

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA
ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN METALURGIA Y
MATERIALES

Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Educación
Superior

AUTOR: Lic. Aliet Lamorú Reyes



ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA
ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN METALURGIA Y
MATERIALES

Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Educación
Superior

AUTOR: Lic. Aliet Lamorú Reyes

TUTORES: DrC. Rolando Gamboa Rodríguez

MSc. Marilín Reyes García

MOA, 2021



PENSAMIENTO

"La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo".

Nelson Mandela

DEDICATORIA

A mis padres Marlín Lamorú Batista y Marilín Reyes García, por haberme educado con los mejores valores y amor infinito.

A la memoria de mis abuelos Adán Reyes Real y Patrocinia Batista Leyva, por guiarme desde el cielo y enseñarme tanto de la vida.

A quienes han tropezado en la vida y han comprendido que la resiliencia es parte de los éxitos.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios Todopoderoso por obrar fabulosamente en mi desarrollo como hombre y permitirme alcanzar las metas propuestas.

A la Revolución, por permitirme ser su defensor desde las trincheras de ideas.

A mis padres, guerreros incansables que con su paciencia y amor han sabido acompañarme en todos los momentos, inculcándome la perseverancia y la fe.

A toda mi familia, por la maravillosa experiencia de sus vínculos sinceros y su apoyo incondicional en los momentos difíciles y también de luz.

A mi tutor, DrC. Rolando Gamboa Rodríguez por su amistad y excelente ayuda brindada en cada etapa de este trabajo. A todos los profesores del claustro de la Maestría en Educación Superior de la UMOA por sus valiosos aportes.

A mis amistades que se han mantenido firmes con su apoyo, mostrándome que no hay puertas férreas si la intención de traspasarlas implica evolución.

A mis compañeros del Departamento de Matemáticas, gracias por su colaboración, comprensión y respeto.

A mi novia Claudia Hernández Labañino, por ser una compañera formidable y aligerar mis cargas con todo su amor. Tuyo también son estos logros.

A los profesores del Departamento de Metalurgia, especialmente al DrC. Roger Samuel Almenares por su apoyo y estimulación al alcance de las metas propuestas.

Al panel de expertos consultados, que en difícil situación epidemiológica brindaron sus contribuciones en la evaluación de esta propuesta.

A todas las demás personas que son parte de cada granito de arena solidificado en esta investigación. Sin ánimos de olvidar a nadie, a todos les agradezco su paciencia, su amistad y consideración.

RESUMEN

La presente investigación parte de un estudio diagnóstico para la determinación de las insuficiencias que presentan los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, en el desarrollo del ciclo estadístico de la investigación. La problemática evaluada en dicho diagnóstico permite la elaboración de una estrategia didáctica basada en proyectos de investigación, integrándolos con la resolución de problemas y las soluciones asistidas por *software* estadístico. Este resultado se sustenta en las concepciones teóricas asociadas al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, incidiendo en un favorable rendimiento académico de los estudiantes al evidenciarse su productividad en la aplicación de los aprendizajes significativos. La valoración de la estrategia mediante el Criterio de Expertos, indica la factibilidad de su empleo y permite generalizarla hacia otros programas ingenieriles; cuyos contextos sociales coexisten con el perfil de Metalurgia y Materiales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN EL PERFIL DEL INGENIERO EN METALURGIA Y MATERIALES.....	10
1.1. Principales antecedentes históricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales.....	10
1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior	17
1.2.1. Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior	23
1.3. Proyectos de investigación para el mejoramiento del rendimiento académico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior	28
1.4. Diagnóstico del resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la Universidad de Moa	33
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	39
CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN METALURGIA Y MATERIALES DE LA UMOA	40
2.1. Fundamentación de la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación	40
2.2. Estructura de la estrategia didáctica basada en proyectos para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMoa	44
2.3. Evaluación de la factibilidad de la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación.....	57
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	60
CONCLUSIONES GENERALES.....	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos antiguos el hombre ha confiado en sus capacidades para descubrir nuevos conocimientos que le permitan comprender las leyes de la naturaleza, y a su vez ha dejado legados a través de personas e instituciones con objeto social centrado en la enseñanza. Los centros de altos estudios han sido desde siempre el hogar prometido para quienes aspiran a ejercer profesionalmente durante toda una vida.

Según Horruitiner (2008, p.6) “en sus orígenes, las universidades se convirtieron en las instituciones que atesoraban todo el conocimiento de la sociedad”. En la actualidad esto no sucede de esa manera ya que no siempre las universidades están sincronizadas con las demandas sociales, exigiendo cambios esenciales en su dinámica para lograr efectividad en los estudiantes que se preparan para una utilidad profesional.

Malagón (2003) destaca la importancia de la masificación de la educación superior, llevando cada vez a un plano más amplio los proyectos científicos y sociales. Tal expansión de conocimientos debe partir de una interrelación entre los procesos de formación, investigación y extensión universitaria. Cuba, un país socialista y de valores altruistas, tiene incorporado modelos de amplio perfil en la enseñanza superior, haciendo justicia a la máxima humanista de formación integral de sus ciudadanos. Horruitiner (2008) se refiere a dos pilares de dicho modelo, y tienen que ver con la unidad de aspectos educativos con los de carácter instructivo, así como la constante vinculación entre el estudio y el trabajo.

La extensión de los preceptos universitarios hacia todos los territorios del país ha favorecido el aumento de la sustentabilidad de los procesos, usando cada vez más los recursos humanos y materiales de carácter local. Ante todo, un grupo de importantes transformaciones, se hace necesario hablar de una nueva universidad cubana (NUC) caracterizada por el aseguramiento de iguales oportunidades y posibilidades. Un aspecto esencial en este nuevo modelo lo constituye la calidad del proceso formativo, evidenciado por un grupo de variables entre las que destacan los profesores, los estudiantes y el currículo de formación.

Las constantes transformaciones tecnológicas sucedidas en las sociedades actuales, han obligado a concebir nuevas formas en el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje (PEA) en la educación superior. Cada vez más, se hace necesaria la

implementación de eficientes métodos que permitan evaluar las capacidades y los logros estudiantiles durante una determinada formación universitaria. Navarro (2003) aborda una mirada hacia el concepto de rendimiento académico (RA), reflejado por una red de articulaciones cognitivas que de forma dinámica, resalta los rasgos de un proceso de aprendizaje, y representa fielmente las capacidades reales que los estudiantes poseen para su futuro actuar profesional.

Bloom (1971) enfatiza en el desempeño académico como una representación de la puesta en práctica de sistemas de conocimientos, Martínez y Pérez (2007) abordan el rendimiento académico estudiantil como un indicador que precisamente representa la productividad de un sistema educativo. Para Horruitiner (2008) en la nueva universidad cubana, la productividad del estudiante es un reflejo claro de la solución dialéctica para la contradicción entre ciencia y profesión, dimensionando con efectividad la vinculación entre lo instructivo y lo educativo. E. García (2016) destaca que el PEA debe fomentar las propuestas formativas, basándose en investigaciones aplicadas que permitan transferir los conocimientos en las áreas curriculares de cada carrera y universidad.

Salinas (2010) hace un énfasis especial en las prácticas pedagógicas de los profesores, siendo los máximos responsables del desarrollo intelectual y sociocultural de los estudiantes. Salguero (2005) aborda las estrategias didácticas como herramientas que precisamente representan la intervención pedagógica e interactiva, donde los estudiantes deben contribuir con soluciones basadas en sus aprendizajes. A través de los trabajos de diploma, los estudiantes reflejan la productividad de su sistema de conocimientos, interrelacionando un conjunto de métodos analíticos y numéricos, donde los modelos estocásticos representan la mayor parte de la realidad de los fenómenos.

Históricamente las disciplinas de matemáticas han traído consigo las principales dificultades en el aprendizaje de conocimientos. La contextualización de la realidad objetiva a través de modelos del cálculo diferencial e integral; ha generado bajos rendimientos académicos, aparejado a la desmotivación y a veces una deserción temprana en los estudiantes universitarios. Diversas investigaciones se han desarrollado con la idea de evaluar el RA en asignaturas de matemática pertenecientes a los ciclos de formación básica, destacando a Torres (2008); Paredes, Iglesias y Ortiz (2015); J. García (2017); Marquín (2017); Carrasco, Ansola y Rodríguez (2018); Medina, Ferreira y Marzol (2018); Mello y Hernández (2019) y Huayta (2019).

La asignatura Probabilidades y Estadística, es un curso transversal en todas las carreras universitarias, relacionando directamente a los estudiantes con habilidades en la recopilación de datos empíricos y la búsqueda de mayores evidencias asociadas a los fenómenos aleatorios. Las investigaciones realizadas por Fuentes (2016); Lorences, Valiente y Valiente (2016); Andrade (2017); Chilca (2017) y Minnard, Pascal, Torres y Frede (2017) corroboran la integración de las matemáticas básicas en el perfil probabilístico-estadístico, influyendo significativamente en el RA de los estudiantes.

Fuentes (2016) resalta la contribución de la estadística en el pensamiento creativo, generando capacidades de búsqueda, análisis y solución a través de sus sistemas de conocimientos. La interpretación de fenómenos técnicos que son modelados mediante el pensamiento probabilístico, permite determinar las leyes estadísticas que los rigen, facilitando así las soluciones a los diversos problemas del contexto ingenieril. El uso de técnicas estadísticas en trabajos de culminación de estudios, revela la aplicación de esta ciencia, permitiendo al estudiante el desarrollo de capacidades analíticas, sintéticas y de modelación de problemas y sus soluciones.

En el perfil del ingeniero en Metalurgia y Materiales, es de vital importancia el fortalecimiento de las habilidades para la aplicación de los conocimientos. Zorzoli, Giuggiolini y Mastroianni (2005) reconocen las probabilidades y estadísticas como las herramientas para la búsqueda, el análisis y la selección de los datos disponibles o inferidos de los fenómenos del perfil metalúrgico. Además, permiten la organización y traducción de los datos en informaciones, así como el establecimiento de relaciones e hipótesis sobre las variables definidas en las diferentes situaciones problemáticas.

Dentro de la red académica cubana se encuentra la Universidad de Moa (UMoa), la misma posee una carrera de referencia a nivel internacional, la Ingeniería en Metalurgia y Materiales. Esta carrera en su perfil de formación responde a las necesidades de transformación de yacimientos lateríticos y ferríticos de la región nordeste holguinera, en productos finales útiles para la industria cubana.

La UMOa, como centro rector de esta carrera vela por la efectividad formativa de sus egresados, y sobre todo por la adecuada ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje. En los últimos años de aplicación del Plan de Estudios D, se han corroborado algunas insuficiencias en el rendimiento académico de la asignatura

Probabilidades y Estadística en la carrera de Metalurgia y Materiales, fundamentalmente condicionadas por las dificultades con las matemáticas de asignaturas precedentes, así como por la aplicación práctica de estos conocimientos integrados desde la estadística en un trabajo de culminación de estudios.

Bess (2014) propuso un modelo pedagógico para la formación sociocultural del ingeniero metalúrgico, logrando resultados parciales que evidencian un aumento de las capacidades humanísticas de los estudiantes. La autora resalta la necesidad de crear habilidades, hábitos y aptitudes en los contextos universitarios, comunitarios y empresariales. Sin embargo, desde la mirada técnica del perfil metalúrgico, no se referencia cómo las estrategias didácticas garantizan los objetivos desde la disciplina Matemática General, y la aplicación de las Probabilidades y Estadísticas.

A través de un estudio diagnóstico del rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística, representado por la productividad de su sistema de conocimientos en un total de 82 tesis de diploma en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOa, en el período comprendido entre los años 2016 al 2019; se verificaron insuficiencias en los siguientes aspectos:

- Selección de pruebas estadísticas
- Empleo de técnicas de inferencia estadística
- Empleo de un diseño experimental
- Utilización de *software* estadístico
- Interpretación estadística de los resultados obtenidos

En el caso de la selección de las pruebas estadísticas, solo el 14 % de la muestra analizada presentó dominio adecuado de estos conocimientos, evidenciando dificultades en el establecimiento de correspondencias entre los objetivos de investigación y la bondad de ajuste de las pruebas estadísticas. Con respecto a la Estadística Inferencial, aunque el 52 % de las tesis muestran presencia de alguna técnica inferencial, fundamentalmente se trata de análisis de correlación y muy someramente la perspectiva de la regresión. No hay evidencias de un desarrollo adecuado de los métodos de estimación e hipótesis sobre los principales parámetros.

Por otra parte, solo el 35 % de la muestra presentó evidencias de un adecuado manejo de *software* estadístico, cuestión que incide en la obtención de resultados estadísticos más verosímiles. Además, en aproximadamente el 50 % de las tesis, los resultados estadísticos no fueron interpretados con vasta profundidad. Ambos aspectos representan un punto bajo en el uso de asistentes computacionales para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje; de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Metalurgia y Materiales.

El análisis de las insuficiencias referidas anteriormente, posibilitó el hallazgo de una contradicción entre las exigencias que establece el modelo del profesional de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA, y el desfavorable rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística. Esta discrepancia se produce por la insuficiente productividad de su sistema de conocimientos, desde la perspectiva final del PEA: el trabajo de culminación de estudios.

La contradicción encontrada justifica la formulación del siguiente **problema científico**: ¿Cómo mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA en la asignatura Probabilidades y Estadística?

Con el objetivo de analizar estrategias para el fortalecimiento del PEA en la asignatura Probabilidades y Estadística, se revisaron los resultados de estudios sobre la didáctica y el rendimiento académico en dicha asignatura. Gorina y Alonso (2014); Espinoza y Sánchez (2014); Delgado y Justo (2018); y Ferreri y Carnevali (2018) realizaron estudios desde la didáctica en estadística, basada en la resolución de problemas. Barrabia (2013) y Barrera (2017) abordaron la introducción de las TIC para lograr la adquisición de habilidades estadísticas; con carácter significativo.

Batanero y Díaz (2004); Díaz-Levicoy y Cortes (2014); Camacho, Chávez, Polanco, Botello y Estrabao (2017); Barrios y Medina (2018); y López, Ramírez, Santander, Salgado y Rigual (2018) abordaron la perspectiva de la enseñanza basada en proyectos de investigación, donde el estudiante trascienden los conocimientos hacia un contexto de soluciones a problemas técnicos y sociales de su entorno. Esta estrategia didáctica acoge perfectamente los enfoques basados en problemas y de apoyo mediante TIC, generando un espectro de utilidad más amplio.

Diversos aportes se han generado en el área de la didáctica de las Probabilidades y Estadísticas, sobre todo en la perspectiva de las estrategias didácticas enfocadas hacia la formación de habilidades investigativas que permitan avalar la dualidad científico-práctica de esta asignatura. Una encuesta realizada a profesores y colaboradores del Departamento de Matemática de la UMOa que han impartido esta asignatura en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, arrojó las siguientes deficiencias que aún persisten en el modelo del profesor.

- Insuficiente vinculación del sistema de conocimientos y su utilidad en las soluciones de los problemas del entorno social.
- Insuficiente experimentación estadística que permita elevar el rigor científico de las soluciones a problemas productivos.

Del análisis realizado, se identificó que las problemáticas persistentes se asocian al **objeto de estudio**: proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOa.

Los escenarios actuales de la Nueva Universidad Cubana, exigen la preservación de la cultura humanística alcanzada a través de la integración plena con la sociedad, vinculando a los profesionales del ramo metalúrgico cada vez más a la naturaleza estocástica de los fenómenos ingenieriles, y la introducción de sus resultados en las soluciones a los nuevos problemas surgidos.

Debido a esta exigencia, la investigación se plantea como **Objetivo**: elaborar una estrategia didáctica que favorezca la introducción de proyectos de investigación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, y permita mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOa.

Como **campo de acción** se enmarca: Mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOa, a través de la introducción de proyectos de investigación en el PEA de la asignatura Probabilidades y Estadística.

Para solucionar el problema científico y cumplimentar el objetivo propuesto se plantean las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son las principales regularidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en el perfil del Ingeniero en Metalurgia y Materiales?
2. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior?
3. ¿Cuál es la situación actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA?
4. ¿Cuáles acciones desarrollar para elaborar una estrategia didáctica que permita mejorar el rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística, a través de proyectos de investigación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA?
5. ¿Qué criterios justifican la factibilidad de empleo de la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación?

Para responder las interrogantes planteadas se formularon las siguientes **tareas científicas**:

1. Análisis de las tendencias históricas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en el perfil del Ingeniero en Metalurgia y Materiales.
2. Determinación de los fundamentos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior, y su manifestación en el rendimiento académico de los estudiantes.
3. Diagnóstico del proceso de enseñanza-aprendizaje actual en la asignatura Probabilidades y Estadística, a través de su aplicación en las tesis de diploma en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA.
4. Elaboración de una estrategia didáctica basada en proyectos de investigación que permita mejorar el rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Metalurgia y Materiales en la UMOA.

5. Valoración de los criterios que justifican la factibilidad de empleo de la estrategia didáctica propuesta.

A continuación se precisan diferentes métodos de investigación, tanto de carácter teórico, empírico y estadístico-matemático, útiles en la realización de este estudio.

De nivel teórico:

Histórico-Lógico: usado en la revelación cronológica y evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior, así como sus principales etapas y desarrollos didácticos. Además, se utiliza como reproductor en el plano teórico de las formas más maduras de la enseñanza-aprendizaje, y su aterrizaje en el contexto de la asignatura Probabilidades y Estadística.

Análisis-Síntesis: el análisis se usa en la división del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, abordando sus múltiples componentes. La síntesis permite establecer la unión entre los aspectos relevantes de la didáctica y el rendimiento académico como partes analizadas dentro del proceso general, y revelar sus características asociativas.

Inducción-Deducción: para observar la asociación entre las categorías didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la visión del modelo de profesional del Ingeniero en Metalurgia y Materiales, y luego deducir sus roles desde la dimensión de los trabajos de culminación de estudios.

De nivel empírico:

Observación científica: usada a través de una guía de verificación de habilidades probabilístico-estadísticas en las tesis de diploma de Ingeniería en Metalurgia y Materiales durante los años 2016, 2017, 2018 y 2019.

Encuesta: usada en la percepción de las habilidades didácticas en probabilidades y estadísticas, de los profesores del Departamento de Matemática de la UMOA.

Cuestionario: utilizado en la presentación de informaciones a ser evaluadas por los expertos seleccionados para validar la pertinencia de la estrategia propuesta.

Revisión documental: empleada para determinar la relevancia de estudios sobre la didáctica del proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior, y su rendimiento académico correspondiente.

Criterio de expertos: usado para evaluar la pertinencia de la estrategia didáctica propuesta, a partir de la maximización de la concordancia entre el juicio de los expertos en probabilidades y estadísticas. Se aprovecha su carácter anónimo, así como la iteración y respuesta en forma estadística.

De nivel estadístico-matemático:

Estadística descriptiva: usada para caracterizar las regularidades de los datos recolectados mediante todos los instrumentos utilizados en la investigación.

Prueba de hipótesis no paramétrica para varias muestras relacionadas: a través del coeficiente de concordancia W de Kendall, como parte del estadístico de contraste usado en el método de Criterio de Expertos.

Para el desarrollo de la investigación, del total de tesis de diplomas defendidas durante la ejecución del Plan de Estudios D en Ingeniería en Metalurgia y Materiales, se seleccionaron todos los trabajos de cuatro años mediante Muestreo Agrupado (2016-2019). Por otra parte, se seleccionaron siete profesores mediante el Muestreo Intencional (colectivo de la asignatura Probabilidades y Estadística que trabajó en la carrera). Para la validación de la estrategia didáctica se seleccionaron intencionalmente nueve profesores de universidades del país, expertos en probabilidades y estadísticas.

El aporte práctico de esta tesis radica en la introducción de una estrategia didáctica basada en proyectos de investigación, que permitamejorar el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA, en la asignatura Probabilidades y Estadística. La resolución de problemas y el empleo sistemático de *software* estadístico, son concepciones que inciden en la formación de profesionales de amplio perfil, permitiéndoles solucionar problemas del entorno social desde la visión de los trabajos de diploma.

El informe de tesis se estructura en introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. El capítulo I se dedica a los fundamentos teóricos que sustentan el comportamiento y la evolución del objeto de estudio analizado. El capítulo II aborda el proceso de elaboración de la estrategia didáctica para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, e incidir en la mejora de su rendimiento académico en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN EL PERFIL DEL INGENIERO EN METALURGIA Y MATERIALES

Este capítulo aborda un análisis histórico sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en el contexto de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales. También se presentan los principales fundamentos teóricos sobre dicho proceso y cómo se manifiesta en el rendimiento académico estudiantil. Por otra parte, se muestran los principales resultados del diagnóstico realizado sobre el rendimiento académico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Metalurgia y Materiales en la UMOA.

1.1. Principales antecedentes históricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales

El proceso de formación de los profesionales encargados de la explotación de los yacimientos niquelíferos transcurrió a lo largo de una serie de transformaciones después del triunfo de la Revolución Cubana. Estos cambios tuvieron lugar desde el surgimiento de los planes de estudios que contribuyeron a la formación inicial y permanente; y a la continua superación de estos profesionales. Como contribución a esa formación, en 1975 fue fundado el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, actualmente Universidad de Moa (desde 2018), con el objetivo de propiciar soluciones novedosas a las industrias niquelíferas del territorio.

Con la creación del Ministerio de Educación Superior en 1976, se evidenció la necesidad de una transformación curricular y la organización general del Sistema de Educación. En este período, se precisó un detallado análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la formación del profesional de la carrera de Ingeniería Metalúrgica; siendo necesario y oportuno reflexionar respecto a las concepciones que caracterizaron este proceso.

Para la realización de este estudio se seleccionó el período de 1977 al 2020, comenzando en ese año debido a que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística se estructuró curricularmente de manera que se alcanzó uniformidad y coherencia en su concepción a nivel nacional con influencia en la

enseñanza y el aprendizaje de la matemática en las carreras pertenecientes a la educación superior.

Se tomó como punto de partida la concepción de este proceso en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, y los cambios que tuvieron lugar durante la concepción de este proceso se asumieron como criterio para la selección de las etapas del estudio histórico. El mismo se caracterizó de acuerdo con los siguientes aspectos:

- La concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la formación del profesional de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales.
- Tratamiento al rendimiento académico durante ese proceso.

Las etapas seleccionadas se relacionan a continuación: Primera etapa (1975-2000) y la Segunda etapa (2001-actualidad).

Para el estudio histórico se emplearon varias fuentes de información: el Modelo del Profesional de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, los planes de estudio, los programas de disciplinas y asignaturas y su correspondiente bibliografía, así como entrevistas realizadas para obtener el testimonio de profesores fundadores de la carrera y con experiencia en la Educación Superior e impartición de las matemáticas.

Primera etapa: Inicio de la estructuración curricular del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera Ingeniería en Metalurgia y Materiales (1975-1999).

Es importante destacar que la Ingeniería Metalúrgica no se estudiaba en Cuba antes del triunfo de la Revolución en 1959, a pesar de la importancia de esta carrera a nivel mundial y la existencia en el país de una industria metalúrgica incipiente; el número de graduados en el extranjero era muy limitado. En los primeros años de la Revolución, comenzaron a graduarse los primeros profesionales metalúrgicos del país; provenientes del Campo Socialista.

A partir de la creación del Ministerio de Educación Superior (MES) en 1976, aparecen los Planes de Estudio. Estos planes contenían la información de los contenidos de los programas de las asignaturas para todos los centros de Educación Superior del país,

los fondos de tiempo para cada tipo de actividad docente y la literatura a utilizar por los estudiantes, según lo normado en la Resolución Ministerial 220/79.

