Rivilla, A. y Sevillano. L. M. (1995). Didáctica Adaptación. El curriculum. Fundamentación diseño, desarrollo y evaluación. Editorial Toran. Madrid. España.
37. Mejía, H. Estrategias didácticas por computadoras. Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV-IPN. Revista microcomputadoras en el aula e investigación en educación matemática. No 31, Año VII Sept. 1994. Pág 59-66.

38. Meléndez, A. Informática y Software Educativo. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación superior. Pontificia Universidad. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 1995.
39. Negrón, C Y Estrada, M, Aprendiendo a descubrir con la computadora. Ponencia al evento de Pedagogía 2001. Holguín.2000.
40. Leonard J.Kazmier. Análisis estadístico para las Empresas y la Economía. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. Segunda Edición en español.1972\_\_p.391-432.
41. Ortiz, E y Mariño, M (2004). Tendencias actuales en la Educación Superior. En Pedagogía Universitaria. Revista electrónica de la Dirección de Formación de Profesionales. MES. Cuba. Vol. IX. No.5
42. Radford, L. Hacia una nueva pedagogía de la matemática. Ponencia presentada en el primer congreso “Educación en Centroamérica, un enfoque pluridisciplinario” Guatemala, mayo 1989. Publicado en revista Pedagogía. Vol 7, No 21. Enero – Junio 1991. México.
43. Ramírez, G. La computadora, herramienta del proceso de enseñanza aprendizaje. RevistaEducación #48, México. P. 48-53. Nov. 1994.
44. Rodríguez, R. et. al. Introducción a la informática educativa. Año 2000.
45. Rodríguez, A, y Arteaga, S. La Alternativa Como Resultado Científico INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO “FÉLIX VARELA” VILLA CLARA.CECIP
46. Sampieri, R. Metodología de la Investigación. Cap 10-11 . Ed McGRAW HILL. INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.Atlacomulco 499 - 501, Fracc. Ind. San Andrés Atoto, 53500 Naucalpan de Juárez, Edo. de México (1997)\_\_78p.
47. Salazar, L. El uso de materiales concretos en la enseñanza de las Matemáticas. En Memorias del Congreso Informática en la Educación de la Convención Informática'98. 1998.

48. Segarra, LI. Juego y Matemática. En revista Aula de innovaciones educativas. No 78. Enero 1999.
49. Silvestre, M. (1999). Aprendizaje, educación y desarrollo. Editorial Pueblo y Educación, C. Habana, Cuba
50. Silvestre Oramas, M y Zilberstein Toruncha, J. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
51. Talízina, N. Conferencias sobre Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior. Universidad de La Habana.. 1985. 210 p.
52. Torres A., AIDA M. et al. La actividad matemática en el entorno tecnológico: El tema de la integral. En memorias del III Taller Internacional de Innovaciones Educativas Siglo XXI. Las Tunas. Cuba. 2003.
53. Vivas, j. Y Rodríguez, O. Una propuesta para la utilización pedagógica de la informática. Ministerio de Educación y Justicia. Argentina. 1995.
54. Zilberstein Toruncha, J y Valdés Veloz, H. (2001) Aprendizaje Escolar, Diagnóstico y calidad Educativa (Segunda Edición, Corregida y Aumentada). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Ediciones \* CEIDE \*, MÉXICO

## Anexo 1

### Encuesta realizada a profesores de de la Filial Universitaria de Mayarí.

Estimado profesor:

Necesitamos su colaboración para el logro exitoso de nuestra investigación, con la cual pretendemos ofrecer una alternativa para enfrentar el proceso de enseñanza aprendizaje en nuestras escuelas, por lo que le pedimos sea lo más preciso y sincero en sus respuestas. Muchas gracias por su colaboración.

#### I. Datos generales.

Categoría : Instructor\_\_\_ Asistente\_\_\_Auxiliar\_\_\_Titular\_\_\_\_\_

Años de experiencia:\_\_\_\_\_

Relacione los cursos de postgrados recibidos:

#### II. Cuestionario.

- 1- Mencione algunos de los conocimientos que posee de computación y cómo los ha adquirido, en caso contrario explique algunas causas por las que no los posee.
- 2- Marque con una X cuáles de los siguientes medios de enseñanza ha utilizado en sus clases encuentro.
  - a) \_\_\_ Libros de textos.
  - b) \_\_\_ Pizarra.
  - c) \_\_\_ Láminas.
  - d)\_\_\_ TIC
  - e) \_ Computadoras
- 2.1- Si marcó el inciso e) especifique \_\_\_Excel\_\_\_SPSS\_\_\_Eviews\_\_\_ESTADIS\_\_\_\_\_
- 2.2- Si no marcó el inciso e) diga qué causas Ud. considera han incidido en ello.
- 3- Refleje algunas ventajas y/o desventajas que le confiere al Proceso de Enseñanza Aprendizaje con apoyo de las computadoras.

## Anexo 2

Problema propuesto para realizar el diagnóstico:

Un estudio que se realizó en la imprenta XXL para obtener un modelo matemático que permitiera relacionar el tiempo empleado para encuadernar folletos y el total de páginas que estos contenían. Por el método de ensamblaje utilizado se supone que existe una fuerte relación entre estas dos variables: tiempo y total de páginas.

Acciones a realizar

- a) Dibuje un diagrama de dispersión
  - b) Obtenga la ecuación del modelo lineal
  - c) Trace dicha recta
  - d) ¿Qué tiempo habría que panificar si se realiza un pedido de 10 folletos de 15 páginas?
  - e) Realice una prueba de hipótesis para decidir si el modelo es lineal
  - f) Haga la tabla ANOVA de la regresión y calcule el coeficiente de determinación R.
  - g) ¿En tu caso propondrías este modelo?
1. Paradigma tradicional en la enseñanza de la matemática en el modelo semipresencial que actualmente se desarrolla en la Filial Universitaria de Mayarí.

Solución ejercicio diagnóstico

$$\text{Modelo general } Y_i = \beta_0 + \beta_1 Z_i + \mu_i$$

$$Z = f(x)$$

Tabla .1 datos Imp. XXL

Fórmulas

Observ	V.Ind	V.Dep
Datos	x	y
1	4	0.145
2	21	0.630
3	21	0.548
4	11	0.314
5	4	0.090
6	18	0.485
7	25	0.700
8	8	0.247
9	8	0.245
10	25	0.620
11	2	0.080

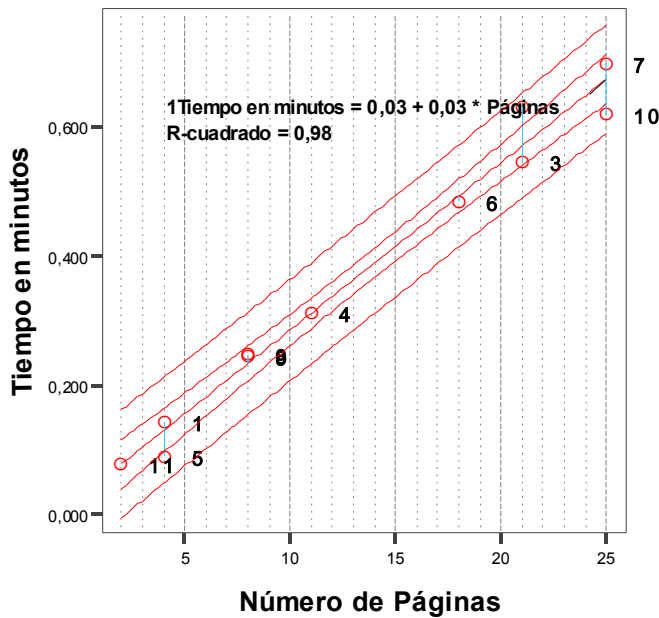
$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left[ \sum_{i=1}^n x_i \right]^2}{n}$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left[ \sum_{i=1}^n y_i \right]^2}{n}$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

**Diagrama de dispersión variable tiempo/Total de Páginas**



Regresión lineal con  
95,00% Intervalo de predicción de la media y  
Intervalo de predicción individual al 95,00%

Respuesta a los incisos a y c

Tabla para facilitar los cálculos de los mínimos cuadrados y los parámetros de modelo de regresión lineal. Cálculo de medias

$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$
4	0,145	0,580	16	0,021
21	0,630	13,230	441	0,397
21	0,548	11,508	441	0,300
11	0,314	3,454	121	0,099
4	0,090	0,360	16	0,008
18	0,485	8,730	324	0,235
25	0,700	17,500	625	0,490
8	0,247	1,976	64	0,061
8	0,245	1,960	64	0,060
25	0,620	15,500	625	0,384
2	0,080	0,160	4	0,006
$\Sigma$ 147	4,104	74,958	2741	2,062

$$\bar{X} = \frac{147}{11} = 13,36$$

$$\bar{Y} = \frac{4.104}{11} = 0,373$$

$$b = \frac{74.958 - \frac{147 * 4.104}{11}}{2741 - \frac{147^2}{11}} = 0.0259$$

$$b = \frac{74.958 - \frac{147 * 4.104}{11}}{2741 - \frac{147^2}{11}} = 0.0259$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 0.373 - 0.0259 * 13,36 = 0.027$$

$$\hat{Y} = 0.027 + 0.0259X$$

Tabla para cálculos de los demás parámetros y del ANOVA

$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$\hat{Y} = a + bx$	$\hat{y} - \bar{y}$	$(\hat{y} - \bar{y})^2$	$y_i - \hat{y}$	$(y_i - \hat{y})^2$
-9,364	87,678	-0,228	0,052	2,136	0,131	-0,242	0,059	0,014	0,000
7,636	58,314	0,257	0,066	1,962	0,571	0,198	0,039	0,059	0,003
7,636	58,314	0,175	0,031	1,336	0,571	0,198	0,039	-0,023	0,001
-2,364	5,587	-0,059	0,003	0,140	0,312	-0,061	0,004	0,002	0,000
-9,364	87,678	-0,283	0,080	2,651	0,131	-0,242	0,059	-0,041	0,002
4,636	21,496	0,112	0,013	0,519	0,493	0,120	0,014	-0,008	0,000
11,636	135,405	0,327	0,107	3,804	0,675	0,301	0,091	0,026	0,001
-5,364	28,769	-0,126	0,016	0,676	0,234	-0,139	0,019	0,013	0,000
-5,364	28,769	-0,128	0,016	0,687	0,234	-0,139	0,019	0,011	0,000
11,636	135,405	0,247	0,061	2,873	0,675	0,301	0,091	-0,055	0,003
-11,364	129,132	-0,293	0,086	3,331	0,079	-0,294	0,087	0,001	0,000
$\Sigma$ 0	776,545	0,000	0,531	20,114	4,104	0,000	0,521	0,000	0,010

Décima de la pendiente en el modelo

Planteamiento

H<sub>0</sub>: b=0 hipótesis de nulidad

H<sub>1</sub>: b≠0, se rechaza H<sub>0</sub>, b≠0

$$SC_{Reg} = b \left[ \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n} \right] = 0.0259 * 20.114 = 0.521$$

$$\frac{CM_{Reg}}{CM_{Res}} \rangle F_{\alpha ; 1 ; n - 2}$$



$$SCT = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left[ \sum_{i=1}^n y_i \right]^2}{n} = 2.061 - \frac{(4.104)^2}{11} = 0.530$$

$$\frac{CMReg}{CMRes} = \frac{0.521}{0.001} = 521$$

$$SC\ Res = SCT - SC\ Reg = 0.530 - 0.521 = 0.009$$

Tabla ANOVA de la Regresión

<i>Fuentes de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Fisher Calcul.</i>
<i>Total</i>	<i>SCT</i>	<i>n - 1</i>		
<i>Regresión</i>	<i>SC Reg</i>	1	<i>CM Reg = SC Reg</i>	
<i>Residuo</i>	<i>SC Res</i>	<i>n - 2</i>	<i>CM Res = SC Res / n - 2</i>	$\frac{CM\ Reg}{CM\ Res}$

<i>Fuentes de Variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Cuadrados Medios</i>	<i>Fisher Calcul.</i>
<i>Total</i>	0.531	10		
<i>Regresión</i>	0.521	1	0.521	
<i>Residuo</i>	0.010	9	0.001	521

Se rechaza  $H_0$ , pues la  $F_{\alpha = 0.05, 1, 9} = 10.6$  es menor que la F calculada, que es de 521, por lo tanto  $b \neq 0$ , prueba de linealidad, se acepta el modelo  $\hat{Y} = 0.027 + 0.0259X$

Bibliog. Análisis de regresión y series cronológicas, Colectivo de autores

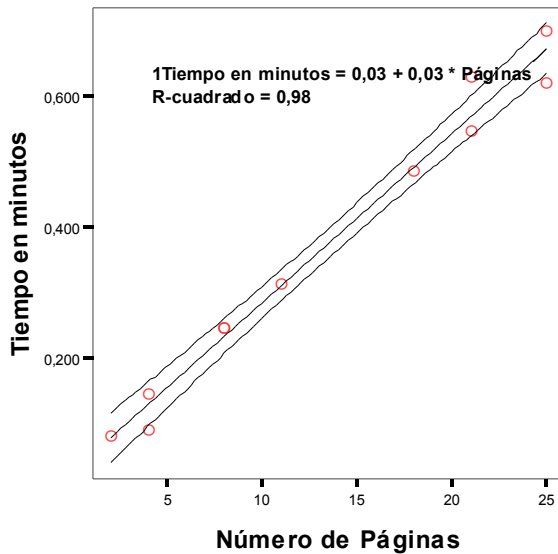
Conceptos Básicos (p. 10-25); Método M. Cuadrados (p. 30-43); ANOVA en la regresión (p. 44-53 y 58-63); Coeficiente de correlación (p.178-185);Intervalo de confianza (p. 167-172).