La carrera, en aquel entonces Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, inició con el objetivo de estudiar estos yacimientos y propiciar soluciones novedosas a las industrias niquelíferas del territorio. Uno de los tres programas rectores de este centro, surgió en el calor de las necesidades territoriales, y luego extendió su alcance hacia todas las partes del país. Atendiendo a esto, su misión social se enfrascó en formar profesionales competentes, capaces de aportar tecnología útil en los procesos de transformación de estos minerales.

Como todo programa ingenieril, desde los primeros planes curriculares se evidenció una disciplina de Matemáticas cuyo objetivo estuvo en función de la conformación de las teorías metalúrgicas; desde la modelación y resolución de problemáticas variadas. Dentro del espacio disciplinar de matemática, se diseñó el curso de Probabilidades y Estadística para ofrecer los métodos y técnicas que abordan la naturaleza aleatoria de muchos fenómenos industriales del contexto de explotación de yacimientos.

En 1980, se graduaron los primeros Ingenieros Metalúrgicos en Cuba por el Plan de Estudio A, el cual contemplaba dos especializaciones: Beneficio de Minerales y Metalurgia no Ferrosa. A partir de 1982, la carrera se desarrolló conforme al Plan de Estudio B y sin especializaciones.

Durante la ejecución de los Planes de Estudio A y B, la asignatura Probabilidades y Estadística se desarrolló con cierta rigidez, enfocada a las concepciones más generales de la apreciación estocástica de fenómenos industriales, sin embargo, debido a la aparición de nuevos problemas técnicos y científicos en el contexto ingenieril, se hizo necesaria una revisión de los sistemas de contenidos y su alcance efectivo en la solución de problemáticas reales.

El Plan de Estudios C de la carrera, aun experimentando cierta rigidez y dependencia de las políticas centralizadas, logró enfocar la asignatura Probabilidades y Estadística hacia las tecnologías de operación y perfeccionamiento de procesos metalúrgicos, y como elementos novedosos; la apreciación profunda de las ciencias de los materiales y la protección del hombre y el medio ambiente.

Con más de 25 años de explotación minero-metalúrgica, el territorio y sus industrias ya sentían en esa etapa la necesidad de buscar soluciones óptimas a sus problemáticas. Así, con un fondo de tiempo de 70 horas y ubicada en el tercer año de la carrera, se planteó la asignatura para fomentar habilidades en las técnicas de inferencia estadística que permitían caracterizar la aleatoriedad de los fenómenos.

Si bien el perfeccionamiento continuo de este plan de estudios propició la introducción de nociones de diseño experimental y modelos de fiabilidad de sistemas, la literatura básica proyectada continuó siendo el talón de Aquiles, ya que dos textos muy pedagógicos servían como guía, mientras se sacrificaba la ejemplificación específica de los fenómenos y experiencias locales en el territorio.

Por otra parte, el sistema de habilidades de la disciplina Matemática solo concebía la teoría general del cálculo probabilístico y la estimación de parámetros y su análisis conjetural, olvidando la visión de un ciclo estadístico de los proyectos, donde los datos constituyen la ciencia en bruto a descubrir. También la creciente demanda de informatización y automatización de los procesos, tornó insuficiente el mero entrenamiento con aplicaciones estadísticas de Excel.

Como características de esta primera etapa se puntualiza que:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, se caracterizó por el tratamiento de objetivos marcadamente instructivos, dirigidos al dominio de contenidos con alta profundización teórica, el empleo de métodos tradicionales; y un incipiente abordaje teórico relacionado con el rendimiento académico.
- El tratamiento del contenido reflejó las carencias en el abordaje de sus habilidades, ya que se enunciaron, pero no fueron definidas ni estructuradas.
- Igualmente, el empleo de métodos y recursos tradicionales repercutió en la adopción de procedimientos memorísticos, centrados principalmente en el dominio de las reglas.

Segunda etapa: Perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera Ingeniería en Metalurgia y Materiales (2000-2020).

A partir del año 2000, Cuba se vio involucrada en sucesivas transformaciones sociales y económicas, conduciendo a la Educación Superior al replanteo de sus planes de estudios en las universidades, y de esta manera lograr respuestas más integrales a las nuevas condiciones surgidas.

Horruitiner (2008) sintetiza las principales motivaciones a estos cambios desde la perspectiva de la universalización de la educación superior, los resultados de las producciones intelectuales de las universidades, el desarrollo económico y perspectiva del país en sectores de impacto como la industria niquelífera, el realce de los servicios como fuente fundamental de empleos, la informatización de la sociedad, la influencia de las transformaciones de la educación superior a nivel mundial en los modelos de enseñanza cubanos, y las insuficiencias detectadas en los estudios de calidad de los egresados universitarios cubanos.

En el contexto de la metalurgia en Cuba, a raíz de estas transformaciones se incrementó la presencia de las soluciones a partir de las tecnologías de materiales, como alternativas económicas viables, y generadoras de otro agregado final a los recursos minerales. La introducción del Plan de Estudios D de dicha carrera, trajo mejoras sustanciales en todas las direcciones y centró su fortalecimiento en el modelo de amplio perfil, la duración de estudios y los programas de capacitación intermedia, la reducción de la presencialidad, las transformaciones mediante apoyo de TIC, y la formación humanística de los estudiantes.

En este nuevo plan de estudios, la asignatura Probabilidades y Estadística pasó al segundo año de la carrera, mostrándose la necesidad de apresurar la maduración del pensamiento lógico-probabilístico. Con un fondo de tiempo de 56 horas presenciales, este curso reduce la dosis de contenidos rígidos y estimula el uso de las TIC en función de comprender las regularidades de los fenómenos. Con la aparición de la Plataforma Interactiva Moodle, los estudiantes pueden completar un mayor número de tareas prácticas, y profundizar en las técnicas inferenciales a estudiar (hipótesis no paramétricas y diseños de experimento factoriales).

Diversos diagnósticos realizados determinaron que aún cuando el Plan de Estudios D aportaba elementos significativos al proceso de enseñanza-aprendizaje, existía un grupo de deficiencias que implicaban su mejora. En el caso de la asignatura de

Probabilidades y Estadística, aún persistían los problemas con la literatura básica, siendo una fuente bibliográfica descontextualizada del perfil de Metalurgia y Materiales.

Por otra parte, la modelación estadística de algunos fenómenos, así como la disponibilidad de métodos numéricos para solucionarlos, han sido problemáticas que aún persisten. La inadecuada interpretación de resultados obtenidos en la aplicación de *software*, y la baja información teórica necesaria para su uso, han propiciado que el diseño didáctico concebido para la asignatura no haya tenido el éxito esperado.

En el año 2018, se implementó el Plan de Estudios E, conservando el modelo pedagógico de amplio perfil y potenciando la resolución de las deficiencias existentes en los programas anteriores. La asignatura Probabilidades y Estadística está ubicada en el segundo año de la carrera, en el primer semestre. Una vez que el estudiante ha vencido su transición desde la enseñanza Media Superior, ya está en condiciones de comenzar a apreciar las teorías estéticas de la modelación estocástica de fenómenos.

Una característica importante de este diseño didáctico, tiene que ver con la resolución de problemas a través del potenciamiento del espíritu de equipo, y basado en la confiabilidad del muestro y la teoría de errores aleatorios. La inclusión de esta estrategia de aprendizaje sienta las bases para otras formas de trabajo colaborativo tales como los proyectos de investigación, que usan datos de contextos reales y permiten el apoyo mediante tecnología computacional.

Con solo 50 horas de trabajo presencial, la asignatura se proyecta como un espacio de aprendizaje donde las actividades prácticas extraclase adquieren un rol protagónico, a la vez que se amplía el sistema de conocimientos hacia nociones de estadística multivariada. Por otra parte, la reducción del tiempo de estudios a cuatro años (curso diurno) permite a los estudiantes una rápida especialización en los perfiles de salida, ponderando las habilidades de investigación y aplicación de resultados.

La inclusión de dos asistentes estadísticos profesionales dentro de la dimensión de computación, ofrece una variedad de opciones técnicas que sustentan la confiabilidad de muchos resultados en investigaciones posteriores. Además, se potencia el pensamiento algorítmico como forma práctica de la lógica matemática, y se provee al estudiante de un flujo organizado para el autoaprendizaje.

El sistema bibliográfico básico de este diseño de asignatura, posee las capacidades de inducir al estudiante en la formalización de conceptos y teorías, a la vez que aporta situaciones novedosas basadas en experimentaciones prácticas y fenómenos del perfil químico, metalúrgico y de apreciación de materiales.

Adicionalmente, se propone una literatura complementaria con actualizaciones importantes en la percepción del ciclo estadístico de la investigación, la correcta apreciación de la variabilidad y la introducción de las teorías bayesianas en las técnicas de estimación de parámetros para las distribuciones empíricas de datos. Desde las indicaciones metodológicas se propone el uso de estrategias metacognitivas que refuercen el vínculo con los contenidos matemáticos precedentes, a través de un enfoque constructivista que genere aprendizajes significativos.

Como características de esta segunda etapa se puntualiza que:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales se caracterizó por la naturaleza formativa de los objetivos, con énfasis en el desarrollo de las habilidades para la profesión.
- Los contenidos inicialmente experimentaron una descarga en las disciplinas de la especialidad y luego se retomaron con un mayor nivel de profundización.
- Los métodos y recursos didácticos se ampliaron; y se aplicaron los aportes de investigaciones pedagógicas y didácticas. Para el tratamiento del contenido probabilidades y estadísticas se siguió lo propuesto en el modelo del profesional.
- El tratamiento al rendimiento académico desde la asignatura, se caracterizó por el empleo de métodos y recursos didácticos tradicionales, sin la definición y operacionalización concreta.

La comparación de las características de cada etapa permitió arribar a las siguientes consideraciones:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales se perfeccionó de acuerdo con las exigencias sociales, el desarrollo económico y de la ciencia en el contexto global. Se caracterizó por el perfeccionamiento permanente de los

objetivos, una concreción en la estructuración de los contenidos, una clasificación y delimitación de habilidades, la diversificación de los métodos y recursos didácticos y una concepción de la evaluación más integradora y dirigida a lo profesional.

- El tratamiento al rendimiento académico experimentó cambios discretamente perceptibles durante las etapas, debido a la aplicación de procedimientos memorísticos y habilidades no definidas ni estructuradas. Aunque se acentuó su carácter procedimental y se realizó una actualización bibliográfica e introducción de la tecnología informática, ello no impidió que el reconocimiento de la relación con la calidad del egresado permaneciera en la enunciación.

Lo anterior conduce a la necesidad de una sistematización de los referentes teóricos que permitan comprender y profundizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior, haciendo énfasis en su didáctica y la manifestación del rendimiento académico estudiantil.

1.2. El proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior

Desde los tiempos fundacionales de las escuelas, el arte de producir conocimientos ha llevado implícito dos procesos evidenciados como una sola unidad dialéctica. Primeramente, lo transmisible representa la suma de lo que se enseña y las formas en que se produce su asimilación por parte de los estudiantes. Por otra parte, la recepción se asocia a las capacidades desarrolladas por los estudiantes durante la asimilación de patrones de conducta para transformarlos en un bien social.

Yacoliev (1981) define la enseñanza como el conjunto de elaboración e impartición de los conocimientos, con misión promotora de capacidades y habilidades necesarias para el desarrollo de la actividad cognoscitiva por parte de los estudiantes.

En la opinión de Labarrere y Valdivia (1988) la enseñanza es un proceso de transformación de la concepción científica del mundo, donde los estudiantes se apropian de fundamentos, habilidades y hábitos para un correcto desempeño en cualquier contexto. Arnaz (1993) refiere que enseñar no es otra cosa que propiciar, favorecer, facilitar o promover aprendizajes, resaltando su papel como el arte de instruir estudiantes capaces de participar en su propio proceso de formación.

El aprendizaje como proceso correlacionado con la enseñanza, tiene un carácter intelectual y también emocional, permitiendo la construcción de los conocimientos y las capacidades, así como el desarrollo de la inteligencia (Castellanos, *et al.*, 2002). Pozo (1989) afirma que es un proceso de apropiación de experiencias sociales, determinado por la existencia de una cultura que condiciona los métodos, instrumentos y recursos para lograr doctrinas por parte de los educandos.

De acuerdo con Gago (1983) es un proceso donde los estudiantes experimentan transformaciones en su conducta, y refleja la adquisición de habilidades y valores, así como la reestructuración de los marcos conceptuales que el estudiante usa en la obtención de los conocimientos.

La enseñanza-aprendizaje constituye un proceso que se representa mediante un grupo de acciones didácticas encaminadas a la gestión de aprendizajes, y se rige por relaciones educativas intencionales. Como todo proceso de gestión, la perspectiva de la enseñanza organiza las condiciones necesarias para garantizar aprendizajes desarrolladores, abordando su control a través de evaluaciones que permitan apreciar la evolución de los estudiantes en todos los contextos de interés.

Casarini (2002) reconoce el proceso de enseñanza-aprendizaje como un conjunto de etapas encadenadas, donde estudiantes, profesores y contenidos a ser adquiridos, concurren de forma intencionada y sistemática para propiciar nuevas maneras de actuación en los educandos.

En el contexto de la educación superior, lo más importante es la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Ramsden (2003, citado por A. B. García, 2008) aporta una interesante teoría basada en la enseñanza como facilitación del aprendizaje, donde el estudiante universitario es parte de un proceso cooperativo con sus profesores, y el objetivo esencial es alcanzar transformaciones de sus conductas desde perspectivas cualitativas y cuantitativas.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario garantiza la apropiación activa y creadora de la cultura, y se puede ver el término como la obra integral del hombre. Basado en esta idea, se hace necesario que la universidad garantice la transferencia de todos los escenarios culturales de la humanidad de una generación a otra. Horruitiner (2008) apunta que las universidades de la actualidad no

pueden limitarse al mero traslado de algunos mensajes culturales, sino que deben hacer prevalecer la misión de preservar y promover esa cultura hacia los entornos sociales.

E. García (2016) refiere que el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario está encaminado hacia la excelencia, haciendo énfasis en las propuestas formativas, el impulso de la investigación aplicada y la transferencia de conocimientos con relevancia científica. Esta propuesta potencia el nivel de asimilación de los objetivos hasta un plano creativo, donde los conocimientos adquieran un alto valor práctico a través de las soluciones a problemáticas reales.

La excelencia se centra en el constante desarrollo humano, y especialmente en la relación existente entre lo emocional, lo afectivo, lo intelectual, lo moral y lo social. Vielma y Luz (2000) aportan un estudio sobre el desarrollo y su relación con el origen social de los procesos mentales, basando su investigación en las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Las autoras refieren que la comprensión de estos enfoques pedagógicos desde la teoría psicológica, ha influenciado el desarrollo de los conceptos psicopedagógicos, y su materialización en los procesos de nuevos diseños curriculares.

Diversas son las teorías sobre el aprendizaje, y sus postulados esenciales. Entre ellas se destacan las teorías de Vygotsky, Bruner y Ausubel por sus elementos comunes, que aunque explicados desde diferentes perspectivas, no dejan de constituir referentes clásicos. Desde este análisis, la intervención pedagógica es la causa de avances que no ocurren de forma espontánea, resaltando el papel del profesor en las transformaciones que el estudiante desarrolla (ver anexo 1).

De acuerdo con Rico (2004, p. 14), Vygotsky define la zona de desarrollo próximo como:

La distancia que media entre el nivel real de desarrollo determinado por la capacidad de resolver un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema, bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

En el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje, esta teoría permite entender el funcionamiento mental de los educandos a través de la inspección objetiva de los procesos sociales y culturales donde interactúan.

Vielma y Luz (2000) exponen la teoría de Bruner como una perspectiva intelectual cognitiva, donde el individuo construye los significados desde la selección de informaciones relevantes. Además, aborda las herramientas de apoyo grupal, e instrumentos y técnicas que propician una enseñanza favorable. Esta teoría promueve el constructivismo social, y aborda las interrelaciones con el ambiente, además de propiciar un carácter más humanizado a la educación.

El aprendizaje significativo se encarga del proceso de construcción de significados por parte de los estudiantes, incentivando las formas más efectivas de promover cambios cognitivos estables (M. L. Rodríguez, 2011). Según Ausubel (1976) sirve de base para modelos de enseñanza-aprendizaje basados en el descubrimiento y los múltiples activismos, a la vez que promueve el estatus receptivo significativo como mecanismo óptimo para la preservación de los conocimientos.

Castellanos, *et al.* (2002) reflexionan sobre la misión del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior, enfatizando en la necesidad de proveer al estudiante de capacidades desarrolladoras que le permitan integrar y enriquecer sus conocimientos. Además, debe propiciar experiencias afectivas, y estimular la formación de actitudes y valores acorde a los entornos sociales.

Zilberstein y Valdés (2001) califican la enseñanza-aprendizaje como un proceso desarrollador, donde se integran la instrucción y la formación para proveer a los estudiantes las experiencias históricas y sociales de su cultura nacional, y poder extenderlas al plano universal. Los autores también destacan que la apropiación de conocimientos debe ser una alianza indisoluble con los procedimientos y estrategias para el aprendizaje, de modo que es esencial el desarrollo didáctico del profesor para guiar al estudiante en el alcance de aprendizajes significativos y productivos.

Silvestre y Zilberstein (2002) consideran que un proceso de enseñanza-aprendizaje con capacidades de instrucción, educación y desarrollo, debe concebirse sobre la base de una estructura que potencie la búsqueda activa del conocimiento a través de un sistema de actividades colectivas y exploratorias, que propicie el desarrollo del pensamiento y la independencia desde posiciones reflexivas. Además, debe orientar la motivación hacia los objetivos principales de cada actividad, y estimular la formación de conceptos y el desarrollo de procesos lógicos del pensamiento.

En el alcance de niveles teóricos y la elevación de capacidades para resolver problemas, se potencia el vínculo de los contenidos de aprendizaje con la práctica social y la formación cultural en general.

Ortiz y Mariño (2004, citados por Barrabía, 2013) recomiendan una adecuada preparación didáctica de los profesores, combinando continuamente actividades presenciales con tareas para fortalecer el vínculo teoría-práctica. Además, se debe concebir el aprendizaje como un estímulo a la formación integral, y aplicar TIC en la elaboración de materiales docentes que promuevan contenidos y orientaciones para el apoyo a las tareas. El profesor también debe estimular la reflexión individual del estudiante, y luego promover la reflexión colectiva, potenciando el aprendizaje a través del empleo de estrategias didácticas.

En este sentido, Salguero (2005) aborda las estrategias didácticas como herramientas con carácter heurístico y flexible, útiles en el manejo de las interioridades de cada proceso educativo. Tales estrategias representan la intervención pedagógica e interactiva para reconstruir el pensamiento sobre la base de capacidades y actitudes, además de propiciar la activación de experiencias previas, impulsar el reto por el conocimiento y facilitar situaciones de socialización y colaboración grupal.

Las estrategias didácticas se enfocan hacia la enseñanza-aprendizaje y de acuerdo con Tébar (2003), son procedimientos que los profesores usan de manera flexible y reflexiva para la promoción de aprendizajes significativos en los estudiantes. Para Martínez, Torres, Tellería y Ramírez (2010) desde la teoría cognoscitiva, las estrategias didácticas son procedimientos y técnicas que los profesores ejecutan durante y después del proceso de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de ayudar a los estudiantes en el vencimiento de los contenidos de su proceso formativo.

Monereo (1997, citado por Flores *et al.*, 2017) refiere que las componentes fundamentales de una estrategia didáctica se enmarcan en: los participantes activos del proceso (profesores y estudiantes), los contenidos a enseñar, los ambientes de aprendizaje, las concepciones estudiantiles respecto al autoaprendizaje, el tiempo de desarrollo, los conocimientos previos, la modalidad de trabajo a emplear y el proceso de evaluación de los aprendizajes.

Según la Subdirección de Currículum y Evaluación de la Universidad Tecnológica de Chile ([SCE], 2017) existen diversas estrategias que pueden usarse en los procesos de enseñanza-aprendizaje a niveles universitarios, muchas de ellas coexistiendo desde su aplicación para satisfacer objetivos comunes, o como partes integrantes de prácticas más generales. Entre los modelos expuestos en esta literatura se encuentran: el trabajo colaborativo, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en investigación y el aprendizaje basado en proyectos.

Johnson, Johnson y Holubec (2000) abordan el trabajo colaborativo como la práctica didáctica donde pequeños grupos de estudiantes trabajan en armonía para optimizar sus aprendizajes individuales y los del grupo. Este enfoque resalta la interdependencia positiva, la responsabilidad, las prácticas individuales y grupales, la interacción estimuladora y la evaluación colectiva. Según Miguel (2006, citado por SCE, 2017) es considerada una filosofía de enseñanza porque puede albergar en su seno otras estrategias para dar cumplimiento a sus fases intermedias.

El aprendizaje basado en problemas se centra en el estudiante, a diferencia del método tradicional, que concibe al profesor como actor principal. De acuerdo con Morales y Landa (2004) esta estrategia orienta a los estudiantes hacia la búsqueda o identificación de sus necesidades de conocimientos, tomando como partida un problema real o ficticio, con lo cual adquieren habilidades y desarrollan competencias a largo plazo también.

En la opinión de Miguel (2006, citado por SCE, 2017) esta estrategia es recomendable en áreas de ingeniería, siendo útil en la toma de decisiones y el desarrollo de la precisión y la tolerancia. La práctica didáctica que engloba, facilita la autogestión estudiantil y permite innovar y aplicar habilidades en los problemas prácticos de los perfiles de los egresados.

El aprendizaje basado en proyectos de investigación se caracteriza por asignar tareas formales a los estudiantes, proponiendo temas específicos de algún área del conocimiento. Además, incentivan a los estudiantes a descubrir teorías y analizar información relacionada con los objetivos propuestos las actividades (Majó & Baqueró, 2014). De acuerdo con SCE (2017) esta estrategia posee afinidad con situaciones

reales donde los problemas planteados enfocan sus soluciones hacia la obtención de resultados relevantes que permitan una valoración crítica de la ciencia inherente.

Actualmente, los libros de texto solo ofrecen problemas reducidos a saberes técnicos, mientras que el razonamiento estadístico complejo se distancia en muchos casos; debido a la poca aplicación práctica de esos conocimientos. Además de su dimensión técnica, se necesita la componente estratégica que permita al estudiante saber cuándo usarlos de forma relevante.

Los proyectos de investigación contextualizan la estadística y permiten desarrollar el entendimiento de la precisión, la variabilidad, la fiabilidad y los sesgos, dotando al estudiante de herramientas para resolver las interrogantes asociadas al ciclo de investigación. Desde la didáctica de la estadística, se sugiere interrelacionarla con tópicos de probabilidades para fortalecer el rol de los proyectos y así fomentar en los estudiantes las capacidades de argumentación, formulación y creatividad.

1.2.1. Caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior

La matemática en sí misma propone la vinculación con la sociedad, incidiendo en la dimensiones filosófica, histórica, humana y didáctica de su proceso de enseñanza-aprendizaje (Steiner, 1985). De acuerdo con Chevallard (1992) la matemática actúa entre un conjunto de relaciones explícitas o implícitas, establecidas entre estudiantes y profesores, dando paso a situaciones didácticas, que formuladas como teorías de aprendizaje constructivo, producen un saber significativo a partir de la resolución de problemas, la adquisición de modelos y lenguajes explícitos, la explicación de teorías relacionadas; y la institucionalización del conocimiento aprendido.

Para Wussing (1998) el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas exige comprender que los conceptos matemáticos duraderos no son los que provienen de la actividad puramente memorística, y sí de la elaboración con medios propios para convertirlos en un aprendizaje significativo. Mora (2003) plantea que el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas se orienta hacia la resolución de problemas, enfocado hacia objetivos formativos, basado en las aplicaciones y la modelación, así como en la perspectiva de proyectos de investigación.

El estudio de las Probabilidades y Estadísticas, como rama de las matemáticas se encarga de estudiar los fenómenos aleatorios, utilizando elementos de diferentes áreas como lo son el Cálculo Diferencial e Integral, el Álgebra Lineal y Matricial, la Lógica Matemática, las Ecuaciones Diferenciales y los Métodos Numéricos asistidos por computadora. Skovsmose (1994) destacan el rol de los procedimientos y los algoritmos en la lógica matemática y el trabajo apoyado por *software* de computación.

Batanero (2001) señala, que las probabilidades y estadísticas como ciencias atraviesan un período de notable expansión, aumentando el número de procedimientos disponibles, y apartándose del contexto tradicional para convertirse en una ciencia de los datos. Desde la perspectiva didáctica, surge la necesidad de abordar mejor las complejidades del proceso de enseñanza-aprendizaje, y así asumir los continuos cambios y su gradual crecimiento.

Adentrarse en el proceso evolutivo de las probabilidades y estadísticas, significa reflexionar en algunos aspectos epistemológicos esenciales, y los mismos parten de las propias definiciones que ramifican esta importante ciencia de datos.

Cabriá (1994, citado por Batanero, 2001) plantea que la Estadística estudia el comportamiento de fenómenos de carácter general, donde la información relacionada con el universo de discurso; constituye su objeto material. Además, se asocia un modo propio de razonamiento y métodos particulares que constituyen su objeto formal, de modo que las inferencias realizadas sobre esos contextos implican ambientes de incertidumbre, constituyendo su objeto o causa final.

Según Godino, Batanero y Cañizares (1987) lo aleatorio puede concebirse como incertidumbres originadas por la suerte o el azar, siendo la supuesta causa de los sucesos de esta naturaleza, y cuya presencia ultrapasa el análisis determinista de los fenómenos. Batanero (2001) expone que las pequeñas causas que provocan efectos considerables donde la predicción se torna imposible, generan situaciones aleatorias, y solo es posible la estimación de los resultados.

Osorio (2013) critica cinco literaturas donde las situaciones didácticas para el entendimiento de lo aleatorio se hacen sobre la base de los clásicos ejemplos de urnas, barajas y dados, y no basado en la perspectiva de fenómenos ingenieriles. Esta autora coincide con las problemáticas evaluadas por Serradó, Cardeñoso y Azcárate (2006), y

propone soluciones didácticas sobre la base del reconocimiento de las situaciones aleatorias y las fuentes de incertidumbre.

Kahneman, Slovic y Tversky (1982) abordan la introducción de estrategias didácticas que ponderen adecuadamente la modelación ante la presencia de incertidumbres, y de esa manera los estudiantes no cometan errores mediante la aplicación de la heurística de accesibilidad y los sesgos de equiprobabilidad. Moreno, Cardeñoso y González (2013) enfatizan en el uso amplio de las distribuciones probabilísticas de datos, revelando que las mismas pueden además describir situaciones deterministas donde exista falta de precisión producto de errores en los instrumentos de medición.

Albert, Colunga y López (2006) analizaron 12 *software* para promover el aprendizaje de probabilidades, y propusieron que además de la perspectiva computacional asistida, se enfoque el proceso de enseñanza desde la utilización de datos reales donde los estudiantes caractericen fenómenos propios de su contexto social. Los autores enfatizan en el tratamiento correcto de las medidas de tendencia central, a través del valor esperado como característica numérica del análisis de los datos.

Batanero, Contreras, Díaz y Cañadas (2013) refuerzan la importancia de las definiciones como génesis de la utilidad de los conceptos teóricos, y además sugieren la potenciación de los conceptos de variabilidad y desviación típica. Los autores abordan las problemáticas inherentes a la definición de probabilidades condicionales, y cómo la adecuada guía didáctica en su enseñanza, incide en la correcta comprensión de fenómenos estocásticos.

Dividida en dos grandes ramas; la estadística en su rol descriptivo presenta resúmenes sobre conjuntos de datos y analiza sus peculiaridades sin extenderlos a las poblaciones de origen. Por otra parte, el rol inferencial argumenta conclusiones sobre la base de referencias a modelos probabilísticos, y ante la presencia de incertidumbres; caracteriza las poblaciones de donde son extraídos los datos.

Wild y Pfannkuch (1999) asocian las claves de un razonamiento estadístico eficaz; al proceso de transnumeración, al trabajo con modelos estadísticos, y su integración con los contextos emisores de los datos. Además, coinciden en la importancia del ciclo estadístico de la investigación como una competencia integrada de análisis de datos,

resolución de problemas, contraste de hipótesis y toma de decisiones sobre los parámetros muestrales que representan a los fenómenos aleatorios.

Batanero (2013) promueve el fomento de una cultura estadística desde el proceso de enseñanza, capacitando al estudiante para su participación en la sociedad de la información. La autora cita a Burril y Biehler (2011) para enfatizar en los siguientes conceptos estadísticos: los datos, los gráficos, la variabilidad, la distribución, la asociación y correlación, la probabilidad, el muestreo y las inferencias.

Para Gorina y Alonso (2013) la educación estadística no se debe limitar al cumplimiento de un currículo de asignatura, y sí direccionarla hacia el desarrollo de habilidades investigativas que permitan a los estudiantes leer la literatura científica de su especialidad, comunicarse con estadísticos profesionales a propósito del análisis de sus datos; y fomentar el razonamiento crítico y la valoración de las evidencias encontradas durante el proceso investigativo.

Los datos representan unidades o agregados de estas, que permiten el acercamiento cuantitativo de los fenómenos aleatorios, reflejando las características y regularidades de los sucesos. Batanero y Díaz (2011) refieren que ante el planteamiento de un problema surge la necesidad de datos, y con esto el cuestionamiento sobre cuáles y cómo obtenerlos. Desde la didáctica del profesor, se enfatiza en el análisis e interpretación de datos en contextos reales, y así evitar los sesgos que el profesor pueda introducir en situaciones pre-elaboradas.

Los gráficos estadísticos manifiestan tres niveles de lectura, comenzando por la extracción de los datos, pasando por la extracción de tendencias en su comportamiento, y terminando en el análisis de su estructura. Esta propuesta invita a reflexionar en las diferentes profundidades que pueden mostrar los datos, además de guiar al estudiante hacia una valoración crítica de la información existente en los gráficos y tablas (Arteaga, 2009; Arteaga, Batanero, Cañadas & Contreras, 2011).

De acuerdo con Batanero (2001) el muestreo sirve como modelo explicativo de la naturaleza estadística de los fenómenos de la vida real, constituyendo un puente conectivo entre los datos y las distribuciones poblacionales de donde proceden. A través de un análisis adecuado de las muestras pueden inferirse muchas características

de los parámetros de las distribuciones, sin embargo, debe fomentarse en el estudiante la necesidad de abordar la representatividad y la variabilidad contenida en dichos datos.

Kanheman, *et al.* (1982) destacan el efecto de las heurísticas asociadas a los juicios probabilísticos, abordando la representatividad y sus efectos en la insensibilidad al tamaño muestral, así como las probabilidades a priori. Una buena práctica didáctica radica en desestimar los encantos de la ley de pequeños números y estimar correctamente los intervalos de confianza, asociando las decisiones a la variabilidad y no a la falsa potencia de los métodos inferenciales para muestras pequeñas.

Otro elemento importante en la didáctica de la estadística está relacionado con los análisis de asociación y correlación. En este sentido, Davis (1985) explica que la correlación por sí sola no es una implicación a la causalidad, debiéndose estudiar detenidamente las hipótesis de errores independientes y normalizados. Bollen (1989) introduce las nociones de asociación mediante modelos causales-estructurales, basados en redes complejas de variables interconectadas.

Los profesores deben enseñar que aunque un análisis descriptivo muestre presunta relación entre variables aleatorias, es necesario analizar las fuentes de variabilidad y encontrar los modelos de regresión que mejor expliquen dicha tendencia. Durante el acto didáctico deben abordarse los supuestos de la regresión, ya que el coeficiente de correlación solo es una medida descriptiva de los conjuntos de datos multivariados, y no un método inferencial sobre sus relaciones.

Para adquirir una cultura estadística que ayude a emplear las probabilidades y estadísticas, y convertirlas en herramientas valiosas para la resolución de problemáticas de su entorno, es necesario que la enseñanza tradicional trascienda y aparte la instrucción esquemática de procedimientos, fórmulas y técnicas.

En la enseñanza superior cubana, la asignatura Probabilidades y Estadística conforma un programa de cierre de disciplina en casi todos los diseños curriculares; agrupando elementos de matemáticas precedentes. Por su importancia en la solución de problemas de naturaleza aleatoria, se hace necesario el continuo perfeccionamiento de la didáctica de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Hernández, Del Castillo, Boffil y Pons (1980) dosifican correctamente la lógica de enseñanza de las probabilidades, abordando exhaustivamente la relación entre la teoría

probabilística y la teoría de conjuntos. Además, se hace una correcta introducción a las variables aleatorias, y en su aplicación a través de modelos probabilísticos, se estudian las leyes teóricas y sus características numéricas.

El punto débil de este libro se localiza en la excesiva ejemplificación a través de modelos de urnas, barajas y bolas, dejando una pobre perspectiva a la variedad de fenómenos ingenieriles, donde el profesor aclimate situaciones parecidas a los fenómenos reales. La insuficiente modelación mediante problemas reales de la ingeniería, puede afectar el razonamiento estadístico de los estudiantes.

Sánchez y Torres (1986); y Guerra, Menéndez, Barrero y Egaña (1987) abordan la perspectiva didáctica de la enseñanza de la estadística, partiendo del análisis descriptivo de los datos hasta detenerse en los diseños experimentales basados en análisis de varianza de clasificación doble. Las limitaciones de estos libros se relacionan con la concentración de ejemplos ingenieriles en el área de la Mecánica y la Agronomía, además de no mostrar la continuidad de evaluación y sistematización de los modelos desde las herramientas computacionales.

Después de una sensibilización sobre los objetivos sociales de los programas universitarios cubanos, el papel de la universidad cubana ha sido esencial en la aproximación de profesionales más competentes y dotados de las corrientes científicas que impone la ciencia de los datos; como herramienta de solución de las problemáticas asociadas a los fenómenos estocásticos.

1.3. Proyectos de investigación para el mejoramiento del rendimiento académico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la Educación Superior

Al analizar los aspectos dinámicos, dialécticos y transformadores del proceso realizado por los actores de la enseñanza-aprendizaje, surge la necesidad de evaluar la calidad de los cambios comportamentales en los estudiantes, sin que se vea como una expresión exclusiva de sus capacidades intelectuales, sino como la confluencia de variados factores. En este sentido se hace necesario examinar la manifestación de los sistemas de conocimientos en el rendimiento académico estudiantil (Salguero, 2005).

Para Navarro (2003) el rendimiento académico representa un constructo de adopción de valores cuantitativos y cualitativos, que permite una aproximación a la evidencia y

dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados por los estudiantes en su formación. También es una red de articulaciones cognitivas, que resalta los rasgos esenciales de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Escobar y Ocampo (2016) abordan el rendimiento académico como la armonización de variables internas y externas que confluyen en la intención de aprender, y que posee una dimensión evaluable desde perspectivas cualitativas y cuantitativas. A través de un proceso pedagógico intervenido por el profesor, el rendimiento académico es el resultado de los aprendizajes procesados por los estudiantes.

En la educación superior, lo más importante de esos rasgos se evidencia en los perfiles de egreso de los estudiantes, donde a través de los diferentes ejercicios de culminación de estudios, tienen la posibilidad de resolver problemas de ámbito científico, social y cultural. El desarrollo de concepciones más amplias permite la construcción de mejores procesos sociales sobre la evidencia de una formación de calidad.

Históricamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje se ha vinculado el rendimiento académico a la transformación de estados en nuevas formas de manifestación, permitiendo la integración de elementos cognitivos, habilidades, destrezas y hábitos de estudio por parte de los estudiantes (Natale, 1999).

Diversos son los enfoques de evaluación del rendimiento, siendo asociado a disímiles maneras de proyección de los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje. Una de las vertientes más usadas en el mundo es el tratamiento de sistemas de notas o resultados de calificaciones a diferentes niveles, con el objetivo de ponderar las formas de adquisición de los sistemas de conocimientos.

F. García (1979); González (1993); Jiménez (1994); y Martín, García, Torbay y Rodríguez (2008) abordaron el rendimiento académico como los éxitos alcanzados al final de un período de tiempo, generalmente asociado a un curso. Dentro de estos éxitos figura el alcance de los objetivos institucionales, así como la demostración de niveles de conocimientos comparados con el nivel académico que cursa el estudiante.

Corea (2001); Luque y Sequi (2002); Miguel, *et al.* (2002) y Arribas (2012) evidencian el rendimiento académico como las notas, índices promedio, o resultados de aplicar instrumentos de evaluación sobre las actividades académicas durante un proceso de instrucción. Esta visión centra sus objetivos en la obtención de *quantums*

representativos de las aptitudes estudiantiles, y en la relevancia de sistemas evaluativos del aprendizaje.

Aunque son varios los modelos matemáticos formulados en la evaluación del rendimiento académico basado en notas, aún esta perspectiva no es por sí sola una gran evidencia de los logros del proceso de enseñanza-aprendizaje. Existen varias causas asociadas al desempeño estudiantil, y no siempre se puede predecir el papel formativo de un sistema de conocimientos, a través de la mera calificación del aprendizaje de sus contenidos.

Cuando este proceso no se realiza de forma desarrolladora y significativa, se torna difícil constatar la productividad en términos de los modelos del profesional en formación, asociándolo únicamente al reflejo de notas muy parciales en períodos relativamente cortos.

Diversos son los factores asociados al rendimiento académico, entendiendo un factor como todo hecho o fenómeno que condiciona naturalmente el proceso educativo (Lemus, 1988). Según los estudios realizados por Birch y Miller (2006); Montero, Villalobos y Valverde (2007); Salinas (2010); Yzar, Ynzunza y López (2011); y Jano y Ortiz (2015), existen cuatro categorías principales que agrupan los diferentes factores según su naturaleza social, cultural, pedagógica o psicológica.

Los factores pedagógicos están directamente relacionados con el papel del profesor, y se manifiestan en la utilización de métodos y materiales, su motivación en clases, el tiempo dedicado a la autopreparación, los métodos de evaluación implementados, las capacidades de comunicación y retroalimentación con los estudiantes, y el desarrollo y difusión de materiales didácticos competentes.

La inmersión en el complejo dominio de las relaciones socioculturales y psicopedagógicas, invita a pensar que las métricas numéricas que solo abordan la perspectiva heurística del rendimiento académico; no son suficientes para caracterizar la productividad de un proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tal motivo es factible replantear el concepto de rendimiento académico, y centrarlo en el resultado relacionado con la intervención didáctica de los profesores y el desarrollo de aprendizajes significativos, que reflejen el carácter creativo de los objetivos.

Forteza (1975); Chadwick (1979); Fuentes (2004); Hernández (2005); Fullana (2008); Nieto (2008); Pizarro (1985, citado por Velázquez *et al.*, 2008); y Vergara (2011); Guzmán (2012); Izasa (2014); Shahiri y Husain (2015); y Mello y Hernández (2019), definen el rendimiento académico como el resultado de los procesos de enseñanza-aprendizaje, siendo un medidor de la productividad y calidad de los sistemas de formación a los cuales responden.

En este sentido, resulta más conveniente hablar de un proceso educativo donde el rendimiento académico no se limita a los objetivos de asignaturas ni disciplinas, si no que trasciende hacia la culminación de estudios y egreso de la universidad.

A continuación se muestran algunos ejemplos del uso de proyectos de investigación para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística desde la mirada de la Educación Superior. Como forma de trabajo colaborativo, esta estrategia puede albergar en su interior la resolución de problemas, y por tal motivo, seguidamente también se ejemplifica esta relación desde el actuar didáctico de los profesores.

Gorina y Alonso (2014) proponen métodos problémicos que promuevan el aprendizaje activo, integrando datos reales a los proyectos y potenciando el pensamiento crítico. Además, los autores proponen la estimulación de la modelación estadística a partir de la conceptualización y generalización de la información recabada en las situaciones con problemas del mundo real, integrando las soluciones de unos dentro de otros problemas de origen más complejo.

Estrella (2017, citado por Ramos, 2019) aborda una perspectiva particular de la enseñanza problémica, y tiene que ver con su aplicación en los contextos de investigación. Dentro de este ciclo, la definición y abordaje del problema es fundamental y desde la perspectiva de la estadística, se centra en cómo resolverlo partiendo del análisis de los datos asociados a los fenómenos aleatorios.

Los autores basaron el desarrollo de los procedimientos en la lógica de procesos interconectados, donde se asocian fuentes de variación; y en su reducción reposan las claves del adecuado tratamiento a las incertidumbres. Las ideas fundamentales de esta propuesta didáctica están en la vinculación del pensamiento estadístico al por qué de la

realización de las investigaciones, al incentivo de una necesidad de datos y su procesamiento y análisis en función de conclusiones verosímiles.

Batanero y Díaz (2011) muestran el análisis de diez proyectos de investigación, donde se evidencia como el profesor dirige los procesos hacia el descubrimiento de la información a través de los datos. Además, las autoras presentan prácticas que inciden en la comprensión de lo aleatorio, en el desarrollo del pensamiento estadístico, así como el contraste de hipótesis asociadas a los problemas de investigación.

Nascimento (2013) muestra un proyecto donde se concreta una metodología que desde el punto de vista teórico; articula los problemas base de Estadística en las Ciencias Pedagógicas. Esta experiencia está encaminada al otorgamiento de sentido estricto para variables y estadígrafos que modelan situaciones reales, y para mostrar a los estudiantes el ciclo estadístico de la investigación científica.

López, Ramírez, Santander, Salgado y Rigual (2018) experimentaron una metodología basada en proyectos para la comprensión de conceptos de inferencia estadística, así como su aplicación en el contexto de las Ciencias Médicas. Los resultados experimentales arrojaron valores de calificaciones medias superiores a los grupos de control, evidenciando que la resolución de problemas a través de un proyecto de investigación resulta una práctica acertada.

Rincón (2019) presenta un proyecto para la comprensión de la estadística descriptiva desde un análisis exploratorio de datos, y muestra como esta estrategia es idónea para la formación de competencias de comunicación lingüística, matemáticas, conocimiento e interacción con el mundo físico, tratamiento de la información e informatización de procesos, autonomía e iniciativa personal, así como interacción social y ciudadana.

Al tratar el rendimiento académico como la productividad del sistema de conocimientos de la asignatura, se trascienden los límites de carácter local a la misma, evidenciando tal rendimiento como el desarrollo del ciclo estadístico de una investigación. En el sistema constitutivo de un proyecto de investigación, se pueden apreciar estos elementos, de manera que al generar las habilidades y competencias desde la realización de este tipo de ejercicios, se promueve en los estudiantes las capacidades para aplicar las habilidades probabilístico-estadísticas desde los trabajos de culminación de estudios.

1.4. Diagnóstico del resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la Universidad de Moa

La carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA, es un programa certificado por la Junta Nacional de Acreditación, y entre sus principales objetivos organizacionales se encuentra garantizar la calidad del proceso formativo.

En los últimos años de ejecución del Plan de Estudios D en esta carrera, se han notado algunas deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como fue analizado en el epígrafe 1.1. Específicamente, la impartición de la asignatura Probabilidades y Estadística ha manifestado algunos elementos contradictorios con el modelo del profesional esperado, evidenciando insuficiencias en el trabajo didáctico de los profesores, y con esto, un inadecuado rendimiento académico de los estudiantes.

En lo concerniente a los profesores, se hace necesaria la inspección más detallada de las intervenciones didácticas, de modo que pueda establecerse una correspondencia más fidedigna entre ellas y los resultados formativos de los estudiantes. Además, se desea valorar el nivel de apropiación y pertinencia en:

- Dominio del ciclo estadístico de la investigación, como un sistema conformado por: problema, plan, datos, análisis y conclusiones.
- Preparación y experiencia en el uso de *software* estadístico para procesamiento de datos y extracción de conclusiones relevantes.
- Uso de estrategias de aprendizaje que potencien la vinculación del sistema de conocimientos con la componente de investigación, como un resultado superior de la aplicación teórico-práctico de la asignatura.

Para el diagnóstico de las habilidades didácticas de los profesores que intervinieron en la muestra desde el colectivo de la asignatura Probabilidades y Estadística, se utilizó una encuesta estructurada en dos partes. Una primera con los datos generales sobre su experiencia docente, y un segundo momento con un cuestionario basado en siete dimensiones y un total de 31 ítems. En el anexo 9 se encuentra dicho instrumento de recolección de datos, adaptado de Bustamante, Azcárate y Sacaluga (2018).

Es importante decir que el cuestionario original tiene una fiabilidad de 0.853 según coeficiente Alfa de Cronbach, y como en este trabajo solo se suprimieron algunos ítems intra-dimensiones, el cuestionario adaptado tiene una estructura homogénea y fiable.

En el anexo 10 se muestran las respuestas emitidas por los profesores en cada aspecto del cuestionario, y para ello se usó una escala ordinal de cinco categorías: Siempre (5), Frecuentemente (4), Ni muchas ni pocas veces (3), A veces (2), Nunca (1). Esta escala también cumple con el principio Likert, favoreciendo el criterio de neutralidad en el ejercicio del autoconcepto sobre la intervención didáctica.

Para la evaluación de las cinco primeras dimensiones, se definió la variable de rango Intervención del Profesor, con los niveles: Buena [5-4), Suficiente [4-3), Limitada [3-2), Deficiente [2-1). Al realizar el procesamiento de los datos, se corroboraron insuficiencias en los aspectos 2-a-c, 3-b, 4-c, y 5-d del cuestionario (ver anexo 11a), siendo esto traducido como una limitada intervención del profesor en:

- Vinculación del sistema de conocimientos de la asignatura y aplicación práctica en la solución de problemas del entorno social, a partir de una insuficiente transferencia de conocimientos teóricos a situaciones profesionales que lo requieran.
- Experimentación estadística como elemento de elevación del rigor científico de las soluciones a los problemas, debido al insuficiente trabajo con los componentes de los proyectos de investigación, así como la poca generación de datos y la evaluación sistemática de las tareas del Trabajo de Curso.

En el anexo 11b se presenta la evaluación de la intervención del profesor referida por cada uno de los profesores seleccionado en la muestra, y aunque solo uno de ellos se corresponde con la categoría Limitada y los seis restantes se encuentran entre Suficiente y Buena; no se puede asegurar que la experiencia didáctica del colectivo de asignatura sea elevada.

Con una experiencia promedio de ocho años en el momento de la realización del cuestionario, es notable que cuatro años atrás la mitad de esos profesores eran Adiestrados o Instructores. El análisis de concordancia colectiva en función de los indicadores del cuestionario, entonces evidencia una realidad diferente sobre la intervención de los profesores de la muestra en estudio.

El anexo 2 muestra la distribución porcentual de la evaluación de la intervención del profesor según los ítem del cuestionario, apreciando como el 20 % de los aspectos evidencian una Limitada intervención del profesor de Probabilidades y Estadística en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y el restante 80 % se corresponde con buenas prácticas didácticas. Este resultado sugiere que los ítems 1-c-d-e, y 4-a pudieran estar supervalorados por los encuestados, ya que su reflejo en el rendimiento académico de los estudiantes no se corresponde con los criterios emitidos.

El procesamiento de las respuestas a las dimensiones seis y siete del cuestionario, corroboralas limitaciones de los profesores, y se corresponden con las necesidades de superación pedagógica y científica. El anexo 12 muestra este resultado, avalado por los propios profesores en el reconocimiento de sus limitaciones didácticas en el contexto de la asignatura Probabilidades y Estadística. Estas dos dimensiones son representativas de una variable definida como Necesidad de Superación, y sus rangos observables son Alta [5-4), Normal [4-3), Baja [3-2) y Muy baja [2-1).