Ejercicio Estudio Independiente; Laboratorio de Estadística II, (p.139-152)

2. Alternativa didáctica o nuevo paradigma que proponemos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en la Filial Universitaria Mayarí.

Con los mismos datos respondemos el ejercicio planteado pero, con una marcada diferencia: los cálculos, gráficos, tablas, ecuación, pruebas de hipótesis, intervalo de confianza, regresión, correlación y ANOVA son realizados con el software SPSS 15 para Windows.

**Diagrama de dispersión**



Regresión lineal con  
Intervalo de predicción de la media al 95,00%

**Variables introducidas/eliminadas(b)**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Páginas(a)	.	Introducir

a Todas las variables solicitadas introducidas

b Variable dependiente: Tiempo

## Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
				Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. del cambio en F
1	,991 <sup>a</sup>	,981	,033077	,981	476,160	1	9	,000

a. Variables predictoras: (Constante), Páginas

Décima para probar si existe correlación entre las dos variables, prueba de de F.

## Análisis de varianza del modelo de regresión ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,521	1	,521	476,160	,000(a)
	Residual	,010	9	,001		
	Total	,531	10			

a Variables predictoras: (Constante), Páginas

b Variable dependiente: Tiempo

## Coeficientes de la ecuación de regresión estimada

		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	valores de t calculados para los parámetros a y b	Significación prueba de t.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.				Beta	Límite inferior
1	a	,027	,019		1,439	,184	-,015	,069
	b	,026	,001	,991	21,821	,000	,023	,029

a. Variable dependiente: Tiempo

$$\hat{y} = 0.027 + 0.026x$$

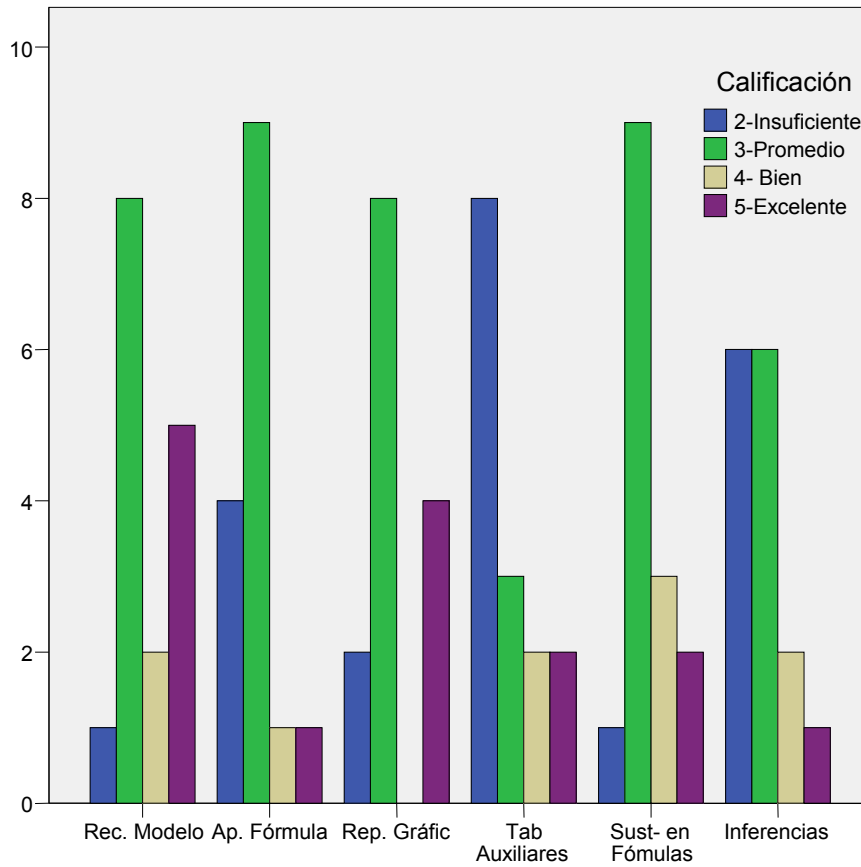
El estudiante sólo tiene que: utilizar un lenguaje científico, buena redacción y tomar la decisión (inciso d del ejemplo ANEXO 1) de, en casos similares, cómo organizar la fuerza de trabajo, la materia prima necesaria y hacer un uso racional de los equipos para lograr un ahorro de la energía disponible. Con un mínimo de recursos se llega al mismo resultado pero más seguros al inferir, desde posiciones probabilísticas, sobre el modelo optimizado.

## Anexo 3

Tabla 1 de contingencia .Calificación Habilidades Método actual

			Calificación				Total
			2-Insuficiente	3-Promedio	4- Bien	5-Excecente	
Descripción de la Norma	Rec. Modelo	Recuento	1	8	2	5	16
		% de Descripción de la Norma	6,3%	50,0%	12,5%	31,3%	100,0%
	Ap. Fórmula	Recuento	4	9	1	1	15
		% de Descripción de la Norma	26,7%	60,0%	6,7%	6,7%	100,0%
	Rep. Gráfico	Recuento	2	8	0	4	14
		% de Descripción de la Norma	14,3%	57,1%	,0%	28,6%	100,0%
	Tab Auxiliares	Recuento	8	3	2	2	15
		% de Descripción de la Norma	53,3%	20,0%	13,3%	13,3%	100,0%
	Sust- en Fómulas	Recuento	1	9	3	2	15
		% de Descripción de la Norma	6,7%	60,0%	20,0%	13,3%	100,0%
	Inferencias	Recuento	6	6	2	1	15
		% de Descripción de la Norma	40,0%	40,0%	13,3%	6,7%	100,0%
Total		Recuento	22	43	10	15	90
		% de Descripción de la Norma	24,4%	47,8%	11,1%	16,7%	100,0%

por habilidad demostrada en el ejercicio diagnóstico  
**Gráfico 3** tabla de contingencia Notas de Calificación



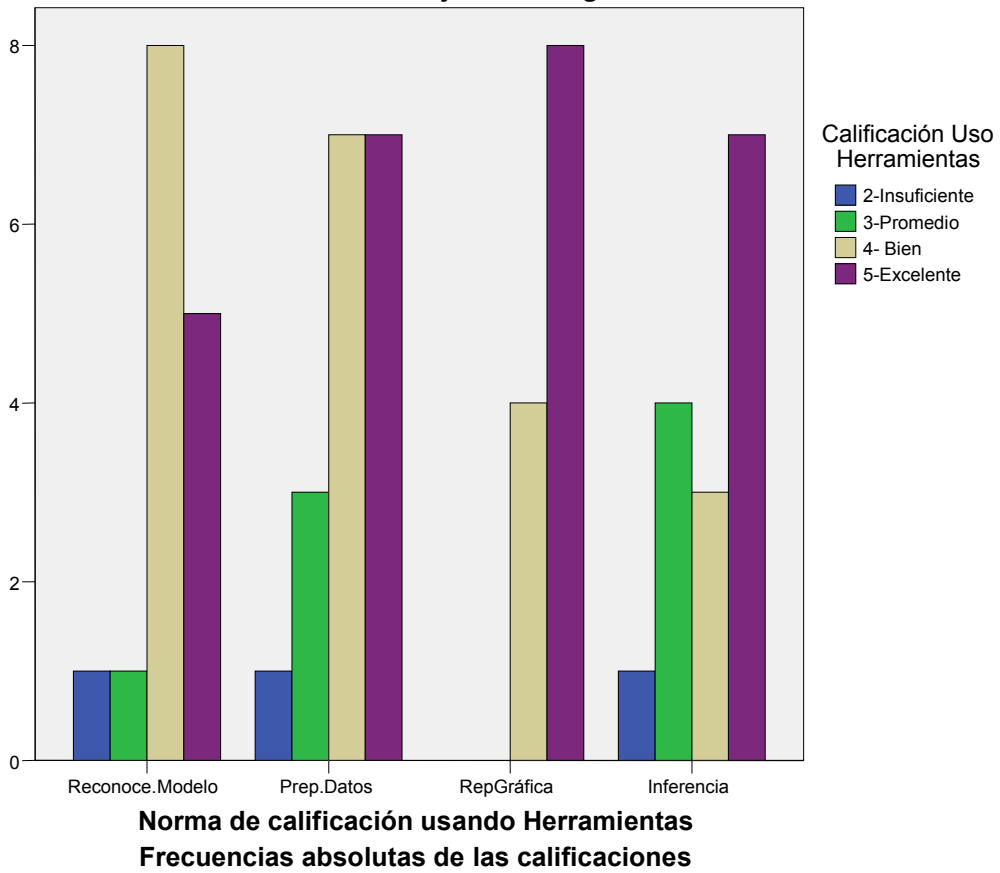
**Norma de calificación método tradicional**

**Frecuencias absolutas de las calificaciones**

**Tabla 2 de contingencia Calificación Uso Herramientas**

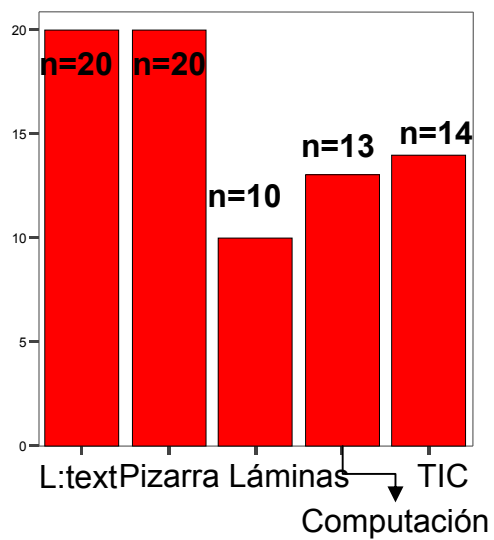
			Calificación Uso Herramientas				Total
			2-Insuficiente	3-Promedio	4- Bien	5-Excelente	
Descripción Normas Herramientas	Rec.Mo delo	Recuento % de Descripción Normas Herramientas	1 6,7%	1 6,7%	8 53,3%	5 33,3%	15 100,0%
	Prep.Datos	Recuento % de Descripción Normas Herramientas	1 5,6%	3 16,7%	7 38,9%	7 38,9%	18 100,0%
	RepGráfica	Recuento % de Descripción Normas Herramientas	0 0%	0 0%	4 33,3%	8 66,7%	12 100,0%
	Inferencia	Recuento % de Descripción Normas Herramientas	1 6,7%	4 26,7%	3 20,0%	7 46,7%	15 100,0%
Total		Recuento % de Descripción Normas Herramientas	3 5,0%	8 13,3%	22 36,7%	27 45,0%	60 100,0%

**Gráfico 4** Tabla de contingencia Notas de Calificación por habilidad demostrada en el ejercicio diagnóstico



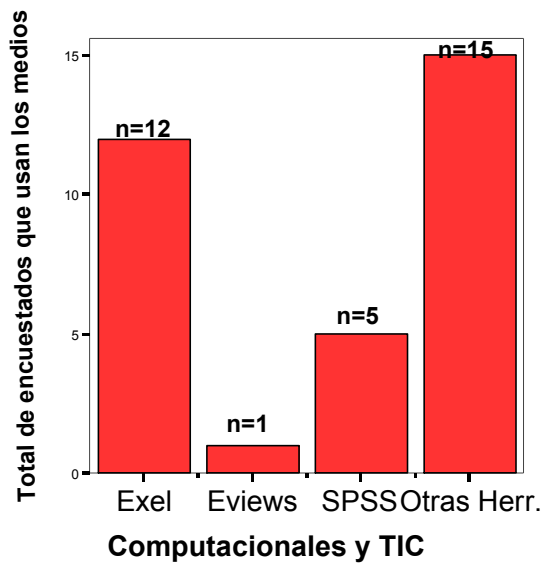
## Anexo 4

Medios más utilizados



Medios Utilizados

Uso de medios especializados





## Anexo 5

Problema propuesto:

Un estudio que se realizó en la imprenta XXL para obtener un modelo matemático que permitiera relacionar el tiempo empleado para encuadernar folletos y el total de páginas que estos contenían. Por el método de ensamblaje utilizado se supone que existe una fuerte relación entre estas dos variables: tiempo y total de páginas.