Según la postura adoptada en el epígrafe 1.3, el rendimiento académico puede constatarse como la productividad de un sistema de formación, siendo en efecto el resultado de su proceso de enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con este hecho, puede asumirse la aplicación teórico-práctica de las probabilidades y estadísticas en las tesis de diploma; como el elemento de máxima exposición del rendimiento académico de los estudiantes en esa asignatura.

Producto de la situación expuesta, se propuso realizar un diagnóstico en las tesis de diploma de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA, en cuatro años terminales de la ejecución del Plan de Estudios D, y a partir del mismo evaluar las habilidades que poseen los estudiantes en los siguientes aspectos:

- Empleo de técnicas descriptivas
- Selección de pruebas estadísticas
- Empleo de técnicas de inferencia estadística
- Empleo de un diseño experimental
- Empleo de un diseño muestral
- Utilización de *software* estadístico

- Interpretación de los resultados estadísticos

La muestra de tesis de diploma a ser verificada, se conformó mediante el Muestreo Agrupado, tomando intencionalmente las 82 tesis defendidas durante los años 2016, 2017, 2018 y 2019. La heterogeneidad de aprendizajes, asociar los grupos a la meta de cada curso, representado en el cumplimiento de los objetivos de las tesis de diploma. En el anexo 4 se muestra la guía de observación utilizada.

En la valoración de los elementos probabilístico-estadísticos presentes en las tesis, se usó una variable categórica con cinco niveles: Muy adecuado (5), Adecuado (4), Ni adecuado ni inadecuado (3), Inadecuado (2), Muy inadecuado (1). La escala ordinal representa una transformación que garantiza el análisis mediante rangos que se definen más adelante. Además, la escala de esta variable cumple con el principio Likert, favoreciendo el criterio de neutralidad en el ejercicio de la evaluación observable.

En concordancia con lo anteriormente detallado, se definió una variable de rango para calificar el rendimiento académico estudiantil en cuatro categorías: Muy favorable [5,4), Favorable [4,3), Desfavorable [3,2), Muy desfavorable [2,1). Todos los criterios y métricas de evaluación, fueron definidos según Gorina y Alonso (2014).

El anexo 5 muestra las calificaciones conferidas a los aspectos de la guía de observación, siendo aplicada por un especialista en el tema, doctor en ciencias técnicas, profesor auxiliar y con más de 25 años de experiencia en la impartición de matemática aplicada y la tutoría de tesis de diploma. La revisión de los aspectos se realizó en todo el cuerpo de las tesis, abordando el ciclo estadístico de la investigación, especialmente en todas las formas de análisis descriptivo de los datos, así como su interpretación; independientemente de las conclusiones generales y de los capítulos.

El anexo 6 muestra un resumen descriptivo de las 82 tesis analizadas, agrupadas por el año de defensa. Es importante notar que el rendimiento académico propio del año 2016, es Favorable en todos los aspectos excepto en la selección de los métodos estadísticos. También resulta relevante el rendimiento Muy favorable en el empleo de técnicas descriptivas. De forma general, el rendimiento académico presentado en este año, posee un promedio de 3.45, lo que cualitativamente se valora como Favorable.

En los años 2017, 2018 y 2019 entre cuatro y cinco aspectos fueron evaluados como Desfavorables o Muy desfavorables. El rendimiento académico general, presentado por

la muestra en los años 2017 y 2019 se evaluó como Desfavorable (con valor observado de 2.49 y 2.71, respectivamente), y en 2018 fue evaluado de Favorable (con valor observado de 3.15).

El anexo 7 representa la distribución porcentual de las diferentes categorías del rendimiento académico diagnosticado, resaltando que en el año 2016 se tiene un 73 % de la muestra evaluada de Favorable o Muy favorable. Por otra parte, en el año 2018 se alcanzó un 50 % de tesis evaluadas con las categorías anteriores, mientras que en los años 2017 y 2019 se alcanzó un 26 % y un 35 %, respectivamente.

El anexo 8 ilustra los histogramas de frecuencias para las muestras correspondientes a cada año, resaltando la forma semi-normal de cola izquierda que posee la distribución de datos del año 2016. En el caso del año 2018, se manifiestan dos procesos semi-normales actuando en paralelo, interpretándose como un sesgo en el trabajo del profesor y posiblemente en la labor orientativa de los tutores.

Finalmente, en los años 2017 y 2019 se evidencia una atipicidad en el comportamiento asociado al rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística, mostrando un abandono de la distribución semi-normal; y con ello la adquisición incompleta de varias habilidades dentro del ciclo estadístico de la investigación.

De manera general, en el cuatrienio analizado se evidencia un rendimiento académico Desfavorable (con valor observado igual a 2.83), representado por el insuficiente dominio de cinco de las siete habilidades relacionadas con el ciclo estadístico de la investigación; ilustrativo del rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística. El anexo 3 muestra el promedio de calificaciones para los indicadores de la guía de observación, y también el promedio general.

La habilidad de seleccionar pruebas estadísticas es la más comprometida, mostrando un comportamiento Muy desfavorable (con valor observado igual a 1.59) en el establecimiento de correspondencias entre los objetivos de investigación y la bondad de ajuste de las pruebas estadísticas.

La utilización de métodos de inferencia estadística posee un comportamiento Desfavorable (con valor observado igual a 2.44), respaldado fundamentalmente por la realización de análisis de correlación, y muy pocas veces su análisis de regresión con estudio de las fuentes de variación. Además, existe muy poca evidencia de la utilización

de procedimientos de estimación de parámetros estadísticos y contrastes de hipótesis sobre sus principales comportamientos en el perfil metalúrgico.

Por otra parte, se corroboró un insuficiente empleo de diseños experimentales, valorando este indicador como Desfavorable (con valor observado igual a 2.76). La baja manifestación de esta habilidad, destierra el análisis de datos a diseños muestrales solamente, donde no siempre se pueden hacer inferencias respecto a las relaciones entre diversos factores y sus interacciones a niveles poblacionales.

La utilización de *software* estadístico alcanzó una calificación Desfavorable (con valor observado igual a 2.66), y es precisamente esta una de las habilidades fundamentales, ya que el trabajo de procesamiento de datos y búsqueda de regularidades en los fenómenos; requiere de mayor precisión y confiabilidad. Además, se pueden utilizar las programaciones automáticas de métodos estadísticos de complejo trabajo manual.

Otra deficiencia detectada, está relacionada con la interpretación de los resultados estadísticos. Si bien los estudiantes mostraron un correcto abordaje de las conclusiones respecto a las problemáticas del perfil, se manifestaron limitaciones en la interpretación de las perspectivas estocásticas de los fenómenos, razón esta que puede introducir sesgos en el tratamiento de las incertidumbres asociadas a los datos. El dominio de esta habilidad fue valorado como Desfavorable (con valor observado igual a 2.85), y junto a las cuatro ya analizadas explican el Desfavorable rendimiento académico general en la aplicación de los preceptos probabilístico-estadísticos en esta carrera objeto de estudio.

Sin embargo, no todos los aspectos fueron desfavorables, ya que en el empleo de diseños muestrales y en la utilización de técnicas descriptivas; el rendimiento académico fue valorado como Favorable (con valores observados iguales a 3.93 y 3.61, respectivamente). Este resultado evidencia que la noción de los datos como elementos que poseen la información relevante, está desarrollada adecuadamente y los estudiantes entienden que es necesario procesarlos para descubrir las relaciones causales de las fuentes de variabilidad asociadas. Además, reconocen la necesidad de obtener muestras representativas que disminuyan las fuentes de incertidumbres.

Por otra parte, los resultados obtenidos muestran que existe trabajo metodológico realizado en la ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura

Probabilidades y Estadística, solo que aún persisten dificultades didácticas que imposibilitan el alcance del nivel más alto del rendimiento académico. Aún debe trabajarse en la maximización de la productividad de los aprendizajes, e implementar estrategias que en los preceptos curriculares del Plan de Estudios E; sí permitan desarrollar todas las habilidades estadísticas para el correcto desarrollo del ejercicio de culminación de estudios.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Los fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, revelan un creciente uso de estrategias didácticas basadas en la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Esta ciencia de los datos impone su aprendizaje desde la modelación de incertidumbres, el tratamiento al determinismo producido por el uso de heurísticas, la construcción de variables aleatorias desde la modelación, el razonamiento estadístico acompañado de la transnumeración, la necesidad de datos y el análisis de su variabilidad.

El análisis histórico del PEA en la asignatura Probabilidades y Estadística, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, mostró que el tratamiento al rendimiento académico experimentó cambios discretamente perceptibles durante las etapas, debido a la aplicación de procedimientos memorísticos y habilidades no definidas ni estructuradas. A pesar de introducir la tecnología informática, el reconocimiento de la relación con la calidad del egresado permaneció en la enunciación, restando protagonismo a los métodos de trabajo cooperativo y de investigación aplicada.

Un diagnóstico realizado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA (durante el período 2016-2019), reveló que aún los estudiantes poseen pocas habilidades en la selección de pruebas estadísticas, la aplicación de diseños experimentales, el uso de *software* profesional y la interpretación estadística de resultados. Estas problemáticas exigen romper los esquemas tradicionales de enseñanza y potenciar la implementación de estrategias didácticas que potencien el ciclo estadístico de la investigación.

CAPÍTULO II: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA ASIGNATURA PROBABILIDADES Y ESTADÍSTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA EN METALURGIA Y MATERIALES DE LA UMOA

En este capítulo se presenta todo el proceso de elaboración de una estrategia didáctica con el fin de mejorar el rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística, a través de proyectos de investigación y su relación con las prácticas integradoras del segundo año de Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la UMOA. El capítulo se manifiesta en tres momentos importantes, primero la fundamentación de la estrategia, luego su diseño y estructuración, y finalmente una valoración de la factibilidad a través del Criterio de Expertos.

2.1. Fundamentación de la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación

Una estrategia didáctica al componerse de procedimientos y recursos que los profesores usan durante el proceso de formación, se convierte en una herramienta para promover aprendizajes significativos en los estudiantes, facilitando de forma intencionada el procesamiento de nuevos contenidos de manera profunda y consciente.

Piaget, en sus orígenes de la formulación de la teoría cognitiva del aprendizaje, destaca las estrategias de aprendizaje como un sistema de acciones y operaciones físicas y mentales; que promueven interactividad entre el sujeto que aprende y el objeto de conocimientos (Dongo, 2008).

De acuerdo con Gorina y Alonso (2014) los sistemas de procedimientos didácticos articulan una red de habilidades que el estudiante adquiere y le permiten desarrollar el razonamiento y el pensamiento estadístico. El análisis del referencial teórico abordado en el epígrafe 1.3 permite tratar la estrategia didáctica como un resultado científico, ya que es capaz de transformar la realidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, y ofrecer soluciones prácticas a las exigencias demandadas por la sociedad.

Según Hernández, Recalde y Luna (2015) la estrategia didáctica se convierte en una herramienta del profesor en la formación para el mundo laboral, propiciando los planes de acciones que promueven los aprendizajes significativos.

En esta investigación, a criterio del autor, se asume la estrategia didáctica como una vía para potenciar el rendimiento académico en la asignatura Probabilidades y Estadística

en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, ante la necesidad de romper el esquema tradicional de asumir el logro de los objetivos solamente a nivel del programa de asignatura.

El completamiento de una evaluación con los objetivos del programa analítico, no solventa por sí solo las necesidades formativas de los estudiantes, ni garantiza la misión de la estadística como herramienta de apoyo a la investigación científica. El verdadero rendimiento académico se muestra en la materialización del ciclo estadístico en la tesis de diploma al concluir los estudios de la carrera.

Por tal motivo y de acuerdo con los fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, se escogió la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación, que integra en su interior el aprendizaje basado en resolución de problemas, y en el caso de esta asignatura; también el apoyo mediante herramientas estadísticas basadas en la computación.

De acuerdo con Anderson y Loynes (1987, citados por Batanero y Díaz, 2011) la estadística con su capacidad indisoluble de sus aplicaciones, justifica su utilidad final en la resolución de problemas externos a la propia estadística. Mediante el enfoque de proyectos de investigación, el estudiante centra la lógica de operación en el entendimiento del problema y la necesidad de obtención de los datos, creando estrategias para su posterior valoración en los contextos de aplicaciones específicas.

Por otra parte, Batanero y Díaz (2011) afirman que los proyectos se conciben como verdaderas investigaciones donde se refuerza la interpretación de los datos según sus significados en el problema específico, además de potenciar el entendimiento de la precisión, la variabilidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Según Miguel (2006, citado por SCE, 2017) en la perspectiva de proyectos de investigación, el profesor juega un rol esencial y tiene las siguientes funciones:

- Definir y presentar el proyecto: escoger los temas, representando las situaciones de estudios reales, y abordar el uso de datos reales que propicien interpretaciones fidedignas. Favorecer las indicaciones sobre el procedimiento metodológico basado en el razonamiento estadístico como herramienta de resolución de problemas.

- Revisar el plan de trabajo de cada equipo: ajustar las etapas y cronogramas que permitan la evolución gradual de los conocimientos a adquirir.
- Utilizar las clases para satisfacer las necesidades de los equipos: abordar la secuencia de contenidos previstos para cada momento del ciclo estadístico de la investigación, interactuando a través de las experiencias grupales.
- Revisar individual y grupalmente los progresos del proyecto y los aprendizajes desarrollados: diagnosticar en cada fase del proyecto si los objetivos parciales se han cumplido según el plan establecido.
- Realizar la evaluación final sobre la base de los resultados obtenidos: abordar el cumplimiento de los objetivos generales del proyecto a través de las respuestas obtenidas para las problemáticas planteadas (favoreciendo la autoevaluación, la coevaluación y la eteroevaluación).

Desde una perspectiva general, Barrabia (2013) cita a Vygotsky (1982) y Ausubel (1978) para afirmar que el profesor tiene la misión de prever los prerrequisitos que poseen los estudiantes, y relacionarlos en forma de conceptos con la nueva información generada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Metalurgia y Materiales, una Zona de Desarrollo Próximo se genera en la transición del proyecto hacia el trabajo de diploma, abordando el ciclo estadístico de la investigación.

Los elementos que traspasan las fronteras del programa analítico de asignatura y se integran con los objetivos formativos de la carrera, constituyen entonces la materialización significativa de esos aprendizajes, resaltando el enfoque orientado a la acción, al producto y al proceso; además del carácter interdisciplinario que poseen las estrategias basadas en proyectos de investigación.

La estrategia como agregado de procedimientos y recursos, constituye un resultado estable, producto de un proceso de investigación científica. Su espectro de respuestas se basa fundamentalmente en la práctica educativa, integrando varias disciplinas científicas del contexto pedagógico, y también de las ciencias técnicas.

La estrategia en su condición de resultado, induce al investigador a mostrar la conformación del proceso y la interrelación producida por sus componentes. Para esto deben trabajarse los conceptos y categorías que definen los aspectos principales del

objeto de estudio, y también el conjunto de técnicas teóricas y empíricas que permiten el logro de los objetivos didácticos.

La implementación de las estrategias didácticas requiere de un proceso organizado por etapas, donde el sistema de contenidos y habilidades se manifieste de manera gradual, y con creciente carácter de significatividad. De acuerdo con Hernández, *et al.* (2015) una estrategia didáctica posee tres momentos importantes: apertura, procedimiento y cierre. Estas etapas comienzan por la definición del problema y la regularización de las fuentes de consulta bibliográfica, y transitan por los métodos de enseñanza y las estrategias de evaluación del aprendizaje.

Según SCE (2017) en las estrategias didácticas basadas en proyectos de investigación, la fase de apertura se corresponde con la planificación del proyecto, definiendo los temas, las actividades y los recursos mínimos a ser tratados. En la parte del procedimiento, se desarrolla el proyecto atendiendo al esquema propuesto por Batanero y Díaz (2011), donde una vez conocido el problema se plantean las interrogantes que permiten saber cuáles datos recoger, y de qué forma procesarlos, analizarlos e interpretarlos en función de los objetivos propuestos.

La fase de cierre contempla la escritura del informe y su socialización, abordando las experiencias en el trabajo práctico, y las soluciones encontradas a los problemas. En esta fase se desarrolla la evaluación de los aprendizajes, cuantificando cuan productivos han sido los sistemas de conocimientos abordados.

Para el desglose del trabajo metodológico concebido en la estrategia didáctica, se abordarán cuatro fases que interactúan en paralelo con las etapas propias del enfoque basado en proyectos, y tienen que ver con:

La preparación del profesor: el mismo deberá recibir cursos de superación y postgrado en áreas afines al análisis cualitativo y cuantitativo de datos, y metodología de la investigación científica. Además, deberá recibir un entrenamiento en el uso de *software* estadísticos profesionales tales como SPSS, MINITAB, STATGRAFICS, o TOOLBOOX de MATLAB. Realizar una revisión bibliográfica en las tesis de diploma de la carrera con el objetivo de encontrar problemas reales para ser resueltos.

La planificación de la asignatura: a partir del sistema de conocimientos declarado en el diseño de la asignatura, se organizan las clases en coincidencia con los espacios de

retroalimentación de cada una de las etapas del ciclo estadístico de la investigación, propiciando respuestas a las necesidades de los estudiantes en cada etapa de la ejecución del proyecto.

La preparación de los estudiantes: se les orienta en la estructura del proyecto de investigación, socializando el documento matriz usado para la disciplina integradora de año. Además, se presentan los temas de los proyectos, así como los tutores de apoyo desde el colectivo educativo de año.

La ejecución y control: se dosifica la impartición de los elementos teórico-prácticos correspondientes a la estadística inferencial, según cada fase del ciclo del proyecto. En la etapa de control se realiza evaluación formativa a través de cada componente del trabajo, y también evaluación sumativa en la unificación de los esfuerzos a ser plasmados en el informe final de la actividad.

2.2. Estructura de la estrategia didáctica basada en proyectos para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOa

Los contenidos de la asignatura objeto de perfeccionamiento en esta investigación, se imparten en el segundo año de la carrera, primer semestre, en el contexto del Plan de Estudios E recientemente puesto en marcha en la carrera de Metalurgia y Materiales. En la figura 1 aparece el esquema del sistema de contenidos que contempla la asignatura en estudio.

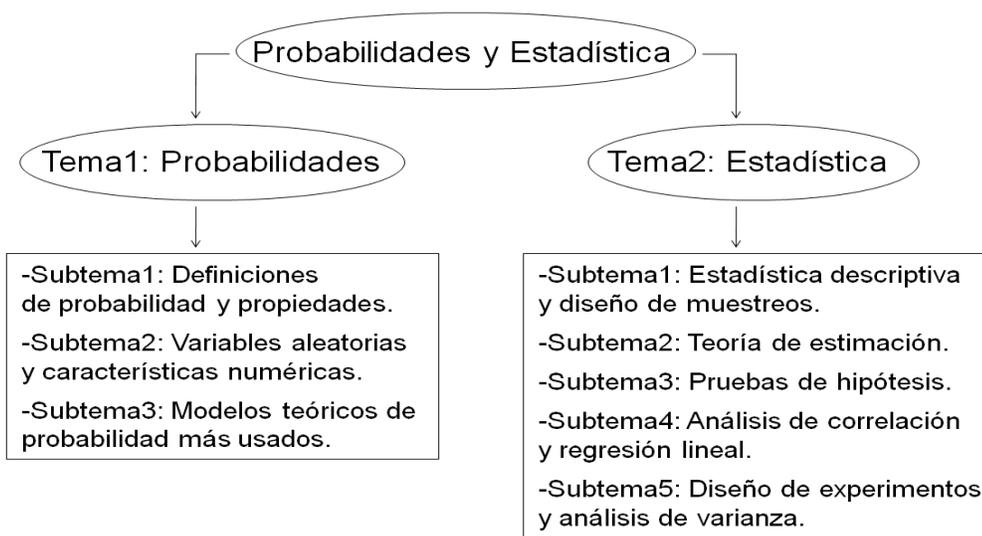


Figura 1. Esquema de contenidos por temas. Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de esta estrategia se seleccionó todo el tema dos de la asignatura, ya que en el ciclo estadístico de la investigación una vez conocidos los problemas y definida la planificación para resolverlos, se aborda el subtema uno en la etapa de Datos, completando parte del procesamiento en la aplicación de las técnicas inferenciales. Para la etapa de Análisis se abordan los otros cuatro subtemas, dependiendo de los objetivos de cada proyecto y con la integración de no menos de tres de ellos. En ambas fases del proyecto donde se prevé la instrumentación del tema de Estadística, se hace necesaria la utilización de *software* profesional para mejorar la precisión de los resultados y la confiabilidad de los mismos.

Fase de apertura de la estrategia didáctica

Una vez que el profesor ha recibido los cursos de postgrado sugeridos en el epígrafe anterior, entonces está apto para guiar al estudiante en las tres direcciones fundamentales del proyecto:

- Con las habilidades en el análisis cualitativo y cuantitativo de datos, desarrolla las teorías y las conecta con la práctica estadística, desde las técnicas descriptivas a nivel muestral hasta los métodos de inferencia en busca de regularidad en las poblaciones orígenes de los datos.
- Con las habilidades computacionales de trabajo con *software* profesional, se dotará al estudiante de herramientas más precisas que propicien fiabilidad en los cálculos, así como procedimientos estandarizados para el desarrollo de gráficos y métodos inferenciales, reforzados con conclusiones sobre la variabilidad de los fenómenos.
- Con las habilidades de investigación científica, el profesor podrá guiar certeramente al estudiante en el descubrimiento de las soluciones a las problemáticas planteadas en los proyectos, de modo que el ciclo estadístico de la investigación se materialice con datos reales y la asimilación o refutación de juicios científicos del perfil de Metalurgia y Materiales.

Por otra parte, al revisar la Guía del Trabajo de Curso Integrador para el segundo año de la carrera, se encontraron los siguientes problemas profesionales, relevantes por su actualidad y tangencia con las demandas de la sociedad:

- Caracterización básica general de un proceso de la práctica industrial.
- Comprensión de las leyes generales de la contabilidad metalúrgica (balance de materia) y la eficiencia energética (balance de energía).
- Evaluación de la influencia de residuales en el hombre y el medio ambiente.
- Determinación de los modelos cinéticos de las reacciones químicas.
- Desarrollo de métodos físico-químicos de investigación de materiales.
- Descripción de tecnologías metalúrgicas de procesamiento del mineral.
- Evaluación del comportamiento de los niveles de producción metalúrgica de una empresa, de un país o a nivel mundial.

El profesor también debe diagnosticar la preparación que poseen los estudiantes en la comprensión de los contenidos estadísticos y la resolución de problemas que relacionan fenómenos aleatorios. Para este trabajo inicial se propone el examen que aparece en el anexo 15, y su principal objetivo es determinar en qué grado fueron satisfechos los aprendizajes de matemáticas precedentes (Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral, Análisis funcional, Lógica matemática).

Por otra parte, se explora también la capacidad algorítmica del estudiante, a través de la resolución de los ejercicios de forma ordenada. La comprensión del crecimiento gradual desde las soluciones triviales hasta las más complejas, que involucran cálculos adicionales; confiere a los estudiantes la capacidad de programar soluciones diversas.

La organización de las bibliografías de trabajo es un paso esencial en el desarrollo de la estrategia, ya que orienta al estudiante en los referentes teóricos relacionados con la problemática abordada en su proyecto. Para el desarrollo de los aspectos teóricos de esta asignatura se propone el uso del libro Probabilidad y estadística para Ingenieros de Miller, Freund y Johnson como literatura básica, debido a su complemento con segmentos prácticos desde el *software* MINITAB.