Acciones a realizar

Con ayuda del SPSS-15 introduzca los datos del problema que se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla .1 datos Imp. XXL

<i>Observ</i>	<i>V.Ind</i>	<i>V.Dep</i>
<i>Datos</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
1	4	0.145
2	21	0.630
3	21	0.548
4	11	0.314
5	4	0.090
6	18	0.485
7	25	0.700
8	8	0.247
9	8	0.245
10	25	0.620
11	2	0.080

- Cree la variable independiente  $y$  y dé el nombre *nopag*, tipo de datos seleccione *numérico* con, al menos dos cifras, y etiqueta *número de páginas*
- Cree la Variable dependiente *tiemutil* tipo numérica con tres cifras decimales y etiqueta *Tiempo empleado en ensamblar*
- Guarde los mismos en una carpeta previamente definida para archivar actividades del curso
- Seleccione la opción Dibuje un diagrama de dispersión

- e) Obtenga la ecuación del modelo lineal
- f) Trace dicha recta
- g) ¿Qué tiempo habría que planificar si se realiza un pedido de 10 folletos de 15 páginas?
- h) ¿En tu caso propondrías este modelo?

**Modelo general**  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 Z_i + \mu_i$   
 $Z = f(x); \mu$ : Residuos

## **Anexo 6**

### **Análisis de correlación lineal: los procedimientos Correlaciones bivariadas y Correlaciones parciales.**

Cuando se analizan datos, el interés del analista suele centrarse en dos grandes objetivos: comparar grupos y estudiar relaciones. En el capítulo 12 (estos capítulos están en el manual de usuarios de SPSS que se adjunta a esta investigación), hemos descrito ambos aspectos del análisis referidos a variables categóricas. En los capítulos 13, 14, 15 y 16 hemos estudiado una serie de técnicas de análisis diseñadas para comparar grupos en una variable cuantitativa. Nos falta saber cómo estudiar la relación entre variables cuantitativas. Suele decirse que los sujetos más frustrados son también más agresivos; que cuanto mayor es el nivel educativo, mayor es el nivel de renta; que los niveles altos de colesterol en sangre suelen ir acompañados de dietas alimenticias ricas en grasas; que los sujetos muestran más interés por una tarea cuanto mayor es el tamaño de la recompensa que reciben; etc.

En todos los ejemplos mencionados se habla de la relación entre dos variables. En este capítulo se estudian algunos índices estadísticos que permiten cuantificar el grado de relación existente entre dos variables. Este capítulo también trata sobre la correlación parcial. La correlación parcial se refiere a la relación neta entre dos variables. Es decir, a la relación existente entre dos variables cuando controlamos (eliminamos de esa relación) el efecto atribuible a terceras variables.

#### **Correlación lineal simple**

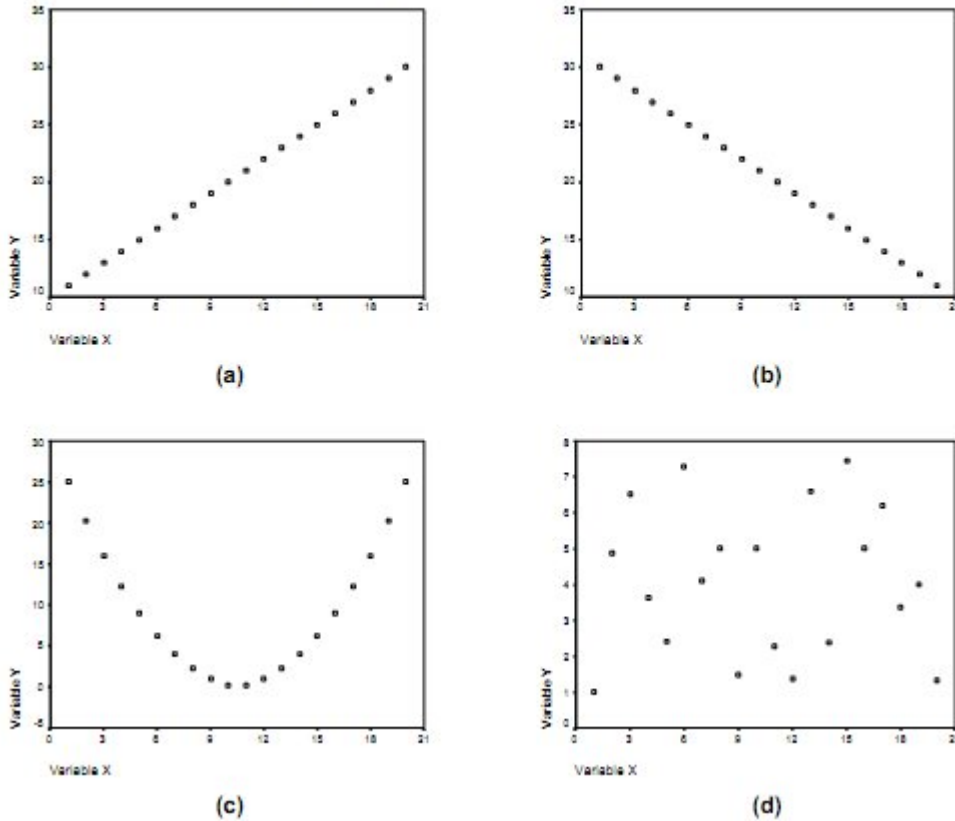
El concepto de relación o correlación se refiere al grado de variación conjunta existente entre dos o más variables. En este apartado nos vamos a centrar en el estudio de un tipo particular de relación llamada lineal y nos vamos a limitar a considerar únicamente dos variables (simple). En el próximo capítulo sobre Regresión lineal estudiaremos el caso de más de dos variables. Una relación lineal positiva entre dos variables  $X_i$  e  $Y_i$  indica que los valores de las dos variables varían de forma parecida: los sujetos que puntúan alto en  $X_i$  tienden a puntuar alto en  $Y_i$  y los que puntúan bajo en  $X_i$  tienden a puntuar bajo en  $Y_i$ .

Una relación lineal negativa significa que los valores de las dos variables varían justamente al revés: los sujetos que puntúan alto en  $X_i$  tienden a puntuar bajo en  $Y_i$  y los que puntúan bajo en  $X_i$  tienden a puntuar alto en  $Y_i$ .

La forma más directa e intuitiva de formarnos una primera impresión sobre el tipo de relación existente entre dos variables es a través de un diagrama de dispersión. Un diagrama de dispersión es un gráfico en el que una de las variables ( $X_i$ ) se coloca en el eje de abscisas, la otra ( $Y_i$ ) en el de ordenadas y los pares ( $x_i, y_i$ ) se representan como una nube de puntos. La forma de la nube de puntos nos informa sobre el tipo de relación existente entre las variables. La figura 17.1 recoge cuatro diagramas de dispersión que reflejan cuatro tipos de relación diferentes.

La figura 17.1.a muestra una situación en la que cuanto mayores son las puntuaciones en una de las variables, mayores son también las puntuaciones en la otra; cuando ocurre esto, los puntos se sitúan en una línea recta ascendente y hablamos de *relación lineal positiva*. La figura 17.1.b representa una situación en la que cuantos mayores son las puntuaciones en una de las variables, menores son las puntuaciones en la otra; en este caso, los puntos se sitúan en una línea recta descendente y hablamos de *relación lineal negativa*. En la situación representada en la figura 17.1.c también existe una pauta de variación clara, pero no es lineal: los puntos no dibujan una línea recta. Y en la figura 17.1.d no parece existir ninguna pauta de variación clara, lo cual queda reflejado en una nube de puntos dispersa, muy lejos de lo que podría ser una línea recta.

Figura 17.1. Diagramas de dispersión expresando diferentes tipos de relación.



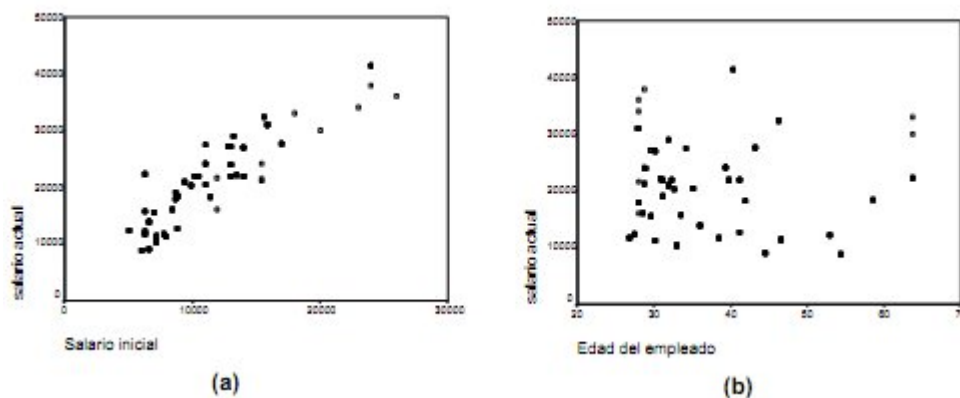
Vemos, pues, que un diagrama de dispersión nos permite formarnos una idea bastante aproximada sobre el tipo de relación existente entre dos variables. Pero, además, observando los diagramas de la figura 17.1, podemos ver que un diagrama de dispersión también puede utilizarse como una forma de cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables: basta con observar el grado en el que la nube de puntos se ajusta a una línea recta.

Sin embargo, utilizar un diagrama de dispersión como una forma de cuantificar la relación entre dos variables no es, en la práctica, tan útil como puede parecer a primera vista. Esto es debido a que la relación entre dos variables no siempre es perfecta o nula: habitualmente no es ni lo uno ni lo otro. Consideremos los diagramas de dispersión de la figura 17.2. En el diagrama de la figura 17.2.a, los puntos, aun no estando situados todos ellos una línea recta, se aproximan bastante a ella. Podríamos encontrar una línea recta ascendente que representara de forma bastante aproximada el conjunto total de los puntos del diagrama, lo cual

indica que la relación entre las variables salario inicial y salario actual es lineal y positiva: a mayor salario inicial, mayor salario actual.

En el diagrama 17.2.b, por el contrario, da la impresión de que no hay forma de encontrar una recta que se aproxime a los puntos. Al margen de que entre las variables edad y salario actual pueda existir algún tipo de relación, parece claro que la relación no es de tipo lineal.

Figura 17.2. Diagramas de dispersión representando relación lineal (a) e independencia lineal (b).



Estas consideraciones sugieren que hay nubes de puntos a las que es posible ajustar una línea recta mejor de lo que es posible hacerlo a otras. Por lo que el ajuste de una recta a una nube de puntos no parece una cuestión de todo o nada, sino más bien de grado (más o menos ajuste). Lo cual nos advierte sobre la necesidad de utilizar algún índice numérico capaz de cuantificar ese grado de ajuste con mayor precisión de lo que nos permite hacerlo una simple inspección del diagrama de dispersión.