La planificación de la estrategia obedece a dos directrices fundamentales, una relacionada con la distribución de los proyectos de investigación, y la otra con la dosificación de los contenidos del tema de Estadística. Este esquema permite al profesor un mejor desempeño didáctico y el abordaje de diferencias particulares.

En los últimos años, la matrícula de los grupos de segundo año de la carrera se ha comportado entre diez y 25 estudiantes, y esta situación propicia su división en no más de ocho equipos (con dos, tres o cuatro integrantes). La distribución de los temas de investigación se corresponde con un banco de problemas encontrados en las tesis de diploma del cuatrienio 2016-2019, cuyo origen técnico-social está en los problemas profesionales de la Guía del Trabajo de Curso Integrador de año. En los 82 trabajos analizados en este período se encuentran las principales líneas de trabajo que proyecta la carrera desde la formación técnico-profesional del ingeniero en Metalurgia y Materiales en el Plan de Estudios E.

La dosificación del tema dos debe hacerse de acuerdo al diseño curricular de la asignatura, y la imbricación entre las principales habilidades a ser desarrolladas y su materialización en las fases del ciclo estadístico de la investigación. Atendiendo a esto, la estructura mostrada en la figura 1 se refleja de la siguiente manera:

Objetivos instructivos

- Aplicar los elementos de Estadística Descriptiva a la caracterización de magnitudes aleatorias.
- Determinar distribuciones empíricas de frecuencias de variables aleatorias.
- Estimar media, varianza y proporciones de variables aleatorias distribuidas normalmente.
- Realizar pruebas de hipótesis sobre media, varianza y proporciones de variables aleatorias distribuidas normalmente.
- Desarrollar análisis de correlación y regresión lineal para variables aleatorias del perfil de metalurgia y materiales.
- Realizar análisis de varianza de clasificación simple y doble.
- Usar *software* de aplicaciones estadísticas en las soluciones de problemas asociados a fenómenos de naturaleza aleatoria.

Objetivos educativos

- Desarrollar el razonamiento estadístico como forma de pensamiento lógico propio, y el nivel de abstracción ante situaciones complejas.

- Elevar el rigor científico de las soluciones a los problemas, a través de la relación entre los objetos matemáticos de naturaleza aleatoria y la modelación probabilístico-estadística.
- Incentivar la motivación por la profesión a partir de la demostración de la utilidad de la asignatura en los problemas vinculados al perfil.
- Promover el pensamiento y la actuación profesional haciendo énfasis en la eficiencia de los procesos, el uso racional de los recursos, el aumento de la productividad y la preservación medioambiental.
- Desarrollar hábitos de trabajo cooperativo en función de la búsqueda de soluciones eficaces y eficientes a los problemas del perfil metalúrgico.

En la tabla 1 aparece la dosificación del tema dos, con una duración de 90 minutos para cada actividad teórica o de laboratorio, y las horas de clases prácticas se suman al fondo de tiempo de trabajo grupal con carácter supervisado.

Tabla 1. Distribución de actividades didácticas con enfoque hacia el proyecto.

No.	Contenidos	Etapas del proyecto
1	Introducción de técnicas y diseños de muestreos. Introducción de métodos gráficos y tabulares para el análisis descriptivo de datos aleatorios.	PLAN
2	Sistematización con <i>software</i> sobre técnicas de estadística descriptiva de datos.	DATOS
3	Introducción de técnicas de estimación puntual y por intervalos de confianza.	ANÁLISIS
4	Introducción a la teoría de pruebas de hipótesis sobre parámetros de distribuciones de datos.	
5	Sistematización con <i>software</i> sobre técnicas de estimación y pruebas de hipótesis no paramétricas.	
6	Introducción al análisis de correlación y regresión lineal para sistemas aleatorios bivariados.	
7	Sistematización con <i>software</i> sobre determinación de la correlación lineal y el modelo de regresión.	

8	Introducir los diseños experimentales y las técnicas de análisis de varianza asociadas.	DATOS
9	Sistematización con <i>software</i> sobre análisis de varianza de clasificación simple y doble, para experimentos de hasta dos factores.	ANÁLISIS

Fuente: Elaboración propia.

Para las cuatro actividades de laboratorio, se utilizará el *software* MINITAB16 debido a la robustez de sus métodos y simplicidad en su interfaz visual. Además, se enfatizará en la socialización de otros asistentes estadísticos profesionales cuya aplicación ofrece resultados similares. El uso de *software* profesional, profundiza en la adquisición de habilidades que no se pueden lograr mediante el uso de aplicaciones de Excel.

Aunque no se ha reflejado explícitamente en la tabla 1, la fase de Conclusiones tiene un componente de análisis de resultados obtenidos, cuya manifestación se sucede desde el mismo análisis descriptivo de los datos. Esta situación permite el constante fomento de habilidades de argumentación, conjeturas y creatividad, valorando apropiadamente el impacto de la variabilidad en los fenómenos.

La intervención didáctica desde este enfoque de proyectos de investigación, rompe el tradicional esquema de los métodos expositivos, y transfiere hacia el estudiante un rol protagónico en la construcción de los aprendizajes según sus necesidades particulares.

Desde el punto de vista del sistema evaluativo, el mismo se manifiesta en los momentos consecutivos del desarrollo del proyecto, y al finalizar también mediante la valoración del informe de resultados obtenidos. En el caso de esta estrategia, se aprovecharán las opciones interactivas de la plataforma Moodle, y a través del foro Preguntas para el profesor; cada equipo abrirá temas de interacción sobre la evolución de su proyecto.

Por otra parte, en el tema de Estadística, se situará un recurso de evaluación donde los estudiantes podrán subir archivos de texto o imágenes, que permitan al profesor calificar los avances en las etapas del ciclo estadístico de la investigación. El intercambio directo con el profesor, sentará las bases para desarrollar la autoevaluación, la coevaluación y la eteroevaluación desde la perspectiva colectiva de los grupos de estudiantes.

Fase procedimental de la estrategia didáctica

En esta etapa, el profesor orienta y monitorea todo el trabajo a nivel de los proyectos de investigación, propiciando los espacios de reflexión individual sin sacrificar el espíritu cooperativo de las soluciones esperadas. La estrategia didáctica como resultado de la práctica educativa, responde a una interconexión entre elementos de las matemáticas precedentes, aglutinando técnicas analíticas y numéricas para modelar y resolver los problemas del contexto estadístico.

La computación juega un rol esencial aquí, ya que provee los estímulos en el desarrollo del pensamiento algorítmico y la valoración pertinente de errores asociados a los métodos de resolución mediante paquetes estadísticos profesionales. Desde la clase de cierre del tema de Probabilidades, el profesor orientará los proyectos de investigación y visualizará los elementos metacognitivos a través de la relación entre ambos temas.

Para la ejecución de la estrategia didáctica propuesta se desglosa el trabajo en dos momentos de la intervención didáctica. Según la tabla 1 mostrada anteriormente, el acompañamiento teórico se realiza en las actividades uno, tres, cuatro, seis y ocho. En las actividades dos, cinco, siete y nueve se realizará el acompañamiento práctico mediante el uso de soluciones asistidas por computadoras. Primeramente, se abordan todas las actividades teóricas, y posteriormente las prácticas, de modo que no aparecen en orden. Esta decisión responde al criterio de concentrar la atención en cada una de las tipologías propuestas.

Por otra parte, se destaca que los conocimientos básicos de las actividades uno, seis y ocho son los mismos que en las actividades dos, siete y nueve, respectivamente. En el caso de la actividad cinco, sus conocimientos básicos son la unión de los mostrados en las actividades tres y cuatro. Para las actividades teóricas no se especificaron las habilidades, pero en las prácticas sí, y esto se debe al realce del apoyo que ofrece el *software* en el desarrollo de los elementos probabilístico-estadísticos.

En la actividad 1, el profesor aprovecha para conectar las metodologías Estadística y de Investigación Científica, abordando sus similitudes en cuanto al ciclo de desarrollo de las soluciones a problemas planteados. Es importante explicar al estudiante, que en la fase de Problema del proyecto se realizan las acciones de determinación de insuficiencias en el conocimiento para poder formular su plan de solución. A

continuación, se muestra el conjunto de las actividades, incluyendo los principales resultados didácticos de los estudios realizados por Batanero y Díaz (2011); Barrabía (2013) y Gorina y Alonso (2014).

Actividades Teóricas

Actividad 1: Introducción a la Estadística Descriptiva.

Conocimientos básicos: Funciones de la estadística, proceso de generación de la información (obtención de los datos, procesamiento, presentación de la información), tipos de muestreos probabilísticos, distribuciones muestrales para media y varianza de variables aleatorias Normales.

Objetivo: Introducir el pensamiento estadístico a través de la necesidad de datos y sus formas de obtención y transnumeración.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Demostrar la necesidad de los datos a partir de experiencias propias del profesor, y explicación de los inconvenientes que trae consigo la toma deliberada y sin objetividad de ciertos datos.
- Ilustrar los tres tipos de transnumeración, partiendo de la medida que captura las cualidades del mundo real, siguiendo por la transformación de datos en bruto hacia tablas o gráficos para su presentación, y finalizando en la comunicación de sus significados en el contexto y lenguaje del perfil metalúrgico.
- Formular preguntas en colaboración con los estudiantes para establecer el plan de resolución de los problemas detectados.

Actividad 3: Introducción a la Teoría de la Estimación Estadística.

Contenidos básicos: Estimadores insesgados y propiedades, estimación puntual y análisis probabilístico de errores cometidos para media, varianza y proporciones, estimación por intervalo de confianza para media, varianza y proporciones; y su interpretación geométrica desde la confiabilidad.

Objetivo: Potenciar el pensamiento estadístico a través de la estimación de parámetros en modelos aleatorios, así como el desarrollo del lenguaje crítico y valorativo.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar en las formas de análisis de la variabilidad y su relación con las incertidumbres asociadas a los datos.
- Introducir el pensamiento estratégico al decidir cuál método de estimación usar y sus implicaciones en los errores aleatorios.
- Introducir el razonamiento estadístico a través de los problemas que involucran la inferencia estadística sobre parámetros de variables aleatorias normales.

Actividad 4: Introducción a la Teoría de la Decisión Estadística.

Contenidos básicos: Teoría de la decisión estadística, riesgos asociados a la toma de decisiones, metodología de pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas.

Objetivo: Contribuir a la consolidación del pensamiento estratégico a través de la anticipación de problemas y la mitigación de riesgos en la toma de decisiones sobre parámetros de variables aleatorias.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar en la modelación estadística como forma de comprensión del mundo real.
- Introducir el razonamiento analógico a través de la ubicación de problemas en otros cuyas soluciones se han obtenido previamente.
- Explicar la importancia del ajuste teórico a distribuciones empíricas provenientes de la recolección de datos aleatorios.

Actividad 6: Introducción al Análisis de Correlación y Regresión.

Contenidos básicos: Problema general de la asociación entre variables aleatorias, estimación del coeficiente de correlación lineal, estimación de la recta de regresión mediante el método de mínimos cuadrados, análisis de varianza de la regresión.

Objetivo: Potenciar la resolución de problemas ingenieriles a través de la valoración de la relación lineal entre variables aleatorias.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Explicar los supuestos de la regresión como premisas para la modelación estadística de la relación entre variables aleatorias.
- Explicar el papel que juega la covarianza en los sistemas de variables aleatorias.

- Analizar las fuentes de variabilidad relacionadas con el modelo de regresión y determinar su calidad para ser usado en la predicción estadística.

Actividad 8: Introducción al Diseño Experimental.

Contenidos básicos: Diseño experimental y unidades experimentales, modelos en bloques aleatorios y modelos factoriales, análisis de varianza de clasificación simple y doble para modelos de efectos fijos.

Objetivo: Analizar las fuentes de variabilidad excesiva asociadas a fenómenos aleatorios, a través de la realización de diseños experimentales apropiados.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Profundizar en las formas de analizar la variabilidad asociada a los datos obtenidos en los muestreos.
- Potenciar el análisis crítico de la factibilidad del diseño experimental.
- Propiciar el análisis de confiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos aleatorios.

Actividades prácticas

Actividad 2: Análisis descriptivo de datos mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Calcular medidas descriptivas para distribuciones de datos aleatorios.
- Simular distribuciones de datos aleatorios según modelos teóricos estudiados.
- Construir tablas de frecuencias para datos cualitativos y cuantitativos.
- Explorar los métodos gráficos de presentación de información estadística.

Objetivo: Realizar el análisis descriptivo de conjuntos de datos aleatorios a través del uso de *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Obtener distribuciones de datos a partir de la generación aleatoria en el *software*.
- Comparar las características numéricas de variables y sistemas de variables aleatorias, a través del análisis de la eficacia y la eficiencia de los procesos aleatorios.

- Potenciar la interpretación de diagramas de cajas y bigotes como herramienta integral de análisis de variables aleatorias.
- Estimular el tratamiento de la información y la competencia digital.

Actividad 5: Introducción a la Inferencia Estadística mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Construir intervalos de confianza para parámetros de variables aleatorias.
- Interpretar la estadística de la estimación a través de las bandas de confianza y de tolerancia del intervalo.
- Calcular el valor de los estadígrafos de contraste en pruebas de hipótesis e interpretar la decisión sugerida por el *software*.
- Comparar el resultado analítico de las pruebas de bondad de ajuste con el gráfico del ajuste propiciado por el *software*.

Objetivo: Potenciar la toma de decisiones estadísticas, auxiliada de la estimación de parámetros mediante el uso de *software*.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Fomentar la importancia práctica de muestrear con representatividad para mitigar los errores de la estimación puntual.
- Enfatizar en el uso de curvas características de operación para realizar el análisis de riesgos tipo II en las pruebas de hipótesis.
- Incentivar el desarrollo de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico.

Actividad 7: Análisis de Correlación y Regresión mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Construir el diagrama de dispersión de los datos y establecer una línea de tendencia con ecuación incluida.
- Calcular el coeficiente de correlación lineal.
- Desarrollar la descomposición de las fuentes de variabilidad para estudiar la factibilidad del modelo estimado.

Objetivo: Desarrollar un análisis de correlación y regresión lineal asistido por *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Explicar el ciclo diagrama-correlación-regresión como elemento de profundización en la complejidad de resolución de problemas.
- Profundizar en la interpretación del coeficiente de determinación ajustado, como un índice de la eficacia del ajuste de la recta a los datos.
- Enfatizar en la capacidad predictiva del modelo de regresión a través del test de linealidad del análisis de varianza.
- Potenciar la habilidad de modelación matemática.

Actividad 9: Diseño experimental de dos factores mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Planificar el experimento con una matriz de unidades experimentales.
- Realizar el análisis de varianza para modelos de clasificación simple y doble asistido por el *software*.
- Obtener el gráfico de interacción entre factores.

Objetivo: Realizar un diseño experimental con su respectivo análisis de varianza mediante el uso de *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar y explicar las causas de la asignación aleatoria de las unidades experimentales.
- Resaltar la importancia de asumir experimentos Cuadrado-Latinos para evitar las interacciones entre factores.
- Reforzar la interpretación del *p-value* como índice de confiabilidad para la decisión estadística sobre la influencia de los factores en la característica estudiada.

De forma general, el profesor debe propiciar constantemente la generación de conceptos, definiciones y conjeturas mediante la síntesis del conocimiento a través de la práctica experimental. Este enfoque permite relacionar los conocimientos de matemáticas precedentes, vinculándolos en las soluciones obtenidas.

Es necesario inducir al estudiante en el análisis de la validez y la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos, ya que los problemas en ellos influyen en el aumento de la incertidumbre. En cada momento del proyecto debe recordarse que el ciclo estadístico de la investigación posee un carácter sistémico, y cometer errores en alguna de sus fases implica la propagación de las fuentes de incertidumbre.

Con esta práctica basada en proyectos de investigación, el estudiante desarrolla la competencia social y ciudadana, ya que es influenciado hacia una actitud crítica y reflexiva. Esta preparación le permite contrastar la información disponible, a la vez que puede comparar con otras normas de los diferentes contextos sociales.

Fase de cierre de la estrategia didáctica

En esta etapa se corrobora el cumplimiento de los objetivos de la estrategia a través de una evaluación integral. Desde la perspectiva del profesor debe mostrarse una adecuada concepción y conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje, evidenciado por la comprensión del ciclo estadístico en una investigación. En este momento se determina la preparación integral adquirida por los estudiantes a través de su comprensión conceptual, el conocimiento procedimental, y la resolución de problemas (formulación y comunicación matemática, razonamiento estadístico).

La valoración sistemática del impacto provocado por los cambios implementados, debe ser una herramienta para determinar cuáles opciones metodológicas son las que generan los mejores resultados. Aunque el aprendizaje estudiantil es el elemento primario dentro de la estrategia didáctica, es preciso valorar las capacidades organizativas y directivas de los profesores.

Estas habilidades junto a la calidad de los métodos y medios de enseñanza, la atención a diferencias individuales, así como la sistematicidad de la bibliografía usada, suman elementos a la evaluación del desempeño del profesor.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, el cumplimiento de los objetivos del programa de asignatura no se puede quedar en la mera resolución de los problemas usando una técnica estadística en cada fase, sino que debe mostrar cómo se evidencian en el informe de proyecto, como un eslabón de verdadera productividad del sistema de conocimientos impartido. Los estudiantes serán evaluados individualmente y

también por el peso de sus aportes al trabajo cooperativo en la construcción de las soluciones. A continuación, se explican los aspectos fundamentales de la evaluación.

- Preguntas de interés: Se evalúa si son relevantes para el contexto, y si se pueden abordar según los conocimientos que poseen los estudiantes. Se inspecciona la pertinencia de los objetivos e hipótesis de trabajo.
- Diseño de la investigación: Se corrobora si los estudiantes definieron las vías de solución de su problema, ya que existen diversas maneras de hacerlo. Además, se verifica la especificación del diseño experimental o muestral, según tipo de estudio.
- Análisis de datos: Se verifica si es adecuado al tipo de variables definidas y si se corresponde con el problema detectado. Una cuestión importante es la verificación de los supuestos de aplicación de los métodos estadísticos.
- Conclusiones: Se comprueba que sean consistentes con lo obtenido en la fase de análisis, y deben relacionarse con las preguntas de investigación y los objetivos.

Además, debe verificarse la presentación de los resultados de manera adecuada en los diferentes formatos, así como una reflexión sobre las limitaciones prácticas del estudio, y las posibles vías de solución.

En general se valora la creatividad y originalidad del estudiante para decidir si su aprendizaje es totalmente significativo, comprobando la existencia de una Zona de Desarrollo Próximo en las habilidades propiciadas por el proyecto de investigación, y que luego se convertirán en productividad del sistema de conocimientos aprendido.

2.3. Evaluación de la factibilidad de la estrategia didáctica basada en proyectos de investigación

Los estudiantes son la variable fundamental dentro de la evaluación de las prácticas didácticas, y debido a eso la experimentación con ellos; es el mejor medidor de los grados de acierto en la implementación de estrategias y alternativas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de esta investigación, no fue posible someter la estrategia didáctica a una validación dentro del propio PEA de la asignatura Probabilidades y Estadística. Estas razones propiciaron la aplicación del método basado en Criterio de Expertos.

Al aplicar este método, su objetivo radica en la obtención de un consenso de opiniones informadas por parte de los expertos consultados, y de esta manera confeccionar un cuadro evolutivo sobre las diferentes situaciones relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en estudio.

El panel de expertos funcionó con nueve profesores de universidades del país, todos con vasta experiencia en la didáctica de impartición de la asignatura Probabilidades y Estadística, y en la actividad investigativa mediante la aplicación de estos conocimientos. En la muestra se tienen dos profesores de la Universidad de Moa (un Doctor y PT, y un Máster y PA), dos de la Universidad de Holguín, dos de la Universidad Central de Las Villas, dos de la Universidad de Oriente; y uno de la Universidad de Las Tunas. Los últimos siete profesores referidos, son Doctores y Profesores Titulares.

En una primera ronda de consulta, se presentó un cuestionario abierto con las fases de una estrategia didáctica, y otros elementos que el autor de la investigación consideró necesarios para validar la factibilidad de empleo. Como resultado los expertos coincidieron en la evaluación de los aseguramientos didácticos para la ejecución del proceso, así como la verificación de los aprendizajes potenciados por esta práctica. También sugirieron la redacción precisa de dos ítems que abordan el cumplimiento de los objetivos de la estrategia, y la correspondencia entre las actividades propuestas y su materialización en el ciclo estadístico de la investigación.

En una segunda ronda, los expertos fueron sometidos a opinión sobre los aspectos plasmados en la primera parte del cuestionario que muestra el anexo 13, y para conocer el grado de sus valoraciones; se usó el instrumento que aparece reflejado en este mismo anexo. En este paso, primeramente, aparece una descripción de la estrategia didáctica propuesta, con el fin de proporcionar más información a los expertos consultados.

En este mismo anexo 13 se muestran los aspectos evaluados y las categorías que los expertos deben usar en la calificación. Para el análisis con *software* estadístico, se procedió a su transformación con una escala Likert. La variable de rango usada, sigue el mismo principio que la definida para analizar la muestra de tesis de diploma durante el período 2016-2019.

El cuestionario del anexo 13 es el resultado de la incorporación de algunos elementos propuestos en Barrabía (2013) y Gorina y Alonso (2014). Inicialmente los expertos no concordaron en todos los aspectos, de modo que se procedió a una tercera ronda donde se evaluaron las sugerencias iniciales que fueron haciendo. El anexo 14 muestra las evaluaciones de los expertos, ya transformadas en los rangos de la escala ordinal antes mencionada. En esta ronda se alcanzó el criterio de concordancia.

Mediante el *software* MNITAB16 se procesaron todos los datos, determinando la estadística descriptiva de las muestras analizadas. El anexo 14 muestra las respuestas que propiciaron la concordancia entre los expertos, y usando la transformación de W-Kendall mediante Chi-Cuadrado de Friedman para 5 grados de libertad; se calculó el estadígrafo de contraste de la hipótesis de concordancia nula.

Para un valor de W-Kendall igual a 0.262 se obtuvo un estadígrafo Chi-Cuadrado igual a 11.794, y el nivel crítico arrojado por la prueba (*p-value*) es igual a 0.0377. Este último resultado es menor que 0.05, y conduce al rechazo de la hipótesis de concordancia nula, concluyendo que los expertos coinciden en la valoración de los aspectos de la estrategia propuesta; con un 96 % de confianza.

La valoración de Muy favorable para los cinco primeros ítems del cuestionario, manifiesta la correcta distribución de las acciones didácticas para lograr los objetivos formativos perseguidos en la estrategia didáctica. Por otra parte, la concordancia de juicios respecto a la factibilidad de empleo de la propuesta realizada, sienta las bases para una validación en tiempo real con los estudiantes.

Independientemente de la evaluación positiva a los ítems del cuestionario, los expertos manifestaron las siguientes sugerencias:

- Valorar la posibilidad de crear un banco de problemas específicos según las principales corrientes investigativas de la carrera, así como las exigencias actuales en el orden tecnológico del territorio.
- Valorar el uso de problemas donde se aborden las funciones de variables aleatorias, potenciando la aplicación de las propiedades de sus características numéricas, y las aproximaciones entre modelos teóricos de probabilidad.

- Incorporar la visión del análisis numérico en el diagnóstico inicial de la asignatura, como vía de apoyo a las soluciones computacionales, así como el realce de su carácter integrador desde varias aristas de la matemática superior.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La elaboración de la estrategia didáctica aporta una práctica científica, donde los proyectos de investigación propician el desarrollo de las habilidades probabilístico-estadísticas.

La factibilidad de empleo de la estrategia didáctica propuesta, fue validada mediante el consenso de un grupo de expertos, aportando así un instrumento de trabajo útil en la promoción de prácticas que potencien aprendizajes significativos.

CONCLUSIONES GENERALES

El análisis histórico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, revela una exigencia de estrategias didácticas que potencien la resolución de problemas, el apoyo mediante programas computacionales y el trabajo colaborativo.

Los fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística, exigen la aplicación de estrategias que permitan desarrollar una cultura estadística, enfatizando en los aspectos de: datos, gráficos, variabilidad, distribución, asociación y correlación, probabilidad, muestreo e inferencias.

El diagnóstico realizado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales de la UMOA, reveló insuficiencias en el rendimiento académico estudiantil, y resaltó la necesidad de romper esquemas tradicionales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La estrategia didáctica elaborada, basada en proyectos de investigación, y la dosificación de sus actividades en teóricas y prácticas, potencia el trabajo mediante la resolución de problemas, el empleo de herramientas computacionales; y el trabajo con datos reales.

La estrategia didáctica se validó mediante el juicio de los expertos, y estos concordaron en su factibilidad de aplicación. Además, los expertos reconocen que la propuesta está lista para ser implementada en una experimentación directa con los estudiantes.

RECOMENDACIONES

Enriquecer la fase preparatoria de la estrategia didáctica, a partir de las sugerencias de los expertos, en función de dar continuidad a la investigación desarrollada.

Someter la estrategia didáctica a un proceso experimental durante un período formativo completo, para corroborar los logros en el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Probabilidades y Estadística, desde la manifestación del ciclo estadístico de la investigación en las tesis de diploma de la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Albert, J., Colunga, J. & López, J. (2006). Learning based on real context and notions of probability distributions and expected value. 7th International Conference on Teaching Statistics, Salvador, Bahia, Brasil. Disponible en: http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2C3_ALBE.pdf
2. Andrade, L. M. (2017). La inteligencia emocional y su relación con el rendimiento académico en asignatura de estadística en educación superior (Tesis de Maestría en Educación Matemática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú).
Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7715>
3. Arnaz, J. A. (1993). *La planeación curricular* (2^a ed.). México: Editorial Trillas.
4. Arribas, J. (2012). Academic performance in terms of the applied assessment system. *Revista Relieve*, 18(1), 1-14. Disponible en: <https://ojs.uv.es/index.php/RELIEVE/article/download/2974/3687>
5. Arteaga P. (2009). Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos (Tesis de Maestría, Universidad de Granada). Disponible en: <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/trabajomasterPedro>
6. Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. & Contreras, J. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 7(6), 55-67. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/3571/>
7. Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
8. Barrabia, R. (2013). Alternativa didáctica para la enseñanza aprendizaje de los Modelos Estadísticos de los Procesos en la carrera de Ingeniería Industrial (Tesis de Maestría en Educación Superior, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba). Disponible en: <http://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2084/RafaelBarrabiaNoa.pdf>
9. Barrera. M. (2017). Aprendizaje basado en proyectos de colaboración mediados por TIC para el desarrollo de competencias en estadística (Tesis de Maestría en TIC Aplicadas a las Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia). Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2325/1/TGT-966.pdf>
10. Barrios, S. & Medina, A. C. (2019). Aprendizaje basado en proyectos en contexto: estrategia para desarrollar el razonamiento estadístico. *Revista Educación y Ciencia*, 22, 17-32. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/10037

11. Batanero, C. (2001). Didáctica de la Estadística. Grupo de Educación Estadística, Universidad de Granada. Disponible en:
<https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/didacticaestadistica.pdf>
12. Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: componentes y desarrollo. In: J. M. Contreras, J., Cañadas, G. & Gea, M. & Arteaga, P. (Eds.). Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria (pp. 55-61). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en:
http://www.estadis.net/3/revista/N1_DidacticadelaEstadisticaProbabilidadyCombinatoria.pdf
13. Batanero, C., Contreras, J., Díaz, C. & Cañadas, G. (2013). Definición de la probabilidad y probabilidad condicional: un estudio con futuros profesores. *REVEMAT*, Florianópolis, 8(1), 75-91. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2013v8n1p75>
14. Batanero, C. & Díaz, C. (2004). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. In: Patricio, J. (Ed.) (2004). *Aspectos didácticos de las matemáticas* (125-164). Zaragoza: ICE. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/255738192_El_papel_de_los_proyectos_en_la_ensenanza_y_aprendizaje_de_la_estadistica/
15. Batanero, C. & Díaz, C. (Eds.) (2011). Estadística con proyectos. Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. Disponible en:
<https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>
16. Bess, T. (2014). Modelo pedagógico de formación sociocultural del estudiante de Ingeniería en Metalurgia y Materiales desde la labor educativa del colectivo de carrera (Tesis Doctoral en Ciencias Pedagógicas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba). Disponible en:
<https://repoedum.ismm.edu.cu>
17. Birch, E. & Miller, P. (2006). Students Outcomes at University in Australia: a Quantile Regression Approach. *Australian Economic Papers*, 45(1), 1-17. Disponible en:
[https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/student-outcomes-at-university-in-australia-a-quantile-regression-approach\(b27fe18a-17cd-422d-8c2e-7f90241ffe88\).html](https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/student-outcomes-at-university-in-australia-a-quantile-regression-approach(b27fe18a-17cd-422d-8c2e-7f90241ffe88).html)
18. Bloom, B. S. (1971). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. México: Editorial El Ateneo.
19. Bollen, K. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.
20. Boza, P. E., Barreras, M., Díaz, J. M., Pérez, Y., Fonseca, R. & Mora, Y. (2018). Estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias en estadística en los profesionales de la salud. *Revista EduMeCentro*, 10(1), 35-54. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/edu/v10n1/edu03118.pdf>
21. Bustamante, M., Azcárate, G. & Sacaluga, C. (2018). Validación de un cuestionario para caracterización del perfil docente (CAPED) de la Universidad Tecnológica

ECOTEC. *Revista Espacios*, 39(15). Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n15/18391518.html>

22. Camacho, R., Chávez, L., Polanco, M., Botello, M. & Estrabao, A. (2017). Estrategia metodológica para la enseñanza de la estadística basada en proyectos de investigación y el uso del software libre PSPP. *Revista Investigación y Saberes*, 6(1), 67-83. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331310660 ESTRATEGIA_METODOLOGICA_PARA_LA_ENSEANZA_DE_LA_ESTADISTICA_BASADA_EN_PROYECTOS_DE_INVESTIGACION_Y_EL_USO_DEL_SOFTWARE_LIBRE_PSPP
23. Carrasco, T., Ansola, E. & Rodríguez, E. C. (2018). Influencia de las matemáticas en el abandono estudiantil en los primeros años de las carreras de ingeniería. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, sección 2: Propuestas para la enseñanza de las matemáticas, 31(1), 317-324. Disponible en: <http://funes.uniades.edu.co/13449/1Carrasco2018Influencia.pdf>
24. Casarini, R. M. (2002). *Teoría y diseño curricular* (2ª ed.). México: Editorial Trillas.
25. Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M. J., Silverio, M., Reinoso, C. & García, C. (2002). *Aprender y enseñar en la escuela: una concepción desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
26. Chadwick, C. (1979). *Métodos de análisis multimedia*. Santiago de Chile: Editorial Tecla.
27. Chevallard, I. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 73-112. Disponible en: <https://revue-rdm.com/1992/concepts-fondamentaux-de-la-didactique/>
28. Chilca, M. L. (2017). Relación entre la autoestima, hábitos de estudio, satisfacción con la profesión elegida y el rendimiento académico de los estudiantes en los cursos de estadística de la Facultad de Economía y Contabilidad de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (Tesis de Maestría en Educación y Docencia Universitaria, Lima, Perú). Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6184>
29. Corea, N. (2001). Régimen de vida de los escolares y rendimiento académico (Tesis Doctoral en Calidad y Procesos de Innovación Educativa, Universitat Autònoma de Barcelona, España). Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803>
30. Davis, P. (1985). *The logic of causal order*. London: Sage.
31. De la Cruz, J. A. (2016). Desarrollo de sistemas de predicción con regresión del desempeño académico de estudiantes de nuevo ingreso en universidades

tecnológicas (Tesis de Maestría en Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma de Chihuahua, México). Disponible en:
<http://repositorio.uach.mx/122/1/Tesis-Jose-Alfredo-De-La-Cruz-Nava.pdf>

32. Delgado, A. & Justo, E. de (2018). Evaluación del diseño, proceso y resultados de una asignatura técnica con aprendizaje basado en problemas. *Revista Educación XXI*, 21(2), 179-203. Doi:10.5944/educXX1.19415
33. Díaz-Levicoy, D. & Cortes, C. (2014). Enseñanza de la estadística mediante proyectos y su relación con teorías de aprendizaje. *Revista PREMISA*, 16(62), 16-23. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/276269094_Ensenanza_de_la_estadistica_mediante_proyectos_y_su_relacion_con_teorias_de_aprendizaje
34. Dongo, A. (2008). La teoría del aprendizaje de Piaget y sus consecuencias para la praxis educativa. *Revista de Investigación en Psicología*, 11(1), 167-181. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2747352.pdf>
35. Escobar, K. & Ocampo, M. (2016). Relación entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico en estudiantes de segundo año de una escuela de formación naval-militar de carácter tecnológico (Tesis de Maestría en Educación, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia). Disponible en:
<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7563/katia.pdf>
36. Espinoza, C. & Sánchez, I. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. *Revista PARADIGMA*, 35(1), 103-128. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/pdg/v35n1/art05.pdf>
37. Fernández, T., Solís, M., Hernández, M. T. & Moreira, T. E. (2019). Un análisis multinomial y predictivo de los factores asociados a la deserción universitaria. *Revista Electrónica Educare*, 23(1), 1-25.
doi:<http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-1.5>
38. Ferreri, N. & Carnevali, G. (2018). Resolución de problemas de naturaleza estadística: dificultades observadas en estudiantes de ingeniería. X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería, Córdoba. Disponible en:
https://cadi.org.ar/wpcontent/uploads/2018/09/4_CADI_y_10_CAEDI_paper_69.pdf
39. Flores, J., Ávila, J., Rojas, C., Sáez, F., Acosta, R. & Díaz, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*. Hualpén: Trama Impresiones S.A.
40. Forteza, J. (1975). Modelo instrumental de las relaciones entre variables motivacionales y rendimiento. *Revista de Psicología General y Aplicada*, España, 132, 75-91. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3041978>

41. Fuentes, J. M. (2016). El desarrollo de habilidades para la resolución de problemas prácticos en la asignatura de Estadística. *Revista Cubana de Educación Superior*, 3, 30-46.
Disponible en:<http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v35n3/rces03316.pdf>
42. Fuentes, T. (2004). El estudiante como sujeto del rendimiento académico. *Revista Electrónica de Sinéctica*, 25, 23-27. Disponible en:
<http://redalyc.org/articulo.oa?id=99815899004>
43. Fullana, J. (2008). La investigación sobre el éxito y el fracaso escolar desde la perspectiva de los factores de riesgos. Implicaciones para la investigación y la práctica educativa (Tesis Doctoral, Universidad de Girona, España). Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/7980>
44. Gago, H. A. (1983). *Modelos de sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje*. México: Editorial Trillas.
45. García, A. B. (2008). Proceso de enseñanza/aprendizaje en Educación Superior (Tesis Doctoral en Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, España). Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/17591120.pdf>
46. García, E. (2016). Concepto de excelencia en enseñanza superior universitaria. *Revista de Educación Médica*, 17(3), 83-87. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.003>
47. García, F. (1979). *Paquete de auto-enseñanza de evaluación del aprovechamiento escolar*. México D.F.: CISE-UNAM.
48. García, J. J. (2017). Análisis del rendimiento académico en el estudio de los límites de funciones de variable real con el apoyo de objetos interactivos de aprendizaje (Tesis de Maestría en Educación y Desarrollo Humano, Universidad de Manizales, Sabaneta, Colombia). Disponible en:
<https://www.doccity.com/es/analisis-del-rendimiento-academico-en-el-estudio-de-los-limites-de-funciones-de-variable-real/4687183/>
49. Godino, J., Batanero, C. & Cañizares, M. (1987). *Azar y probabilidades: fundamentos didácticos y propuestas curriculares*. Madrid: Síntesis.
50. González, R. (1993). *Rendimiento académico en la Universidad Politécnica de Madrid: estudio longitudinal en primer ciclo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
51. Gorina, A. & Alonso, I. (2013). Concepción de una competencia estadística para el estudiante de doctorado en Ciencias Pedagógicas. In: J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea & P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 149-156). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en:
http://www.estadis.net/3/revista/N1_DidacticadelaEstadisticaProbabilidadyCombinatoria.pdf

52. Gorina, A. & Alonso, I. (2014). Un sistema de procedimientos didácticos para potenciar la formación del pensamiento estadístico en el nivel universitario. *Revista Órbita Pedagógica*, 1(2), 41-54. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268043942.pdf>
53. Guerra, C., Menéndez, E., Barrero, R. & Egaña, E. (1987). *Estadística*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
54. Guzmán, M. P. (2012). Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, España). Disponible en: <https://eprints.ucm.es/15335/1/T33748.pdf>
55. Hernández, A. (2005). El rendimiento académico de las matemáticas en estudiantes universitarios. *Encuentro Educativo*, 12(1), 9-30. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/encuentro/article/view/861>
56. Hernández, I., Recalde, J. & Luna, J. A. (2015). Estrategia didáctica: una competencia docente en la formación para el mundo laboral. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(1), 73-94. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=124144226005>
57. Hernández, L., Del Castillo, A., Boffil, A. & Pons, R. (1980). *Probabilidades*. La Habana: Editorial Félix Varela.
58. Horruitiner, P. (2008). *La universidad cubana: el modelo de formación*. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria.
59. Huayta, J. G. (2019). Nivel de preparación básica y el rendimiento académico al ingresar en la asignatura de Matemática I de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Tacna (Tesis de Maestría en Docencia Universitaria y Gestión Educativa, Tacna, Perú). Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1271>
60. Izasa, L. (2014). Estilos de aprendizaje: una apuesta por el desempeño académico de los estudiantes en la Educación Superior. *Revista Encuentros*, 12(2). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-58582014000200002
61. Jano, D. & Ortiz, S. (2015). Determinación de los factores que afectan al rendimiento académico en la educación superior. *XII Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación*, Universidad de Oviedo, España. Disponible en: <http://www.economicsofeducation.com/wp-content/uploads/oviedo2005/P4.pdf>
62. Jiménez, M. (1994). Competencia social: intervención preventiva en la escuela. *Revista Infancia y Sociedad*, Universidad de Alicante, 24, 21-48. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4353980>

63. Johnson, D., Johnson, R. & Holubec, C. (2000). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
64. Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. New York: Cambridge University Press.
65. Labarrere, G. & Valdivia, G. (1988). *Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
66. Lemus, L. (1988). *Pedagogía, temas fundamentales*. Guatemala, GT: Editorial Piedra Santa.
67. López, A., G., Ramírez, R., Santander, A., J., Salgado, A., H. & Rigual, S. M. (2018). El aprendizaje por proyectos en la enseñanza de la estadística inferencial. *Revista Cubana de Informática Médica*, 10(2). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v10n2/1684-1859-rcim-10-02-e12.pdf>
68. Lorences, M. L., Valiente, J. F. & Valiente, C. A. (2016). El ejercicio integrador en la asignatura Probabilidades y Estadística Matemática en la modalidad semipresencial. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(1), 1-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5517254>
69. Luque, E. & Sequi, J. (2002). Modelo teórico para la determinación del rendimiento académico general del estudiante, en la Enseñanza Superior. *Congreso Regional de Ciencia y Tecnología NOA*. Disponible en: <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVO%20NOA2002/Modelo%20Rendimiento%20Academico.pdf>
70. Majó, F. & Baqueró, M. (2014). *Los proyectos interdisciplinarios: 8 ideas clave*. Barcelona: Editorial Graó.
71. Malagón, L. A. (2003). La pertinencia en la Educación Superior: elementos para su comprensión. *Revista de la Educación Superior*, ANUIES, 127. Disponible en: <http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista>
72. Marquín, M. J. (2017). Predicción del rendimiento académico mediante técnicas del análisis multivariado en la asignatura de Álgebra Lineal (Tesis de Maestría en Investigación de Operaciones y Estadística, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia). Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8356/37126M357>
73. Martín, E., García, L., Torbay, A. & Rodríguez, T. (2008). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 8(3), 401-412. Disponible en: <https://www.ijpsy.com/volumen8/num3/213/estrategias-de-aprendizaje-y-rendimiento-ES.pdf>
74. Martínez, D., Torres, A. D., Tellería, A. & Ramírez, I. (2010). *Estrategia didáctica para flexibilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en la universalización de la educación superior*. Santa Clara: Editorial Feijóo.
75. Martínez, V. & Pérez, O. (2007). *La buena educación: reflexiones y propuestas de Psicopedagogía Humanista*. Barcelona: Editorial Anthropos.

76. Medina, N., Ferreira, J. & Marzol, R. (2018). Factores personales que inciden en el bajo rendimiento académico de los estudiantes de Geometría. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, 20(1), 4-28.
Disponible en: <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/899>
77. Mello, J. D. & Hernández, A. (2019). Un estudio sobre el rendimiento académico en matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21, e19, 1-10, doi:10.24320/redie.2019.e29.2090
78. Mendoza, A., Visbal, D. & Fontalvo, T. (2013). Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando Análisis Envolvente de Datos. *World Engineering Education Forum*, Cartagena de Indias, Colombia.
Disponible en: <https://docplayer.es/amp/42862887>
79. Miguel, M. de, Apocada, P., Arias, J. M., Escudero, T., Rodríguez, S. & Vidal, J. (2002). Evaluación del rendimiento en la Enseñanza Superior. Comparación de resultados entre estudiantes procedentes de la LOGSE y el COU. *Revista de Investigación Educativa*, 20(2), 357-383. Disponible en: <http://revistas.um.es/rie/article/view/98971/94561>
80. Minnard, C., Pascal, G., Torres, Z. & Frende, F. (2017). Entorno virtual de aprendizaje en la formación estadística del ingeniero: nuevas experiencias pedagógicas en la cátedra Probabilidad y Estadística de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4(7). Disponible en: <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/638>
81. Montero, E. Villalobos, J. & Valverde, A. (2007). Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico y a la repetición estudiantil en la Universidad de Costa Rica: un estudio multinivel. *Revista Relieve*, 13(2), 215-234. Disponible en: https://www.uv.es/RELIEVE/v13n2/RELIEVEv13n2_5.pdf
82. Mora, C. D. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Pedagogía*, 24(70). Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922003000200002
83. Morales, P. & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157. Disponible en: <http://www.ubiobio.cl/theoria/v/v13/13.pdf>
84. Moreno, A., Cardeñoso, J. & González, F. (2013). La aleatoriedad desde la perspectiva de los estudiantes del profesorado de Matemática. In: J. M. Contreras, J., Cañadas, G. & Gea, M. & Arteaga, P. (Eds.). *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 367-372). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en: http://www.estadis.net/3/revista/N1_DidacticadelaEstadisticaProbabilidadyCombinatoria.pdf

85. Nascimento, R. M. de (2013). El proceso de enseñanza aprendizaje de la estadística por proyectos usando el enfoque de problemas base en las carreras de profesores de especialidades no matemáticas en la Escuela Superior Pedagógica de Bié (Tesis de Maestría en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela”, Santa Clara, Cuba). Disponible en:
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3203/Project.pdf>
86. Natale, M. L. de (1999). *Rendimiento escolar. Diccionario de Ciencias de la Educación*. Madrid: Paulinas.
87. Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio de Educación*, 1(2), 1-15.
Disponible en: <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf>
88. Nieto, S. (2008). Hacia una teoría sobre el rendimiento académico en enseñanza primaria a partir de la investigación empírica. *Revista de Teoría de la Educación*, 20, 249-274. Disponible en:
<https://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/173278?show=full>
89. Osorio, M. A. (2013). El uso de las situaciones aleatorias en la enseñanza de la probabilidad. In: Contreras, J., Cañadas, G., Gea, M. & y Arteaga, P. (Eds.). *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 251-256). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Disponible en:
http://www.estadis.net/3/revista/N1_DidacticadelaEstadisticaProbabilidadyCombinatoria.pdf
90. Paredes, Z., Iglesias, M. & Ortiz, J. (2015). Una aproximación a las causas de la repitencia académica en Álgebra. *Visión del docente. Revista Paradigma*, 36(1), 217-240. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/pdg/v36n1/art12.pdf>
91. Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
92. Ramos, L.F. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: retos y oportunidades. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(2), 68-82. Disponible en: <http://doi.org/10.19083/ridu.2019.1081>
93. Rico, P. (2004). *La Zona de Desarrollo Próximo. Procedimientos y tareas de aprendizaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
94. Rincón, H. (2019). Estadística por proyectos, construcción de tablas y gráficos en el análisis exploratorio de datos (Tesis de Maestría en Educación Matemática, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia). Disponible en:
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2990/1/TGT_1610.pdf
95. Rodríguez, K., Gutiérrez, A., Wong, T. & López, D. (2015). Eficiencia académica: un indicador del que se requiere conocer más. *Revista EduMeCentro*, Santa Clara, 7(3), 188-194.

Disponible en:<http://scielo.sld.cu/pdf/edu/v7n3/edu14315.pdf>

96. Rodríguez, M. L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50. Disponible en: http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/rodriguez/index.html
97. Salinas, F. (2010). Estudio sobre los factores que influyen en el rendimiento escolar. Bogotá: Secretaria de Educación Distrital.
Disponible de: <http://evaluacion.educacionbogota.edu.co/>
98. Salguero, A. E. (2005). Incidencia de las estrategias didácticas en el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Derecho de la Universidad Católica de Honduras Campus de San Pedro Sula (Tesis de Maestría en Educación en Currículum, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, San Pedro Sula, Honduras). Disponible en: <http://www.cervantesvirtual.com/obra/incidencia-de-las-estrategias-didacticas-en-el-rendimiento-academico-de-los-estudiantes-de-la-carrera-de-derecho-de-la-universidad-catolica-de-honduras-campus-de-san-pedro-sula/>
99. Sánchez, R. & Torres, J. A. (1986). *Estadística Elemental*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
100. Serradó, A., Cardeñoso, J. & Azcárate, P. (2006). Los obstáculos en el aprendizaje del conocimiento probabilístico: su incidencia desde los libros de texto. *Statistics Education Research Journal*, 4(2), 59-81. Disponible en: [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ4\(2\)_serrado_etal.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ4(2)_serrado_etal.pdf)
101. Shahiri, A. M. & Husain, W. (2015). A review on predicting student's performance using data mining techniques. *Procedia Computer Sciences*, 72, 414-422. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915036182>
102. Skovsmose, O. (1994). *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.
103. Silvestre, M. & Zilberstein, J. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
104. Steiner, H. G. (1985). Theory of Mathematics Education: an introduction. *For the Learning of Mathematics*, 2(5), 11-17. Disponible en: <https://vdocuments.site/theory-of-mathematics-education-tme-an-introduction.html>
105. Subdirección de Currículum y Evaluación (2017). *Manual de estrategias didácticas: orientaciones para su selección* (1ª ed.). Santiago de Chile: Ediciones INACAP.