Estos índices numéricos suelen denominarse coeficientes de correlación y sirven para cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables cuantitativas. Por supuesto, al mismo tiempo que permiten cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables, también sirven para valorar el grado de ajuste de la nube de puntos a una línea recta.

Para obtener algunos de estos coeficientes de correlación:

- Seleccionar la opción **Correlaciones > Bivariadas** del menú **Analizar** para acceder al cuadro de diálogo **Correlaciones Bivariadas** que muestra la figura 17.3.

Figura 17.3. Cuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas*.



La lista de variables muestra únicamente las variables del archivo de datos que poseen formato numérico. Desde este cuadro de diálogo es posible obtener varios coeficientes de correlación y algunos estadísticos descriptivos básicos. Para ello:

- Seleccionar las variables cuantitativas cuyo grado de relación se desea estudiar y trasladarlas a la lista **Variables**. Es necesario trasladar al menos dos variables.

**Coeficientes de correlación.** Pueden seleccionarse uno o más de los siguientes tres coeficientes de correlación:

- G Pearson. El coeficiente de correlación de Pearson (1896) es, quizá, el mejor coeficiente y el más utilizado para estudiar el grado de relación lineal existente entre dos variables cuantitativas. Se suele representar por  $r$  y se obtiene tipificando el promedio de los productos de las puntuaciones diferenciales de cada caso (desviaciones de la media) en las dos variables correlacionadas:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n S_x S_y}$$

( $x_i$  e  $y_i$  se refieren a las puntuaciones diferenciales de cada par;  $n$  al número de casos;

y  $S_x$  y  $S_y$  a las desviaciones típicas de cada variable).

El coeficiente de correlación de Pearson toma valores entre -1 y 1: un valor de 1 indica relación lineal perfecta positiva; un valor de -1 indica relación lineal perfecta negativa (en ambos casos los puntos se encuentran dispuestos en una línea recta); un valor de 0 indica relación lineal nula (lo que ocurre, por ejemplo, en los ejemplos de las figuras 17.1.c y 17.1.d). El coeficiente  $r$  es una medida simétrica: la correlación entre  $X_i$  e  $Y_i$  es la misma que entre  $Y_i$  y  $X_i$ .

Es importante señalar que un coeficiente de correlación alto no implica causalidad. Dos variables pueden estar linealmente relacionadas (incluso muy relacionadas) sin que una sea causa de la otra.

Al marcar la opción Pearson el Visor ofrece una matriz de correlaciones cuadrada, con **unos** en la diagonal (pues la relación entre una variable y ella misma es perfecta si bien esos **unos** son el resultado de tipificar la varianza de cada variable) y con los coeficientes de correlación entre cada dos variables duplicados en los triángulos superior e inferior de la matriz. Cada coeficiente aparece acompañado del número de casos sobre el que ha sido calculado y del nivel crítico que le corresponde bajo la hipótesis nula de que su verdadero valor poblacional es cero.

- **Tau-b de Kendall.** Este coeficiente de correlación es apropiado para estudiar la relación entre variables ordinales. Se basa en el número de inversiones y no inversiones entre casos y ya ha sido descrito en el capítulo 12, en el apartado Estadísticos: Datos ordinales. Toma valores entre -1 y 1, y se interpreta exactamente igual que el coeficiente de correlación de Pearson.

La utilización de este coeficiente tiene sentido si las variables no alcanzan el nivel de medida de intervalo y/o no podemos suponer que la distribución poblacional conjunta de las variables sea normal.

- **Spearman.** El coeficiente de correlación rho de Spearman (1904) es el coeficiente de correlación de Pearson, pero aplicado después de transformar las puntuaciones originales en rangos. Toma valores entre -1



y 1, y se interpreta exactamente igual que el coeficiente de correlación de Pearson.

Al igual que ocurre con el coeficiente **tau-b de Kendall**, el de **Spearman** puede utilizarse como una alternativa al de **Pearson** cuando las variables estudiadas son ordinales y/o se incumple el supuesto de normalidad.

**Prueba de significación.** Junto con cada coeficiente de correlación, el Visor ofrece la información necesaria para contrastar la hipótesis nula de que el valor poblacional del coeficiente es cero. Esta hipótesis se contrasta mediante un valor tipificado que, en el caso del coeficiente de correlación de Pearson, adopta la siguiente forma:

$$T = r_{xy} \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r_{xy}^2}$$

Si suponemos que la muestra utilizada ha sido aleatoriamente extraída de una población en la que las dos variables correlacionadas se distribuyen normalmente, el estadístico T se distribuye según el modelo de probabilidad t de Student con  $n-2$  grados de libertad. El SPSS permite seleccionar el nivel crítico deseado:

- **Bilateral.** Opción apropiada para cuando no existen expectativas sobre la dirección de la relación. Indica la probabilidad de obtener coeficientes tan alejados de cero o más que el valor obtenido.
- **Unilateral.** Opción apropiada para cuando existen expectativas sobre la dirección de la relación. Indica la probabilidad de obtener coeficientes tan grandes o más grandes que el obtenido si el coeficiente es positivo, o tan pequeños o más pequeños que el obtenido si el coeficiente es negativo.
- **Marcar las correlaciones significativas.** Esta opción, que se encuentra activa por defecto, permite obtener el nivel crítico exacto asociado a cada coeficiente de correlación. Si se desactiva esta opción, en lugar del nivel crítico, el Visor muestra un asterisco al lado de los coeficientes con nivel crítico menor que 0,05 y dos asteriscos al lado de los coeficientes con nivel crítico menor que 0,01.

## Opciones

Para obtener alguna información adicional (algunos estadísticos descriptivos, la covarianza, etc.) y controlar el tratamiento que se desea dar a los valores perdidos:

- Pulsar el botón **Opciones...** del cuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas* (ver figura 17.3) para acceder al subcuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas: Opciones* que muestra la figura 17.4.

Figura 17.4. Subcuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas: Opciones*.



**Estadísticos.** Si se ha elegido el coeficiente de correlación de Pearson (ver figura 17.3), este recuadro permite seleccionar una o más de las siguientes opciones:

- **Medias y desviaciones típicas.** Muestra, para cada variable, la media aritmética, la desviación típica insesgada y el número de casos válidos.
- **Productos cruzados y covarianzas.** Muestra, para cada par de variables, el numerador del coeficiente de correlación de Pearson (es decir, los productos cruzados de las desviaciones de cada puntuación respecto de su media) y ese mismo numerador dividido por  $nn-1$  (es decir, la covarianza).

**Valores perdidos.** Las dos opciones de este recuadro permiten seleccionar el tratamiento que se desea dar a los valores perdidos.

- **Excluir casos según pareja.** Se excluyen del cálculo de cada coeficiente de correlación los casos con valor perdido en alguna de las dos variables que se están correlacionando.
- **Excluir casos según lista.** Se excluyen del cálculo de todos los coeficientes de correlación solicitados los casos con valor perdido en cualquiera de las variables seleccionadas en la lista Variables.

## Ejemplo (Correlaciones > Bivariadas)

Este ejemplo muestra cómo obtener los coeficientes de correlación y los estadísticos del procedimiento **Correlaciones bivariadas**.

- En el cuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas* (ver figura 17.3), seleccionar las variables *tiempemp* (meses desde el contrato), *salini* (salario inicial) y *salario* (salario actual) y trasladarlas a la lista **Variables**.
- Marcar las opciones **Pearson, Tau-b de Kendall y Spearman** del recuadro **Coeficientes de correlación**.
- Pulsar el botón **Opciones...** para acceder al cuadro de diálogo *Correlaciones bivariadas: Opciones* (ver figura 17.4) y, en el recuadro **Estadísticos**, marcar las opciones **Medias y desviaciones típicas y Productos cruzados y covarianzas**.

Aceptando estas elecciones, el *Visor de resultados* ofrece la información que recogen las tablas 17.1, 17.2 y 17.3.

La primera de ellas (tabla 17.1) contiene información descriptiva: la media aritmética, la desviación típica insesgada y el número de casos válidos; todo ello, para cada variable individualmente considerada.

Tabla 17.1. Tabla de estadísticos descriptivos.

	Media	Desviación típica	N
Meses desde el contrato	81,11	10,06	474
Salario inicial	\$17,016.09	\$7,870.64	474
Salario actual	\$34,419.57	\$17,075.66	474

La tabla 17.2 ofrece la información referida al *coeficiente de correlación de Pearson*. Cada celda contiene cinco valores referidos al cruce entre cada dos variables: 1) el valor del coeficiente de correlación de Pearson; 2) el nivel crítico bilateral que corresponde a ese coeficiente (Sig. *bilateral*; el nivel crítico unilateral puede obtenerse dividiendo por 2 el bilateral); 3) la suma de cuadrados (para el cruce de una variable consigo misma) y la suma de productos cruzados (para el cruce de dos variables distintas); 4) la covarianza; y 5) el número de casos válidos (N) sobre el que se han efectuado los cálculos.

El nivel crítico permite decidir sobre la hipótesis nula de independencia lineal (o lo que es lo mismo, sobre la hipótesis de que el coeficiente de correlación vale cero en la población). Rechazaremos la hipótesis nula de independencia (y concluiremos que existe relación lineal significativa) cuando el nivel crítico sea menor que el nivel de significación establecido (generalmente, 0,05). Así, basándonos en los niveles críticos de la tabla 17.2, podemos afirmar que, mientras las variables *salario inicial* y *salario actual* correlacionan significativamente (Sig. = 0,000), la *variable meses* desde el contrato no correlaciona ni con la variable *salario inicial* (Sig. = 0,668) ni con la variable *salario actual* (Sig. = 0,067).

El SPSS no puede calcular un coeficiente de correlación cuando todos los casos de una de las variables (o de las dos) son casos con valores perdidos, o cuando todos los casos tienen el mismo valor en una o en las dos variables correlacionadas. Cuando ocurre esto, el SPSS sustituye el coeficiente de correlación por una coma (también muestra una coma en lugar del nivel crítico -- Sig.- que corresponde al cruce de una variable consigo misma).

Tabla 17.2. Tabla resumen del coeficiente de correlación de Pearson.

		Meses desde el contrato	Salario inicial	Salario actual
Meses desde el contrato	Correlación de Pearson	1,000	-,020	,084
	Sig. (bilateral)	.	,668	,067
	Suma de cuadr. y prod. cruzados	47878,295	-739866,498	6833347,489
	Covarianza	101,223	-1564,200	14446,823
	N	474	474	474
Salario inicial	Correlación de Pearson	-,020	1,000	,880**
	Sig. (bilateral)	,668	.	,000
	Suma de cuadr. y prod. cruzados	-739866,498	29300904965,454	55948605047,732
	Covarianza	-1564,200	61946944,959	118284577,268
	N	474	474	474
Salario actual	Correlación de Pearson	,084	,880**	1,000
	Sig. (bilateral)	,067	,000	.
	Suma de cuadr. y prod. cruzados	6833347,489	55948605047,732	137916495436,34
	Covarianza	14446,823	118284577,268	291578214,453
	N	474	474	474

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 17.3. recoge la información referida a los coeficientes *tau-b de Kendall* y *rho de Spearman*. En esta tabla aparecen tres valores por cada cruce de variables: 1) el valor del coeficiente de correlación; 2) el nivel crítico asociado a cada coeficiente (Sig.); y 3) el número de casos sobre el que se ha calculado cada coeficiente. Puesto que estos coeficientes se basan en las propiedades ordinales de los datos, su valor y su nivel crítico no tienen por qué ser los mismos que los

obtenidos con el coeficiente de correlación de Pearson. De hecho, tanto con el coeficiente *tau-b* como con el coeficiente *rho*, la relación entre las variables *meses desde el contrato* y *salini* ha pasado a ser significativa (0,022).

Tabla 17.3. Tabla resumen: coeficientes *rho* de Spearman y *tau-b* de Kendall.