106. Torres, A. M. (2008). Modelo didáctico para desarrollar la comprensión matemática en el proceso de formación de matemáticos (Tesis Doctoral en Ciencias Pedagógicas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara). Disponible en:
<https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/9688>
107. Velázquez, C., Montgomery, W., Montero, V., Pomalaya, R., Dioses, A., Velázquez, N., Araki, R. & Reynoso, D. (2008). Bienestar psicológico, asertividad y rendimiento académico en estudiantes universitarios samarquinos. *Revista IIPSI*, 11(2), 140-152. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3052965.pdf>
108. Vergara, M. (2011). Funciones ejecutivas y desempeño académico en estudiantes de primer año de psicología de la corporación universitaria Minuto de Dios (Tesis de Maestría en Neuropsicología, Universidad San Buenaventura, Colombia). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10819/1219>
109. Vielma, E. & Luz, M. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones con relación al desarrollo. *Revista Educere*, Mérida, Venezuela, 3(9), 30-37. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630907>
110. Wild, C. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. Disponible en:
<https://www.stat.ubc.ca/~rollin/teach/2012/STAT550/ajp2011/WildISR1999>
111. Wussing, H. (1988). *Lecciones de historia de las matemáticas*. Madrid: Siglo XXI.
112. Yacoliev, N. (1981). *Metodología y técnica de la clase*. La Habana: Editorial de Libros para la Educación.
113. Yzar, J. Ynzunza, C. & López, H. (2011). Factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes de nivel superior en Rioverde, San Luis Potosí, México. *Revista de Investigación Educativa*, 12. Disponible en:
<https://www.uv.mx/cpue/num12/opinion/completos/izar-desempeno%20academico.html>
114. Zilberstein, J. & Valdés, H. (2001). *Aprendizaje escolar, diagnóstico y calidad educativa* (2ª ed. Aum.). México: Ediciones CEIDI.
115. Zorzoli, G., Giuggiolini, I. & Mastroianni, A. (2005). Competencias básicas en matemáticas aplicadas al área de la Metalurgia. Disponible en:
http://www.trabajo.gob.ar/downloads/calidad/manual_matematica-metalurgia

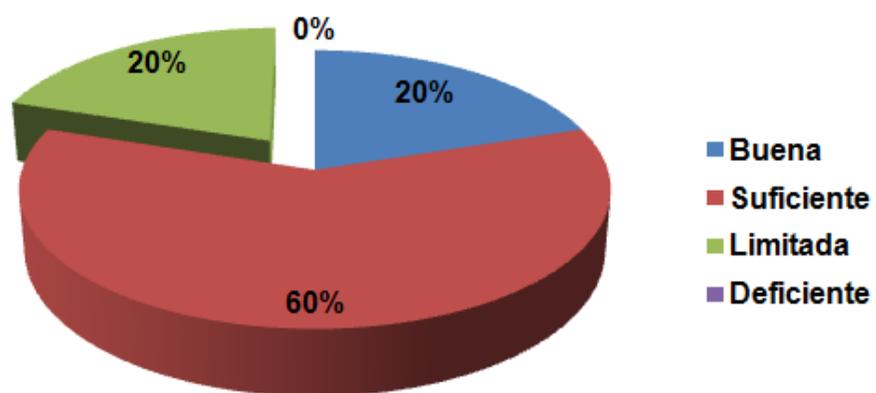
ANEXOS

Anexo 1. Algunas teorías del aprendizaje.

AUTOR	TEORÍA	POSTULADOS
Herbart	Pedagogía Científica	La instrucción es la base de toda la educación, con el fin supremo de la moralidad y la virtud. Las ideas y los conocimientos son recursos de los buenos sentimientos y las virtudes.
Thorndike	Ensayo-Error	Aprendizaje basado en conexiones entre estímulos y respuestas, regido por las leyes de la disposición, el ejercicio y el efecto.
Bruner	Aprendizaje por Descubrimiento	Aprendizaje activo, basado en una estructura cognitiva que permite asociación entre conocimientos previos y nuevos.
Skinner	Condicionamiento Operante	Aprendizaje basado en el comportamiento estimulado o reprimido. Aplicación de estímulos y refuerzos, con énfasis en la repetición mecánica.
Vygotsky	Desarrollo Sociocultural	Basado en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo, donde se estimula al alcance de habilidades que aún no se dominan por completo.
Piaget	Desarrollo Cognoscitivo	Centrada en la asimilación-acomodación mediante incorporación de objetos del mundo exterior en esquemas mentales preexistentes.
Ausubel	Aprendizaje Significativo	Basado en el descubrimiento y los múltiples activismos. Promotor de estatus receptivo significativo para preservar los conocimientos.

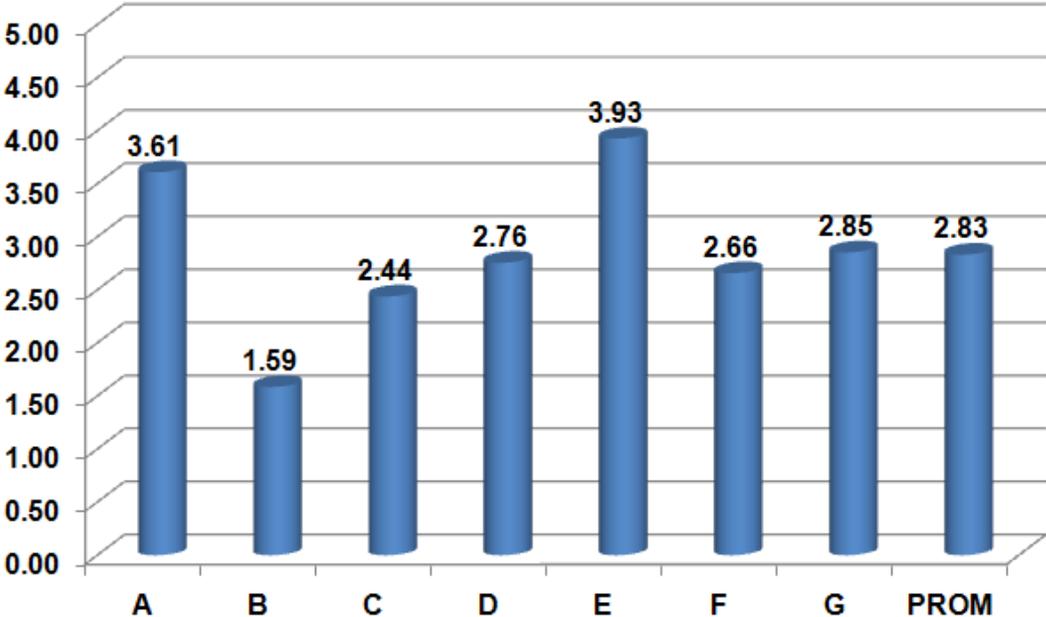
Fuente: Adaptado de www.docentesaldia.com

Anexo 2. Distribución porcentual de la evaluación de la Intervención del Profesor.



Fuente: Elaboración propia con Excel 2019.

Anexo 3. Calificaciones del rendimiento académico en el período 2016-2019.



Fuente: Elaboración propia con Excel 2019.

Anexo 4. Guía de Observación de habilidades estadísticas en las tesis de diploma de Ingeniería en Metalurgia y Materiales (período 2016-2019).

Estimado especialista:

Con el objetivo de evitar sesgos en su opinión experta, necesitamos que evalúe cada aspecto de la guía con suma paciencia y profundidad. Tómese el tiempo que considere necesario para la evaluación de las habilidades estadísticas en cada tesis de diploma sometida a valoración. Recuerde que el objetivo de este instrumento no es revalorizar la calificación otorgada por los tribunales de evaluación del trabajo, si no evidenciar la aplicación teórico-práctica de la asignatura Probabilidades y Estadística, desde la componente investigativa como productividad de su sistema de conocimientos en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales.

Para facilitar el trabajo de evaluación y la correspondencia con los aspectos de la guía, en la primera parte de este instrumento se presenta el sistema de conocimientos de la asignatura Probabilidades y Estadística, así como el sistema de habilidades a desarrollar por el estudiante, en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales. Este fragmento de informaciones es copia fidedigna del Plan de Estudios D de la carrera.

I) Extracto del programa de la asignatura Probabilidades y Estadística

SISTEMA DE CONOCIMIENTOS

Breve reseña histórica. Definición clásica y estadística de probabilidad. Probabilidad condicional. Variables aleatorias. Funciones de distribución unidimensionales y bidimensionales. Características numéricas de las variables aleatorias. Leyes de distribución (Binomial, Poisson, Exponencial y Normal). Introducción a la Estadística. Estadística descriptiva. Tablas de frecuencias. Gráficos. Población y muestra. Tipos de muestreos. Leyes de distribución muestral (Normal, Student, Fisher, X^2). Estimación para la media y la varianza de una distribución Normal (puntual y por intervalos). Pruebas de hipótesis para la media y la varianza de una distribución normal, pruebas para la diferencia de medias. Pruebas para la Bondad de Ajuste (X^2 , Kolmogorov-Smirnov). Prueba de aleatoriedad e independencia. Análisis de Varianza de clasificación simple y doble, efectos fijos, aleatorios y mixtos. Diseño de experimentos. (Aleatorio, bloque al azar, factorial).

SISTEMA DE HABILIDADES

1. Calcular probabilidades.
2. Estimar parámetros.
3. Aplicar las técnicas de correlación y regresión.
4. Demostrar la validez estadística de una hipótesis.
5. Realizar análisis de varianza.
6. Hacer uso de los *softwares* de aplicaciones estadística, se sugieren Statistica y las aplicaciones del Excel.

II) Aspectos de la guía de observación

Para la valoración de cada aspecto, deberá calificar en cada tesis según una de las categorías siguientes, y de acuerdo con el formato de elementos propuesto más adelante:

Muy adecuado (5)

Adecuado (4)

Ni adecuado ni inadecuado (3)

Inadecuado (2)

Muy inadecuado (1)

Título del trabajo:		
Aspectos a evaluar		Calificación
A	Empleo de técnicas descriptivas	
B	Selección de pruebas estadísticas	
C	Empleo de técnicas de inferencia estadística	
D	Empleo de un diseño experimental	
E	Empleo de un diseño muestral	
F	Utilización de software estadístico	
G	Interpretación de los resultados estadísticos	

Fuente: Adaptada de Gorina y Alonso (2014).

Anexo 5. Resumen de la aplicación de la Guía de Observación.

Año	No. muestra	A	B	C	D	E	F	G
2016	1	5	3	4	5	3	5	5
	2	3	3	3	2	2	3	3
	3	3	2	1	1	1	2	2
	4	5	3	2	4	3	2	4
	5	5	4	4	4	5	4	5
	6	5	2	4	5	3	5	5
	7	4	1	3	3	3	2	2
	8	4	3	3	5	4	5	5
	9	5	2	3	3	4	2	4
	10	5	3	4	5	4	4	4
	11	5	1	4	1	4	4	4
2017	12	2	1	1	1	2	2	2
	13	2	1	1	2	3	2	2
	14	3	1	3	1	1	2	2
	15	2	1	2	1	3	2	2
	16	3	1	3	1	3	2	3
	17	2	1	1	3	3	3	2
	18	3	1	2	3	3	2	2
	19	2	1	1	2	3	2	2
	20	2	1	1	2	2	2	2
	21	2	2	3	4	4	2	3
	22	3	1	1	3	3	3	2
	23	3	1	1	2	3	3	2
	24	2	1	2	3	3	2	2
	25	3	1	3	3	4	2	2
	26	4	2	3	4	4	2	3
	27	3	2	3	1	2	3	2
	28	4	1	2	3	4	3	2
	29	5	2	4	5	5	5	3
	30	4	1	3	1	4	2	2
	31	3	1	3	1	4	2	2
	32	4	1	2	5	5	2	3
	33	4	2	3	5	5	2	3
	34	5	2	4	5	5	2	3
	35	3	1	3	5	5	2	3
	36	3	1	1	2	4	2	2
	37	3	1	2	1	4	2	2
	38	4	1	3	4	5	2	3
	2018	39	5	2	3	5	5	5
40		3	1	2	1	4	2	2
41		4	1	3	3	5	3	3
42		4	1	2	2	4	2	2
43		5	2	3	5	5	4	5
44		4	3	3	2	5	2	3

	45	4	2	3	1	5	2	3
	46	5	1	3	2	5	2	4
	47	4	1	2	1	4	2	3
	48	4	1	2	1	5	2	3
	49	5	1	2	1	5	3	3
	50	5	5	5	5	5	5	5
	51	3	1	1	1	3	2	2
	52	5	1	2	1	5	2	3
	53	5	3	4	5	5	4	4
	54	5	1	4	5	5	5	4
	55	4	1	2	2	4	2	2
	56	4	1	3	5	4	3	3
2019	57	3	1	3	1	3	2	2
	58	4	2	3	5	5	2	3
	59	4	1	1	3	4	2	2
	60	3	1	1	2	4	2	2
	61	2	1	1	2	3	2	2
	62	5	2	2	3	5	2	3
	63	2	1	1	1	3	3	2
	64	5	2	4	5	5	5	4
	65	2	1	1	1	2	2	2
	66	4	2	3	5	5	3	4
	67	2	1	1	1	4	2	2
	68	3	2	1	3	4	2	2
	69	3	1	2	2	3	4	3
	70	5	5	5	3	5	5	5
	71	4	3	4	5	5	4	4
	72	3	1	3	1	4	2	2
	73	3	1	1	1	3	2	2
	74	3	1	2	1	4	2	2
	75	4	1	3	2	5	2	3
	76	2	1	1	1	4	2	2
	77	4	2	3	5	5	3	4
	78	2	1	1	1	4	2	2
	79	3	1	1	2	4	2	2
	80	4	3	3	5	5	3	4
	81	4	1	1	1	4	2	2
	82	3	2	3	5	5	2	3

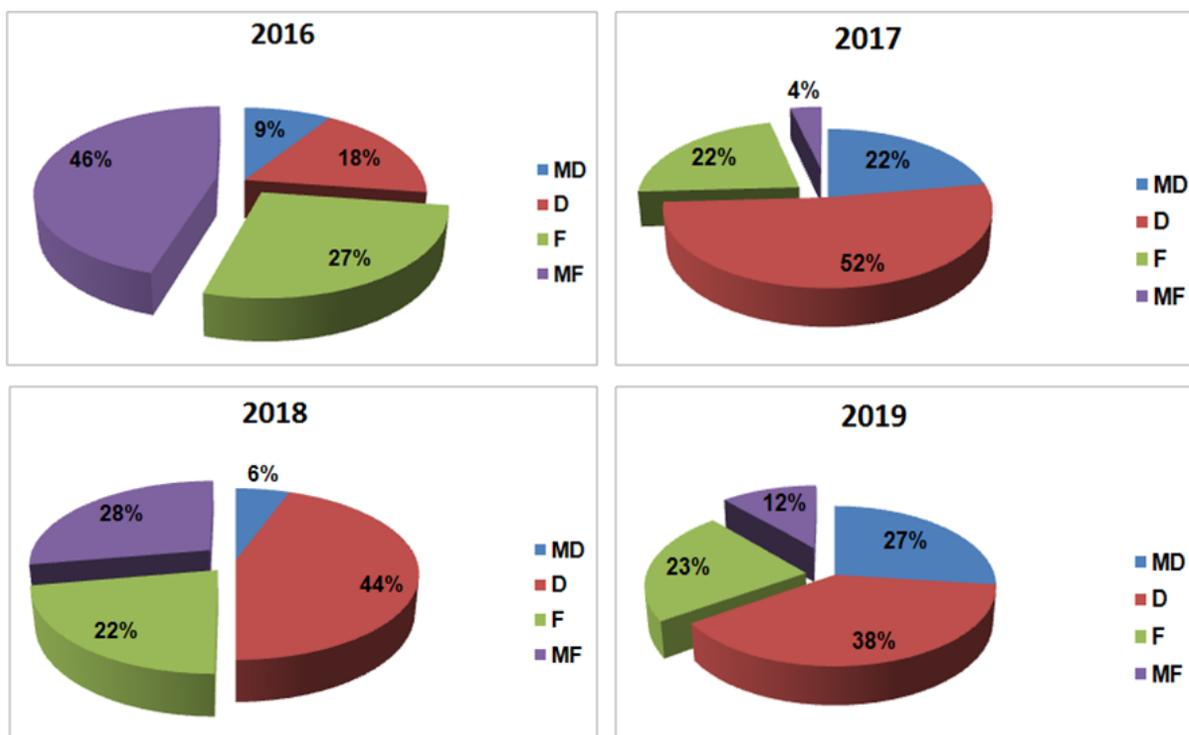
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Estadística descriptiva de la muestra de tesis analizadas.

Año	Car. Num.	Aspectos de la guía de observación						
		A	B	C	D	E	F	G
2016	Media	4.45	2.45	3.18	3.45	3.27	3.45	3.91
	Moda	5	3	4	5	3	2	5
	D. típica	0.82	0.93	0.98	1.57	1.10	1.29	1.14
	Varianza	0.67	0.87	0.96	2.47	1.22	1.67	1.29
	Curtosis	-0.25	-0.50	1.14	-1.16	0.69	-1.85	-0.55
	Asimetría	-1.15	-0.29	-1.20	-0.56	-0.65	-0.05	-0.79
2017	Media	3.07	1.22	2.26	2.70	3.56	2.30	2.33
	Moda	3	1	3	1	3	2	2
	D. típica	0.92	0.42	0.98	1.49	1.09	0.67	0.48
	Varianza	0.84	0.18	0.97	2.22	1.18	0.45	0.23
	Curtosis	-0.46	0.00	-1.22	-1.25	-0.33	9.90	-1.56
	Asimetría	0.49	1.42	-0.05	0.33	-0.35	2.91	0.75
2018	Media	4.33	1.61	2.72	2.67	4.61	2.89	3.22
	Moda	5	1	3	1	5	2	3
	D. típica	0.69	1.09	0.96	1.78	0.61	1.18	0.94
	Varianza	0.47	1.19	0.92	3.18	0.37	1.40	0.89
	Curtosis	-0.58	4.70	0.66	-1.68	1.13	-0.66	-0.39
	Asimetría	-0.55	2.12	0.63	0.50	-1.36	0.96	0.45
2019	Media	3.31	1.58	2.12	2.58	4.12	2.54	2.69
	Moda	3	1	1	1	5	2	2
	D. típica	0.97	0.95	1.21	1.65	0.86	0.95	0.93
	Varianza	0.94	0.89	1.47	2.73	0.75	0.90	0.86
	Curtosis	-0.87	5.99	-0.61	-1.33	-0.30	1.91	-0.21
	Asimetría	0.17	2.22	0.64	0.57	-0.64	1.71	1.01

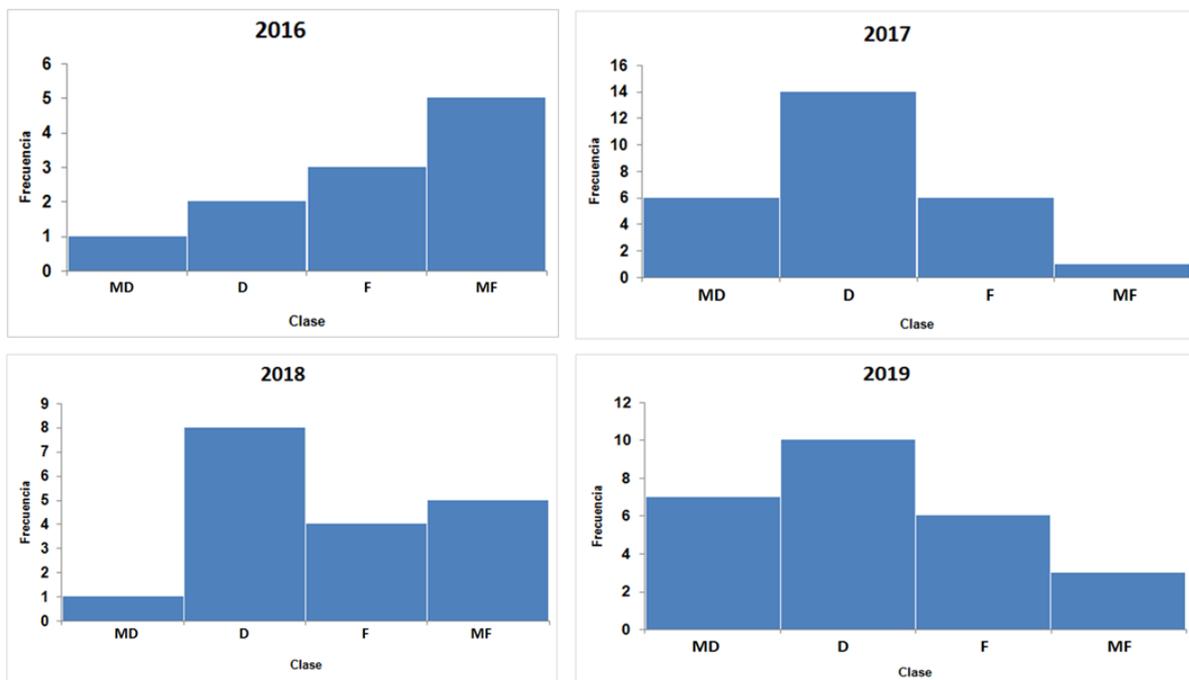
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Excel 2019.

Anexo 7. Estratificación porcentual de los tipos de Rendimiento Académico.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Excel 2019.

Anexo 8. Histogramas de frecuencias para el Rendimiento Académico.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Excel 2019.

Anexo 9. Encuesta realizada a profesores y colaboradores del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”.

Estimado profesor:

Necesitamos su colaboración con el objetivo de evaluar su pertinencia didáctica en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Probabilidades y Estadística. De su entera sinceridad y transparencia depende el éxito de esta investigación, y la misma está encaminada a la elaboración de una estrategia didáctica para potenciar el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura, a partir de la introducción de componentes de investigación aplicables en los trabajos de diploma de las especialidades.

I) Datos generales.

Categoría docente: Instructor ____ Asistente ____ Auxiliar ____ Titular ____

Grado científico: Máster _____ Doctor _____

Años de experiencia: _____

II) Cuestionario.

Al final de cada ítem valore las preguntas con una calificación de las que se precisan a continuación:

Siempre (5)

Frecuentemente (4)

Ni muchas ni pocas veces (3)

A veces (2)

Nunca (1)

1. En la preparación de las clases usted:

- a) Prevé un método para el diagnóstico previo del conocimiento de los estudiantes. _____
- b) Genera análisis de relaciones entre conceptos y procesos que presenta su asignatura. _____
- c) Selecciona ejemplos reales para articular teoría y práctica. _____
- d) Transfiere conocimientos teóricos a situaciones profesionales. _____

- e) Identifica cómo y de qué manera aprenden sus estudiantes. _____
2. Usted prepara diversas actividades en el proceso de enseñanza-aprendizaje tales como:
- a) Tutorías _____
 - b) Aprendizaje basado en problemas _____
 - c) Proyectos _____
 - d) Trabajo cooperativo _____
 - e) Generación de datos y búsqueda de información _____
3. De acuerdo al campo disciplinar de Metalurgia y Materiales, en sus clases usted:
- a) Integra competencias de investigación en los trabajos y/o proyectos con sus estudiantes. _____
 - b) Promueve la participación de sus estudiantes en proyectos de vinculación social desde su asignatura. _____
 - c) Motiva a sus estudiantes a analizar y comprender las actividades propias del perfil de la especialidad. _____
 - d) Fomenta el trabajo autónomo y colaborativo de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. _____
 - e) Orienta la búsqueda y consulta de materiales bibliográficos especializados en el perfil de formación. _____
 - f) Promueve la utilización de asistentes estadísticos computacionales para el procesamiento y análisis de los datos. _____
 - g) Incentiva la interactividad con la Plataforma Educativa Moodle, y sus utilidades para el proceso de enseñanza-aprendizaje. _____
4. Cuando usted afronta la tarea de seguimiento y evaluación del proceso:
- a) No utiliza el examen escrito como única herramienta de evaluación de los estudiantes. _____
 - b) Comprueba la consecución de los objetivos de la asignatura por medio de evaluaciones sistemáticas. _____

- c) Promueve la evaluación sistemática de las tareas definidas en la orientación del Trabajo de Curso. ____
5. Desde su labor educativa como docente, considera usted que:
- a) Promueve la importancia de las tutorías como espacio para la profundización en las particularidades de sus estudiantes. ____
 - b) Muestra disposición para apoyar a los estudiantes que presentan dificultades en su asignatura. ____
 - c) Fomenta la importancia de compartir experiencias propias de los estudiantes que sean relevantes para su aprendizaje profesional. ____
 - d) Desarrolla niveles especiales de comunicación de los contenidos y resultados científicos de la estadística aplicada. ____
 - e) Posee adaptabilidad a las particularidades de los estudiantes de la actualidad. ____
6. Considera usted que su formación continua como profesional debe estar orientada hacia:
- a) Fortalecimiento de competencias investigativas. ____
 - b) Actualización de conocimientos sobre fenómenos ingenieriles propios de las especialidades cursadas en la universidad. ____
 - c) Fortalecimiento de competencias pedagógicas. ____
7. Como profesor, usted estaría dispuesto a:
- a) Participar en cursos de actualización y formación pedagógica. ____
 - b) Vincularse en proyectos de investigación existentes en la universidad. ____
 - c) Participar en proyectos de vinculación social desde su asignatura y/o colectivo académico. ____

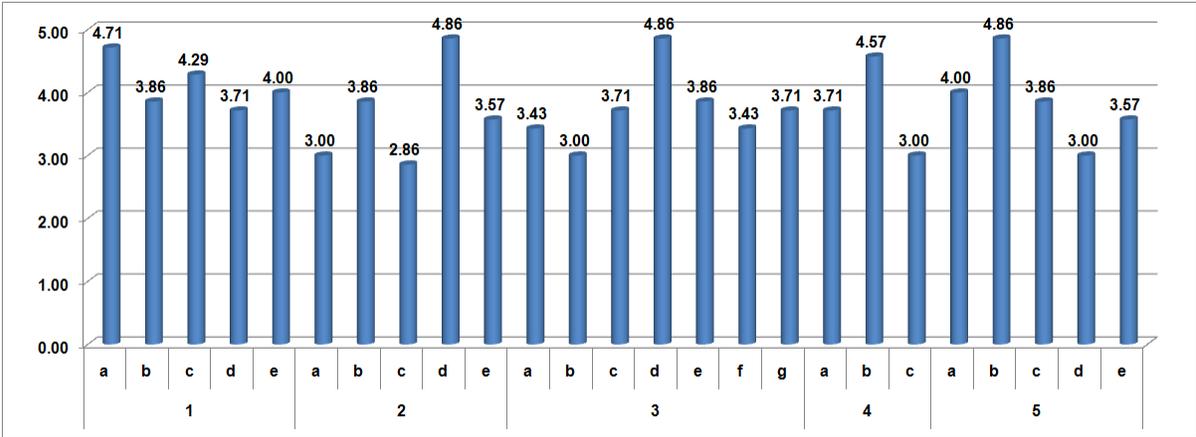
Fuente: Adaptada de Bustamante, *et al.* (2018).

Anexo 10. Resumen de la aplicación del cuestionario para profesores.

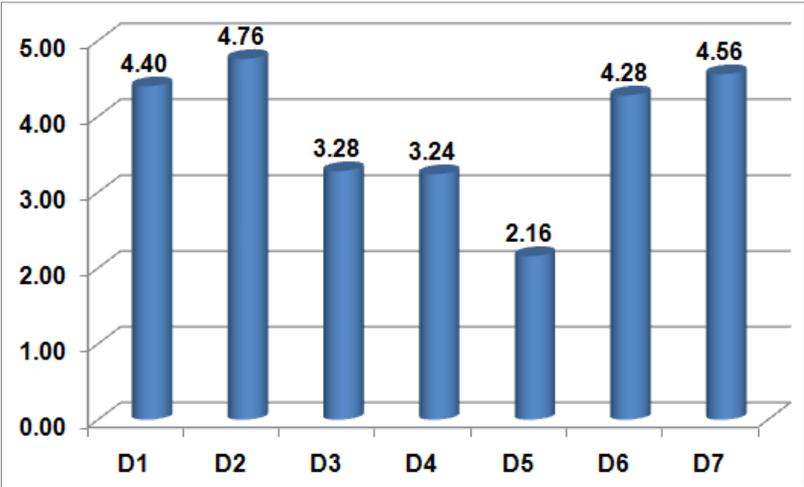
DIMENSIÓN	ITEM	PROFESORES						
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1	a	5	5	5	5	4	4	5
	b	4	3	3	3	2	3	3
	c	5	3	4	4	2	4	4
	d	4	3	3	3	1	3	4
	e	4	4	4	4	2	3	5
2	a	4	3	3	3	2	4	4
	b	5	4	3	3	2	3	4
	c	5	3	2	2	1	3	4
	d	5	5	5	5	4	5	5
	e	4	4	3	2	2	3	3
3	a	5	3	2	2	1	3	4
	b	3	3	2	2	2	4	4
	c	4	4	3	3	2	3	4
	d	5	5	5	5	4	5	5
	e	5	4	3	3	3	4	4
	f	4	3	2	2	1	4	4
	g	4	3	3	3	3	4	4
4	a	5	4	3	3	2	5	4
	b	5	5	5	5	4	5	5
	c	5	3	2	2	1	4	3
5	a	4	4	4	4	3	5	5
	b	5	5	5	5	4	5	4
	c	5	3	3	3	1	3	3
	d	4	2	2	2	1	2	3
	e	3	3	3	3	2	3	3
6	a	5	5	4	4	3	5	4
	b	5	5	4	4	3	4	4
	c	5	4	4	4	5	5	5
7	a	5	5	5	5	5	5	5
	b	5	5	3	3	2	5	3
	c	4	4	4	4	3	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Calificaciones de la Intervención del Profesor.

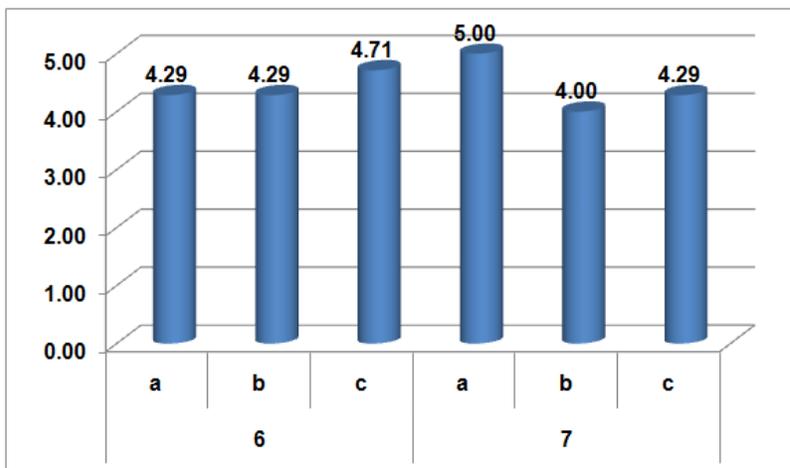


a) Concordancia colectiva. Fuente: Elaboración propia con Excel 2019.



b) Perspectiva de cada profesor. Fuente: Elaboración propia con Excel 2019.

Anexo 12. Calificación de la Necesidad de Superación.



Fuente: Elaboración propia con Excel 2019.

Anexo 13. Cuestionario para valoración del juicio de expertos.

Estimado profesor, por su experiencia en las áreas de didáctica de la estadística, uso de estrategias didácticas para promover aprendizajes significativos, y trabajo con TIC, usted ha sido seleccionado como uno de los expertos para emitir criterios valorativos sobre la propuesta realizada en la Tesis de Maestría en Educación Superior, titulada “Estrategia didáctica para el rendimiento académico en Probabilidades y Estadística en Metalurgia y Materiales”.

A continuación se ofrece una síntesis de la estrategia basada en proyecto de investigación, para mejorar la productividad del sistema de conocimientos de la asignatura Probabilidades y Estadísticas en la carrera de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, de la UMOA.

Parte 1. Descripción de la estrategia didáctica basada en proyecto de investigación.

La estrategia se compone de tres fases, donde el profesor acompaña el proceso de enseñanza-aprendizaje, y busca elementos novedosos para su materialización. Estas fases referidas son:

1. Fase de apertura de la estrategia didáctica
2. Fase procedimental de la estrategia didáctica
3. Fase de cierre de la estrategia didáctica

En la primera etapa, una vez que el profesor ha recibido los cursos de postgrado de Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Datos, Metodología de la Investigación Científica, y un entrenamiento en trabajo con software estadístico (Minitab, Statgraphics, SPSS, u otro), está en condiciones de guiar al estudiante en las tres direcciones fundamentales del proyecto:

- Con las habilidades en el análisis cualitativo y cuantitativo de datos, desarrolla las teorías y las conecta con la práctica estadística, desde las técnicas descriptivas a nivel muestral hasta los métodos de inferencia en busca de regularidad en las poblaciones orígenes de los datos.
- Con las habilidades computacionales de trabajo con *software* profesional, se dotará al estudiante de herramientas más precisas que propicien fiabilidad en los cálculos, así como procedimientos estandarizados para el desarrollo de

gráficos y métodos inferenciales, reforzados con conclusiones sobre la variabilidad de los fenómenos.

- Con las habilidades de investigación científica, el profesor podrá guiar certeramente al estudiante en su viaje hacia el descubrimiento de las soluciones a las problemáticas planteadas en los proyectos, de modo que el ciclo estadístico de la investigación se materialice con datos reales y la asimilación o refutación de juicios científicos del perfil de metalurgia y materiales.

De la revisión de la Guía para el Trabajo de Curso Integrador del segundo año de la carrera de Metalurgia y Materiales, resultaron relevantes los siguientes problemas profesionales, que constituyen las bases para los problemas a usar en la estrategia basada en proyecto de investigación:

- Caracterización básica general de un proceso de la práctica industrial.
- Comprensión de las leyes generales de la contabilidad metalúrgica (balance de materia) y la eficiencia energética (balance de energía).
- Evaluación de la influencia de residuales en el hombre y el medio ambiente.
- Determinación de los modelos cinéticos de las reacciones químicas.
- Desarrollo de métodos físico-químicos de investigación de materiales.
- Descripción de tecnologías metalúrgicas de procesamiento del mineral.
- Evaluación del comportamiento de los niveles de producción metalúrgica de una empresa, de un país o a nivel mundial.

El profesor diagnosticará la preparación que poseen los estudiantes en la comprensión de los contenidos estadísticos y la resolución de problemas, y hacer énfasis en las habilidades matemáticas de asignatura precedentes. Para el desarrollo de la estrategia se seleccionó el tema dos de la asignatura, debido a que su sistema de contenidos permite la ilustración del ciclo estadístico de la investigación.

No.	Contenidos	Etapa del proyecto
1	Introducción de técnicas y diseños de muestreos. Introducción de métodos gráficos y tabulares para el análisis descriptivo de datos aleatorios.	PLAN DATOS
2	Sistematización con <i>software</i> sobre técnicas de estadística descriptiva de datos.	
3	Introducción de técnicas de estimación puntual y por intervalos de confianza.	

4	Introducción a la teoría de pruebas de hipótesis sobre parámetros de distribuciones de datos.	
5	Sistematización con <i>software</i> sobre técnicas de estimación por intervalos de confianza y pruebas de hipótesis no paramétricas.	
6	Introducción al análisis de correlación y regresión lineal para sistemas aleatorios bivariados.	
7	Sistematización con <i>software</i> sobre determinación de la correlación lineal y el modelo de regresión.	
8	Introducir los diseños experimentales y las técnicas de análisis de varianza asociadas.	DATOS
9	Sistematización con <i>software</i> sobre análisis de varianza de clasificación simple y doble, para experimentos de hasta dos factores.	ANÁLISIS

Desde el punto de vista del sistema evaluativo, el mismo se manifiesta en los momentos consecutivos del desarrollo del proyecto, y al finalizar también mediante la valoración del informe de resultados obtenidos. En el caso de esta estrategia, se aprovecharán las opciones interactivas de la plataforma Moodle, y a través del foro Preguntas para el profesor, cada equipo podrá abrir temas de interacción sobre la evolución de su proyecto.

Por otra parte, en el tema dos de Estadística, se situará un recurso de evaluación donde los estudiantes puedan subir archivos de texto o imágenes, que permitan al profesor calificar los avances en las etapas del ciclo estadístico de la investigación. El intercambio directo con el profesor, sentará las bases para desarrollar coevaluación y eteroevaluación desde la perspectiva colectiva de los grupos de estudiantes.

En la fase procedimental de la estrategia, el profesor conduce el proceso a través de la dosificación mostrada anteriormente, garantizando la interconexión entre los elementos de matemáticas precedentes, aglutinando técnicas analíticas y numéricas para la resolución de los problemas planteados. A continuación se muestran las actividades a desarrollar, con su objetivo y las acciones dentro del proyecto de investigación:

Actividades Teóricas

Actividad 1: Introducción a la Estadística Descriptiva.

Conocimientos básicos: Funciones de la estadística, proceso de generación de la información (obtención de los datos, procesamiento, presentación de la información),

tipos de muestreos probabilísticos, distribuciones muestrales para media y varianza de variables aleatorias Normales.

Objetivo: Introducir el pensamiento estadístico a través de la necesidad de datos y sus formas de obtención y transnumeración.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Demostrar la necesidad de los datos a partir de experiencias propias del profesor, y explicación de los inconvenientes que trae consigo la toma deliberada y sin objetividad de ciertos datos.
- Ilustrar los tres tipos de transnumeración, partiendo de la medida que captura las cualidades del mundo real, siguiendo por la transformación de datos en bruto hacia tablas o gráficos para su presentación, y finalizando en la comunicación de sus significados en el contexto y lenguaje del perfil metalúrgico.
- Formular preguntas en colaboración con los estudiantes para establecer el plan de resolución de los problemas detectados.

Actividad 3: Introducción a la Teoría de la Estimación Estadística.

Contenidos básicos: Estimadores insesgados y propiedades, estimación puntual y análisis probabilístico de errores cometidos para media, varianza y proporciones, estimación por intervalo de confianza para media, varianza y proporciones; y su interpretación geométrica desde la confiabilidad.

Objetivo: Potenciar el pensamiento estadístico a través de la estimación de parámetros en modelos aleatorios, así como el desarrollo del lenguaje crítico y valorativo.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar en las formas de análisis de la variabilidad y su relación con las incertidumbres asociadas a los datos.
- Introducir el pensamiento estratégico al decidir cuál método de estimación usar y sus implicaciones en los errores aleatorios.
- Introducir el razonamiento estadístico a través de los problemas que involucran la inferencia estadística sobre parámetros de variables aleatorias normales.

Actividad 4: Introducción a la Teoría de la Decisión Estadística.

Contenidos básicos: Teoría de la decisión estadística, riesgos asociados a la toma de decisiones, metodología de pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas.

Objetivo: Contribuir a la consolidación del pensamiento estratégico a través de la anticipación de problemas y la mitigación de riesgos en la toma de decisiones sobre parámetros de variables aleatorias.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar en la modelación estadística como forma de comprensión del mundo real.
- Introducir el razonamiento analógico a través de la ubicación de problemas en otros cuyas soluciones se han obtenido previamente.
- Explicar la importancia del ajuste teórico a distribuciones empíricas provenientes de la recolección de datos aleatorios.

Actividad 6: Introducción al Análisis de Correlación y Regresión.

Contenidos básicos: Problema general de la asociación entre variables aleatorias, estimación del coeficiente de correlación lineal, estimación de la recta de regresión mediante el método de mínimos cuadrados, análisis de varianza de la regresión.

Objetivo: Potenciar la resolución de problemas ingenieriles a través de la valoración de la relación lineal entre variables aleatorias.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Explicar los supuestos de la regresión como premisas para la modelación estadística de la relación entre variables aleatorias.
- Explicar el papel que juega la covarianza en los sistemas de variables aleatorias.
- Analizar las fuentes de variabilidad relacionadas con el modelo de regresión y determinar su calidad para ser usado en la predicción estadística.

Actividad 8: Introducción al Diseño Experimental.

Contenidos básicos: Diseño experimental y unidades experimentales, modelos en bloques aleatorios y modelos factoriales, análisis de varianza de clasificación simple y doble para modelos de efectos fijos.

Objetivo: Analizar las fuentes de variabilidad excesiva asociadas a fenómenos aleatorios, a través de la realización de diseños experimentales apropiados.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Profundizar en las formas de analizar la variabilidad asociada a los datos obtenidos en los muestreos.
- Potenciar el análisis crítico de la factibilidad del diseño experimental.
- Propiciar el análisis de confiabilidad y validez de los instrumentos de recolección de datos aleatorios.

Actividades prácticas

Actividad 2: Análisis descriptivo de datos mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Calcular medidas descriptivas para distribuciones de datos aleatorios.
- Simular distribuciones de datos aleatorios según modelos teóricos estudiados.
- Construir tablas de frecuencias para datos cualitativos y cuantitativos.
- Explorar los métodos gráficos de presentación de información estadística.

Objetivo: Realizar el análisis descriptivo de conjuntos de datos aleatorios a través del uso de *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Obtener distribuciones de datos a partir de la generación aleatoria en el *software*.
- Comparar las características numéricas de variables y sistemas de variables aleatorias, a través del análisis de la eficacia y la eficiencia de los procesos aleatorios.
- Potenciar la interpretación de diagramas de cajas y bigotes como herramienta integral de análisis de variables aleatorias.
- Estimular el tratamiento de la información y la competencia digital.

Actividad 5: Introducción a la Inferencia Estadística mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Construir intervalos de confianza para parámetros de variables aleatorias.

- Interpretar la estadística de la estimación a través de las bandas de confianza y de tolerancia del intervalo.
- Calcular el valor de los estadígrafos de contraste en pruebas de hipótesis e interpretar la decisión sugerida por el *software*.
- Comparar el resultado analítico de las pruebas de bondad de ajuste con el gráfico del ajuste propiciado por el *software*.

Objetivo: Potenciar la toma de decisiones estadísticas, auxiliada de la estimación de parámetros mediante el uso de *software*.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Fomentar la importancia práctica de muestrear con representatividad para mitigar los errores de la estimación puntual.
- Enfatizar en el uso de curvas características de operación para realizar el análisis de riesgos tipo II en las pruebas de hipótesis.
- Incentivar el desarrollo de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico.

Actividad 7: Análisis de Correlación y Regresión mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Construir el diagrama de dispersión de los datos y establecer una línea de tendencia con ecuación incluida.
- Calcular el coeficiente de correlación lineal.
- Desarrollar la descomposición de las fuentes de variabilidad para estudiar la factibilidad del modelo estimado.

Objetivo: Desarrollar un análisis de correlación y regresión lineal asistido por *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Explicar el ciclo diagrama-correlación-regresión como elemento de profundización en la complejidad de resolución de problemas.
- Profundizar en la interpretación del coeficiente de determinación ajustado, como un índice de la eficacia del ajuste de la recta a los datos.

- Enfatizar en la capacidad predictiva del modelo de regresión a través del test de linealidad del análisis de varianza.
- Potenciar la habilidad de modelación matemática.

Actividad 9: Diseño experimental de dos factores mediante el *software* MINITAB16.

Habilidades básicas:

- Planificar el experimento con una matriz de unidades experimentales.
- Realizar el análisis de varianza para modelos de clasificación simple y doble asistido por el *software*.
- Obtener el gráfico de interacción entre factores.

Objetivo: Realizar un diseño experimental con su respectivo análisis de varianza mediante el uso de *software* estadístico.

Acciones desde el proyecto de investigación:

- Enfatizar y explicar las causas de la asignación aleatoria de las unidades experimentales.
- Resaltar la importancia de asumir experimentos Cuadrado-Latinos para evitar las interacciones entre factores.
- Reforzar la interpretación del *p-value* como índice de confiabilidad para la decisión estadística sobre la influencia de los factores en la característica estudiada.

En la fase de cierre de la estrategia, al verificar el cumplimiento de los objetivos del programa de asignatura, este no se puede quedar en la mera resolución de los problemas usando una técnica estadística en cada fase, sino que debe mostrar cómo se evidencian en el informe de proyecto, como un eslabón de verdadera productividad del sistema de conocimientos impartido. Los estudiantes serán evaluados individualmente y también por el peso de sus aportes al trabajo cooperativo en la construcción de las soluciones. A continuación se explican los aspectos fundamentales de la evaluación.

-Preguntas de interés: Se evalúa si son relevantes para el contexto, y si se pueden abordar según los conocimientos que poseen los estudiantes. Se inspecciona la pertinencia de los objetivos e hipótesis de trabajo.

-Diseño de la investigación: Se corrobora si los estudiantes definieron las vías de solución de su problema, ya que existen diversas maneras de hacerlo. Además, se verifica la especificación del diseño experimental o muestral, según tipo de estudio.

-Análisis de datos: Se verifica si es adecuado al tipo de variables definidas y si se corresponde con el problema detectado. Una cuestión importante es la verificación de los supuestos de aplicación de los métodos estadísticos.

-Conclusiones: Se comprueba que sean consistentes con lo obtenido en la fase de análisis, y deben relacionarse con las preguntas de investigación y los objetivos.

-Además debe verificarse la presentación de los resultados de manera adecuada en los diferentes formatos, así como una reflexión sobre las limitaciones prácticas del estudio, y las posibles vías de solución.

En general se valorará la creatividad y originalidad del estudiante para decidir si su aprendizaje es totalmente significativo, comprobando la existencia de una zona de desarrollo próximo en las habilidades propiciadas por el proyecto, y que luego se convertirán en productividad del sistema de conocimientos aprendido.

Parte 2. Aspectos que son sometidos a criterio de expertos.

Aspectos de la estrategia didáctica	Evaluación				
	MA	A	N	I	MI
Factibilidad de la fase preparatoria de la estrategia (A1)					
Favorecimiento al logro de los objetivos propuestos dentro de la estrategia (A2)					
Correspondencia entre las actividades propuestas y el desarrollo del ciclo estadístico de la investigación (A3)					
Estimulación de la independencia cognoscitiva y del trabajo cooperativo en la construcción del conocimiento (A4)					
Factibilidad de la fase de cierre de la estrategia (A5)					
Factibilidad de empleo de la estrategia propuesta (A6)					
En esta sección usted puede agregar sugerencias que puedan tenerse en cuenta para la mejora de la estrategia propuesta:					

Las categorías evaluativas y sus respectivas representaciones ordinales son: MA-Muy adecuado (5), A-Adecuado (4), N-Ni adecuado ni inadecuado (3), I-Inadecuado (2), MI-Muy inadecuado (1).

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Resultados de la consulta a los expertos (con transformación ordinal).

	ASPECTOS EVALUATIVOS DE LA ESTRATEGIA					
EXPERTOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6
E1	5	5	4	5	3	4
E2	5	5	5	4	4	4
E3	5	4	3	4	4	5
E4	4	5	5	5	4	4
E5	4	5	5	3	5	4
E6	5	4	5	5	4	3
E7	4	5	4	4	4	5
E8	5	3	4	5	5	4
E9	5	5	4	3	5	4

Fuente: Elaboración propia a partir de la opinión de los expertos.

Anexo 15. Diagnóstico inicial sobre matemáticas precedentes.

Resuelva los siguientes ejercicios y muestre los pasos lógicos en la búsqueda de las soluciones pedidas.

1. Mediante el método de escalonamiento de Gauss, resuelva el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 3a & -b & c & -2 \\ -a & 2b & -c & 3 \\ a & b & -3c & -4 \end{array} \right)$$

2. Resuelva la siguiente integral definida:

$$\int_0^{\infty} \frac{x}{2} e^{-\left(\frac{x^2}{4}\right)} dx$$

Fuente: Elaboración propia.