			Meses desde el contrato	Salario inicial	Salario actual
Tau_b de Kendall	Meses desde el contrato	Coefficiente de correlación	1,000	-,046	,071*
		Sig. (bilateral)	.	,146	,022
		N	474	474	474
	Salario inicial	Coefficiente de correlación	-,046	1,000	,656**
		Sig. (bilateral)	,146	.	,000
		N	474	474	474
	Salario actual	Coefficiente de correlación	,071*	,656**	1,000
		Sig. (bilateral)	,022	,000	.
		N	474	474	474
Rho de Spearman	Meses desde el contrato	Coefficiente de correlación	1,000	-,063	,105*
		Sig. (bilateral)	.	,168	,023
		N	474	474	474
	Salario inicial	Coefficiente de correlación	-,063	1,000	,826**
		Sig. (bilateral)	,168	.	,000
		N	474	474	474
	Salario actual	Coefficiente de correlación	,105*	,826**	1,000
		Sig. (bilateral)	,023	,000	.
		N	474	474	474

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

## Correlación parcial

El procedimiento **Correlaciones parciales** permite estudiar la relación lineal existente entre dos variables controlando el posible efecto de una o más variables extrañas. Un coeficiente de correlación parcial es una técnica de control estadístico que expresa el grado de relación lineal existente entre dos variables tras eliminar de ambas el efecto atribuible a terceras variables.

Por ejemplo, se sabe que la correlación entre las variables *inteligencia* y *rendimiento escolar* es alta y positiva. Sin embargo, cuando se controla el efecto de terceras variables como el *número de horas de estudio* o el *nivel educativo de los padres*, la correlación entre *inteligencia* y *rendimiento* desciende, lo cual indica que la relación entre *inteligencia* y *rendimiento* está condicionada, depende o está modulada por las variables sometidas a control.

Para obtener correlaciones parciales:

- Seleccionar la opción **Correlaciones**> Parciales... del menú **Analizar** para acceder al cuadro de diálogo Correlaciones parciales que muestra la figura 17.5.

Figura 17.5. Cuadro de diálogo Correlaciones parciales.



La lista de variables muestra un listado de las variables del archivo de datos que poseen formato numérico. Para obtener un coeficiente de correlación parcial:

- Trasladar a la lista **Variables** las variables que interesa correlacionar.
- Trasladar a la lista **Controlando** para las variables cuyo efecto se desea controlar.

El procedimiento **Correlaciones parciales** puede manipular un total de 400 variables, de las cuales hasta un máximo de 100 pueden ser variables sobre las que se ejerce control.

La ecuación para obtener el coeficiente de correlación parcial depende del número de variables que se estén controlando:

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}} \quad (\text{correlación parcial de primer orden})$$

$$r_{12.34} = \frac{r_{12.3} - r_{14.3}r_{24.3}}{\sqrt{(1 - r_{14.3}^2)(1 - r_{24.3}^2)}} \quad (\text{correlación parcial de segundo orden})$$

Los coeficientes de mayor orden se obtienen siguiendo la misma lógica. Hablamos de correlación de *primer orden* para indicar que se está controlando el efecto de

una variable; de *segundo orden*, para indicar que se está controlando el efecto de dos variables; etc. Lógicamente, cuando no se está controlando ninguna variable, es decir, cuando utilizamos el coeficiente de correlación de Pearson del apartado anterior, hablamos de correlación de *orden cero*.

**Prueba de significación.** Junto con cada coeficiente de correlación parcial, el Visor ofrece la información necesaria para contrastar la hipótesis nula de que el valor poblacional del coeficiente de correlación vale cero. Esta hipótesis se contrasta mediante un valor tipificado del coeficiente de correlación parcial que adopta la siguiente forma:

$$T = r_{12,k} \sqrt{m-k-2} / \sqrt{1-r_{12,k}^2}$$

Donde  $m$  se refiere al número mínimo de casos con puntuación válida en el conjunto de posibles correlaciones de orden cero entre cada par de variables seleccionadas (es decir, el número de casos de la correlación de orden cero con menor número de casos válidos) y  $k$  es el número de variables controladas.

El estadístico T permite contrastar la hipótesis nula de que el valor poblacional del coeficiente de correlación parcial es cero. Este estadístico se distribuye según el modelo de probabilidad t de Student con  $m-k-2$  grados de libertad. El SPSS permite seleccionar el tipo de nivel crítico deseado:

- **Bilateral.** Opción apropiada para cuando no existen expectativas sobre la *dirección* de la relación. Indica la probabilidad de obtener coeficientes tan alejados de cero o más que el valor absoluto del coeficiente obtenido.
- **Unilateral.** Opción apropiada para cuando existen expectativas sobre la *dirección* de la relación. Indica la probabilidad de obtener coeficientes tan grandes o más grandes que el obtenido si el coeficiente es positivo, o tan pequeños o más pequeños que el obtenido si el coeficiente de correlación es negativo.
- **Mostrar el nivel de significación real.** Esta opción, que se encuentra activa por defecto, permite obtener el nivel crítico exacto y los grados de

libertad asociados a cada coeficiente de correlación parcial. Al desactivar esta opción, en lugar del nivel crítico exacto, el *Visor* muestra un asterisco al lado de los coeficientes con nivel crítico menor o igual que 0,05y dos asteriscos al lado de los coeficientes con nivel crítico menor o igual que 0,01.

Para obtener alguna información adicional (algunos estadísticos descriptivos y los coeficientes de correlación de orden cero) y para controlar el tratamiento que se desea dar a los valores perdidos:

- Pulsar el botón **Opciones...** del cuadro de diálogo *Correlaciones parciales* (ver figura17.5) para acceder al subcuadro de diálogo *Correlaciones parciales: Opciones* que muestra la figura 17.6.

Figura 17.6. Subcuadro de diálogo *Correlaciones parciales: Opciones*.



**Estadísticos.** Este recuadro permite seleccionar una o más de las siguientes opciones:

**Medias y desviaciones típicas.** Para obtener la media aritmética, la desviación típica insesgada y el número de casos válidos de cada variable individualmente considerada.

**Correlaciones de orden cero.** Para obtener los coeficientes de correlación de orden cero entre cada par de variables (es decir, para obtener el coeficiente de correlación de Pearson entre cada par de variables sin ejercer ningún control sobre terceras variables).



**Valores perdidos.** Las dos opciones de este recuadro permiten seleccionar el tratamiento que se desea dar a los valores perdidos.

- **Excluir casos según pareja.** Se excluyen del cálculo de cada coeficiente de correlación los casos con valor perdido en alguna de las variables que están interviniendo en el coeficiente de correlación parcial.
- **Excluir casos según lista.** Se excluyen del cálculo de todos los coeficientes de correlación solicitados los casos con valor perdido en cualquiera de las variables seleccionadas en la lista Variables.

### **Ejemplo (Correlaciones > parciales)**

Este ejemplo muestra cómo utilizar el procedimiento Correlaciones parciales para estudiarla relación entre dos variables cuando se controla el efecto de terceras variables:

- En el cuadro de diálogo *Correlaciones parciales* (ver figura 17.5), seleccionar las variables *salini* (salario inicial) y *salario* (salario actual) y trasladarlas a la lista **Variables**.
- Seleccionar las variables *educ* (nivel educativo), *tiempemp* (meses desde el contrato) y *expprev* (experiencia previa) y trasladarlas a la lista **Controlando para**.
- Pulsar el botón **Opciones...** para acceder al cuadro de diálogo *Correlaciones parciales: Opciones* (ver figura 17.6) y, en el recuadro Estadísticos, marcar las opciones **Medias y desviaciones típicas y Correlaciones de orden cero**.

Aceptando estas elecciones, el *Visor* ofrece los resultados que se muestran a continuación (los resultados de este procedimiento no aparecen en formato de tabla pivotante, sino en formato de texto). El primer bloque de información ofrece una serie de descriptivos: la media aritmética, la desviación típica insesgada y el número de casos válidos (todo ello, para cada variable individualmente considerada).

Variable	Mean	Standard Dev	Cases
SALARIO	34419,5675	17075,6615	474
SALINI	17016,0865	7870,6382	474
EDUC	13,4916	2,8848	474
TIEMPEMP	81,1097	10,0609	474
EXPPREV	95,8608	104,5862	474

A continuación aparece una matriz con los coeficientes de correlación de orden cero (sin parcializar efectos) entre todas las variables seleccionadas:

## Zero Order Partiala

	SALARIO	SALINI	EDUC	TIEMPEMP	EXPPREV
SALARIO	1,0000 ( 0) P= ,	,8801 ( 472) P= ,000	,6606 ( 472) P= ,000	,0841 ( 472) P= ,067	-,0975 ( 472) P= ,034
SALINI	,8801 ( 472) P= ,000	1,0000 ( 0) P= ,	,6332 ( 472) P= ,000	-,0198 ( 472) P= ,668	,0451 ( 472) P= ,327
EDUC	,6606 ( 472) P= ,000	,6332 ( 472) P= ,000	1,0000 ( 0) P= ,	,0474 ( 472) P= ,303	-,2524 ( 472) P= ,000
TIEMPEMP	,0841 ( 472) P= ,067	-,0198 ( 472) P= ,668	,0474 ( 472) P= ,303	1,0000 ( 0) P= ,	,0030 ( 472) P= ,948
EXPPREV	-,0975 ( 472) P= ,034	,0451 ( 472) P= ,327	-,2524 ( 472) P= ,000	,0030 ( 472) P= ,948	1,0000 ( 0) P= ,

(Coefficient / (D.F.) / 2-tailed Significance)

La matriz muestra, para cada par de variables, el coeficiente de correlación de Pearson, los grados de libertad asociados al estadístico de contraste T (número de casos válidos menos dos), y el nivel crítico bilateral (el unilateral se obtiene dividiendo el bilateral por dos). La información de esta matriz es doblemente útil: por un lado, informa sobre el grado de relación existente entre las dos variables que interesa estudiar (en nuestro ejemplo, *salini* y *salario*); por otro, permite averiguar si las variables cuyo efecto se desea controlar (*educ*, *tiempemp* y *expprev*) están o no relacionadas con las dos variables que interesa correlacionar (*salini* y *salario*).

Así, podemos ver que el coeficiente de correlación entre *salini* y *salario* vale 0,88, con un nivel crítico  $p = 0,000$  que nos permite afirmar que el coeficiente es significativamente distinto de cero. También podemos ver que, de las tres variables control utilizadas, *educ* correlaciona significativamente tanto con *salini* ( $p = 0,000$ ) como con *salario* ( $p = 0,000$ ), *tiempemp* no correlaciona ni con *salini* ( $p =$

0,668) ni con salario ( $p = 0,067$ ), y *expprev* correlaciona con *salario* ( $p = 0,034$ ), pero no con *salini* ( $p = 0,327$ ).

El último bloque de información ofrece el coeficiente de correlación parcial entre *salini* y *salario*:

```
Controlling for..  EDUC      TIEMPEMP  EXPPREV
                  SALARIO    SALINI
SALARIO          1,0000      ,8118
                  (  0)      ( 469)
                  P= ,      P= ,000
SALINI           ,8118      1,0000
                  ( 469)      (  0)
                  P= ,000      P= ,
(Coefficient / (D.F.) / 2-tailed Significance)
```

El coeficiente de correlación parcial entre las variables *salini* y *salario* (es decir, el coeficiente de correlación obtenido tras eliminar de ambas variables el efecto de las variables *educ*, *tiempemp* y *expprev*) vale 0,81, con un nivel crítico  $p = 0,000$  que nos permite afirmar que es significativamente distinto de cero. Puesto que el coeficiente de correlación parcial permanece significativo y su diferencia con el coeficiente de orden cero es más bien escasa (ha bajado de 0,88a 0,81), podemos afirmar: 1) que entre las variables *salini* y *salario* existe relación lineal significativa, y 2) que tal relación no se ve sustancialmente alterada tras controlar el efecto de las variables *educ*, *tiempemp* y *expprev*.

## **Análisis de regresión lineal: El procedimiento Regresión lineal.**

### Introducción

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables. Se adapta a una amplia variedad de situaciones. En la investigación social, el análisis de regresión se utiliza para predecir un amplio rango de fenómenos, desde medidas económicas hasta diferentes aspectos del comportamiento humano. En el contexto de la investigación de mercados puede utilizarse para determinar en cuál de diferentes medios de comunicación puede resultar más eficaz invertir; o para predecir el número de ventas de un

determinado producto. En física se utiliza para caracterizar la relación entre variables o para calibrar medidas. Etc.

Tanto en el caso de dos variables (regresión simple) como en el de más de dos variables (regresión múltiple), el análisis de regresión lineal puede utilizarse para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio ( $Y$ ) y una o más variables llamadas independientes o predictoras ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ), así como para desarrollar una ecuación lineal confiable predictiva. Además, el análisis de regresión lleva asociados una serie de procedimientos de diagnóstico (análisis de los residuos, puntos de influencia) que informan sobre la estabilidad e idoneidad del análisis y que proporcionan pistas sobre cómo perfeccionarlo.

Nuestro objetivo es el de proporcionar los fundamentos del análisis de regresión. Al igual que en los capítulos precedentes, no haremos hincapié en los aspectos más técnicos del análisis, sino que intentaremos fomentar la comprensión de cuándo y cómo utilizar el análisis de regresión lineal, y cómo interpretar los resultados. También prestaremos atención a otras cuestiones como el chequeo de los supuestos del análisis de regresión y la forma de proceder cuando se incumplen.

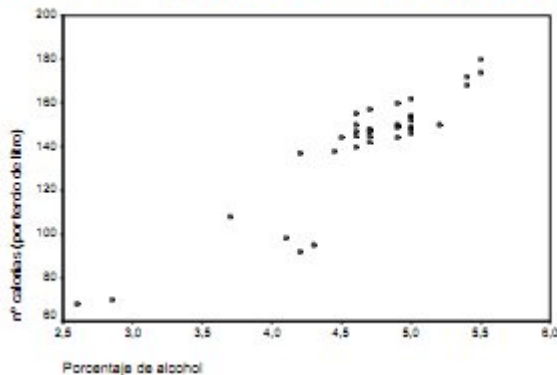
### La recta de regresión

En el capítulo anterior (sobre correlación lineal) hemos visto que un diagrama de dispersión ofrece una idea bastante aproximada sobre el tipo de relación existente entre dos variables. Pero, además, un diagrama de dispersión también puede utilizarse como una forma de cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables: basta con observar el grado en el que la nube de puntos se ajusta a una línea recta.

Ahora bien, aunque un diagrama de dispersión permite formarse una primera impresión muy rápida sobre el tipo de relación existente entre dos variables, utilizarlo como una forma de cuantificar esa relación tiene un serio inconveniente: la relación entre dos variables no siempre es perfecta o nula; de hecho, habitualmente no es ni lo uno ni lo otro.

Supongamos que disponemos de un pequeño conjunto de datos con información sobre 35 marcas de cerveza y que estamos interesados en estudiar la relación entre el grado de alcohol de las cervezas y su contenido calórico. Un buen punto de partida para formarnos una primera impresión de esa relación podría ser la representación de la nube de puntos, tal como muestra el diagrama de dispersión de la figura 18.1.

Figura 18.1. Diagrama de dispersión de porcentaje de alcohol por nº de calorías.



El eje vertical muestra el número de calorías (por cada tercio de litro) y el horizontal el contenido de alcohol (expresado en porcentaje). A simple vista, parece existir una relación positiva entre ambas variables: conforme aumenta el porcentaje de alcohol, también aumenta el número de calorías. En esta muestra no hay cervezas que teniendo alto contenido de alcohol tengan pocas calorías y tampoco hay cervezas que teniendo muchas calorías tengan poco alcohol. La mayor parte de las cervezas de la muestra se agrupan entre el 4,5 % y el 5 % de alcohol, siendo relativamente pocas las cervezas que tienen un contenido de alcohol inferior a éste. Podríamos haber extendido el rango de la muestra incluyendo cervezas sin alcohol, pero el rango de calorías y alcohol considerados parece bastante apropiado: no hay, por ejemplo, cervezas con un contenido de alcohol del 50 %, o cervezas sin calorías.

¿Cómo podríamos describir los datos que acabamos de proponer? Podríamos decir simplemente que el aumento del porcentaje de alcohol va acompañado de un aumento en el número de calorías; pero esto, aunque correcto, es poco específico. ¿Cómo podríamos obtener una descripción más concreta de los

resultados? Podríamos, por ejemplo, listar los datos concretos de que disponemos; pero esto, aunque preciso, no resulta demasiado informativo.

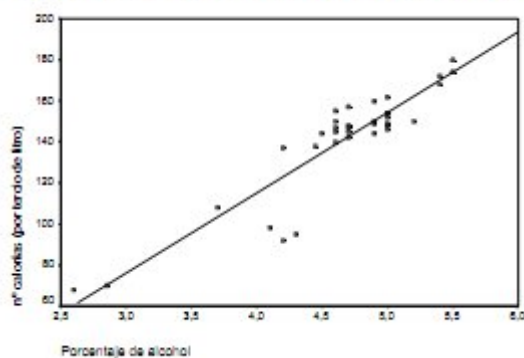
Podríamos hacer algo más interesante. Por ejemplo, describir la pauta observada en la nube de puntos mediante una función matemática simple, tal como una línea recta. A primera vista, una línea recta podría ser un buen punto de partida para describir resumidamente la nube de puntos de la figura 18.1.

Puesto que una línea recta posee una fórmula muy simple,

$$Y_i = B_0 + B_1 X_i$$

podemos comenzar obteniendo los coeficientes  $B_0$  y  $B_1$  que definen la recta. El coeficiente  $B_1$  es la pendiente de la recta: el cambio medio que se produce en el número de calorías ( $Y_i$ ) por cada unidad de cambio que se produce en el porcentaje de alcohol ( $X_i$ ). El coeficiente  $B_0$  es el punto en el que la recta corta el eje vertical: el número medio de calorías que corresponde a una cerveza con porcentaje de alcohol cero. Conociendo los valores de estos dos coeficientes, nuestro interlocutor podría reproducir la recta y describir con ella la relación existente entre el contenido de alcohol y el número de calorías. Aunque no entremos todavía en detalles de cómo obtener los valores de  $B_0$  y  $B_1$ , sí podemos ver cómo es esa recta (figura 18.2).

Figura 18.2. Diagrama de dispersión y recta de regresión (% de alcohol por nº de calorías).



$$Y_i = -33,77 + 37,65 X_i$$

$$\text{nº de calorías} = -33,77 + 37,65 (\% \text{ de alcohol})$$

Vemos que, en general, la recta hace un seguimiento bastante bueno de los datos. La fórmula de la recta aparece a la derecha del diagrama. La pendiente de la recta ( $B_1$ ) indica que, en promedio, a cada incremento de una unidad en el porcentaje de alcohol ( $X_i$ ) le corresponde un incremento de 37,65 calorías ( $Y_i$ ). El origen de la

recta ( $B_0$ ) sugiere que una cerveza sin alcohol (grado de alcohol cero) podría contener  $-33,77$  calorías. Y esto, obviamente, no parece posible.

Al examinar la nube de puntos vemos que la muestra no contiene cervezas con menos de un 2% de alcohol. Así, aunque el origen de la recta aporta información sobre lo que podría ocurrir si extrapolamos hacia abajo la pauta observada en los datos hasta llegar a una cerveza con grado de alcohol cero, al hacer esto estaríamos efectuando pronósticos en un rango de valores que va más allá de lo que abarcan los datos disponibles, y eso es algo extremadamente arriesgado en el contexto del análisis de regresión\*.

*\*Debemos aprender una lección de esto: la primera cosa razonable que podríamos hacer es añadir en nuestro estudio alguna cerveza con porcentaje de alcohol cero; probablemente así obtendríamos una recta con un origen más realista.*

## La mejor recta de regresión

En una situación ideal (e irreal) en la que todos los puntos de un diagrama de dispersión se encontraran en una línea recta, no tendríamos que preocuparnos de encontrar la recta que mejor resume los puntos del diagrama. Simplemente uniendo los puntos entre sí obtendríamos la recta con mejor ajuste a la nube de puntos. Pero en una nube de puntos más realista (como la de las figuras 18.1 y 18.2) es posible trazar muchas rectas diferentes. Obviamente, no todas ellas se ajustarán igualmente bien a la nube de puntos. Se trata de encontrar la recta capaz de convertirse en el mejor representante del conjunto total de puntos.

Existen diferentes procedimientos para ajustar una función simple, cada uno de los cuales intenta minimizar una medida diferente del grado de ajuste. La elección preferida ha sido, tradicionalmente, la recta que hace *mínima la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre cada punto y la recta*. Esto significa que, de todas las rectas posibles, existe una y sólo una que consigue que las distancias verticales entre cada punto y la recta sean mínimas (las distancias se elevan al cuadrado porque, de lo contrario, al ser unas positivas y otras negativas, se anularían unas con otras al sumarlas).

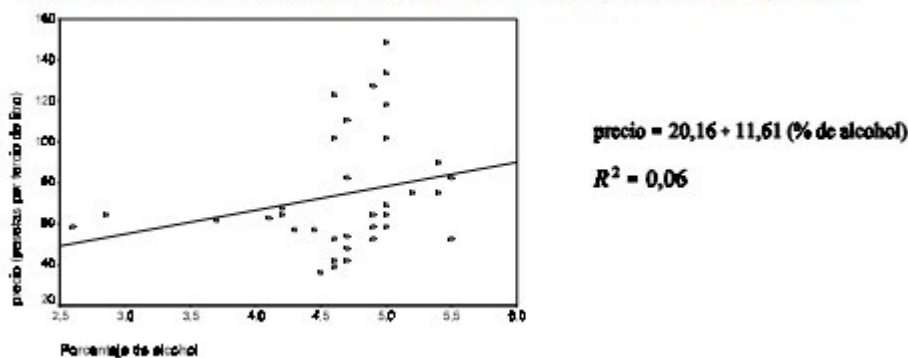
## Bondad de ajuste

Además de acompañar la recta con su fórmula, podría resultar útil disponer de alguna indicación precisa del grado en el que la recta se ajusta a la nube de puntos. De hecho, la mejor recta posible no tiene por qué ser buena.

Imaginemos una situación como la presentada en el diagrama de la figura 18.3, en el que la recta consigue un ajuste bastante más pobre que en el caso de la figura 18.2. Ahora hemos representado el porcentaje de alcohol de las cervezas (eje horizontal) y el precio de las mismas (eje vertical). Y no parece existir la misma pauta de asociación detectada entre las variables de la situación anterior.

Así pues, aunque siempre resulta posible, cualquiera que sea la nube de puntos, obtenerla recta mínimo-cuadrática, necesitamos información adicional para determinar el grado de fidelidad con que esa recta describe la pauta de relación existente en los datos.

Figura 18.3. Diagrama de dispersión, recta de regresión y ajuste (% de alcohol por precio).



¿Cómo podemos cuantificar ese *mejor* o *peor* ajuste de la recta? Hay muchas formas de resumir el grado en el que una recta se ajusta a una nube de puntos. Podríamos utilizar la media de los residuos, o la media de los residuos en valor absoluto, o las medianas de alguna de esas medidas, o alguna función ponderada de esas medidas, etc.

Una medida de ajuste que ha recibido gran aceptación en el contexto del análisis de regresión es el **coeficiente de determinación**  $R^2$ : el cuadrado del coeficiente



de correlación múltiple. Se trata de una medida estandarizada que toma valores entre 0 y 1 (0 cuando las variables son independientes y 1 cuando entre ellas existe relación perfecta).

Este coeficiente posee una interpretación muy intuitiva: representa el grado de ganancia que podemos obtener al predecir una variable basándonos en el conocimiento que tenemos de otra u otras variables. Si queremos, por ejemplo, pronosticar el número de calorías de una cerveza sin el conocimiento de otras variables, utilizaríamos la media del número de calorías. Pero si tenemos información sobre otra variable y del grado de relación entre ambas, es posible mejorar nuestro pronóstico.

El valor  $R^2$  del diagrama de la figura 18.2 vale 0,83, lo que indica que si conocemos el porcentaje de alcohol de una cerveza, podemos mejorar en un 83 % nuestros pronósticos sobre su número de calorías si, en lugar de utilizar como pronóstico el número medio de calorías, basamos nuestro pronóstico en el porcentaje de alcohol. Comparando este resultado con el correspondiente al diagrama de la figura 18.3 (donde  $R^2$  vale 0,06) comprenderemos el valor informativo de  $R^2$ : en este segundo caso, el conocimiento del contenido de alcohol de una cerveza sólo nos permite mejorar nuestros pronósticos del precio en un 6 %, lo cual nos está indicando, además de que nuestros pronósticos no mejoran de forma importante, que existe un mal ajuste de la recta a la nube de puntos. Parece evidente, sin tener todavía otro tipo de información, que el porcentaje de alcohol de las cervezas está más relacionado con el número de calorías que con su precio.

## **Resumen**

En este primer apartado introductorio hemos aprendido que el análisis de regresión lineal es una técnica estadística que permite estudiar la relación entre una variable dependiente (VD) y una o más variables independientes (VI) con el doble propósito de:

- 1) Averiguar en qué medida la VD puede estar explicada por la(s) VI.
- 2) Obtener predicciones en la VD a partir de la(s) VI.

El procedimiento implica, básicamente, obtener la ecuación mínimo-cuadrática que mejor expresa la relación entre la VD y la(s) VI y estimar mediante el coeficiente de determinación la calidad de la ecuación de regresión obtenida. Estos dos pasos deben ir acompañados de un chequeo del cumplimiento de las condiciones o supuestos que garantizan la validez del procedimiento (en un próximo apartado se explica todo lo relacionado con la comprobación de los supuestos del modelo de regresión).

## **Análisis de regresión lineal simple**

Vamos a iniciar nuestro estudio más formal de la regresión con el *modelo de regresión lineal simple* (*simple* = una variable independiente), pero conviene no perder de vista que, puesto que generalmente estaremos interesados en estudiar simultáneamente más de una variable predictora, este análisis es sólo un punto de partida en nuestra explicación del análisis de regresión.

Vamos a seguir utilizando en todo momento el archivo *Datos de empleados* que, como ya sabemos, se instala con el programa en el propio directorio del SPSS. Y comenzaremos utilizando *salario* (salario actual) como variable dependiente y *salini* (salario inicial) como variable independiente o predictora.

### **Regresión simple**

Para llevar a cabo un análisis de regresión simple con las especificaciones que el programa tiene establecidas por defecto:

- Seleccionar la opción **Regresión > Lineal** del menú **Analizar** para acceder al cuadro de diálogo Regresión lineal que muestra la figura 18.4.

Figura 18.4. Cuadro de diálogo *Regresión lineal*.

- Seleccionar la variable *salario* en la lista de variables del archivo de datos y trasladarla al cuadro **Dependiente**.
- Seleccionar la variable *salini* y trasladarla a la lista **Independientes**.

Con sólo estas especificaciones, al pulsar el botón **Aceptar** el *Visor* ofrece los resultados que muestran las tablas 18.1 a la 18.3.

### Bondad de ajuste

La primera información que obtenemos (tabla 18.1) se refiere al coeficiente de correlación múltiple ( $R$ ) y a su cuadrado. Puesto que sólo tenemos dos variables, el coeficiente de correlación múltiple no es otra cosa que el valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre esas dos variables (ver capítulo anterior). Su cuadrado ( $R$  cuadrado) es el coeficiente de determinación:

$$R^2 = 1 - \frac{\text{Suma de cuadrados de los residuos}}{\text{Suma de cuadrados total}}$$

(los residuos son las diferencias existentes entre las puntuaciones observadas y los pronósticos obtenidos con la recta). Tal como hemos señalado ya,  $R^2$  expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que está explicada por la variable independiente. En nuestro ejemplo (tabla 18.1),  $R$  toma un valor muy alto (su máximo es 1); y  $R^2$  nos indica que el 77,5 % de la variación de salario está explicada por *salini*. Es importante resaltar en este momento que el análisis de

regresión no permite afirmar que las relaciones detectadas sean de tipo causal: sólo es posible hablar de grado de relación.

**Tabla 18.1.** Resumen del modelo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación
1	,880	,775	,774	\$8.115,36

R cuadrado corregida es una corrección a la baja de  $R^2$  que se basa en el número de casos y de variables independientes:

$$R_{\text{corregida}}^2 = R^2 - [p(1 - R^2)/(n - p - 1)]$$

(p se refiere al número de variables independientes). En una situación con pocos casos y muchas variables independientes,  $R^2$  puede ser artificialmente alta. En tal caso, el valor de  $R^2_{\text{corregida}}$  será sustancialmente más bajo que el de  $R^2$ . En nuestro ejemplo, como hay 474 casos y una sola variable independiente, los dos valores de  $R^2$  (el corregido y el no corregido) son prácticamente iguales.

El *error típico de la estimación* (al que llamaremos  $S_e$ ) es la desviación típica de los residuos, es decir, la desviación típica de las distancias existentes entre las puntuaciones en la variable dependiente ( $\hat{Y}_i$ ), y los pronósticos efectuados con la recta de regresión aunque no exactamente, pues la suma de las distancias al cuadrado están divididas por n-2:

$$\text{Error típico de estimación} = S_e = \sqrt{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / (n - 2)}$$

En realidad, este error típico es la raíz cuadrada de la *media cuadrática residual* de la tabla 18.2). Representa una medida de la parte de variabilidad de la variable dependiente que no es explicada por la recta de regresión. En general, cuanto mejor es el ajuste, más pequeño es este error típico.

**Tabla 18.2.** Resumen del ANOVA.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	106831048750,124	1	106831048750,124	1622,118	,000
	Residual	31085446686,216	472	65858997,217		
	Total	137916495436,340	473			

La tabla resumen del ANOVA (tabla 18.2) nos informa sobre si existe o no relación significativa entre las variables. El estadístico F permite contrastar la hipótesis nula de que el valor poblacional de R es cero, lo cual, en el modelo de regresión simple, equivale a contrastar la hipótesis de que la pendiente de la recta de regresión vale cero. El nivel crítico (Sig.) indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, es improbable (probabilidad = 0,000) que R, en esta muestra, tome el valor 0,88. Lo cual implica que R es mayor que cero y que, en consecuencia, ambas variables están linealmente relacionadas.

### Ecuación de regresión

La tabla 18.3 muestra los coeficientes de la recta de regresión. La columna etiquetada *Coefficientes no estandarizados* contiene los coeficientes de regresión parcial que definen la ecuación de regresión en puntuaciones directas.

Tabla 18.3. Coeficientes de regresión parcial.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error tlp.	Beta		
(Constante)	1928,206	888,680		2,170	,031
Salario Inicial	1,909	,047	,880	40,276	,000

El coeficiente correspondiente a la Constante es el origen de la recta de regresión (lo que hemos llamado  $B_0$ ):

$$B_0 = \bar{Y} - B_1 \bar{X}$$

Y el coeficiente correspondiente a Salario inicial es la pendiente de la recta de regresión (lo que hemos llamado  $B_1$ ):

$$B_1 = \frac{\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$B_1$  indica el cambio medio que corresponde a la variable dependiente (*salario*) por cada unidad de cambio de la variable independiente (*salini*). Según esto, la ecuación de regresión queda de la siguiente manera:

$$\text{Pronóstico en salario} = 1928,206 + 1,909 \text{ salini}$$

A cada valor de *salini* le corresponde un pronóstico en *salario* basado en un incremento constante (1928,206) más 1,909 veces el valor de *salini*.

### Coeficientes de regresión estandarizados

Los coeficientes *Beta* (coeficientes de regresión parcial estandarizados) son los coeficientes que definen la ecuación de regresión cuando ésta se obtiene tras estandarizar las variables originales, es decir, tras convertir las puntuaciones directas en típicas. Se obtiene de la siguiente manera:  $\beta_1 = B_1 (S_x / S_y)$ .

En el análisis de regresión simple, el coeficiente de regresión estandarizado correspondiente a la única variable independiente presente en la ecuación coincide exactamente con el coeficiente de correlación de Pearson. En regresión múltiple, según veremos, los coeficientes de regresión estandarizados permiten valorar la importancia relativa de cada variable independiente dentro de la ecuación.

### Pruebas de significación

Finalmente, los estadísticos *t* y sus niveles críticos (Sig.) nos permiten contrastar las hipótesis nulas de que los coeficientes de regresión valen cero en la población. Estos estadísticos *t* se obtienen dividiendo los coeficientes de regresión  $B_0$  y  $B_1$  entre sus correspondientes errores típicos:

$$t_{B_0} = \frac{B_0}{S_{B_0}} \quad \text{y} \quad t_{B_1} = \frac{B_1}{S_{B_1}}$$

siendo:

$$S_{B_0} = S_e \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2}} \quad \text{y} \quad S_{B_1} = \frac{S_e}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}}$$

Estos estadísticos *t* se distribuyen según el modelo de probabilidad *t* de Student con *n*-2 grados de libertad. Por tanto, pueden ser utilizados para decidir si un determinado coeficiente de regresión es significativamente distinto de cero y, en

consecuencia, si la variable independiente está significativamente relacionada con la dependiente.

Puesto que en regresión simple sólo trabajamos con una variable independiente, el resultado del estadístico  $t$  es equivalente al del estadístico  $F$  de la tabla del ANOVA (de hecho,  $t^2 = F$ ).

A partir de los resultados de la tabla 18.3, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. El *origen* poblacional de la recta de regresión ( $\beta_0$ ) es significativamente distinto de cero (generalmente, contrastar la hipótesis " $\beta_0 = 0$ " carece de utilidad, pues no contiene información sobre la relación entre  $X_i$  e  $Y_i$ ).
2. La *pendiente* poblacional de la recta de regresión (el coeficiente de regresión  $\beta_1$  correspondiente a *salini*) es significativamente distinta de cero, lo cual nos permite concluir que entre *salario* y *salini* existe relación lineal significativa.

## **Anexo 7**

### **Cuestionario aplicado a los expertos seleccionados.**

Estimado profesor, por sus conocimientos y experiencia en la utilización de las computadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje y en la investigación, por su alto nivel de competencia en este tema debido a su categoría profesional, ha sido seleccionado uno de los expertos para emitir sus valiosos criterios acerca de la propuesta realizada en la tesis de maestría en Educación Superior cuyo **Campo de acción** Introducción de las TIC en el Proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Modelos Estadísticos de los Procesos, de la carrera Ingeniería Industrial para facilitar los cálculos y la inferencia estadística.

El tratamiento de las asignaturas Modelos Estadísticos de los Procesos I y II, en la carrera de Ingeniería Industrial, tiene como objetivo elaborar una alternativa didáctica para favorecer la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las mismas a través del uso del SPSS-15 (Statistical Package for the Social Sciences).

A continuación se ofrece una explicación pormenorizada de dicha propuesta con una tabla para que evalúe los aspectos puestos a su consideración y otra donde podrá emitir otros criterios que considere sean necesarios analizar. Por su amable atención les estaremos eternamente agradecidos.

En la investigación se hace un análisis de las clasificaciones del empleo de computadoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje, dadas por diferentes autores, con sus valoraciones al respecto. Se consideran, además, las potencialidades que ofrecen a profesores y estudiantes, especialmente dentro de la Matemática Aplicada, las posibles formas de utilizar las computadoras para facilitar este proceso en la Enseñanza Superior, las cuales pueden ser como:

**1- Herramienta de trabajo.**

**2- Recurso didáctico.**

Como **herramienta de trabajo**, se asume la clasificación dada por diversos autores, para hacer más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje al



simplificar la tarea que se tiene entre manos, procesando o buscando información, realizando cálculos para la optimización de procesos productivos y de servicios. Entre los sistemas a utilizar se tienen:

- Los procesadores de textos.
- Los manejadores de bases de datos como el Acces y el Excel.
- Los procesadores gráficos y numéricos ( StatGraff, Excel y Power Point).
- Las redes de computadoras (correo electrónico).

La utilización de la computadora como **recurso didáctico**, pues se considera que además de ser un valioso medio, en manos del profesor, para facilitar la enseñanza, es decir como medio de enseñanza como lo considera RODRÍGUEZ, R., (2000), tiene enormes facilidades para la enseñanza aprendizaje de los alumnos por lo que en este caso la computadora se puede utilizar para apoyar el desarrollo de las clases encuentro, considerando su uso fundamental dentro de ellas siguiendo una determinada estrategia pedagógica.

En este grupo se considera que están presentes los software educativos, las herramientas computacionales y las lecciones informatizadas, los cuales se explican a continuación.

Según ESCALONA M., (2003) "El papel del profesor resulta de gran importancia y su tarea primordial está en organizar y proponer las diferentes fases del aprendizaje donde:

- Se tengan en cuenta los conocimientos anteriores que poseen los estudiantes (desarrollo actual) como una condición para que alcance la zona de desarrollo próximo Vigotsky L. S., (1982), citado por ESCALONA M., (2003)
- Que la nueva información se relacione con los conceptos que el estudiante ya conoce para favorecer un aprendizaje significativo, Ausubel D., (1978), citado por ESCALONA M., (2003)
- Que se especifique con claridad la actividad o sistemas de actividades que

los estudiantes deben realizar, que estas les resulten interesantes y, además, se les dé confianza para la realización de las mismas, Solé I., (1991), citado por ESCALONA M., (2003)

- Se garantice la actividad individual y diversa de los estudiantes dando la posibilidad de actuación diferenciada, según las características individuales de los estudiantes y en los que se estimulen las características individuales y colectivas que se vayan alcanzando, Solé I., (1991), citado por ESCALONA M. (2003)
- Se establezca una atmósfera comunicativa con los estudiantes que estimule su interés y propicie el intercambio de opiniones, no sólo entre profesor y estudiante, sino también entre los propios estudiantes como una condición necesaria para el éxito de la labor pedagógica

Para lograr implementar la alternativa y coincidiendo con lo planteado por ESCALONA M. (2003), se proponen 4 fases, que son:

**Fases dentro de la alternativa:**

1. Fase preparación del profesor
2. Fase de programación de la asignatura
3. Fase de la preparación de los estudiantes
4. Fase de ejecución y control

En la primera fase o fase de preparación del profesor, se propone el curso de postgrado “**Las Herramientas tecnológicas aplicadas al proceso de enseñanza-aprendizaje**”, presentado en formato **web** y que forma parte de de los materiales de apoyo a la alternativa para la familiarización con el software SPSS-15. Al concluir el mismo se estará preparado para, entre otras habilidades:

- Editar y modificar datos y variables en la hoja-editor de datos y variables
- Importar bases de datos tales Acces, SQL, Excel y ficheros textos y exportar datos y resultados de análisis y gráficos en formatos Word, Excel, Acces, Hipertexto, ficheros texto, PowerPoint

- Escoger la opción del Menú “Analizar” para ejecutar el cálculo estadístico
- Escoger la opción del Menú (Gráfico), para generar gráficos según corresponda a los datos, y exportarlos a los informes
- Escoger la opción del Menú (Transformar), para crear nuevas variables con datos transformados para su mejor manejo y ajuste
- Escoger la opción del Menú (?), Para utilizar los Tutoriales o asistentes de ayuda y utilizar recomendaciones de la página web con ejemplos básicos
- Consultar los ejemplos, propios del sistema para proponer actividades de investigación partiendo de los supuestos que dieron orígenes a los datos ejemplificados
- Planificar las clases encuentro. Estas se pueden confeccionar desde el mismo Visor SPSS y luego exportarlo al Word, Excel, Show de PowerPoint, Hipertexto HTL, Fichero Texto. De acuerdo al procesador que más domine el profesor
- Planificar los ejercicios según grado de dificultad
- Crear fichero para grabar lo planificado para la clase (datos y resultados) y los de trabajo independiente
- Realizar cálculos estadísticos e interpretar los resultados con ayuda del SPSS-15 y los materiales didácticos.

Tabla 1 Aspectos que se sometidos a criterio de expertos

ASPECTOS	MA	BA	A	PA	I
Precisión y claridad de la alternativa propuesta.(A1)					
Favorecimiento al logro de los objetivos propuestos en la alternativa.(A2)					
Asequibilidad de las actividades a realizar con el SPSS para el desarrollo de las clases encuentro.(A3)					

Estimulación de la independencia cognoscitiva de los alumnos en la construcción del conocimiento.(A4)					
Favorecimiento al desarrollo de las habilidades a desarrollar en la actividad profesional del futuro Ingeniero (A5)					
Factibilidad de empleo de la alternativa propuesta.(A6)					

Tabla 2 Otros criterios que desee emitir o sugerencias para perfeccionar la alternativa didáctica propuesta.

### Leyenda

#### Las categorías evaluativas

muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I)

#### Tabla 3 Codificación de las respuestas

Categoría Cualitativa	Categoría Ordinal
MA	5
BA	4
A	3
PA	2
I	2

## Anexo 8

Tabla 4 Resultados de la consulta a expertos transformada

Expertos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
E1	5	5	4	5	3	3
E2	5	5	5	4	4	3
E3	5	4	2	5	4	4
E4	3	4	5	5	3	4
E5	3	5	5	2	5	3
E6	5	4	4	5	5	3
E7	4	5	5	4	3	2
E8	5	3	3	5	5	4
E9	5	5	4	3	5	4
E10	3	5	5	4	5	3
E11	5	3	5	2	5	5
E12	4	3	5	4	4	4
E13	5	3	3	3	5	2
E14	4	2	5	4	2	2
E15	4	4	4	4	5	5
E16	4	3	5	2	4	3
E17	5	4	4	4	2	4
E18	5	3	5	2	4	4
E19	5	3	3	4	5	4
E20	5	3	5	2	4	3

Tabla 5. Pruebas no paramétricas. Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Precisión y claridad	20	4.45	.759	3	5
Favorecimiento al logro de los Objetivos	20	3.80	.951	2	5
Asequibilidad de la actividad a Realizar con SPSS	20	4.30	.923	2	5
Estimulación a la independencia Cognitiva	20	3.65	1.137	2	5
Favoreciendo al desarrollo de habilidades	20	4.10	1.021	2	5
Factibilidad de empleo de la Alternativa	20	3.55	.945	2	5

Tabla 6 Prueba W de Kendall (Rangos)

	Rango promedio
Precisión y claridad de la alternativa propuesta	4.33
Favorecimiento al logro de los Objetivos	3.15
Asequibilidad de la actividad a Real. con SPSS	4.00
Estimulación a la independencia Cognitiva	3.08
Favorecimiento al desarrollo de habilidades	3.70
Factividad de empleo de la Alternativa	2.75

Tabla 7 Estadísticos de contraste

N	20
W de Kendall(a)	.124
Chi-cuadrado	12.386
gl	5
Sig. asintót.	.030

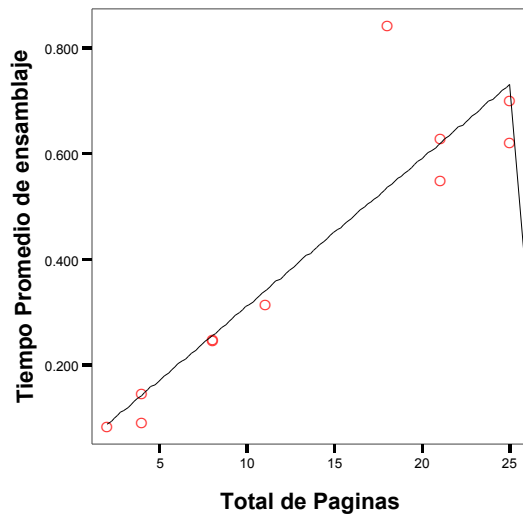
a Coeficiente de concordancia de Kendall

## Anexo 9

## Correlaciones

		Total de Paginas	Tiempo Promedio de ensamblaje
Total de Paginas	Correlación de Pearson	1	,915(**)
	Sig. (bilateral)		,000
	N	11	11
Tiempo Promedio de ensamblaje	Correlación de Pearson	,915(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	11	11

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



1Tiempo Promedio de ensamblaje = 0,03 + 0,03 \* tpag  
R-cuadrado = 0,84

## Regresión

Variable dependiente: Tiempo Promedio de ensamblaje

## Resumen del modelo

		Modelo
		1
R		,915(a)
R cuadrado		,838
R cuadrado corregida		,820
Error típ. de la estimación		.114595
Estadísticos de cambio	Cambio en R cuadrado	,838
	Cambio en F	46,529
	gl1	1
	gl2	9
	Sig. del cambio en F	,000

a Variables predictoras: (Constante), Total de Paginas

## ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	,611	1	,611	46,529	,000(a)
	Residual	,118	9	,013		
	Total	,729	10			

a Variables predictoras: (Constante), Total de Paginas

b Variable dependiente: Tiempo Promedio de ensamblaje



**Coeficientes(a)**

		Modelo	
		1	
		(Constante)	Total de Páginas
Coeficientes no estandarizados	B	,031	,028
	Error típ. Beta	,065	,004
Coeficientes estandarizados			,915
t		,477	6,821
Sig.		,645	,000
Intervalo de confianza para B al 95%	Límite inferior	-,116	,019
	Límite superior	,178	,037
Correlaciones	Orden cero		,915
	Parcial		,915
	Semiparcial		,915
Estadísticos de colinealidad	Tolerancia		1,000
	FIV		1,000

a Variable dependiente: Tiempo Promedio de ensamblaje

**Diagnósticos de colinealidad(a)**

Modelo	Dimensión	Autovalor (Constante)	Índice de condición Total de Páginas	Proporciones de la varianza	
				(Constante)	Total de Páginas
1	1	1,847	1,000	,08	,08
	2	,153	3,469	,92	,92

a Variable dependiente: Tiempo Promedio de ensamblaje

## Anexo 10

- 1) El director de una empresa de litográficos y plegables está elaborando el plan de producción del próximo año y desea estimar cual será el valor de la producción mercantil (PM), pero sólo dispone de las solicitudes que le han hecho para la producción de cajas plegables (CP).

Un especialista que trabaja en la empresa le propone realizar esa estimación a partir del análisis de los datos de que dispone la empresa acerca de ambos indicadores ya que en su opinión los mismos están muy relacionados.

Tomó los datos de los últimos 12 meses.

1.1 ¿Cómo estimaría el valor medio de la PM y su varianza?

1.2 Estime el valor que como promedio tendrá la PM y su varianza si la producción prevista de cajas plegables fuera

a) 360.000 cajas

b) Repita la estimación del inciso 4 pero con un 95% de confianza

Datos:

Mes	PM (miles de \$)	CP (miles de u)	Mes	PM (miles de \$)	CP (miles de u)
1	473	135	7	919	408
2	338	145	8	604	320
3	688	320	9	418	280
4	910	440	10	618	195
5	894	280	11	970	320
6	891	360	12	1078	554

- 2) Una empresa que produce productos químicos desea estudiar los efectos que el tiempo de extracción tiene en la eficiencia de una operación de extracción. Los datos se muestran en la tabla siguiente:

Eficiencia de extracción minutos	Tiempo de extracción en %
27	57
45	64
41	80
19	46
35	62
39	72
19	52
49	77
15	57
31	68

- a) Dibuje el diagrama de dispersión y estime la eficiencia en 35 min
- b) Haga una valoración (informe) del coeficiente de correlación, obtenga el modelo de predicción y establezca un requisito para el mejor tiempo con que debe emplearse en la extracción de muestras y diga si es recomendable utilizar el modelo que muestran los resultados obtenidos
- 3) El costo de fabricar cajas para envasar productos agropecuarios depende del tamaño del lote que se le pida. La siguiente tabla muestra un estudio realizado con el objetivo de proponer un modelo y reducir la utilización de la fuerza de trabajo y minimizar costos.

Costos en MLC	30	70	140	270	530	1010	2500	5020
Tamaño del lote	1	5	10	25	50	100	250	500

- b) Compruebe mediante un diagrama de dispersión si el modelo es lineal
  - c) Haga un análisis de regresión. Pida pruebas de correlación.
  - d) Proponga un modelo y haga una valoración de los costos promedio por lote. ¿Cuál sería el costo estimado si la demanda fuera de producir 1500, 1300, 1450 lotes?
- 4) La relación entre el ingreso familiar y el consumo de ciertos artículos de primera necesidad muestran correlaciones significativas en algunos casos. Una muestra dio los siguientes resultados:

Ingreso Familiar	100	200	300	400	500	600	700	800	1000
Consumo	40	40	45	50	65	70	70	80	80

- a) Grafique su diagrama de dispersión y diga si sigue un modelo lineal
- b) Haga un análisis de correlación e interprete el coeficiente
- c) Haga un análisis de regresión y estime cuantos gramos de carne consume cada uno de los integrantes de la clase (incluye al profesor), considere que el consumo de onzas de carne semanal y para el estimado de los ingresos incluya la estimulación convirtiendo a pesos razón 1 a 25.
- d) Valore el estado de satisfacción de los integrantes de tu equipo de estudios a partir de estos resultados